*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**

# *Revista Mexicana de Agroecosistemas*

## Oaxaca, Volumen VI (Suplemento 2), 2019

## Memoria de artículos en extenso y resúmenes

Fotografía: *Ovinocultor con su rebaño*
Región Mixteca, Oaxaca, México.
Cuerpo académico de investigación en producción animal, FMVZ-UABJO.

# XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria

**Universidad Autónoma "Benito Juárez" de Oaxaca**
**Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia**
**Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C.**

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

**REVISTA MEXICANA DE AGROECOSISTEMAS**, Vol 6, (Suplemento 2) Julio-Diciembre 2019, es una publicación de la Secretaría de Educación Pública-Tecnológico Nacional de México, editada a través del Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca por la División de Estudios de Posgrado e Investigación. Domicilio conocido, Ex hacienda de Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca, México, C.P. 56230, Tel y Fax. 01 (951) 5170444 y 5170788. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2014-060211581800-203 e ISSN 2007-9559, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor.
Responsable de la última actualización de este número en la División de Estudios de Posgrado e Investigación: Dr. Gerardo Rodríguez-Ortiz y Dr. José Cruz Carrillo Rodríguez, Domicilio conocido, Ex hacienda de Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca, México, C.P. 71233, Tel y Fax. 01 (951) 5170444 y 5170788, http://www.voaxaca.tecnm.mx/revista/,rmae.itvo@gmail.com. Fecha de última modificación, 20 de diciembre de 2019.
Su objetivo principal es difundir los resultados de investigación científica de las áreas agropecuaria, forestal, recursos naturales, considerando la agrobiodiversidad y las disciplinas biológicas, ambientales y socioeconómicas.
Para su publicación, los artículos son sometidos a arbitraje, su contenido es de la exclusiva responsabilidad de los autores y no representa necesariamente el punto de vista de la Institución; las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.
Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## **Comité Editorial** (DEPI-ITVO)

Dr. Ernesto Castañeda Hidalgo
Dr. Gerardo Rodríguez-Ortiz
Dr. Jaime Calderón Patrón
Dr. José Cruz Carrillo Rodríguez
Dr. José Raymundo Enríquez del Valle
Dr. Salvador Lozano Trejo
Dr. Vicente A. Velasco Velasco
Dr. Yuri Villegas Aparicio
Dra. Gisela M. Santiago Martínez
Dra. Gisela V. Campos Ángeles
Dra. Martha P. Jerez Salas
M.C. Gustavo O. Díaz Zorrilla
M.C. Judith Ruíz Luna
M.C. María Isabel Pérez León

## **Coordinación editorial**

Dr. Gerardo Rodríguez Ortiz y Dr. José Cruz Carrillo Rodríguez

## **Diseño de portada**

M. en C. Ana María Hernández Medina

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# Comité de arbitraje en este número

**Dr. Alfonso Juventino Chay Canul**
División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
**Dr. Amós Palacios Ortiz**
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca.
**M. en C. Ana María Hernández Medina**
Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, Tecnológico Nacional de México.
**Dra. Araceli Mariscal Méndez**
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca.
**Dr. Armando Gómez Vázquez**
División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
**M. en C. Arturo Herrera León**
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.
**Dr. Carlos Luna Palomera**
División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
**MVZ. Enoch Brayan Guerrero Tello**
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca.
**Dra. Esmeralda Desdémona Martínez**
Universidad INPECO.
**Dr. Gerardo Rodríguez Ortiz**
Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, Tecnológico Nacional de México.
**Dr. Héctor Maximino Rodríguez Magadán**
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca.
**M. en MVZ. Jaime Enrique Vásquez Ríos**
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca.
**Dr. Jerónimo Herrera Pérez**
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No 2, Universidad Autónoma de Guerrero.
**M. en C. Joel Marín Sánchez**
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca.
**Dr. José Herrera Camacho**
Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
**Dr. Jorge Hernández Bautista**
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca.
**M. en C. Jorge Morín Rubio**
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca.
**Dr. Juan Carlos Martínez González**
Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas.

**Dr. Juan Carlos Silva Jarquín**
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca.
**Dra. Luz Hermila Villalobos Delgado**
Universidad Tecnológica de la Mixteca.
**Dr. Marco Antonio Ayala Monter**
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No 2, Universidad Autónoma de Guerrero.
**Dr. Paulino Sánchez Santillán**
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No 2, Universidad Autónoma de Guerrero.
**Dr. Rafael Nieto Aquino**
Instituto Tecnológico de Huejutla, Tecnológico Nacional de México
**MVZ. René Iver feria Garnica**
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca.
**Dr. Ricardo Martínez Martínez**
Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara.
**Dr. Rodolfo Benigno de Los santos Romero**
Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, Tecnológico Nacional de México.
**Dr. Said Cadena Villegas**
Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo.
**Dr. Sergio Ramírez Ordoñes**
Universidad del Papaloapan.
**Dr. Teodulo Salinas Rios**
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca.
**Dr. Víctor Manuel Meza Villalvazo**
Universidad del Papaloapan.
**Dr. Yuri Villegas Aparicio**
Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, Tecnológico Nacional de México.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# Prólogo

La "Revista Mexicana de Agroecosistemas" (RMAE) surgió de una propuesta del Consejo del Posgrado del Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO). Su objetivo es difundir los resultados generados del esfuerzo de alumnos e investigadores del Programa de Maestría en Ciencias en Productividad de Agroecosistemas que se imparte en este Instituto, y de las Licenciaturas en Biología e ingeniería en Agronomía y Forestal. Esta revista científica (RMAE) contempla las áreas agrícolas, pecuaria, forestal y recursos naturales, considerando la agrobiodiversidad y las disciplinas biológicas ambientales y socioeconómicas.

Por ello, se hace la invitación a alumnos, académicos e investigadores para que utilicen este espacio para publicar sus resultados de investigación relacionados con estas áreas. Los manuscritos se pueden enviar de acuerdo con las normas publicadas en http://www.voaxaca.tecnm.mx/revista/normas-rmae.php y pueden ser de tres tipos: artículo científico, nota técnica y ensayo libre (artículos de revisión). Todos los manuscritos se someterán a arbitraje y a edición. Deberán ser originales e inéditos, de alta calidad, acordes con las normas indicadas en este volumen y que no se hayan publicado o se vayan a publicar en otra revista.

Este suplemento 2, está dedicado a la XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria A. C., celebrada en la ciudad de Oaxaca de Juárez, Oaxaca y coordinada por la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma "Benito Juárez" de Oaxaca.

## ATENTAMENTE

## Comité Editorial (DEPI-ITVO)

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# Contenido

**Pág.**

## Ponencias magistrales

1 **MITIGACIÓN DE LAS EMISIONES DE METANO ENTÉRICO EN RUMIANTES ALIMENTADOS CON PLANTAS QUE CONTIENEN METABOLITOS SECUNDARIOS**
**Juan Carlos Ku Vera…….. 44**

2 **LA PRODUCCIÓN CAPRINA EN OAXACA, / THE GOAT PRODUCTION IN OAXACA, PRESENT AND DEVELOPMENT POSSIBILITIES**
**Arturo Ángel Trejo González, Melba Mariana Martínez Puebla……..… 56**

3 **IMPORTANCIA DE LA CABRA PASTOREÑA DE LA MIXTECA**
**Gisela Fuentes Mascorro, Lourdes Carmina Ricardi de la Cruz, Araceli Mariscal Méndez, Fernando Cuauhtémoc Solís Cortes, Juan Carlos Silva Jarquín Juan, Miguel Ángel Domínguez Martínez……... 64**

4 **ESTADO DE LOS OVARIOS AL MOMENTO DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO Y SU RELACIÓN CON LA FERTILIDAD EN VACAS**
**F. Centurión Castro, J. Armenta Carmona, A. Díaz Aguilar, R. Delgado León, J. Magaña Monforte…….…. 68**

5 **ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS: UNA ESTRATEGIA PARA MEJORAR LA CALIDAD OVOCITARIA Y ESPERMÁTICA EN OVINOS DE PELO**
**V. M. Meza-Villalvazo, J. Herrera Camacho, A. J. Chay Canul……..…….. 75**

6 **SITUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CUNÍCOLA EN MÉXICO**
**José Guadalupe Gómez Soto…….…….. 82**

7 **EL PAPEL DE LOS ÉQUIDOS EN LA MINERÍA MEXICANA**
**J. A Legarreta……..…….. 88**

8 **ALIANZAS ESTRATÉGICAS PARA ALCANZAR EL PRECEPTO "UN SOLO BIENESTAR / STRATEGIC ALLIANCES TO ACHIEVE THE "ONE WELFARE" PRECEPT**
**L. R. Gabriel I.…….……..…. 95**

9 **ESTRATEGIAS DE MANEJO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD Y DESEMPEÑO REPRODUCTIVO EN BOVINOS DE DOBLE PROPÓSITO / MANAGEMENT STRATEGIES TO MAKE BETTER PRODUCTIVITY AND REPRODUCTIVE PERFORMANCE IN DUAL PURPOSE CATTLE**
**C. Luna Palomera…… 101**

10 **LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN OVEJAS DE PELO LA UTOPÍA**
**Alfonso J. Chay Canul, Rosa I. Narváez Ballesteros, Jesús Mezo Solís, Juan Carlos Ángeles Hernández, José Herrera Camacho, Ricardo García Herrera, Manuel González Ronquillo, Gaspar Manuel Parra Bracamonte, Nicolás López Villalobos……..……. 118**

11 **EMISIONES DE METANO ENTÉRICO EN RUMIANTES DETERMINADA POR LA TÉCNICA DE HEXAFLUORURO DE AZUFRE**
**Efrén Ramírez Bribiesca, Vinisa Saynes Santillán, Rosy G. Cruz Monterrosa, David Hernández Sánchez……. 121**

**12 REPERCUSIÓN DE LA NEOSPOROSIS BOVINA EN LA PRODUCCIÓN**
**Juan José Ojeda Carrasco…….……... 127**

**13 EL BOVINO CRIOLLO, UN RECURSO GENÉTICO OLVIDADO / THE CREOLE BOVINE, A FORGOTTEN GENETIC RESOURCE**
**Juan Carlos Martínez González, Sonia Patricia Castillo Rodríguez……..... 132**

**14 SISTEMAS SILVOPASTORILES, ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS AMBIENTALES / SILVOPASTORAL SYSTEMS PRODUCTIVE STRATEGY AND ENVIRONMENTAL SERVICES**
**F. Casanova Lugo, A. Chay Canul, V. Díaz Echeverría, A. Piñeiro Vázquez, P. Ramírez Barajas, I. Oros Ortega, L. Lara Pérez, L. Macario González, I. Pat Aké…… 137**

**15 IMPORTANCIA DE PROYECTOS COMUNITARIOS EN LA PROMOCIÓN DEL BIENESTAR EN EQUIDOS DE OAXACA / IMPORTANCE OF COMMUNITY PROJECTS IN THE PROMOTION OF THE WELFARE IN THE EQUIDOS OF OAXACA**
**E. B. Guerrero Tello……..… 144**

**16 PARASITOS GASTROENTERICOS, IMPLICACIONES EN LA SALUD DE LOS ÉQUIDOS EN OAXACA / GASTROENTERIC PARASITES, IMPLICATIONS ON THE HEALTH OF EQUIDS IN OAXACA**
**Claudio Celaya Tónchez, Emmanuel Rivera Bernabé, Gianna Paganelli, Jaime E. Vásquez Ríos……..… 145**

**17 LA GANADERIA BOVINA EN MEXICO: INVENTARIOS Y RECURSOS A NIVEL MUNICIPAL AL ALCANCE DE TU TELEFONO; EJEMPLOS DE OAXACA Y CHIAPAS**
**E. González-Padilla, N. Juárez-López……... 155**

**18 SISTEMAS DE SEPARACIÓN DE TERNEROS DE VACAS LACTANTES Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE UN CELO FÉRTIL**
**C. S. Galina, M. Maquívar……..….... 161**

**19 HUELLA DE CARBONO EN LA GANADERÍA: MEDICIÓN E IMPLICANCIA / CARBON FOOTPRINT IN LIVESTOCK: MEASUREMENT AND IMPLICATION**
**C. Gómez, M. Fernández, V. Alvarado, D. Ruiz-Llontop……... 169**

## Rumiantes mayores

**20 PROTOTIPOS PRELIMINARES DE BOLOS INTRARRUMINALES DE LIBERACIÓN CONTROLADA DE MINERALES TRAZA PARA RUMIANTES / PRELIMINARY PROTOTYPES OF INTRARRUMINAL BOLUSES OF CONTROLLED RELEASE OF TRACE MINERALS FOR RUMINANTS**
**M. León-Cruz, J. E. Ramírez-Bribiesca, L. Jiménez-Miranda, R. López-Arellano…….. 179**

**21 CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS *in vitro* DE CONSORCIOS BACTERIANOS CELULOLÍTICOS OBTENIDOS DE DIFERENTES ESPECIES DE RUMIANTES / *In vitro* FERMENTATIVE CHARACTERISTICS OF BACTERIAL CELLULOLYTIC CONSORTIA OBTAINED FROM DIFFERENT SPECIES RUMINANTS**
**Gibran Sánchez-García, Paulino Sánchez-Santillán, Nicolas Torres-Salado, Elias Hernández-Castro, Gregorio Sarabia-Ruiz, Liiana Aguilar-Marcelino……..... 184**

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

**22 ESTIMACIÓN DE LA PARTICIÓN DE LA ENERGÍA BRUTA CONSUMIDA POR BOVINOS A PARTIR DE LA CUANTIFICACIÓN DE SUS EMISIONES DE METANO / ESTIMATION OF THE PARTITION OF THE GROSS ENERGY INTAKE IN CATTLE THROUGH METHANE EMISSIONS QUANTIFICATION**

**María Fernanda Vázquez-Carrillo, Octavio Alonso Castelán-Ortega., Epigmenio Castillo-Gallegos, Hugo Daniel Pérez-Montelongo, Eduardo Cardoso-Gutiérrez…….... 191**

**23 PROPIONATO, MONENSINA Y *Saccharomyces cerevisiae* EN LA FERMENTACIÓN *in vitro* Y LA EMISIÓN POTENCIAL DE GASES POR BECERROS HOLSTEIN / PROPIONATE, MONENSIN AND *Saccharomyces cerevisiae* IN THE *in vitro* FERMENTATION AND THE POTENTIAL GAS EMISSION BY HOLSTEIN CALVES**

**Luis Alberto Miranda-Romero, Maria Teresa Hernández-Aguirre, German Buendía-Rodríguez, Francisco Alejandro Castrejón-Pineda, Luis Corona-Gochi……..……... 199**

**24 EFECTO DEL DESTILADO DE CLAVO (*Syzygium aromaticum*) SOBRE LOS PARÁMETROS DE FERMENTACIÓN RUMINAL *in vitro* Y LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO / EFFECT OF CLOVE DISTILLATION (*Syzygium aromaticum*) ON THE *in vitro* RUMINAL FERMENTATION PARAMETERS AND THE EMISSION OF GREENHOUSE GASES**

**Cesar Díaz Galván, Pedro Abel Hernández García, Enrique Espinosa-Ayala, Germán David Mendoza Martínez, Gabriela Vázquez-Silva, Lucero Abigail Velázquez-Cruz, Pablo Benjamín Razo-Ortiz, Amada Isabel Osorio-Teran……..……. 207**

**25 FERMENTACIÓN *in vitro* DE COMPLEMENTOS PARA BECERROS CON NIVELES CRECIENTES DE VAINA DE PAROTA (*Enterolobium cyclocarpum*) / *In vitro* FERMENTATION OF SUPPLEMENTS FOR CALVES WITH INCREASING LEVELS OF POD (*Enterolobium cyclocarpum*)**

**Usiel Carbajal-Márquez, Paulino Sánchez-Santillán, Adelaido Rafael Rojas-García, Mario Antonio Mendoza-Núñez, Marco Ayala-Monter, Daniel Hernández-Valenzuela……..…… 213**

**26 ADICIÓN DE GRASAS PROTEGIDAS EN LA DIETA DE VACAS LECHERAS EN ESTABULACIÓN: DESEMPEÑO PRODUCTIVO Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE / ADITION BY PASS FAT IN DIET OF DAIRY COWS: PRODUCTIVE PERFORMANCE AND MILK COMPOSITION**

**Alberto Jorge Rojas González, José Armando Gómez Arellanes, Edwin Steve Nateras Arroyo, Luis Alberto Mejía Uribe, Juan Edrei Sánchez Torres, Ignacio Arturo Domínguez-Vara, Darwin Heredia-Nava, Ernesto Morales-Almaráz…….…….. 221**

**27 RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL QUESO FRESCO ELABORADO CON LECHE DE VACAS EN PASTOREO COMPLEMENTADAS CON SEMILLAS DE SOYA Y DE CHÍA / PERFORMANCE AND CHEMICAL COMPOSITION OF FRESH CHEESE MADE WITH MILK OF COWS IN GRAZING SUPPLEMENTED WHIT SOYBEAN AND CHIA SEEDS**

**Laura Nallely Aguilar Castillo, Alfonso Longinos Muñoz-Benítez, Jesús Aarmando Salinas-Martínez, Oscar Enrique Del Razo-Rodríguez, Juan Carlos Ángeles-Hernández, Carlos Manuel Arriaga-Jordán, Anastacio García-Martínez, Ernesto Morales-Almaráz, Ignacio Arturo Domínguez-Vara, Rodolfo Vieyra-Alberto……..…… 227**

**28 EVALUACIÓN NUTRITIVA DE BLOQUES MULTINUTRICIONALES ELABORADOS CON FRUTOS DE PITAYA *Stenocereus griseus* Y XOCONOSTLE *S. stellatus*, EN SUSTITUCIÓN DE MELAZA DE CAÑA DE AZÚCAR / NUTRITIVE EVALUATION OF MULTINUTRITIONAL BLOCKS MADE WITH FRUITS OF PITAYA *Stenocereus* 234**

***griseus*** **and XOCONOSTLE *S. stellatus*, SUBSTITUTING SUGAR CANE SUGAR MOLASSES**

**A. Margarito L., R. R. Soriano, L. G. Rodriguez.....**

**29 TIEMPO A LA CICATRIZACIÓN LUEGO DE DOS MÉTODOS DE DESBOTONE EN BECERRAS LECHERAS / HEALING TIME AFTER TWO METHODS OF DISBUDDING IN DAIRY CALVES**

**R. Lorenzo Álvarez, Bernardo de J. Marín M……..…... 239**

**30 ANÁLISIS BIVARIADO PARA INDICADORES DE PESO EN GANADO CHAROLAIS / BIVARIATE ANALYSIS IN LIVE WEIGHT ON CHAROLAIS CATTLE**

**Jessica Beatriz Herrera-Ojeda, Gaspar Manuel Parra-Bracamonte, Nicolas López-Villalobos, Juan Carlos Martínez-González, Juan Gabriel Magaña-Monforte, Stephen T. Morris, Luis Aristides López-Bustamante…… 246**

**31 TENDENCIAS GENÉTICAS DE POBLACIONES BOVINAS PARA CARNE EN MÉXICO / GENETIC TRENDS OF MEXICAN BEEF CATTLE POPULATIONS**

**N. Larios-Sarabia, R. Ramírez-Valverde, J. Domínguez-Viveros, R. Núñez-Domínguez, J. G. García-Muñiz…….…. 252**

**32 EFECTO DE LA SUPERFICIE CORPORAL Y EL PESO METABÓLICO SOBRE EL INICIO DE LA PUBERTAD EN VAQUILLAS DE DOS GRUPOS GENÉTICOS, NACIDAS EN DOS ESTACIONES Y TRATADAS O NO CON UN β-AGONISTA / EFFECT OF BODY SURFACE AND METABOLIC WEIGHT ON PUBERTY ONSET IN HEIFERS OF TWO GENETIC GROUPS, BORN IN TWO SEASONS AND TREATED OR NOT WITH A β-AGONIST**

**Carlos Hernández López, René Carlos Calderón Robles, Alejandro Villa Godoy, Ángel Ríos Utrera, Sergio Iván Román Ponce, Everardo González Padilla……. 260**

**33 EFECTO DE CARACTERÍSTICAS CORPORALES Y LEPTINA SÉRICA SOBRE LA EDAD Y PESO A LA PUBERTAD EN VAQUILLAS *Bos taurus* Y *Bos indicus* / EFFECT OF BODY CHARACTERISTICS AND SERUM LEPTIN ON AGE AND WEIGHT AT PUBERTY IN *Bos taurus* AND *Bos indicus* HEIFERS**

**Carlos Hernández López, René Carlos Calderón Robles, Alejandro Villa Godoy, Ángel Ríos Utrera, Sergio Iván Román Ponce, Everardo González Padilla……... 266**

**34 FACTORES QUE INFLUYEN EL COMPORTAMIENTO AL DESTETE DE BECERROS EN UN SISTEMA VACA-CRÍA DEL TRÓPICO MEXICANO / INFLUENCE FACTORS ON WEANING PERFORMANCE OF CALVES IN A COW-CALF SYSTEM OF MEXICAN TROPIC**

**Dolores Valentina Mariscal Aguayo, Heriberto Estrella Quintero, José Enrique Salas Barboza……..…… 271**

**35 CARACTERÍSTICAS DE LA CURVA DE LACTANCIA DE UNA POBLACIÓN DE BÚFALAS MURRAH EN EL ESTADO DE TABASCO / CHARACTERISTICS OF THE LACTATION CURVE OF A MURRAH BUFFALO FEMALE POPULATION IN THE STATE OF TABASCO**

**Cintya Christel Moran-Núñez, Joel Domínguez-Viveros, Carlos Luna-Palomera, Jorge Alonso Peralta-Torres, Nadia Florencia Ojeda-Robertos……... 279**

**36 EFECTO DE LA APLICACIÓN DE GONADOTROPINA CORIÓNICA EQUINA (eCG) SOBRE EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO Y SEXUAL DE TORETES HOLSTEIN / EFFECT OF THE APPLICATION OF EQUINE CORIONIC 285**

**GONADOTROPINE (eCG) ON THE REPRODUCTIVE AND SEXUAL BEHAVIOR OF HOLSTEIN BULLS**

**Aniela Alejandra Mota-Díaz, Fernando Sánchez-Dávila, Alejandro Sergio del Bosque-González, Hugo Bernal-Barragán, Rogelio Alejandro Ledezma-Torres, Nestor Arce-Vásquez, Nydia Vásquez-Aguilar, Estela Garza-Brenner……..**

**37 EFECTO DE LA ADICIÓN DE ZINC Y SELENIO ORGÁNICOS SOLOS Y EN COMBINACIÓN SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE BOVINOS EN EL TRÓPICO / EFFECT OF THE ADDITION OF ORGANIC ZINC AND SELENIUM ALONE AND IN COMBINATION ON THE PRODUCTIVE BEHAVIOR OF CATTLE IN THE TROPIC**

**Melissa González Salgado, Mauricio De los Santos Ramos, Ignacio Arturo Domínguez Vara, Ernesto Morales Almaráz, Alfonso Longinos Muñoz Benítez, Juan Carlos Ángeles Hernández, Jesús Armando Salinas Martínez, Oscar Enrique Del Razo Rodríguez, Rodolfo Vieyra-Alberto…… 292**

**38 CONTENIDO DE ARSÉNICO, PLOMO Y LITIO EN LECHE Y QUESOS PRODUCIDOS EN ÁREAS IRRIGADAS CON AGUAS RESIDUALES / CONTENT OF ARSENIC, LEAD AND LITHIUM IN MILK AND CHEESES PRODUCED IN AREAS IRRIGATED WITH WASTEWATER**

**Jair Castro de Jesús, María Esther Ortega Cerrilla, Numa Pompilio Castro González, Francisco Calderón Sánchez, Reyna Argelia Galicia González…….. 299**

**39 CONTENIDO MINERAL EN ALIMENTOS Y SUERO SANGUÍNEO DE VACAS LECHERAS DE SISTEMAS DE PEQUEÑA ESCALA EN CELAYA, GUANAJUATO / MINERAL CONTENT IN FEEDSTUFF AND BLOOD SERUM OF SMALL-SCALE DAIRY SYSTEMS IN CELAYA, GUANAJUATO**

**Ignacio Arturo Domínguez-Vara, Francisco Martínez-Figueroa, Ernesto Morales-Albmaradaz, Daniel Trujillo-Gutiérrez, Jose Luis Bórquez-Gastelum, Rodolfo Vieyra-Alberto, Jorge Lugo de la Fuente, Maximino Huerta-Bravo……. 305**

**40 EFECTO ACARICIDA DE HONGOS *Metarhizium anisopliae* NATIVOS DE SUELOS GANADEROS CONTRA *Rhipicephalus microplus* / ACARICIDAL EFFECT OF *Metarhizium anisopliae* NATIVE FROM CATTLE FARMS SOILS AGAINST *Rhipicephalus microplus* TICKS**

**Agustín Fernández-Salas, Miguel Ángel Alonso-Díaz, Rogelio Alejandro Alonso-Morales…… 311**

**41 IMPACTO DE LA ADICIÓN DE SUERO FERMENTADO EN LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DE QUESOS MADURADOS / IMPACT OF FERMENTED WHEY ADDITION IN CHARACTERISTICS PHYSICOCHEMICAL AND SENSORY OF RIPENED CHEESE**

**Saris Ulises Ramos-Gabriel, Narciso Ysac Ávila-Serrano, Julieta Karina Cruz-Vázquez, José Guadalupe Gamboa-Alvarado, Emmanuel de Jesús Ramírez Rivera…….. 317**

**42 PRESENCIA DE AISLADOS DE *Staphylococcus aureus* FORMADORES DE BIOFILM EN LECHE CRUDA DE VACA / PRESENCE OF *Staphylococcus aureus* FORMING OF BIOFILM ISOLATED FROM COW RAW MILK**

**Jaqueline Julia Guzmán-Rodríguez, Estefanía Salinas-Pérez, Fabiola León-Galván, Mauricio Valencia-Posadas, Alma Arianna Lechuga-Arana, Diana Angélica Gutiérrez-Arenas, Oscar Alejandro Martínez Jaime, Abner Josué Gutiérrez-Chávez……. 325**

**43 DISPONIBILIDAD Y CARACTERÍSTICAS DE BEBEDEROS EN CORRALES DE ENGORDA DE BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE DEL ESTADO DE MÉXICO Y SU RELACIÓN CON EL BIENESTAR ANIMAL / AVAILABILITY AND CHARACTERISTICS OF DRINKING FOUNTAINS IN FEEDLOTS OF BOVINE PRODUCERS OF MEAT FROM THE STATE OF MÉXICO AND ITS RELATIONSHIP WITH ANIMAL WELFARE**

**U. Rosas V., María Esther Ortega Cerrilla, Paulino Pérez Rodríguez, Julio Miguel Ayala Rodríguez…….... 332**

**44 PRINCIPALES RETOS Y AVANCES EN EL TRANSPORTE DE GANADO EN LATINOAMÉRICA / MAIN CHALLENGES AND ADVANCES IN TRANSPORTATION OF LIVESTOCK IN LATIN AMERICA**

**Marcela Valadez-Noriega, Genaro Cvabodni Miranda-De la Lama……..…….. 338**

**45 ASOCIACIÓN DEL SEROESTATUS A *Neospora caninum* CON LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN VACAS DEL SISTEMA FAMILIAR EN EL CENTRO DE MÉXICO / ASSOCIATION OF THE SEROESTATUS TO *Neospora caninum* WITH THE PRODUCTION OF MILK IN COWS OF THE FAMILY SYSTEM IN THE CENTER OF MEXICO**

**Raúl Miguel Reyes-Sandoval, Enrique Espinosa-Ayala, Pedro Abel Hernández-García, Virginia Guadalupe García-Rubio, Juan José Ojeda-Carrasco……..... 348**

**46 IMPORTANCIA DEL MANEJO REPRODUCTIVO Y GENÉTICO EN UNIDADES DE PRODUCCIÓN BOVINA EN DOS MUNICIPIOS DE LA COSTA DE OAXACA / IMPORTANCE OF THE REPRODUCTIVE AND GENETIC MANAGEMENT IN BOVINE PRODUCTION UNITS IN TWO MUNICIPALITIES FROM THE COAST OF OAXACA**

**J. L. Ponce-Covarrubias, E. C. García y González, P. E. Hernández-Ruiz, B. C. Pineda-Burgos, P. I. Romero-Rodríguez, E. Flores-López, T. I. Estrada-Apatiga, G. E. Olivar-Valladolid……..……. 354**

**47 EVALUACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO EN PASTOREO INTENSIVO DE GANADO LECHERO EN EL ALTIPLANO MEXICANO, EN RELACIÓN CON LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LECHE / EVALUATION OF THE PRODUCTIVE SYSTEM IN INTENSIVE GRAZING OF DAIRY CATTLE IN THE MEXICAN PLATEAU IN RELATION TO PRODUCTION AND MILK QUALITY**

**Marina Hernández-Castañeda, Vicente Lemus-Ramírez, Edgar Meraz-Romero, Delia Gaspar-Sánchez, Aurelio Guevara-Escobar……...……. 359**

**48 CAUSAS QUE INDUCEN BAJA FERTILIDAD EN VACAS. UNA REVISIÓN / CAUSES THAT INDUCE LOW FERTILITY IN COWS. A REVIEW**

**Alejandro Córdova Izquierdo, Adrian E. Iglesias Reyes, Juan Eulogio Guerra Liera, Abel E. Villa Mancera, Maximino Méndez Mendoza, Rubén. Huerta Crispín, María de Lourdes Juárez Mosaqueda, Armando Gómez Vázquez, Jaime Olivares Pérez, Gustavo Ruiz Lang, Silvia D. Peña Betancourt, Raúl Sánchez Sánchez, Carlos Bedolla Cedeño, Román Espinosa Cervantes……. 367**

**49 USO DE DOS FUENTES DE ESTRÓGENOS: BENZOATO DE ESTRADIOL VS CIPIONATO DE ESTRADIOL PARA SINCRONIZAR EL ESTRO Y LA OVULACIÓN EN VACAS HOLSTEIN-FRIESIAN / USE OF TWO SOURCES OF ESTROGENS: ESTRADIOL BENZOATE VS ESTRADIOL CYPIONATE TO SYNCHRONIZE ESTRO AND OVULATION IN HOLSTEIN-FRIESIAN COWS 374**

**Ana Lilian Iñiguez-Montejano, Fernando Sánchez-Dávila, Hugo Bernal-Barragán, Estela Garza-Brenner, Rogelio Alejandro Ledezma-Torrez, Rubén Cervantes-Vega……**

**50 SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO Y FERTILIDAD EN VACAS CEBÚ × PARDO SUIZO TRATADAS CON PROGESTERONA Y GONADOTROPINA CORIÓNICA EQUINA (eCG) / ESTRUS SYNCHRONIZATION AND FERTILITY IN CEBU × BROWN SWISS COWS TREATED WITH PROGESTERONE AND EQUINE CHORIONIC GONADOTROPHIN (eCG)**

**Alejando García Salas, Joel Ventura Ríos, Melquiades Monzón Armenta, Alejandro Lara Bueno, Teodulo Salinas Ríos, Jose Ricardo Bárcena Gama……..…….. 381**

**51 INSUFICIENTE DESARROLLO DE LA COLA DEL EPIDÍDIMO EN SEMENTALES BOVINOS / INSUFFICIENT DEVELOPMENT OF THE EPIDIDYMIS TAIL IN BOVINE SIRE**

**N. I. Montes, T., J. C. Martínez l., J. Rodríguez, G……. 387**

**52 INFLUENCIA DEL NUMERO DE LACTANCIA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN UN HATO HOLSTEIN DE LOS ALTOS DE JALISCO / INFLUENCE OF LACTATION NUMBER ON MILK PRODUCTION IN A HOLSTEIN HERD IN LOS ALTOS JALISCO**

**Heriberto Estrella Quintero, Dolores Valentina Mariscal Aguayo, José Enrique Salas Barbosa, Andrés Martínez Cuevas…… 393**

**53 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN DE BÚFALOS *(Bubalus bubalis)* EN EL SURESTE MEXICANO: UNA REVISIÓN / ANALYSIS OF THE CURRENT SITUATION OF BUFFALO PRODUCTION (*Bubalus bubalis*) IN MEXICAN SOUTHEAST: A REVIEW**

**Hubercein Ramírez Barrios, Horacio León Velasco, Leopoldo Medina Sansón, Jorge Luis Ruiz Rojas, Gilberto Yong Ángel, Raúl Perezgrovas Garza, Horacio Ruiz Hernández…….. 399**

**54 DETERMINACIÓN DE FACTORES DE EMISIÓN DE METANO POR FERMENTACIÓN ENTERICA DEL GANADO BOVINO PRODUCTOR DE LECHE Y CARNE EN LAS REGIONES DE CLIMA SECO DE MÉXICO / DETERMINATION OF ENTERIC METHANE EMISSION FACTORS FOR DAIRY AND BEEF CATTLE FROM THE DRY CLIMATE REGIONS OF MEXICO**

**Hugo D. Montelongo-Pérez, Manuel González-Ronquillo, Juan Carlos Ángeles Hernández, Mohammed Benaouda, Octavio Alonso Castelán- Ortega…….. 407**

**55 DIGESTIBILIDAD *in situ* DE UN SUBPRODUCTO AVÍCOLA LÍQUIDO USADO COMO SUPLEMENTO PARA RUMIANTES / *in situ* DIGESTIBILITY OF A LIQUID POULTRY BY-PRODUCT USED AS A SUPPLEMENT FOR RUMINANTS**

**Juan David Hernández-Bustamante, Jaime Isaias Romero-Paredes Rubio…….. 414**

**56 EFECTO DE ADITIVO HERBAL SOBRE LA DIGESTIBILIDAD APARENTE DE LA MATERIA SECA DE BECERRAS HOLSTEIN / EFFECT OF HERBAL ADDITIVE ON THE APPEARING DIGESTIBILITY OF THE DRY MATTER OF HOLSTEIN CALVES**

**L. A. Velázquez C., P. A. Hernández G., E. Espinosa-Ayala, D. G. Mendoza M., C. Díaz G., P. B. Razo O. , O. Ponce P., A. I. Osorio-Teran, J. J. Ojeda-Carrasco…….…….. 417**

**57 CALIDAD NUTRITIVA Y FERMENTATIVA DE ENSILADOS DE MAÍZ CON NOPAL FRESCO Y FERMENTADO / NUTRITIVE AND FERMENTATIVE QUALITY OF CORN SILAGE WITH PRICKLY PEAR FRESH AND FERMENTED**

**A. González A., M. Murillo O., E. Herrera T., G. Pámanes C…….…….. 422**

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

**58 COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE BECERRAS PARDO SUIZO AMERICANO, ALIMENTADAS CON RACIONES INTEGRALES EN UN CLIMA CÁLIDO SECO / PRODUCTIVE PERFORMANCE OF AMERICAN BROWN SWISS HEIFERS FED WITH WHOLE GRAIN RATIONS IN A WARM DRY CLIMATE**

**Luis Glustein Méndez-Antonio, Jorge Hernández-Bautista, Teodulo Salinas-Rios, Hector Maximino Rodríguez-Magadán…… 429**

**59 COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA, HUMEDAD RELATIVA, PRECIPITACIÓN PLUVIAL E ÍNDICE TEMPERATURA HUMEDAD EN LA HACIENDA BUBALINA SEHUALACA DEL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO / TEMPERATURE BEHAVIOR, RELATIVE HUMIDITY, PLUVIAL PRECIPITATION AND INDEX TEMPERATURE MOISTURE IN THE SEHUALACA BUBALINA FINANCE OF THE STATE OF VERACRUZ, MEXICO**

**G. Ortega García, Nicasia Ineida Montes Torres, A. Cruz Tamayo, Carlos Abeledo…….. 435**

**60 ÍNDICE DE TEMPERATURA-HUMEDAD SOBRE LA REPRODUCCIÓN DE BOVINOS EN CLIMA SUBTROPICAL DE ARGENTINA / INDEX OF TEMPERATURE-HUMIDITY ON THE REPRODUCTION OF CATTLE IN SUBTROPICAL CLIMATE OF ARGENTINA**

**Juan José Oscar Verdoljak, Luis Gándara, María Mercedes Pereira, José Francisco Casco, Fabián Arturo Acosta, Carolina Fernández, Andrés Gilberto Limas-Martínez, Sonia Patricia Castillo-Rodríguez, Juan Carlos Martínez-González…….. 443**

**61 MASTITIS SUBCLÍNICA, AGENTE CAUSAL Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE / SUBCLINICAL MASTITIS, CAUSAL AGENT AND ITS EFFECT ON THE PRODUCTION AND COMPOSITION OF MILK**

**Maribel Reyes Jimenez, José Guadalupe Gamboa Alvarado, Narciso Ysac Ávila Serrano, Monica Marcela Galicia Jimenez…….. 449**

**62 DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA MOLECULAR BASADA EN PCR TIEMPO REAL PARA LA DETECCIÓN DE *Brucella abortus* / DESIGN OF A MOLECULAR METHODOLOGY BASED ON REAL TIME PCR FOR THE DETECTION OF *Brucella abortus***

**E. I. González-Jiménez, L. F. Guzmán-Rodríguez, L. X. Zelaya-Molina, J. C. Álvarez-Hernández, S. Pardo-Melgarejo, C. A. Ramos-Jonapa, J. Herrera-Camacho…….. 456**

**63 DIAGNÓSTICO MOLECULAR DE TUBERCULOSIS BOVINA A PARTIR DE ADN DE TEJIDOS EMBEBIDOS EN PARAFINA (TEP) / MOLECULAR DIAGNOSIS OF BOVINE TUBERCULOSIS FROM DNA FROM EMBEDDED TISSUES IN PARAFFIN (TEP)**

**Marco Antonio Santillán-Flores, Jose Francisco Morales-Álvarez, Dionicio Córdova-López…… 462**

**64 DIAGNÓSTICO DE *Mycobacterium avium* subesp. *paratuberculosis* (Map), A PARTIR DE MUESTRAS DE LECHE / *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (Map) DIAGNOSIS, FROM MILK SAMPLES**

**Marco Antonio Santillán-Flores, Marisela Leal-Hernández, Laura Hernández- Andrade, Dionicio Córdova-Lopéz……..……. 467**

**65 EDAD AL PRIMER SERVICIO FÉRTIL Y PRIMER PARTO EN VAQUILLAS HOLSTEIN X CEBÚ BAJO UN SISTEMA DE LECHERÍA TROPICAL / AGE AT FIRST GESTATION AND FIRST CALVING IN HOLSTEIN X CEBÚ HEIFERS UNDER A TROPICAL DAIRY SYSTEM 472**

**Jorge Perea García, Carlos Luna-Palomera, Ulises Macías-Cruz, Nadia Florencia Ojeda-Robertos……..……..……...**

**66 CAMBIO DE PESO VIVO DEL PARTO AL SECADO EN VACAS HOLSTEIN X CEBÚ BAJO CONDICIONES DE TRÓPICO HÚMEDO / LIVE WEIGHT CHANGE FROM CALVING TO DRIYING IN HOLSTEIN X CEBU COWS UNDER HUMID TROPIC CONDITIONS**

**Flor de María Pérez-Rodríguez, Carlos Luna-Palomera, Ulises Macías-Cruz…….…….. 478**

**67 PRODUCCIÓN DE LECHE DE VACAS HOLSTEIN X CEBÚ BAJO UN SISTEMA DE LECHERÍA TROPICAL / MILK PRODUCTION OF HOLSTEIN X CEBU COWS UNDER A TROPICAL DAIRY SYSTEM**

**Nancy Del Carmen Rodríguez-García, Carlos Luna-Palomera, Ulises Macías-Cruz……... 484**

**68 COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE VACAS HOLSTEIN X CEBÚ BAJO UN SISTEMA DE LECHERÍA TROPICAL / REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF HOLSTEIN X CEBÚ COWS UNDER A TROPICAL DAIRY SYSTEM**

**Karla Mayte Torres-Hernández, Carlos Luna-Palomera, Ulises Macías-Cruz, Jorge Alonso Peralta-Torres……..……. 489**

**69 CRECIMIENTO PREDESTETE DE BECERROS EN CRIANZA ARTIFICIAL BAJO UN SISTEMA DE LECHERIA TROPICAL / CALF PRE-WEANING GROWTH IN ARTIFICIAL REARING UNDER A TROPICAL DAIRY SYSTEM**

**José Manuel Velázquez-Guillen, Carlos Luna-Palomera, Ulises Macías-Cruz, Fernando Sánchez-Dávila……..... 495**

**70 CONTENIDO MINERAL EN FORRAJES DE CUATRO RANCHOS EN EL TRÓPICO HÚMEDO DE CHIAPAS / MINERAL CONTENT IN FORAGES OF FOUR RANCHES IN THE HUMID TROPIC OF CHIAPAS**

**J. C. Muñoz-González, A. T. Piñeiro-Vázquez, A. J. Chay-Canul, E. Lozano-López…… 501**

**71 CARGA ANIMAL E IMPACTO AMBIENTAL EN EL TRÓPICO HUMEDO DE VERACRUZ / STOCKING RATE AND ENVIRONMENTAL IMPACT IN THE HUMID TROPIC OF VERACRUZ**

**Julissa Lozano-Rojas, Jesús Jarillo-Rodríguez, Epigmenio Castillo-Gallegos, Rafael Olea-Pérez, Zabdi Uziel González-López, Daniel Cedillo Herrera……..……..…. 506**

**72 COMPARACIÓN DE TÉCNICAS DE DESHIDRATACIÓN DE CARNE DE RES, NATURAL Y POR FLUJO DE AIRE CALIENTE / COMPARISON OF BEEF DEHYDRATION TECHNIQUES, NATURAL AND BY HOT AIR FLUX**

**E. Aldaba-Mendoza, M. A. Araiza-Esquivel, C. A. Almaraz de Horta, B. Rodríguez-Manrique, L. Delgadillo-Ruiz, C. A. Olvera-Olvera, A. López-Martínez, A. A. Ortiz-Hernández……..…… 514**

**73 LA EDAD TEMPRANA AL PRIMER PARTO INFLUYE EN LA LONGEVIDAD, VIDA ÚTIL Y PRODUCTIVIDAD DE VACAS HOLSTEIN EN HONDURAS / EARLY AGE AT FIRST CALVING AFFECT LONGEVITY, NUMBER OF DAYS IN PRODUCTION AND LIFETIME MILK YIELD OF HOLSTEIN COWS IN HONDURAS**

**J. C. Segura-Correa, K. A. Copas-Medina, J. J. Baeza-Rodriguez, J. G. Magaña-Monforte, M. A. Valladares-Rodas…….…… 522**

**74 FACTORES NO GENÉTICOS QUE INFLUYEN EN LA EDAD AL PRIMER PARTO DE VACAS HOLSTEIN EN HONDURAS / NON-GENETIC FACTORS THAT AFFECT THE AGE AT FIRST CALVING OF HOLSTEIN COWS IN HONDURAS 523**

**J. C. Segura-Correa, K. A. Copas-Medina, J. J. Baeza-Rodríguez, J. G. Magaña-Monforte……..**

**75 CAUSAS DE SUBFERTILIDAD EN TOROS BRAHMAN EVALUADOS EN RANCHOS DEL SURESTE DEL ESTADO DE CAMPECHE, MÉXICO / SUBFERTILITY CAUSES IN BRAHMAN BULLS EVALUATED ON FIELD OF SOUTHEAST OF THE CAMPECHE STATE, MEXICO**

**M. E. Huchín-Cab, A. Martínez-Moreno……...…... 524**

**76 CALIDAD SEMINAL DE TOROS BRAHMAN EN DOS MUNICIPIOS DEL SURESTE DEL ESTADO DE CAMPECHE, MÉXICO / SEMINAL QUALITY IN BRAHMAN BULLS ON TWO MUNICIPALITIES OF THE SOUTHEAST OF CAMPECHE ESTATE, MÉXICO**

**E. A. Martínez-Moreno, M. Huchín-Cab…….…..…….. 525**

**77 PARÁMETROS GENÉTICOS DE VIDA PRODUCTIVA DE VACAS HOLSTEIN EN HONDURAS / GENETIC PARAMETERS FOR PRODUCTIVE LIFE OF HOLSTEIN COWS IN HONDURAS**

**K. A. Copas-Medina, M. Valladares-Rodas, J. J. Baeza-Rodríguez, J. C. Segura-Correa, J. G. Magaña- Monforte……..… 526**

**78 MODELACIÓN DE CURVAS DE LACTANCIA EN BOVINOS HOLSTEIN EN PASTOREO EN EL ALTIPLANO DE QUERÉTARO / MODELING THE LACTATION CURVES FOR HOLSTEIN DAIRY COWS UNDER GRAZING CONDITIONS IN THE ALTIPLANO OF QUERÉTARO**

**Daniel Alonso Domínguez Olvera, José Guadalupe Herrera Haro, Vicente Lemus Ramírez, Edgar Meraz Romero……. 527**

**79 TERMOGRAFÍA INFRARROJA Y SU RELACIÓN CON LA TEMPERATURA RECTAL Y FRECUENCIA RESPIRATORIA EN VACAS LECHERAS BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS CALÓRICO / INFRARED THERMOGRAPHY AND ITS RELATIONSHIP WITH RECTAL TEMPERATURE AND RESPIRATORY FRECUENCY IN DAIRY COWS UNDER HEAT STRESS CONDITIONS**

**Felícitas Vázquez-Flores, Isaac Aristeo López-Galindo, Crisóforo Martínez-Cruz, Francisco Aurelio Galindo-Maldonado…….……...……. 528**

## Pequeños rumiantes

**80 SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE LA PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA EN EL SURESTE DE MÉXICO / CURRENT SITUATION AND PERSPECTIVES OF THE PRODUCTION OF OVINE MEAT IN THE SOUTHEAST OF MEXICO**

**José de Jesús Pérez Bautista, Ricardo Martínez Martínez, Martín Hernández Mogica, María Teresa González Lemus……..... 530**

**81 TENDENCIAS GENÉTICAS DE POBLACIONES OVINAS DE PELO EN MÉXICO / GENETIC TRENDS OF MEXICAN HAIR SHEEP POPULATIONS**

**N. Larios-Sarabia, J. Domínguez-Viveros, R. Ramírez-Valverde, R. Núñez-Domínguez, F. A. Rodríguez-Almeida, J. G. García-Muñiz…….……..……...….. 539**

**82 EFECTO DEL GRUPO GENÉTICO SOBRE EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA CARNE DE OVINOS DE PELO EN UN SISTEMA INTENSIVO DE FINALIZACIÓN DEL ESTADO DE YUCATÁN / EFFECT OF THE GENETIC GROUP ON THE 547**

**PROFILE OF FATTY ACIDS OF THE MEAT OF SHEEP HAIR IN AN INTENSIVE FINISHING SYSTEM OF THE STATE OF YUCATAN**

**Raciel Javier Estrada León, Victor Manuel Moo Huchin, Emilio Pérez Pacheco, Yasser Alejandro Chim Chí, Alejandro Ortíz Fernández, José Valentin Cárdenas Medina.....……..**

**83 INDUCCIÓN DE ESTRO EN OVEJAS EN LACTACIÓN UTILIZANDO UN ANTAGONISTA OPIOIDE / ESTRUS INDUCTION IN LACTATING EWES WITH THE AID OF AN OPIOID ANTAGONIST**

**A. De Anda Padilla[1], V. O. Fuentes Hernández[1], R. Orozco Hernández…….. 554**

**84 FERTILIDAD Y PROLIFICIDAD DE OVEJAS PELIBUEY ANÉSTRICAS TRATADAS CON BST Y ECG ANTES Y DESPUÉS DEL RETIRO DE ESPONJAS CON FGA / FERTILITY AND PROLIFICITY OF PELIBUEY ANESTRIC SHEETS TREATED WITH BST AND ECG BEFORE AND AFTER THE RETIREMENT OF SPONGES WITH FGA**

**Nestor Méndez, Joel Hernández Ceron, Méndez N., Alejandro Córdova Izquierdo, Adrian E. Iglesias Reyes, Armando Gómez Vázquez, Gerardo Cansino Arroyo, Maximino Méndez Mendoza……. 562**

**85 FERTILIDAD Y PROLIFICIDAD DE OVEJAS ANÉSTRICAS USANDO ESPONJAS INTRAVAGINALES / FERTILITY AND PROLIFICITY OF ANESTRIC SHEEP USING INTRAVAGINAL SPONGES**

**Alejandro Córdova Izquierdo, Adrian E. Iglesias Reyes, Juan Eulogio Guerra Liera, Abel E. Villa Mancera, Maximino Méndez Mendoza, Rubén Huerta Crispín, Ma. De Lourdes Juárez Mosqueda, Armando Gómez Vázquez, Jaime Olivares Pérez, Gustavo Ruiz Lang, Silvia D. Peña Betancourt, Raúl Sánchez Sánchez, Román Espinosa Cervantes……..……..…... 567**

**86 EL AMAMANTAMIENTO CONTROLADO Y EFECTO MACHO COMO ESTRATEGIAS REPRODUCTIVAS EN OVEJAS EN EL POSTPARTO EN CONDICIONES DE TRÓPICO / CONTROLLED BREASTFEEDING AND MALE EFFECT AS REPRODUCTIVE STRATEGIES IN SHEEP IN THE POSTPARTUM IN TROPICAL CONDITIONS**

**Frankie Medina-Cruz, Carolina Flota-Bañuelos, Veronica Rosales-Martínez, Silvia Fraire-Cordero ……..... 575**

**87 EFECTOS DE LA ÉPOCA DEL AÑO Y CLIMATOLÓGICOS SOBRE LA CALIDAD SEMINAL EN CARNEROS / SEASON OF YEAR AND CLIMATOLOGICAL EFFECTS ON SEMINAL QUALITY IN RAMS**

**Jocelyn Amayrani Paredes Cruz, Arturo Víctor Gómez González, Jorge Osorio Avalos……..……..……. 582**

**88 FACTORES DE RIESGO PARA CONCEPCIÓN Y PROLIFICIDAD EN BORREGAS DE PELO BAJO CONDICIONES TEMPLADAS / RISK FACTORS FOR CONCEPTION AND PROLIFICACY IN HAIR EWES UNDER MILD CLIMATE CONDITIONS**

**M. A. Espinosa M, R. G. Buendía, G. F. Villaseñor, S. H. Jiménez……...…... 590**

**89 EFECTO DE LA GRASA DE SOBREPASO EN LAS VARIABLES REPRODUCTIVAS DE OVEJAS CON DIFERENTE CONDICIÓN CORPORAL / EFFECT OF BYPASS FAT IN REPRODUCTIVE VARIABLES OF EWES WITH DIFFERENT BODY CONDITION**

**Rafael Nieto-Aquino, David Hernández-Rodríguez, Blas Hernández-Rodríguez, Luis Félix-Gutiérrez, Eliceo Hernández-Hernández, Roberto Jiménez-San Juan, Jesús Hernández- 596**

**Aguilera, Egleyde Gómez-Nochebuena, Silvestre Tellez-Argüellez, Melchor Olivares-Nochebuena……...……...……...……...**

**90 FERTILIDAD Y PROLIFICIDAD EN OVEJAS INSEMINADAS ARTIFICIALMENTE POR VIA LAPAROSCOPICA CON ESTRO SINCRONIZADO UTILIZANDO ACETATO DE FLUOROGESTONA VS ACETATO DE MEDROXIPROGESTERONA / FERTILITY AND PROLIFICITY IN SHEEP INSEMINATED ARTIFICIALLY VIA LAPAROSCOPIC WITH ESTRO SYNCHRONIZED USING FLUOROGESTONE ACETATE VS MEDETROXYROGESTERONE ACETATE**

**Ángeles Fabiola Hernández, Jorge Omar Ventura Domínguez, Arturo Víctor Gómez González……...…..……... 603**

**91 EL PERÍMETRO TORÁCICO COMO PREDICTOR DEL PESO CORPORAL DE BORREGOS PELIBUEY / HEART GIRTH AS A PREDICTOR OF THE BODY WEIGHT IN THE PELIBUEY SHEEP**

**M. A. Espinosa M., G. Buendía R., F. Villaseñor G., H. Jiménez S…….….. 609**

**92 CONSUMO DE LECHE Y TASA DE CRECIMIENTO DE CORDEROS PELIBUEY Y KATAHDIN EN LAS PRIMERAS CINCO SEMANAS DE VIDA / MILK INTAKE AND GROWTH RATE OF PELIBUEY AND KATAHDIN LAMBS IN THE FIRST FIVE WEEKS OF LIVE**

**D. G. Vera González, S. López-Duran, A. T. Piñeiro-Vázquez, A. J. Chay-Canul, F. Casanova-Lugo, U. Macías-Cruz, R. Canul Solís, Manuel Gonzalez-Ronquillo……... 615**

**93 PROMOTORES DE CRECIMIENTO EN PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN OVINOS DE ENGORDA / GROWTH PROMOTERS IN PRODUCTIVE PARAMETERS IN FATTENING SHEEPS**

**Areli Herrera-Rico, Marcos Pérez-Sato, Eutiquio Soni-Guillermo, Numa Pompilio Castro-González……..……..……..... 621**

**94 SUPLEMENTACIÓN MINERAL A OVEJAS KATAHDIN EN LACTACIÓN / MINERAL SUPPLEMENTATION OF LACTATING KATAHDIN EWES**

**José Adrián Magadán Olmedo, Maximino Huerta Bravo, Said Cadena Villegas, Pedro Arturo Martínez Hernández, Roberto González Garduño ……... 625**

**95 LA TÉCNICA DE PRODUCCIÓN DE GAS COMO MÉTODO PARA ESTIMAR LA SELECTIVIDAD Y APROVECHAMIENTO DEL ALIMENTO POR CORDEROS / THE GAS PRODUCTION TECHNIQUE AS A METHOD TO ESTIMATE SELECTIVITY AND USE OF THE FEED BY LAMBS**

**Luis Alberto Miranda-Romero[1], H. B. E Martínez[1§], Omar Salvador-Flores ……..…..……. 632**

**96 EFECTO DEL ACEITE DE SOYA EN EL CRECIMIENTO, FERMENTACIÓN RUMINAL, CALIDAD DE CANAL Y DE CARNE EN CORDEROS EN FINALIZACIÓN / EFFECT OF SOYBEAN OIL ON PERFORMANCE, RUMEN FERMENTATION, CARCASS AND MEAT QUALITY IN FINISH LAMBS**

**Samuel López-Aguirre, Juan Manuel Pinos-Rodríguez, Jorge Genaro Vicente-Martínez, José Manuel Martínez-Hernández, Héctor Aron Lee-Rangel……..…… 638**

**97 CONCENTRACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN CARNE DE OVINO SUPLEMENTADOS CON GLICEROL / CONCENTRATION OF FATTY ACIDS IN SHEEP MEAT SUPPLEMENTED WITH GLYCEROL**

**Enrique Oropeza Mariano, María Esther Ortega Cerrilla, Reyna Argelia Galicia González, Marcos Pérez Sato, Eutiquio Soni Guillermo, Ramiro Escobar Hernández…….. 646**

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

**98** **EFECTO DE LA MEZCLA HERBAL ANIMUNIN EN LA CALIDAD DE LA CARNE DE CORDEROS EN FINALIZACIÓN / EFFECT OF SUPLEMENTATION WITH ANIMUNIN HERBAL MIXTURE ON MEAT QUALITY OF FATTENED LAMBS**

**Griselda Dorantes-Iturbide, José Felipe Orzuna-Orzuna, Alejandro Lara-Bueno, Germánd David. Mendoza-Martínez, Luis Alberto Miranda-Romero, Pedro Abel Hernández-García..... 652**

**99** **CALIDAD DE CARNE DE OVINOS PELIBUEY SUPLEMENTADOS CON *Saccharomyces cerevisiae* / QUALITY OF PELIBUEY SHEEP MEAT SUPPLEMENTED WITH *Saccharomyces cerevisiae***

**N. López-May, A. Gómez-Vázquez, E. De la Cruz Lázaro, A.J. Chay-Canul, A. Cruz-Hernández, A. Govea-Luciano, G. D. Mendoza-Martínez, J. M. Pinos-Rodríguez, S. López-Aguirre, S. Ramirez-Vera, Y. Villegas-Aparicio, A. Cordova-Izquierdo…….. 659**

**100** **FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A LA MORTALIDAD NEONATAL DE CORDEROS CRIADOS BAJO DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN TECOMÁN, COLIMA, MÉXICO / RISK FACTORS ASSOCIATED WITH THE NEONATAL MORTALITY OF LAMBS REARED UNDER TWO PRODUCTION SYSTEMS IN TECOMÁN, COLIMA, MEXICO**

**Miguel Alberto García Pérez, Rafael Julio Macedo Barragán, Luis Jorge García Márquez, Victalina Arredondo Ruiz, Mauricio Valencia Posadas, Juan Augusto Hernández Rivera, César Arturo García Casillas…… 667**

**101** **CARACTERÍSTICAS DE CANALES DE OVINOS EN LA REGIÓN CENTRO DE MÉXICO / SHEEP CARCASS CHARACTERISTICS FROM MEXICO CENTRAL REGION**

**Esmeralda Desdémona Martínez……..…….. 675**

**102** **USO DE nPCR PARA IDENTIFICAR *Mycobacterium avium* SUBSP. *paratuberculosis* EN SEMEN DE OVINOS CON PARATUBERCULOSIS / USE OF nPCR FOR IDENTIFICATION OF *Mycobacterium avium* SUBSP. *paratuberculosis* IN SEMEN OF SHEEP WITH PARATUBERCULOSIS**

**J. V. Velázquez-Morales[1], E. A. Santillán-Gómez[1], M. A. Santillán-Flores[2], J. L. Ponce-Covarrubias[3], J. Palacio-Núñez[4], C. Cortez-Romero……..…..…… 683**

**103** **TRES DIFERENTES ALTERNATIVAS PARA MEJORAR LA DIGESTIBILIDAD DEL RASTROJO DE MAÍZ EN DIETAS DE OVINOS / THREE DIFFERENT ALTERNATIVES TO IMPROVE THE DIGESTIBILITY OF CORN STOVER IN SHEEP DIETS**

**L. A. Ávila-Hernández, Marcos Pérez-Sato, Eutiquio Soni-Guillermo, Numa Pompilio Castro-González, Edgar Valencia-Franco……..…… 689**

**104** **IMPACTO DE LA ASISTENCIA TÉCNICA SOBRE ASPECTOS SANITARIOS Y PRODUCTIVOS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN OVINA EN JUÁREZ, CHIAPAS / IMPACT OF TECHNICAL ASSISTANCE ON SANITARY AND PRODUCTIVE ASPECTS ON SHEEP PRODUCTION SYSTEMS IN JUÁREZ, CHIAPAS**

**Ytzel Jacaranday Vidal Santiago, Elvira Suarez-Notario, José Miguel Urbina-Zepeda, Luis Eliezer Cruz-Bacab, Aldenamar Cruz Hernández, Armando Gómez Vázquez, Gerardo Rogelio Cansino-Arroyo, Santiago Ramírez-Vera…….…….….. 696**

**105** **EFECTO ADITIVO Y MODELACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE GAS *in vitro* DE DIETAS A BASE DE ENSILADOS DE POLLINAZA, CERDAZA, UREA CON MELAZA 703**

**DE CAÑA Y SUBPRODUCTO DE PANADERÍA / ADDITIVE EFFECT AND MODELING OF *in vitro* GAS PRODUCTION OF DIETS BASED ON SILAGE OF POULTRY LITTER, PIG MANURE, UREA WITH CANE MOLASSES AND BAKERY BY-PRODUCT**

**Daniel Trujillo Gutiérrez, Ignacio Arturo Domínguez Vara, José Luis Bórquez Gastelum, Sergio Segundo González Muñoz, Juan Manuel Pinos Rodríguez, Jacinto Efrén Ramírez Bribiesca…….....**

**106 EFECTO LARVICIDA Y OVICIDA DE *Erythrina americana* y *Leucaena leucocephala* SOBRE *Haemonchus contortus* / LARVICIDAL AND OVICIDAL EFFECT OF *Erythrina americana* and *Leucaena leucocephala* ON *Haemonchus contortus***

**I. Santiago Figueroa, A. Olmedo Juárez, R. González Garduño, A. Lara Bueno, E. Maldonado Simán……...……... 710**

**107 CALIDAD ESPERMÁTICA DE SEMEN OVINO REFRIGERADO EN DIFERENTES TIPOS DE DILUYENTES / SPERMARTIC QUALITY OF COOLED SEMEN OVINE IN DIFFERENT TYPES OF EXTENDERS**

**Alejandro Córdova Izquierdo, Adrian E. Iglesias Reyes, Juan Eulogio Guerra Liera, Abel E. Villa Mancera, Maximino Méndez Mendoza, Rubén Huerta Crispín, Ma. De Lourdes Juárez Mosqueda, Armando Gómez Vázquez, Jaime Olivares Pérez, Gustavo Ruiz Lang, Silvia D. Peña Betancourt, Raúl Sánchez Sánchez, Román Espinosa Cervantes…….. 715**

**108 EFECTO DE LA ADICIÓN DE EXTRACTO DE SEMILLA DE *Moringa oleifera* SOBRE LA CALIDAD Y CAPACIDAD DE FECUNDACIÓN DEL SEMEN CRIOPRESERVADO DE OVINO / EFFECT OF THE ADDITION OF *Moringa oleifera* SEED EXTRACT ON THE QUALITY AND CAPACITY OF FERTILIZATION OF THE CRYOPRESERVED SHEEP SEMEN**

**José María Carrera-Chávez, José Julian Guedea-Betancourt, José Alberto Núñez-Gástelum, Ernesto Lucero-Orozco, Angelica María Ávila-Escárcega, Andrés Quezada-Casasola……...…..…… 719**

**109 EFECTO DE LA FRECUENCIA Y RITMO DE EXTRACCIÓN DEL EYACULADO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS SEMINALES EN MACHOS DE LA RAZA KATAHDIN / EFFECT OF FREQUENCY AND RATE OF THE EXTRACCIÓN THE EJACULATE ON THE SEMINAL CHARACTERISTICS IN RAMS OF THE KATAHDIN BREED**

**V. M. Meza-Villalvazo, R. Hernández-García, C. Avendaño-Ortiz, S. Ramirez-Ordoñez... 727**

**110 INSEMINACIÓN ARTIFICIAL POR LAPAROSCOPIA EN OVINOS BAJO CONDICIONES DE CAMPO EN EL VALLE DEL MEZQUITAL, HIDALGO / ARTIFICIAL INSEMINATION BY LAPAROSCOPY IN SHEEP UNDER FIELD CONDITIONS IN VALLE DEL MEZQUITAL, HIDALGO**

**Rafael Nieto-Aquino, David Hernández-Rodríguez, Blass Hernández-Rodríguez, Luis Félix-Gutiérrez, Eliceo Hernández-Hernández, Roberto Jiménez-San Juan, Jesús Hernández-Aguilera, Egleyde Gómez-Nochebuena, Silvestre Tellez-Argüellez, Melchor Olivares-Nochebuena……..……... 732**

**111 REINICIO DE LA ACTIVIDAD OVÁRICA EN OVEJAS POSTPARTO EN AMAMANTAMIENTO CONTROLADO Y EFECTO MACHO / OVARIAN ACTIVITY RESTORATION IN POSTPARTUM SHEEP WITH CONTROLLED BREASTFEEDING AND MALE EFFECT 739**

**Elsa Lysbet Rodríguez-Castañeda, José Del Carmen Rodríguez-Castillo, Jorge Ezequiel Hernández-Hernández, Manuel Robles-Robles, Martín Carmona-Victoria, Silvia Fraire-Cordero, Jaime Gallegos-Sánchez…….……..**

**112 DESEMPEÑO REPRODUCTIVO AL PRIMER PARTO DE OVEJAS PELIBUEY TROPICAL / REPRODUCTIVE PERFORMANCE TO FIRST CALVING OF PELIBUEY TROPICAL EWES**

**Luis Fernando Ramírez-Castro, Carlos Luna-Palomera, Fernando Sánchez-Dávila, Ulises Macías-Cruz, Noel Mauricio Maldonado-García……..…. 744**

**113 LOS GENOTIPOS DEL SNP *FECG$^E$* Y SU INFLUENCIA EN TASA OVULATORIA Y PROLIFICIDAD EN OVEJAS PELIBUEY / THE GENOTYPE OF SNP *FECG$^E$* AND ITS INFLUENCE IN OVULATORY RATE AND PROLIFICITY IN PELIBUEY SHEEP**

**Canuto Muñoz-García, Obdulia L. Segura-León, Jaime Gallegos-Sánchez, Humberto Vaquera-Huerta, Glafiro Torres-Hernández, Rosendo Cuicas-Huerta, César Cortez-Romero……..... 750**

**114 COMPARACIÓN Y DINÁMICA FOLICULAR DE DOS PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN DE ESTROS CON ACETATO DE FLUOROGESTONA Y GLICEROL EN OVEJAS PELIBUEY / COMPARISON AND FOLLICULAR DYNAMICS OF TWO ESTRUS SYNCHRONIZATION PROTOCOLS WITH FLUOROGESTONE ACETATE AND GLYCEROL IN PELIBUEY EWES**

**Pablo Escorcia Ortiz, Antonio Roldán Roldán, Adrián Guzmán Sánchez…..…….. 758**

**115 PRESENCIA DE PARÁSITOS GASTROINTESTINALES EN OVEJAS DE PELO EN CONDICIONES DE PASTOREO / PRESENCE OF GASTROINTESTINAL PARASITES IN SHEEP HAIR UNDER GRAZING CONDITIONS**

**L. A. Ávila-Hernández, E. Ramírez-Llaguno, N.L. Carmona-Gómez, R. García-García, E. C. García y González, E. Flores-López, B. C. Pineda-Burgos, E. Valencia-Franco, J. L. Ponce-Covarrubias……..…..... 766**

**116 PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS EN OVEJAS DE PELO EN CONDICIONES DE PASTOREO EN LA ÉPOCA DE SEQUÍA / HEMATOLOGICAL PARAMETERS IN SHEEP HAIR UNDER GRAZING CONDITIONS IN THE DRY SEASON**

**E. Ramírez-Llaguno, L. A. Ávila-Hernández, R. García-García, N. L. Carmona-Gómez, E. C. García y González, B. C. Pineda-Burgos, E. Flores-López, E. Valencia-Franco, J. L. Ponce-Covarrubias…...…….. 771**

**117 EFECTO DE LA MEZCLA HERBAL ANIMUNIN EN METABOLITOS SANGUÍNEOS DE CORDEROS EN FINALIZACIÓN / EFFECT OF SUPLEMENTATION WITH ANIMUNIN HERBAL MIXTURE ON SOME BLOOD METABOLITES OF FATTENED LAMBS**

**José Felipe Orzuna-Orzuna, Griselda Dorantes-Iturbide, Alejandro Lara-Bueno, Germán David Mendoza-Martínez, Luis Alberto Miranda-Romero, Pedro Abel Hernández-García……. 776**

**118 ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO COMO LARVICIDA DE NEMATODOS GASTROINTESTINALES DE OVINOS / OREGANO ESSENTIAL OIL AS A LARVICIDAL OF GASTROINTESTINAL NEMATODES OF SHEEP**

**Adrián Muñoz Cuautle, Yazmín Alcalá Canto, María Esther Ortega Cerrilla, José G. Herrera Haro, Julio M. Ayala Rodríguez……. 783**

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

**119 CRECIMIENTO DE CORDEROS KATAHDIN Y DORPER X KATAHDIN EN UN SISTEMA INTESIVO DE PRODUCCIÓN / GROWTH OF KATAHDIN AND KATAHDIN X DORPER LAMBS UNDER INTENSIVE PRODUCTION SYSTEM**

**Ángel Remigio Salvatierra Rodríguez, Enrique García Flores, Ricardo Martínez Martínez, Ricardo Vicente Pérez, Ramón Andrade Mancilla, Candido Guerra Medina, Osiel Montañez Valdez, Juan Carlos Martínez-González…….... 789**

**120 DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE BORREGAS PRÍMALAS SUPLEMENTADAS CON RESIDUOS DE NARANJA (*Citrus Sinensis*) / PRODUCTIVE PERFORMANCE OF RAW SHEEP SUPPLEMENTED WITH ORANGE RESIDUES (*Citrus Sinensis*)**

**Etilberto Crisanto-Juan[1], Irvin Othon Santos-Rojas, Jorge Hernández-Bautista, Teodulo Salinas-Rios, Héctor Máximino Rodríguez-Magadan, Magaly Aquino-Cleto, Said Cadena-Villegas, Joel Marín-Sánchez…..…..……. 795**

**121 EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE ACEITE DE OLIVA SOBRE EL CONSUMO, LA CONVERSIÓN EN OVINO DE PELO / EFFECT OF THE INCLUSION OF OLIVE OIL ON PRODUCTIVE INDICATORS IN SHEEP**

**D. N. Arcos-Álvarez, E. Aguilar-Urquizo, J. R. Sanginés-García, A. J. Chay-Canul, J. G. Jiménez-Ferrer, M. González-Ronquillo, A. T. Piñeiro-Vázquez……..……. 800**

**122 PREFERENCIA ALIMENTARIA DE BORREGAS GESTANTES POR FRUTOS NATIVOS DE LA HUASTECA HIDALGUENSE / FOOD PREFERENCE OF SHEEP GESTANTS BY NATIVE FRUITS OF THE HUASTECA HIDALGUENSE**

**M. R. Gómez, E. Hernández-Hernández, M. Hernández M, T. González L., M. López F., J. R. Jiménez S, P. Azuara B., R. Nieto A., S. López O……. 807**

**123 EFECTO DE INHIBIDORES DE HMG-COA REDUCTASA EN PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN OVINOS / EFFECT OF INHIBITORS OF HMG-COA REDUCTASE IN PRODUCTIVE PARAMETERS IN OVINE**

**Esmeralda Ramírez-Llaguno, Marcos Pérez-Sato, Eustaquio Soni-Guillermo, Numa Pompilio Castro-González, Edgar Valencia-Franco……..…… 813**

**124 EFECTO DEL SELENIO ORGÁNICO E INORGÁNICO EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CORDEROS EN ENGORDA / PRODUCTIVE PERFORMANCE OF FATTENING LAMB FED WITH ORGANIC AND INORGANIC SELENIUM**

**Heron Miguel-Martínez, Marco Avendaño-Santiago[1], Jorge Hernández-Bautista, Magaly Aquino-Cleto, Héctor Maximino Rodríguez-Magadán, Teodulo Salinas-Ríos…….…… 820**

**125 EFECTO DEL MALATO DE CALCIO EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CORDEROS KATAHDIN / EFFECT OF CALCIUM MALATE ON THE PRODUCTIVE BEHAVIOR OF KATAHDIN CORDERS**

**María Angelica Ortiz Heredia, Oscar Vicente Vázquez Mendoza, José Ricardo Bárcena Gama, Pedro Arturo Martínez Hernández……..…… 826**

**126 DIGESTIBILIDAD Y GASES DE EFECTO INVERNADERO *in vitro* DE *Leucaena leucocephala* Y *Cynodon nlemfuensis* EN DIFERENTES PROPORCIONES / EFFECTS OF DIFFERENT PROPORTIONS OF *Leucaena leucocephala* AND *Cynodon nlemfuensis* ON *in vitro* DIGESTIBILITY AND GREENHOUSE GASES**

**Alejandro Lara Bueno, José Alberto Avendaño Díaz, Pedro Méndez Becerra, Luis Alberto Miranda Romero, José Felipe Orzuna Orzuna…….. 831**

**127 PARÁMETROS DE FERMENTACIÓN DEL FOLLAJE DE ÁRBOLES TROPICALES DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN, MÉXICO / PARAMETERS OF FERMENTATION 839**

**OF THE FOLIAGE OF TROPICAL TREES OF THE PENINSULA OF YUCATAN, MÉXICO**

**G. González-López, Angel Trinidad Piñeiro-Vázquez, Fernando Casanova-Lugo, José Roberto Sanginés-García, Guillermo Jiménez-Ferrer……..……..**

**128 CINÉTICA DE FERMENTACIÓN Y PRODUCCIÓN DE GAS *in vitro* DE ARBÓREAS TROPICALES DE LA SELVA BAJA CADUCIFOLIA / FERMENTATION KINETICS AND *in vitro* GAS PRODUCTION OF TROPICAL TREES OF THE LOW DECIDUOUS FOREST**

**G. González-López, Angel Trinidad Piñeiro-Vázquez, Fernando Casanova-Lugo, Alfonso Juventino Chay-Canul, José Roberto Sanginés-García, Edgar Aguilar-Urquizo, Guillermo Jiménez Ferrer…….. 844**

**129 EFECTO DE EXTRACTO DE TANINOS CONDENSADOS *in vitro* EN HUEVOS DE NEMATODOS GASTROINTESTINALES DE OVINOS / EFFECT OF EXTRACT OF CONDENSED TANNINS *in vitro* IN EGGS OF GASTROINTESTINAL NEMATODOS DE OVINOS**

**Ricardo Martínez-Martínez, Ricardo Vicente-Pérez, Enrique Octavio García-Flores, Pedro Fabián Grifaldo-Alcántara, Haidel Vargas-Madriz, José de Jesús Pérez-Bautista, Ramón Soriano-Robles, Florencia García-Alonso……..…….. 850**

**130 EFECTO DEL TIPO DE GRANO Y NIVEL DE IONÓFORO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE GAS *in vitro* Y PERFIL FERMENTATIVO / EFFECT OF GRAIN TYPE AND IONOPHORE LEVEL ON *in vitro* GAS PRODUCTION AND PROFILE FERMENTATIVE**

**Amanda Isabel Osorio Teran, German David Mendoza Martínez, Luis Alberto Miranda Romero, Daniel Martínez Gómez, Pedro Abel Hernández García, Enrique Espinosa Ayala, Juan José Ojeda Carrasco…….……..…. 857**

**131 VARIABILIDAD DEL GEN CALLIPYGE Y SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO DE LA CANAL EN OVINOS ALIMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE GLICEROL / VARIABILITY OF THE CALLIPYGE GENE AND ITS EFFECT ON THE PERFORMANCE OF THE CARCASS IN SHEEP FED WITH DIFFERENT GLYCEROL LEVELS**

**Miguel Alejandro Cabrera Cruz, María Esther Ortega Cerrilla, Amalio Santacruz Varela, German David Mendoza Martínez, Eutiquio Soni Guillermo, Marcos Pérez Sato…… 863**

**132 PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN *Longissimus dorsi* DE OVINO FINALIZADOS EN SISTEMAS SILVOPASTORIL Y ALIMENTACIÓN INTENSIVA / PROFILE OF FATTY ACIDS IN THE *Longissimus dorsi* MUSCLE OF SHEEP FINISHED IN SILVOPASTORIL AND FEED LOT SYSTEMS**

**Colín Navarro Vianey [1§], Domínguez Vara Ignacio Arturo [2], Avilés Nova Francisca [1], Morales Almaráz Ernesto[2], Daniel Trujillo Gutiérrez[2], Mario Alberto Rodríguez Maya..… 869**

**133 COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE LA COLORACIÓN DE LA CONJUNTIVA DE LA MUCOSA OCULAR FAMACHA© Y LA CONDICIÓN CORPORAL DE BORREGAS EN OCOTLÁN DE MORELOS, VALLES CENTRALES DE OAXACA / CORRELATION COEFFICIENT OF THE MUCOSA OCULAR CONJUNCTIVA COLORATION FAMACHA© AND THE EWES BODY CONDITION FROM OCOTLAN OF MORELOS, CENTRAL VALLEYS OF OAXACA**

**Esmeralda Desdémona Martínez, David Javier Rios Cruz, Heriberto Luis Zamora, Enrique Elorza Colmenares, Bernabé Elí Santiago Luis…….……..… 875**

**134 EVALUACIÓN DE CONTUSIONES EN CANALES OVINAS FAENADAS EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE MÉXICO / EVALUATION OF BRUISESS IN OVINE CARCASS SLAUGHTERED IN THE CENTRAL HIGHLANDS OF MEXICO**

**M. A. Pulido-Rodríguez, M. A. Mariezcurrena-Berasain, Z. M. Salem-Abdelfattah, G. C. Miranda de la Lama……..…….. 882**

**135 USO DEL DISPOSITIVO iButton® PARA EL REGISTRO CONTINUO DE LA TEMPERATURA CORPORAL EN CIERVO ROJO *Cervus elaphus* / USING THE iButton® DEVICE TO CONTINUOUSLY LOGGING BODY TEMPERATURE IN RED DEER *Cervus elaphus***

**Gabriela Arteaga Sánchez, Alejandra Sánchez Cervantes, Lorenzo Alvarez Ramírez…… 888**

**136 CARACTERIZACIÓN DE LAS PRODUCCIONES OVINAS EN EL MUNICIPIO DE VENADO, S.L.P. / CHARACTERIZATION OF SHEEP PRODUCTION IN THE MUNICIPALITY OF VENADO, S.L.P.**

**G. Campos Ramírez, G. Ballesteros Rodea, L. H. Diaz García, D. X. Vega Manriquez, S. López Aguirre……. 896**

**137 CONSUMO Y DIGESTIBILIDAD DE DIETAS CON DIFERENTES ARBOLES FORRAJEROS Y *Manihot esculenta* PARA OVINOS / FEED INTAKE AND DIGESTIBILITY OF DIETS WHIT DIFFERENT FODDER TREES AND *Manihot esculenta* FOR SHEEPS**

**Arely Sarai Salazar-Castillo, Rosa Estela Reyes-Guevara, Victor Francisco Díaz-Echeverría, Fernando Casanova-Lugo, Ivan Oros-Ortega, Luis Alberto Lara-Pérez, Víctor Francisco Echeverría-Díaz, Elda Carolina Yam-Chale, Ismael Pat-Ake, Angel Trinidad Piñeiro-Vázquez, Alfonso Juventino Chay-Canul, Ronald Herbe Santos Ricalde…… 904**

**138 EVALUACION DEL EFECTO DEL DIMETILO SULFOXIDO (DMSO) SOBRE EL PORCENTAJE DE CONCEPCIÓN EN BORREGAS INSEMINADAS ARTIFICIALMENTE CON SEMEN FRESCO EN EPOCA REPRODUCTIVA / EVALUATION OF THE EFFECT OF DIMETHYL SULFOXIDE (DMSO) ON THE PERCENTAGE OF CONCEPTION IN SHEEP INSEMINATED ARTIFICIALLY WITH FRESH SEMEN IN REPRODUCTIVE STAGE**

**Ramiro Gerardo Quintanar Medina, Yesmin Maria Domínguez Hernández, Juan Antonio Rodriguez Garcia…….. 912**

**139 COMPARACIÓN DE LAPAROSCOPIA Y BOROSCOPIO EN LA INSEMINACIÓN INTRAUTERINA DE OVEJAS / COMPARISON OF LAPAROSCOPY AND BORESCOPE IN THE INTRAUTERINE INSEMINATION OF SHEEP**

**N. R. Julián Méndez, J. J. Martínez Tinajero, D. Cruz Zavala, A. Muñoz Bedoya, F. I. Juárez Lagunes, M. A. Rodríguez Chessani……. 916**

**140 INFLUENCIA DE LA CONDICIÓN CORPORAL EN VARIABLES REPRODUCTIVAS Y NIVELES DE PROGESTERONA EN OVEJAS SUFFOLK DURANTE ÉPOCA REPRODUCTIVA / INFLUENCE OF BODY CONDITION ON REPRODUCTIVE VARIABLES AND PROGESTERONE LEVELS IN SUFFOLK SHEEP DURING BREEDING SEASON**

**G. E. A. Santillán, M. A. Zepeda, H. M. P. Conde, M. J. V. Velázquez, A. C. G. Germán R. C. Cortez……. 917**

**141 RELACIÓN DEL ÍNDICE DE MASA CORPORAL Y LA GRASA CORPORAL INTERNA EN OVINOS PELIBUEY / RELATIONSHIP OF BODY MASS INDEX AND INTERNAL BODY FAT IN PELIBUEY SHEEP 918**

**J. Alejandra Sosa-Solá, A. Ricardo Garcia-Herrera, J. Alfonso Chay-Canul, A. Marco Ramirez-Bautista, R. Jorge Canul-SoliS[3] T. Ángel Piñeiro-Vazquez, Fernando Casanova-Lugo, F. Víctor Diaz-Echeverria……..……..…**

**142 PREDICCIÓN DEL CONSUMO DE MATERIA SECA EN OVINOS PELIBUEY / PREDICTION DRY MATTER INTAKE IN PELIBUEY SHEEP**

**J. F. Villegas-Balcázar, A. J Chay-Canul, R. A. García –Herrera, Héctor Lee-Rangel, Ángel T. Piñeiro-Vazquez, Darwin Arcos Alvarez, C. Arce Recinos, Antonio Aguilar-Quiñones, M. A. Gastelum-Delgado ……...……...……..... 919**

**143 RESPUESTA PRODUCTIVA DE BORREGOS ALIMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN DE HARINA DE PALMISTE (*Elaeis guineensis* JACQ) EN DIETAS INTEGRALES / RODUCTIVE RESPONSE OF SHEEP FED WITH DIFFERENT LEVELS OF INCLUSION OF PALM KERNEL MEAL (*Elaeis guineensis* JACQ) IN INTEGRAL DIETS**

**J. C. Escobar-España, J. R. Bárcena-Gama, A. Ley de-Coss, M. E. Ortega-Cerrilla, D. Hernández-Sánchez, H. Vaquera-Huerta, O. Cabañas-Martínez, B. N. Juárez-López, J. C. Gómez-Cruz……..…….. 920**

**144 EVALUACIÓN DE PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y ECONÓMICOS DE UN ENSILADO DE OLOTE EN LA FINALIZACIÓN DE CORDEROS / EVALUATION OF PRODUCTIVE AND ECONOMIC PARAMETERS OF OLOTE SILAGE IN THE LAMB FINISHING**

**C. R.Trujano, M. D. Camacho, O. F. Salvador…….…….……. 921**

**145 NIVEL DE INCLUSIÓN DE FORRAJE DE RAMÓN (*Brosimum alicastrum*) EN SILOS DE MAÍZ (*Zea mayz*) SOBRE SU CALIDAD NUTRIMENTAL, FERMENTANILIDAD Y EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE CORDEROS PELIBUEY EN EL SURESTE DE MÉXICO / LEVEL INCLUSION OF RAMÓN (*Brosimum alicastrum*) FOLIAGE IN CORN (*Zea mays*) SILAGES ON ITS NUTRIMENTAL QUALITY, FERMENTABILITY AND PRODUCTIVE PERFORMANCE OF PELIBUEY LAMBS IN SOUTHEASTERN OF MEXICO**

**Roberto Hernández-Jiménez, Dahaivis Mena-Arceo, José Valentin Cárdenas-Medina, Raciel Javier Estrada-León……..…… 922**

**146 EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE GLICEROL EN LA DIETA DE OVINOS EN EL CONSUMO DE ALIMENTO Y DIGESTIBILIDAD / EFFECT OF THE INCLUSION OF DIFFERENT LEVELS OF GLYCEROL IN THE DIET OF SHEEP ON FEED INTAKE AND DIGESTIBILITY**

**Antonio González Parra, María Esther Ortega Cerrilla, Marcos Pérez Sato, Soni Guillermo Eutiquio, Miguel Alejandro Cabrera Cruz, H.U. Uriel Hidalgo Hernández…… 923**

**147 BOLOS INTRARUMINALES. UNA ESTRATEGIA DE SUPLEMENTACIÓN MINERAL EN RUMIANTES / INTRARUMINAL BOLUS. A MINERAL SUPPLEMENTATION STRATEGY FOR RUMINANTS**

**José Orlando Jiménez Páez, Maximino Huerta Bravo, Raquel López Arellano, Agustín Ruíz Flores……..……..……...…… 924**

**148 EFECTO DEL ACEITE DE SOYA EN LA DIETA SOBRE LA CALIDAD DEL SEMEN OVINO PELIBUEY / EFFECT OF SOYBEAN OIL IN DIET ON QUALITY OF PELIBUEY RAM SEMEN**

**A. E. Domínguez-Rebolledo, Maximiliano Tun-Moo, Itzel Rodríguez-Gutiérrez, Henry Loeza Concha, Julio Ramón Ugalde……..…….. 925**

**149 ACIDOS GRASOS POLIINSATURADOS EN LA TRANSFERENCIA DE EMBRIONES EN OVEJAS PELIBUEY / POLLIUNSATURATED FATTY ACIDS IN PELIBUEY SHEEP EMBRYO TRANSFER PROGRAM]**

**Christofer Israel Márquez- Hernández, Tania Arellano-Lezama, Arturo Pro Martínez, Humberto Vaquera-Huerta, Jaime Gallegos-Sánchez……..……...…… 926**

**150 BÚSQUEDA DE POLIMORFISMOS EN EL EXÓN 10 DEL GEN IGF2 EN OVEJAS SUFFOLK CON CONDICIÓN CORPORAL DIVERGENTE Y SU INFLUENCIA EN VARIABLES REPRODUCTIVAS / SEARCH FOR POLYMORPHISMS IN EXON 10 OF GEN IGF2 IN SUFFOLK SHEEP WITH DIVERGING BODY CONDITION AND ITS INFLUENCE IN REPRODUCTIVE VARIABLES**

**M. P. Conde-Hinojosa, E. A. Santillan-Goméz, J. V. Velázquez-Morales, C. Cortez-Romero……..…… 927**

**151 SERODIAGNÓSTICO DE *Chlamydia abortus* EN EXPLOTACIONES DE TRASPATIO / SERODIAGNOSTICS OF *Chlamydia abortus* IN BACKYARD FARMS**

**Susan Araceli López Vargas, Sonia Gutiérrez Paredes, Edgar Oliver López Villegas, María De Jesús De Haro Cruz, Fernando Martín Guerra Infante…….. 928**

**152 PREDICCIÓN DE LA GRASA CORPORAL INTERNA EN OVINOS PELIBUEY MEDIANTE MEDICIONES DE ULTRASONIDO / PREDICTING INTERNAL BODY FAT IN PELIBUEY SHEEP USING ULTRASOUND MEASUREMENTS**

**Miguel Ángel Morales-Martinez, Carlos Arce-Recinos, Miriam M. Mondoza-Taco, Carlos Luna-Palomera, Marco A. Ramirez-Bautista, Jorge R. Canul-Solis, Alfonso J. Chay-Canul……..……..... 929**

**153 EFECTO CON DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN DE ACEITE DE OLIVA SOBRE COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN OVINOS DE PELO / EFFECT WITH DIFFERENT LEVELS OF INCLUSION OF OLIVE OIL ON PRODUCTIVE BEHAVIOR IN SHEEP HAIR**

**P. A. Batun-Santana, D. N. Arcos-Álvarez, E. Aguilar-Urquizo, J. R. Sanginés-García, A. J. Chay-Canul, J. G. Jiménez-Ferrer, M. González-Ronquillo, A. T. Piñeiro-Vázquez…….…. 930**

**154 DETERMINACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN OVINOS DE PELO EN CONDICIONES TROPICALES / DETERMINATION OF WATER INTAKE IN SHEEP HAIR IN TROPICAL CONDITIONS**

**M. G. Franco-Ceballos, D. NArcos-Álvarez, E. Aguilar-Urquizo, J. R. Sanginés-Garcia, A. J. Chay-Canul, J. G. Jiménez-Ferrer, M. González-Ronquillo, A. T.Piñeiro-Vázquez…… 931**

**155 USO DE BIOCOLINA EN HEMBRAS GESTANTES PARA MEJORAMIENTO DEL DESARROLLO DEL CORDERO EN GESTACIÓN Y DESTETE EN EL VALLE DEL MEZQUITAL / USE OF BIOCHOLINE IN PREGNANT SHEEP FOR THE IMPROVEMENT OF THE DEVELOPMENT OF LAMBS IN GESTATION AN WEANING IN VALLE DEL MEZQUITAL**

**B. N. Velasco G., N. Sánchez L., G. D. Mendoza M., F. G. Mariño P., J. Vargas M..…..……..... 932**

**156 EFECTO DE UNA ENZIMA FIBROLÍTICA EXÓGENA EN LA DEGRADABILIDAD Y COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CORDEROS ALIMENTADOS CONDIETAS A BASE DE RASTROJO DE AMARANTO / EFFECT OF AN EXOGENOUS FIBROLYTIC ENZYME ON THE DEGRADABILITY AND PRODUCTIVE BEHAVIOR OF LAMBS FATTENED WITH DIETS BASED ON AMARANTHUS STUBBLE**

**O. Cabañas Martínez, José Ricardo Bárcena Gama, Jose Carlos Escobar España, Elizabeth Parral Herrera……..……. 933**

**157 DETERMINACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA LECHE DE OVEJAS PELIBUEY / DETERMINATION OF THE MILK COMPONENTS OF PELIBUEY EWES**
**Glafiro Torres-Hernández, José Alfonso Hinojosa-Cuéllar, Jaime Gallegos-Sánchez, Emilio Manuel Aranda-Ibáñez, Jorje Oliva-Hernández……. 934**

**158 COMPARATIVA DE TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO DE PARATUBERCULOSIS OVINA / COMPARISON OF DIAGNOSTIC TECHNIQUES FOR SHEEP PARATUBERCULOSIS**
**J. V. Velázquez-Morales, M. P. Conde-Hinojosa, M. A. Santillán-Flores, E. Pérez-Ruiz, C. Cortez-Romero…… 935**

**159 ACTIVIDAD FOLICULAR OVÁRICA EN CABRAS TRATADAS CON DOS RECONSTITUYENTES METABÓLICOS Y SUPLEMENTADAS CON GLUTAMATO DE SODIO / OVARIAN FOLICULAR ACTIVITY IN GOATS TREATED WITH TWO METABOLIC RECONSTITUENTS AND SUPPLEMENTED WITH SODIUM GLUTAMATE**
**J. A. Hernández-Marín, G. F. Álvarez-Cardona, A. J. Gutiérrez-Chávez, C. A. Ángel-Sahagún, M. Valencia-Posadas…….. 936**

**160 PUNTA DE CAÑA (*Saccharum Officinarum*) FERMENTADA EN LA ALIMENTACIÓN DE CABRITOS CRIOLLOS DE LA MIXTECA POBLANA, MÉXICO / FERMENTED CANE (*Saccharum Officinarum*) TIP TO FEED CRIOLLAS GOATS FROM THE MIXTECA POBLANA, MEXICO**
**Leonardo Tapia Díaz, José Ricardo Bárcena Gama, Juan Carlos Gómez Cruz, Omar Cabañas Martínez, Elizabeth Parral Herrera, José Carlos Escobar España…….. 942**

**161 PREDICCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE, GRASA Y PROTEÍNA A PARTIR DE VARIABLES TEMPRANAS DE LA LACTANCIA Y EL CONTEO DE CÉLULAS SOMÁTICAS EN CABRAS DE RAZA ALPINA / PREDICTION OF MILK, FAT AND PROTEIN PRODUCTION FROM EARLY LACTATION VARIABLES AND SOMATIC CELL COUNT IN ALPINE GOATS**
**Marcela Arredondo García, Abner Josué Gutiérrez Chávez, Alma Arianna Lechuga Arana, César anadrés Ángel Sahagún, José Antonio Hernández Marín, Mauricio Valencia Posadas…….. 949**

**162 LA ADICIÓN DE MAÍZ EN LA DIETA DE CABRAS EN PASTOREO DURANTE EL POSTPARTO TEMPRANO ACELERA LA RESPUESTA ESTRAL AL EFECTO MACHO / MAIZE ADDITION IN THE DIET OF GRAZING GOATS, DURING EARLY POSTPARTUM ACELERATES THE ESTRAL RESPONSE TO MALE EFFECT**
**Alejandro Salgado Martínez, José Alberto Delgadillo Sánchez, José Alfredo Flores Cabrera, Gerardo Duarte Moreno, Alexis Adrián Vargas Cruz, Hilarino Edrey López López, Pablo Iván Sifuentes Lamont, Andrés Sánchez Hernández, Horacio Hernández Hernández…….. 955**

**163 SEROPREVALENCIA DE BRUCELOSIS EN HATOS CAPRINOS DE LA LOMA, DURANGO / SEROPREVALENCE OF BRUCELLOSIS CAPRINE IN THE LOMA, DURANGO, MÉXICO**
**J. L. Ortega-Sánchez, A. Martínez-Romero, S. I. Hernández-González, J. R. Hernández-Salgado…….. 962**

**164 RESPUESTA PRODUCTIVA Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE DE CABRAS ALIMENTADAS CON ENSILADO DE CANOLA (*Brassica napus*) AL FINAL 967**

**DE LA LACTACION / PRODUCTIVE RESPONSE AND MILK COMPOSITION FROM DAIRY GOATS FED CANOLA SILAGE (*Brassica napus*) AT END OF LACTATION**

**Luis Alberto Mejía Uribe, Ignacio Arturo Domínguez Vara, Fuensanta Ruidperez Hernández, Juan Edrei Sánchez Torres, Ernesto Morales Almaráz……..**

**165 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LECHE DE CABRA EN LA ZONA SEMIÁRIDA DE QUERÉTARO / CHEMICAL COMPOSITION OF GOAT MILK IN SEMIARID ZONE OF QUERÉTARO**

**Miguel Ángel Silva Salas, Rey Gutiérrez Tolentino, Marcela Vázquez Francisca, María Zamira Tapia Rodríguez, Jaime Mondragón Anselmo, María del Rosario Jiménez Badillo……..……. 970**

**166 EFECTO DE LA PUNTA DE CAÑA (*Saccharum Officinarum*) FERMENTADA EN LA DIGESTIBILIDAD *in situ* EN CAPRINOS CRIOLLOS / EFFECT OF THE TIP OF CAÑA (*Saccharum Officinarum)* FERMENTED IN THE DIGESTIBILITY *in situ* OF CAPRINOS CRIOLLOS**

**Omar Cabañas Martínez, Leornardo Tapia Díaz, José Ricardo Bárcena Gama, Brenda Nayeli Juárez López, Elizabeth. Parral Herrera, Juan Carlos Gómez Cruz…….. 977**

**167 CONCENTRACIÓN E INTERRELACIÓN DE MICROELEMENTOS EN SUELO, FORRAJE Y SANGRE DE CAPRINOS EN PASTOREO DE LA MIXTECA Y VALLES CENTRALES DE OAXACA / MICROELEMENTS CONCENTRATION AND INTERELATION IN SOIL, FORAGES AND BLOOD OF GRAZING GOATS FROM THE MIXTECA AND CENTRAL VALLEYS OF OAXACA**

**Oscar Ortiz-Morales, Efren Jacinto Ramírez-Bribiesca, Juan Carlos López-Ojeda, Jorge Hernández-Bautista, V. Díaz-Castillejos……..……..…….. 984**

**168 CONCENTRACIÓN E INTERRELACIÓN DE MACROELEMENTOS EN SUELO, FORRAJE Y SANGRE DE CAPRINOS PASTOREANDO REGIONES DE LA MIXTECA Y VALLES CENTRALES DE OAXACA / MACROELEMENTS CONCENTRATION AND INTERELATION IN SOIL, FORAGES AND BLOOD OF GRAZING GOATS ON REGIONS OF THE MIXTECA AND CENTRAL VALLEYS OF OAXACA**

**Efren Jacinto Ramírez-Bribiesca, Oscar Ortiz-Morales, Juan Carlos López-Ojeda, Jorge Hernández-Bautista, V. Díaz-Castillejos……..……... 985**

**169 UN ACERCAMIENTO ETNOGRÁFICO EN LA PRODUCCIÓN CAPRINA TRASHUMANTE DE LA REGIÓN MIXTECA DE OAXACA / AN ETHNOGRAPHIC APPROACH IN THE TRANSHUMANT GOAT PRODUCTION OF THE MIXTECA REGION OF OAXACA**

**José Carlos López Ojeda, Bribiesca Efrén Jacinto Ramírez, Haro José Guadalupe Herrera, Sergio Iván Pedroza Mendoza, Juan Ignacio Hernández Valdez, Margarito Ladislao Arias, Óscar Ortiz Morales…….……... 986**

## No rumiantes

**170 USO DE HARINA DE RESIDUOS ORGÁNICOS ALIMENTICIOS EN UN ALIMENTO BALANCEADO PARA CERDOS / USE OF FLOUR OF FOOD ORGANIC WASTE IN A BALANCED FOOD FOR PIGS**

**Mateo Fabian Itza-Ortiz, Kenji A SanLuis-Ramirez, Brenda Montes-López, José Maria Carrera-Chávez, Víctor Manuel Alfonso-Mendoza, Ezequiel Rubio-Tabarez, Edgar Águilar-Urquizo……..…….. 988**

**171 VIABILIDAD Y FUNCIONALIDAD DE ESPERMATOZOIDES PORCINOS CONSERVADOS USANDO EL COMPLEJO CICLODEXTRINA-COLESTEROL / VIABILITY AND FUNCTIONALITY OF SWINE SPERMATOZOIDS PRESERVED USING THE CYCLODEXTRIN-CHOLESTEROL COMPLEX**

**Rangel Garcia-Jimenez, José Herrera-Camacho, David Urban-Duarte, Juan Carlos Tinoco-Magaña, Karlos Edmundo Orozco-Duran…….. 995**

**172 RESPUESTA PRODUCTIVA Y COLOR DE LA CARNE DE CONEJOS (*Oryctolagus cuniculus*) ALIMENTADOS CON DIETAS ADICIONADAS CON PIGMENTO DE FLOR DE CEMPASÚCHIL (*Tagetes erecta)* Y ZINC METIONINA / PRODUCTIVE RESPONSE AND MEAT COLOR OF THE RABBIT (*Oryctolagus cuniculus*) FED WITH DIETS WITH PIGMENT OF MARIGOLD (*Tagetes erecta*) AND ZINC METHIONINE**

**P. A. García-Martínez, J. E. Sánchez-Torres, I. A. Domínguez-Vara, E. Morales-Almaraz, B. Valladares-Carranza, E. Alcántara-Martínez, P. Cruz-Velázquez, J. P. Galeano-Díaz……..……. 1002**

**173 PERCEPCIÓN SOBRE EL CONSUMO DE LA CARNE DE CONEJO EN LOS ESTUDIANTES DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA / PERCEPTION OF THE CONSUMPTION OF RABBIT MEAT IN STUDENTS OF VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS**

**Gudiño-Lozano C. J., J. G. Gómez-Soto, C. I. Narváez-Briones, E. R. Ramos-Olvera, M. Rocha-Solache, J. Gallardo-Tinoco, M. Baños-Figueroa, D. P. Martínez-Cruz…….…….. 1009**

**174 MORFOLOGÍA INTESTINAL EN CONEJOS EN ENGORDA ALIMENTADOS CON FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE CEBADA O ACELGA EN DIFERENTES PROPORCIONES / INTESTINAL MORPHOLOGY IN FATTENING RABBITS FED DIFFERENT PROPORTIONS GREEN HYDROPONIC BARLEY OR CHARD AS FORAGES**

**José Guadalupe Gómez-Soto, Malinalli Baños-Figueroa, Emilio Andrés Delis-Hechavarría, Irineo Torres-Pacheco, Leticia Castillo-Heredia, Tércia Cesárea Reis-de Souza, Paola Jazmín Aranda-Vargas, Laura Eugenia Escobar-Salazar……. 1015**

**175 RESPUESTA PRODUCTIVA DE CONEJOS EN ENGORDA ALIMENTADOS CON MAÍZ O SORGO Y NIVELES VARIADOS DE FIBRA DETERGENTE NEUTRO / RESPONSE OF FATTENING RABBITS FED MAIZE OR SORGHUM WITH VARYING LEVELS OF NEUTRAL DETERGENT FIBER**

**M. Rocha-Solache, José Gómez-Soto, Erick Rolando Ramos-Olvera, Christian Israel Narváez-Briones, Carlos Javier Gudiño-Lozano, Miguel Ángel Flores-Gómez, Aurora Jáuregui-Mejía, Ma. Del Carmen Mejía-Vázquez……... 1022**

**176 EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE ACEITE DE CANOLA Y JABÓN CÁLCICO SOBRE PARÁMETROS REPRODUCTIVOS DE CONEJAS / EFFECT OF INCLUSION OF CANOLA OIL AND CALCIUM SOAP ON REPRODUCTIVE PARAMETERS OF RABBITS**

**Jesús Vargas-Reyes, Darinka Miroslava Saavedra-Castillo, Juan Ocampo-López, Armando Zepeda-Bastida, Sergio Soto-Simental, Maricela Ayala-Martínez……. 1028**

**177 EFECTO DE DIETA CON BAJA PROTEÍNA ADICIONADA CON AMINOÁCIDOS LIBRES Y PASTA DE AGUACATE EN CERDOS EN CRECIMIENTO / EFECT OF DIET WITH LOW PROTEIN ADDITIONED WITH FREE AMINO ACIDS AND AVOCADO PASTE IN GROWING PIGSGuadalupe López-Pelayo, Fernando Grageola-Núñez, Javier Germán Rodríguez-Carpena, Julio Ly-Carmenatti, Clemente Lemus-Flores, Juan Edrei Sánchez-Torres, Ignacio Antonio Domínguez-Vara……... 1034**

**178 EFECTO DEL APORTE NUTRICIONAL DE FORRAJE SOBRE RASGOS PRODUCTIVOS DE HUEVO DE CODORNIZ *(Coturnix japonica)* / EFFECT OF NUTRITIONAL CONTRIBUTION OF FORAGE ON QUAIL (*Coturnix japonica*) EGGS PRODUCTION**

**Sofía Rosaura Cantú-Garza, Hugo Bernal-Barragán, Nydia Corina Vásquez-Aguilar, Fernando Sánchez-Dávila, Miguel Cervantes-Ramírez, Adriana Morales-Trejo…….. 1042**

**179 EFECTO DEL APORTE NUTRICIONAL DE FORRAJE SOBRE CALIDAD DE HUEVOS DE CODORNIZ *(Coturnix japonica*) / EFFECT OF NUTRITIONAL CONTRIBUTION OF FORAGE ON QUAIL (*Coturnix japonica*) EGG QUALITY**

**Sofía Rosaura Cantú-Garza, Hugo Bernal-Barragán, Nydia Corina Vásquez-Aguilar, Fernando Sánchez-Dávila, Miguel Cervantes-Ramírez, Adriana Morales-Trejo…….…... 1049**

**180 PARÁMETROS ZOOTÉCNICOS EN DOS ESTIRPES DE POLLO DE ENGORDA UTILIZANDO PROGRAMAS DE RESTRICCIÓN DE ALIMENTICIA / ZOOTECHNICAL PARAMETERS IN BROILER USING FOOD RESTRICTION PROGRAMS**

**Mayra Sujey Ayala-López, José Arce-Menocal, José Herrera-Camacho……..…… 1055**

**181 COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE POLLOS DE ENGORDA EN INICIACIÓN ALIMENTADOS CON INULINA DE AGAVE Y JENGIBRE / PRODUCTIVE BEHAVIOR OF BROILER CHICKENS IN INITIATION FEEDED WITH AGAVE INULINE AND GINGER**

**César Augusto Pérez Torres, Abner Josué Gutiérrez Chávez, Elena Franco Robles, Arianna Lechuga Arana, Servando Reyes Castro, Diana Angélica Gutiérrez Arenas……. 1061**

**182 CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS DE AGUAS RESIDUALES PORCINAS TRATADAS CON BIODIGESTORES SOBRE LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGANICA, PATOGENOS Y PRODUCCIÓN DE BIOGAS / SOLIDS CONCENTRATION IN PIG SLURRY TREATED WITH BIODIGESTORS TO REMOVE ORGANIC MATER, PATOGENS AND BIOGAS PRODUCTION**

**Wilbert Trejo Lizama, Jimmy Antonio Pacheco Dzib, José Alberto Erales Villamil…… 1069**

**183 PRECOMPOSTAJE ACTIVO DE CONTENIDO RUMINAL (Rumi-cashi) COMO SUSTRATO PARA LA CRIANZA DE LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA *Eisenia foetida* / ACTIVE PRECOMPOSTING OF RUMINAL CONTENT (Rumi-cashi) AS SUBSTRATE FOR THE BREEDING OF CALIFORNIAN RED WORM *Eisenia foetida***

**P. J. E. García……... 1078**

**184 INCLUSIÓN DE eCG + hCG AL PROGRAMA DE EFECTO MACHO EN CERDAS PUBERES MEJORA LA RESPUESTA ESTRAL / INCLUSION OF eCG + hCG TO THE MALE EFFECT PROGRAM IN PÚBERES SOWS IMPROVES THE ESTRAL RESPONSE**

**Elvira Suarez-Notario, Ytzel Jacaranday Vidal-Santiago, Maria Isabel López-Gómez, Luis Eliezer Cruz-Bacab, Aldenamar Cruz-Hernández, Santiago Ramírez-Vera…… 1084**

**185 ACEPTABILIDAD DE LA HARINA DE YUCA *Manihot esculenta* crantz COMO ADITIVO EN LA ALIMENTACIÓN DIARIA DEL CERDO PELÓN MEXICANO / ACCEPTABILITY OF YUCA FLOUR *Manihot esculenta* crantz AS ADDITIVE IN THE DAILY FOOD OF MEXICAN HAIRLESS PIG**

**C. F. Rodríguez-Bautista, N. A. González-Valdivia, C. García-Acedo, N. J. Pech May, A. E. Puertovannetti-Arroyo, R. C. Gómez García, E. Arcocha-Gómez, D. A. López-Vázquez, M. A. Burgos-Campos……..…. 1089**

**186 EFECTO DE LA INCLUSIÓN DEL EXTRACTO DE *Dalbergia palo-escrito* SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE CONEJOS EN ENGORDA / EFFECT OF INCLUSION OF EXTRACT *Dalbergia palo-escrito* ON PRODUCTIVE PARAMETERS OF RABBITS FAT**

**Saraí García-Valencia, Sergio Soto-Simental, Juan Ocampo-López, Armando Zepeda-Bastida, Maricela Ayala-Martínez……. 1095**

**187 CALIDAD SEMINAL EN CONEJOS; EFECTOS INDIVIDUALES Y AMBIENTALES / SEMEN QUALITY IN RABBITS; AMBIENT AN INDIVIDUAL EFFECTS**

**Andrea Gamboa Matos, Álvaro Domínguez Rebolledo, Julio Porfirio Ramón Ugalde, Edgar Aguilar Urquizo, Ángel Trinidad Piñeiro Vázquez, José Roberto Sanginés García..... 1102**

**188 EFECTO DE EXTRACTO DE ZACATE LIMÓN *(Cymbopogon citratus)* SOBRE PARAMETROS PRODUCTIVOS, CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE DE CONEJOS / EFFECT THE EXTRACT OF LEMON GRASS (*Cymbopogon citratus*) ON THE PRODUCTIVE PARAMETERS, CARCASS QUALITY AND MEAT OF RABBITS**

**Valeria Cordero-Caballero, Luisa Monserrat García-Vázquez, Maricela Ayala-Martínez, Sergio Soto-Simental, Rodrigo Salomón Hernández-Aco, Armando Zepeda-Bastida……. 1109**

**189 EFECTO DE COLINA HERBAL SOBRE RENDIMIENTO DE LA CANAL DE CONEJO / EFFECT OF HERBAL COLINE ON PERFORMANCE OF RABBIT CARCASS**

**M. Jaurez-Espinosa, E. Espinosa-Ayala, P. A. Hernández–García, A. I. Osorio–Terán, G. D. Mendoza–Martínez, M. Z. Tapia–Rodríguez, O. Márquez Molina……. 1116**

**190 ESTABILIDAD OXIDATIVA LIPIDICA DURANTE EL PERIODO DE REFRIGERACION EN CARNE DE CONEJOS ALIMENTADOS CON DIETAS ADICIONADAS CON PASTA DE AGUACATE DE DESECHO / LIPID OXIDATIVE STABILITY DURING THE REFRIGERATION PERIOD IN MEAT OF RABBITS FED WITH DIETS ADDITIONED WITH AVOCADO WASTE PASTE**

**J. P. Galeano-Díaz, J. E. Sánchez-Torres, I. A. Domínguez-Vara, E. Morales-Almaraz, J. G. Rodríguez-Carpena, F. G. Grageola-Núñez, M. Guerrero-Barcena, R. Quintero-Juárez…… 1121**

**191 CONSUMO DE DIETAS CON SORGO O MAÍZ Y DIFERENTES NIVELES DE FIBRA DETERGENTE NEUTRO EN CONEJOS EN ENGORDA Y SU EFECTO EN LA MORFOFISIOLOGÍA DIGESTIVA / INTAKE OF DIETS WITH SORGHUM OR CORN AND DIFFERENT LEVELS OF NEUTRAL DETERGENT FIBER IN FATTERING RABBITS AND THE EFFECT ON THE DIGESTIVE PHYSIOLOGY**

**E. R. Ramos-Olvera, J. G. Gómez-Soto, M. Rocha-Solache, T. C. Reis-de Souza, G. Mariscal-Landín, K. Escobar-García, A. Aguilera-Barreyro, A.V. Córdoba-Torres……..… 1128**

**192 EFECTO DE LA ADMINISTRACIÓN DE EXTRACTO ACUOSO DE AJO EN LA DIETA DE CONEJOS SOBRE INDICADORES PRODUCTIVOS, CALIDAD FÍSICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA CARNE / EFFECT OF THE ADMINISTRATION OF GARLIC WATER EXTRACT IN THE RABBIT DIET ON PRODUCTIVE INDICATORS, PHYSICAL AND MICROBIOLOGICAL QUALITY OF THE FLESH**

**H. D. Arzate-Serrano, M. A. Mariezcurrena-Berasain, M. D. Garrido-Fernández, L. F. Vega-Castillo, Z. M. Salem A……..…. 1135**

**193 CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE DE CONEJOS SUPLEMENTADOS CON *Tenebrio molitor* / CARCASS AND MEAT QUALITY OF RABBITS FED WITH *Tenebrio molitor***

**Iliana Aleli Herrera-Soto, Jairo Apaez-Barrios, Juan Ocampo-López, Maricela Ayala-Martínez, Armando Zepeda-Bastida, Sergio Soto-Simental…….…….. 1142**

**194 ELABORACIÓN DE ARTÍCULOS CON PIEL-PELO DE CONEJO Y HÁBITOS DE CONSUMO DE CARNE DE CONEJO / ELABORATION OF ARTICLES WITH RABBIT'S SKIN AND FUR, AND HABITS OF RABBIT'S MEAT CONSUMPTION**

**Christian Israel Narváez-Briones[§], José Guadalupe Gómez-Soto, Laura Eugenia Escobar-Salazar, Dorian Paulina Martínez-Cruz, Mariana Rocha-Solache, Erick Rolando Ramos-Olvera, Manuel Alejandro Lugo-Rubio, Carlos Javier Gudiño-Lozano, lberto Godoy-Rosales…… 1148**

**195 PERCEPCIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA UAQ SOBRE LA CARNE DE CONEJO / PERCEPTION OF THE STUDENTS OF VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECNIA OF THE UAQ ON THE CARNE OF CONEJO**

**Alberto Godoy-Rosales, José Guadalupe Gómez-Soto, Mariana Rocha-Solache, Carlos Javier Gudiño-Lozano, Christian Israel Narváez -Briones, Erick Rolando Ramos-Olvera, Arturo Arnulfo Islas-Cadillo…….. 1155**

**196 PRODUCCIÓN DE HUEVO, CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS Y MALFORMACIONES DEL APARATO REPRODUCTOR DE GALLINAS RUSTICAS EN PASTOREO / PRODUCTION OF EGGS, MORPHOMERTICS PROPERTYS AND DISTORSIONS OF REPRODUCTIVE SYSTEM OF FREE RANCH COUNTRIFIED HENS**

**A. M. García-Hernández, M. P. Jerez-Salas, D. López-Luis, O. Clemente-Herrera, M. A. Camacho-Escobar…..…….. 1162**

**197 LA VERDOLAGA *Portulaca oleracea* L. COMO MEJORADOR ALIMENTICIO DE LA DIETA DE GALLINAS PONEDORAS / PURSLANE *Portulaca oleracea* L. AS A FOOD IMPROVER OF THE DIET OF PONEDORAS GALLINAS**

**Carlos García-Acedo, Martín Gabriel Polanco-Ruelas, Noel Antonio González-Valdivia, Alicia Eugenia Puertovannetti-Arroyo, Enrique Arcocha-Gómez, Álvaro Guido Hernández-Gamboa , Elías de Jesús Echavarría-Góngora, Miguel Arcángel Burgos-Campos……..….. 1168**

**198 EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE VERDOLAGA *Portulaca oleracea* L., EN EL PESO DE POLLOS DE ENGORDA EN SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE PATIO / EFFECT OF THE INCLUSION OF PURSLANE *Portulaca oleracea* L., ON THE WEIGHT OF BROILERS IN YARD PRODUCTION SYSTEM**

**Carlos García-Acedo, Alicia Eugenia Puertovannetti-Arroyo, Gaspar Efraín González-Canales, Noel Antonio González-Valdivia, Enrique Arcocha-Gómez, Álvaro Guido Hernández-Gamboa., Elías de Jesús Echavarría-Góngora, Miguel Arcángel Burgos-Campos……. 1175**

**199 EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE EXTRACTO DE SUSTRATO GASTADO DE *Pleurotus ostreatus* SOBRE LA CALIDAD DEL HUEVO Y DE LA CANAL DE CODORNIZ JAPONESA / FFECT OF INCLUSION EXTRACT OF SPENT SUBSTRATE OF *Pleurotus ostreatus* ON EGG AND CARCASS QUALITY OF JAPANESE QUAIL**

**Darinka Miroslava Saavedra-Castillo, Cristian López-Padilla, Rodrigo Salomón Hernández-Aco, Sergio Soto-Simental, Maricela Ayala-Martínez y Armando Zepeda-Bastida……..……..……..… 1180**

**200 EFECTO DE LA MORINGA (*Moringa oleifera*) SOBRE LA CALIDAD DEL HUEVO DE CODORNIZ *(Coturnix coturnix japónica)* / EFFECT OF MORINGA (*Moringa oleifera*) ON THE QUALITY QUAIL EGG (*Coturnix coturnix japonica*) 1186**

**Mireya Alonso-Mora, Jesús Eduardo González-Pastrana, Maricela Ayala-Martínez, Armando Zepeda-Bastida, Sergio Soto-Simental…….……..….**

**201 RENDIMIENTO Y CALIDAD DE CARNE DE GUAJOLOTE ALIMENTADO CON DIETAS ALTERNATIVAS EN PASTURAS / PERFORMANCE AND QUALITY OF GUAJOLOTE MEAT FEEDED WITH ALTERNATIVE DIETS IN PASTURAS**

**K. S. García-Melo, M. P. Jerez-Salas, J. Hernández-Bautista, M. A. Camacho-Escobar, M. A. Vásquez- Dávila, D. López Luis…….… 1192**

**202 CÁSCARA DE PIÑA (*Ananas comosus*) COMO UNA ALTERNATIVA DE ANTIOXIDANTE NATURAL EN UN PRODUCTO CÁRNICO FRESCO / PINEAPPLE PEEL (*Ananas comosus*) AS AN ALTERNATIVE NATURAL ANTIOXIDANT IN A FRESH MEAT PRODUCT**

**Evelin Trujillo-Santiago, Luz Hermila Villalobos-Delgado, Joaquín Tenoch Santiago-Castro, Dalia Itzel Zafra-Ciprián, Erika López-Rodríguez, Ludmila Elisa Guzmán-Pantoja……..….. 1198**

**203 EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON METIONINA O HIDROXIANÁLOGO DE METIONINA EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CERDOS EN ESTRÉS POR CALOR / EFFECT OF SUPPLEMENTAL METHIONINE OR HIDROXYANALOG OF METHIONINE ON PRODUCTIVE PERFORMANCE OF HEAT STRESSED PIGS**

**Davidson Micanor, Arturo Villalobos Ortega, Salvador Espinoza Santana, Ernesto Avelar Lozano, Reyna Lucero Camacho Morales, Miguel Cervantes Ramírez, Adriana Morales Trejo……... 1206**

**204 APLICACIÓN INDUSTRIAL DE ULTRASONIDO COMO TECNOLOGÍA ASISTIDA EN EL CURADO DE PIERNAS DE CERDO / INDUSTRIAL ULTRASOUND-ASSISTED BRINING OF PORK LEG MEAT**

**H. F Armendáriz-Zavala, I. A García-Galicia, M Huerta-Jiménez., L Carrillo-López. M, Reyes-Villagrana R., A. D Alarcón-Rojo…….…… 1207**

**205 EFECTO DEL CONTENIDO DE PROTEÍNA EN LA DIETA SOBRE LA TEMPERATURA CORPORAL DE CERDOS EN ESTRÉS POR CALOR / EFFECT OF DIETARY PROTEIN CONTENT ON BODY TEMPERATURE OF GROWING PIGS EXPOSED TO HEAT STRESS**

**Adriana Morales-Trejo, José Alla Valle-Fimbres, Gilberto Castillo-Luna, Ana Muñoz-Romero, Ernesto Avelar-Lozano, Reyna Lucero Camacho-Morales, Lorenzo Buenabad-Carrasco, Migel Cervantes-Ramírez…….…….…. 1208**

**206 EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE UNA FRACCIÓN RICA EN MANANOS DE LA PARED CELULAR DE LA LEVADURA *Saccharomyces cerevisiae* SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN LECHONES DURANTE LA ETAPA DE DESTETE / EFFECT OF THE INCLUSION OF A RICH FRACTION IN HANDLES OF THE CELLULAR WALL OF THE YEAR *Saccharomyces cerevisiae* ON PRODUCTIVE PARAMETERS IN PIGLETS DURING THE WEANING STAGE**

**Teresita de Jesús Hijuitl Valeriano, Jesús Manuel Cortéz Sánchez…….…. 1209**

**207 EFECTO DEL USO DE MONTMORILLONITA DE CALCIO, GLUTAMATO MONOSÓDICO Y *Pichia guilliermondii* SOBRE VARIABLES PRODUCTIVAS EN CERDOS DE DESTETE / EFFECT OF THE USE OF MONTMORILLONITE OF CALCIUM, MONOSTODIC GLUTAMATE AND *Pichia guilliermondii* ON PRODUCTIVE VARIABLES IN WEANING PIGS**

**Aracely Silva Reyes, Jesús Manuel Cortéz Sánchez……..…..…. 1210**

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

**208 IDENTIFICACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE Ca Y Zn EN ALIMENTO Y PEZUÑAS DE CERDAS REPRODUCTORAS / IDENTIFICATION OF Ca AND Zn CONCENTRATION IN FEED AND CLAW OF SOWS**

**K. N. Córdoba-García, R. G. Piña-Pérez, I. Y. Martínez-Velasco, M. I. López-López, A Castañeda-Ovando, Y. De Loera-Ortega, A. García-Contreras……..… 1211**

**209 EFECTO DE LA FUENTE Y NIVEL DE ZINC EN LA DEPOSICION EN CARNE DE CONEJOS NUEVA ZELANDA BLANCO / EFFECT OF THE SOURCE AND LEVEL OF ZINC ON DEPOSITION IN MEAT OF NEW ZEALAND WHITE RABBITS**

**Hector Luis-Chincoya, Jóse Guadalupe Herrera-Haro, Arturo Pró-Martínez, Amalio Santacruz-Varela, Marta Patricia Jerez-Salas…….. 1212**

**210 AMINAS BIOGÉNICAS Y PROLIFERACIÓN DE BACTERIAS EN CARNE DE CONEJO CONSERVADA EN REFRIGERACIÓN CON TRES TIPOS DE EMPAQUES / BIOGENIC AMINES AND BACTERIAL PROLIFERATION IN RABBIT MEAT PRESERVED IN REFRIGERATION WITH THREE TYPES OF PACKAGING**

**R. G. Cruz-Monterrosa, M. Díaz-Ramírez, A. A. Rayas-Amor, I. Guerrero-Legarreta…….... 1213**

**211 REPRODUCCIÓN DE CONEJOS DOMÉSTICOS (*Oryctolagus cuniculus*) BAJO CONDICIONES TROPICALES / REPRODUCTION OF DOMESTIC RABBIT (*Oryctolagus cuniculus*) UNDER TROPICAL CONDITIONS**

**Alfredo Trejo Córdova, María del Carmen Navarro-Maldonado, Barbara Vargas Miranda, Roberto Vazquez Avendallo[1], Demetrio Ambriz García……..… 1214**

**212 BIOESTIMULACIÓN Y COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO EN CONEJAS LACTANTES INSEMINADAS E INDUCIDAS PARA LA OVULACIÓN CON GONADORELINA Y FERTIRELINA / BIOSTIMULATION AND REPRODUCTIVE PERFORMANCE IN LACTATING RABBIT DOES INSEMINATED AND INDUCED FOR OVULATION WITH GONADORELINE AND FERTIRELINE**

**María Jetzabel Cisneros Prado, Raymundo Rodríguez De Lara, Demetrio Alonso Ambriz García, Rodolfo Ramírez Valverde, Marianella Fallas-López……. 1215**

**213 UTILIZACION DE UN EXTRACTO ETANOLICO DE *Enterolobium cyclocarpum* PARA EL CONTROL DE COCCIDIOSIS EN POLLOS / UTILIZATION OF *Enterolobium cyclocarpum* ETHANOLIC EXTRACT TO CONTROL COCCIDIAL INFECTION IN CHICKENS**

**R. Urtecho-Novelo, R. H. Santos-Ricalde, L. A. Sarmiento-Franco, J. F. J. Torres-Acosta, R. Borge Argae……. 1216**

**214 FITOTERAPIA DE NOSOLOGÍAS VETERINARIAS EN UNA ZONA DEL NORTE DE NICARAGUA / PHYTOTHERAPY OF VETERINARY NOSOLOGIES IN AN AREA FROM THE NORTH OF NICARAGUA**

**N. A. González-Valdivia, A. M. Blandón Guerrero, C. García-Acedo, E. Arcocha-Gómez, J. L. García-Lanz……. 1217**

## Forrajes

**215 RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL FORRAJE TRITICALE (*X Triticosecale wittmack)* UTILIZANDO CUATRO FUENTES DE FERTILIZACIÓN / PERFORMANCE AND QUALITY OF TRITICAL FORAGE (*X Triticosecale wittmack*) USING FOUR SOURCES OF FERTILIZATION 1219**

**Gylia Sylene Toledo-Zarate, Ramiro Escobar-Hernández, Numa Pompilio Castro-González, Raúl Berdeja Arbeu, Martin Carmona Victoria, Edgar Valencia Franco, Jesús Jarillo Rodríguez……...……...……...…**

**216 EFECTO DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS Y BACTERIAS PGPB EN EL PATRÓN DE REBROTE DE PASTO OVILLO (*Dactylis glomerata* L.), EN CONDICIONES DE INVERNADERO / EFFECTS OF ORGANICS FERTILIZER AND PGPR BACTERIA ON THE YIELD DYNAMICS OF COCKSFOOD (*Dactylis glomerata* L.) UNDER GREENHOUSE CONDITIONS**

**G. Aguila B., R. Castro R. V. López G…….. 1225**

**217 EFECTO DE LA DEFOLIACIÓN EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE TRÉBOL PATA DE PÁJARO (*Lotus corniculatus* L.) / EFFECT OF DEFOLIATION ON THE PRODUCTIVE BEHAVIOR OF BIRD'S FOOT TREFOIL (*Lotus corniculatus* L.)**

**P. Álvarez V., L. S. G. García D., S. I. Mendoza P., A. R. Rojas G., J. A. Encinas D…… 1232**

**218 PRODUCCIÓN DE ALIMENTO CONCENTRADO PROTEICO DE NOPAL (*Opuntia spp*) MEDIANTE FERMENTACIÓN SEMISÓLIDA / OPUNTIA PROTEIN CONCENTRATED FODDER PRODUCTION BY SEMI-SOLID FERMENTATION**

**A. Flores-Hernández[§], J. Macías-Rodríguez, C. Meza-Herrera, G. García-Herrera, O. Esquivel-Arriaga, J. Ortiz-Salaza, C. A. Romero-Rodríguez……..…….. 1239**

**219 VALOR NUTRICIONAL DE ENSILAJE DE *Sorghum bicolor* L. MOENCH CV RB CAÑERO Y *Cajanus cajan* CV CAQUI EN UN SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA EN VILLAFLORES, CHIAPAS / NUTRITIONAL VALUE OF SILICONE *Sorghum bicolor* L. MOENCH CV RB CAÑERO AND *Cajanus cajan* CV CAQUI IN AN INTEGRATED SYSTEM OF AGRICULTURAL PRODUCTION IN VILLAFLORES, CHIAPAS**

**Esaú de Jesús Pérez Luna, Rubisel Gil Molina, Luis Fernando Córdova Murillo, Sergio Giovanni Espinosa Villafuerte, Humberto León Velasco y Alejandro Ley de Coss…….. 1247**

**220 SUPLEMENTACIÓN CON CONCENTRADO SOBRE PRODUCCIÓN DE LECHE INDIVIDUAL Y POR HECTÁREA EN VACAS HOLSTEIN EN PASTOREO / SUPLEMENTARY FEEDING WITH CONCENTRATE ON STOCKING RATE AND MILK PRODUCTION PER COW AND PER HECTARE OF GRAZING HOLSTEIN COWS**

**Citlali Anais Castro-Jaime, Ricardo Daniel Améndola-Massiotti, Juan Andrés Burgueño, María Magdalena Crosby-Galván, Luis Alberto Miranda Romero, Rodolfo Ramírez Valverde……...…… 1252**

**221 USO DEL LOMBRICOMPOST PARA EL DESARROLLO DE *Leucaena leucocephala* EN UN SISTEMA SILVOPASTORIL EN EL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO / USE OF LOMBRICOMPOST FOR THE DEVELOPMENT OF *Leucaena leucocephala* DURING THE ESTABLISHMENT OF A SILVOPASTORIL SYSTEM IN SOUTH OF THE STATE OF MEXICO**

**F. Avilés-Nova, L. M. Ríos-García, J. Olivares P., T. G. Osorio M……. 1259**

**222 ALTURAS DE DOSEL Y FORRAJE RESIDUAL DE AVENA NEGRA Y VEZA SOBRE PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE FORRAJE / CANOPY AND STUBBLE HEIGHTS OF BLACK OAT AND ITS MIXTURE WITH VETCH ON FORAGE PRODUCTION AND NUTRITIONAL COMPOSITION 1265**

**Juan Daniel Jiménez-Rosales, Ricardo Daniel Améndola-Massiotti, Edmundo García-Moya, Juan Andrés Burgueño, Luis Alberto Miranda Romero, Rodolfo Ramírez Valverde……...**

**223 POTENCIAL DEL PASTO MARALFALFA *Cenchrus purpureus* (Schumach.) MORRONE COMO FUENTE PARA LA PRODUCCION DE BIOCOMBUSTIBLE / THE POTENTIAL OF MARALFALFA GRASS *Cenchrus purpureus* (Schumach.) MORRONE AS A SOURCE FOR BIOFUEL PRODUCTION**

**Iliana Barrera-Martínez, Jose Amador Honorato Salazar, Mario Alberto Santiago Otega, Adelaido Rafael Rojas García, Mario Antonio Vega Loera, Joel Ventura Ríos……... 1273**

**224 COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y NUTRICIONAL DE *Moringa oleifera* EN BANCOS DE FORRAJE CON DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA EN QUINTANA ROO / AGRONOMIC AND NUTRITIONAL BEHAVIOR OF *Moringa oleifera* IN FODDER BANKS WITH DIFFERENT PLANT DENSITIES IN QUINTANA ROO**

**F. Casanova-Lugo, J. Ordoñez-Gerónimo, V. F. Díaz-Echeverría, L. Lara-Pérez, J. Escobedo-Mex, J. Santamaría-Mex, J. Canul-Solís…….. 1280**

**225 ESTABLECIMIENTO DE UN BANCO DE FORRAJE DE *Tithonia diversifolia* EN EL SUR DE QUINTANA ROO, MÉXICO / ESTABLISHMENT OF A *Tithonia diversifolia* FODDER BANK IN SOUTHERN QUINTANA ROO, MEXICO**

**C. E. Uu-Espens, A. Escobedo-Cabrera, A. Cabañas-Gallardo, A. J. Chay-Canul, V. F. Díaz-Echeverría, F. Casanova-Lugo, A. T. Piñeiro-Vázquez……..…. 1287**

**226 FERMENTACIÓN *in vitro* DEL ESQUILMO Y SUS COMPONENTES DE CINCO VARIEDADES DE PLANTAS DE JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa L.*) / *In vitro* FERMENTATION OF CROP WASTE AND ITS COMPONENTS OF FIVE VARIETIES OF JAMAICA PLANTS (*Hibiscus sabdariffa* L.)**

**F. J. Castañeda-Trujano, R. Lazalde-Cruz, L. A. Miranda-Romero, D. N. Tirado-Gonzales, A. Lara-Bueno……. 1294**

**227 CALIDAD NUTRITIVA Y DIGESTIBILIDAD *in vitro* DE CINCO VARIEDADES DE JAMAICA *(Hibiscus sabdariffa L.)* / NUTRITIVE QUALITY AND *in vitro* DIGESTIBILITY OF FIVE VARIETIES OF JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa L.*)**

**Rosalba Lazalde Cruz, Luis Alberto Miranda Romero, Gustavo Tirado Estrada, Alejandro Lara Bueno…….…….. 1300**

**228 PRODUCCIÓN DE METANO Y DIGESTIBILIDAD *in vitro* DE ACCESIONES DE LEUCAENA DE DISTINTAS PROCEDENCIAS AGROCLIMÁTICAS DE MÉXICO / *In vitro* METHANE PRODUCTION AND DIGESTIBILITY OF LEUCAENA ACCESSIONS FROM DIFFERENT AGROCLIMATIC PROVENANCES IN MEXICO**

**Claudio Vite-Cristóbal, Pedro Arturo Martínez-Hernández, Enrique Cortés Díaz, Ponciano Pérez-Hernández, José Manuel Palma-García, Luis Alberto Miranda-Romero……..…….. 1308**

**229 METANO E ÍNDICES DE EMISIÓN DE GASES POR LA TÉCNICA DE PRODUCCIÓN DE GAS *in vitro* / METHANE AND GAS EMISSION INDICES BY GAS PRODUCTION TECHNIQUE *in vitro***

**R. Ramírez, A. Chacón-Vázquez, R. Pinto-Ruiz, L. A Miranda-Romero, F. Guevara-Hernández, F. Medina-Jonapá, D. Raj-Aryal……..… 1315**

**230 PRODUCCIÓN *in vitro* DE BIOGÁS, METANO Y DEGRADACIÓN DE MATERIA SECA DE DIETAS QUE INCLUYEN NIVELES CRECIENTES DE VAINA DE *Moringa oleífera* 1321**

**/ *In vitro* PRODUCTION OF BIOGAS, METHANE AND DRY MATTER DEGRADATION OF DIETS THAT INCLUDE GROWING LEVELS OF *Moringa oleifera***
**Conchita Rivera-Cristóbal, Paulino Sánchez-Santillán, Nicolás Torres-Salado, Adelaido Rafael Rojas-García, María de los Angeles Maldonado-Peralta, Jeronimo Herrera-Pérez……..**

**231 PRODUCCIÓN DE CELULASAS Y LACASAS DE *Pleurotus ostreatus* POR FERMENTACIÓN SÓLIDA USANDO SUBPRODUCTOS DE MAÍZ COMO SUSTRATOS / PRODUCTION OF CELLULASES AND LACCASES OF *Pleurotus ostreatus* BY SOLID FERMENTATION USING MAIZE BYPRODUCTS AS SUBSTRATES**
**Brenda Karina Morales-Campos, María González-Melo, Paulino Sánchez-Santillán, Nicolás Torres-Salado, Adelaido Rafael Rojas-García, María de los Angeles Maldonado-Peralta……..…….. 1328**

**232 PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA Y DEGRADABILIDAD *in situ* A TRES EDADES DE CORTE DE *Thitonia diversifolia* hemsl. Gray / DRY MATTER PRODCUTION AND DEGRADABILITY in situ TO THREE CUTTING AGE OF *Thitonia diversifolia* hemsl. Gray**
**Castillo G., Jesús Jarillo Rodríguez, Carlos Miguel Lucas Leyva, Cristino Cruz Lazo, Vicky Tatiana Vargas Velázquez, Silvia López Ortíz…..…….. 1334**

**233 EFECTO DE UN BIOESTIMULANTE SOBRE EL RENDIMIENTO EN MAÍZ BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL / BIOSTIMULANT EFFECT ON CORN YIELD UNDER RAINY SEASON**
**Imelda Sánchez-García, Raquel Martínez-Loperena, Humberto Ramírez- Vega, Víctor Manuel Gómez-Rodríguez, Darwin Heredia-Nava…….……..…….…. 1341**

**234 EFECTO DEL DIGESTATO Y FRECUENCIA DE CORTE EN EL RENDIMIENTO DE BALLICO PERENNE (*Lolium perenne* L.) EN CONDICIONES DE INVERNADERO / EFFECTS OF DIGESTATE AND HARVEST FREQUENCIES ON YIELD RYEGRASS (*Lolium perenne* L.) UNDER GREENHOUSE CONDITIONS**
**R. Castro R., M. M. Solís O., F. López V., M. A. Esteves L……..…….. 1347**

**235 RENDIMIENTO DE FORRAJE EN FUNCIÓN DE LA EDAD DE REBROTE EN *Urochloa brizantha* CV. XARAÉS EN GÜÉMEZ, TAMAULIPAS / YIELD OF FORAGE AS A FUNCTION OF THE AGE OF REGROWTH IN *Urochloa brizantha* CV. XARAÉS IN GÜÉMEZ, TAMAULIPAS**
**Juan Eduardo Godina Rodríguez, Jonathan Raúl Garay Martínez, Santiago Joaquín Cancino, Benigno Estrada Drouaillet, Yuridia Bautista Martínez, Andrés Gilberto Limas Martínez, Fernando Lucio Ruiz……. 1354**

**236 CRECIMIENTO INICIAL DE PASTOS DEL GÉNERO *Urochloa* (MULATO II Y XARAÉS) / INITIAL GROWTH OF PASTURES OF THE GENUS *Urochloa* (MULATO II AND XARAÉS)Santiago Joaquín-Cancino, Jonathan Raúl Garay-Martínez, Lorenzo Danilo Rivera-Granados, Carlos Miguel Ramos-Cruz, Yuridia Bautista-Martínez, Benigno Estrada-**
**Drouaillet……..….. 1361**

**237 DINÁMICA POBLACIONAL DE TALLOS EN CULTIVARES DE *Urochloa*, CON RESTRICCIÓN DE MANEJO / TILLER POPULATION DYNAMICS IN *Urochloa* CULTIVARS, WITH MANAGEMENT RESTRICTION 1368**

**Fernando Lucio Ruiz, Jonathan Raúl Garay Martínez, Santiago Joaquín Cancino, Yuridia Bautista Martínez, Benigno Estrada Drouaillet, Daniel López Aguirre, Juan Eduardo Godina Rodríguez……...**

**238 DIGESTIBILIDAD *in vitro* DE DIETAS CON ADITIVO DE LEVADURAS Y BAGAZO DE MANZANA FERMENTADO PARA BECERROS EN CRECIMIENTO / *In vitro* DIGESTIBILITY OF DIETS WITH YEAST ADDITIVE AND FERMENTED APPLE BAGASSE FOR GROWING CALVES**

**P. F. Mancillas-Flores, D. Díaz-Plascencia, P. L. Ordóñez-Baquera, J. R. Espinosa-Prieto, E. Santellano-Estrada, J. L. Guevara-Valdez, E. M. Peña-González, J. R. Peña-Castro, Y. Palma-Rosas……. 1376**

**239 CALIDAD FERMENTATIVA Y DIGESTIBILIDAD *in vitro* DE ACCESIONES DE LEUCAENA DE DISTINTAS PROCEDENCIAS AGROCLIMÁTICAS DE MÉXICO / FERMENTATIVE QUALITY AND *in vitro* DIGESTIBILITY OF LEUCAENA ACCESSIONS FROM DIFFERENT AGROCLIMATIC PROVENANCES IN MEXICO**

**Claudio Vite-Cristóbal, Pedro Arturo Martínez-Hernández, Enrique Cortés- Díaz, Ponciano Pérez-Hernández, José Manuel Palma-García, Luis Alberto Miranda-Romero……..... 1383**

**240 CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA Y DEGRADACION *in vitro* DEL MAIZ FLOTANTE / BROMATOLOGICAL CHARACTERIZATION AND *in vitro* DEGRADATION OF THE FLOATING**

**A. Cabrera E., M. J. Ruiz-López, N. Espinosa-Nucamendi, R. Pinto-Ruiz, A. Hernández-López, J. A. Venegas-Venegas, F. Cruz-Urbina…… 1391**

**241 RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN QUIMICA DE PRADERAS DE PASTO KIKUYO (*Pennisetum clandestinum*) SOLO Y ASOCIADO CON FESTUCA ALTA *(Festuca arundinacea)* EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN PEQUEÑA ESCALA EN VALLES ALTOS DEL CENTRO DE MÉXICO / YIELD AND CHEMICAL COMPOSITION OF KIKUYO GRASS (*Pennisetum clandestinum*) ALONE OR IN ASSOCIATION WITH TALL FESCUE *(Festuca arundinacea)* IN SMALL-SCALE DAIRY SYSTEMS IN HIGHLAND VALLEYS OF CENTRAL MEXICO**

**M. N. Marín-Santana, F. López-González, O. Hernández-Mendo, C. M. Arriaga-Jordán..... 1396**

**242 CARACTERIZACIÓN PRODUCTIVA DE GRAMÍNEAS FORRAJERAS DEL GÉNERO *Brachiaria* EN EL TRÓPICO SUBHUMEDO DEL ISTMO DE TEHUANTEPEC, OAXACA / PRODUCTIVE CHARACTERIZATION OF FORAGE GRAMMARS OF THE GENDER *Brachiaria* IN THE SUBHUMED TROPICS OF THE ISTHMUS OF TEHUANTEPEC, OAXACA**

**Zulma Castillejos Antonio, Juan Nicasio Antonio Vásquez, Juan Rendón Cruz, José Manuel Cabrera Toledo……... 1403**

**243 RENDIMIENTO Y VALOR NUTRITIVO DEL PASTO CHETUMAL (*Brachiaria humidicola Cv Humidicola)* EN RESPUESTA AL PASTOREO / PERFORMANCE AND NUTRITIVE VALUE OF CHETUMAL GRASS (*Humidicola brachiaria Cv Humidicola)* IN RESPONSE TO GRAZING**

**J. H. López-Sánchez, A. Gómez-Vázquez, A. Cruz-Hernández, A. Govea-Luciano, N. P. Brito-Manzano, S. Ramirez-Vera, J. M. Pinos-Rodriguez, A. Cordova Izquerdo, Y. Villegas-Aparicio……... 1409**

**244 SUPLEMENTACIÓN CON CONCENTRADO A VACAS HOLSTEIN EN PASTOREO SOBRE PRODUCCIÓN INDIVIDUAL Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE / 1418**

**SUPPLEMENTARY FEEDING WITH CONCENTRATE TO GRAZING HOLSTEIN COWS ON MILK PRODUCTION AND COMPOSITION**

**Ricardo Daniel Améndola-Massiotti, Citlali Anais Castro-Jaime, Juan Andrés Burgueño, María Magdalena Crosby- Galván, Luis Alberto Miranda-Romero, Rodolfo Ramírez-Valverde……...…**

**245 GANANCIA DE PESO Y TIEMPO DE PASTOREO EN VAQUILLAS BAJO DIFERENTES INTENSIDADES DE PASTOREO CONTINUO / LIVEWEIGHT GAIN AND GRAZING TIME IN HEIFERS UNDER DIFFERENT INTENSITIES OF CONTINUOUS GRAZING**

**J. D. Jiménez-Rosales, A. Planisich, S. Almirón, J. Galli……. 1419**

**246 GENERACIÓN DE BIOMASA AÉREA DE *Tithonia diversifolia* BAJO DOS MÉTODOS DE SIEMBRA Y USO DE FERTILIZANTE / GENERATION OF AIR BIOMASS OF *Tithonia diversifolia* UNDER TWO METHODS OF SEEDING AND USE OF FERTILIZER**

**E. V. Ramírez N., Jorge Morín Rubio, Jorge Hernández Bautista, Salvador Lozano Trejo, María Isabel Pérez León……..…… 1420**

**247 EVALUACIÓN DE *Leucaena leucocephala* Y *Albizia lebbeck* COMO FUENTES DE TANINOS SOBRE LA PRODUCCIÓN DE METANO Y DEGRADACIÓN *in vitro* DE MATERIA SECA / EVALUATION OF *Leucaena leucocephala* AND *Albizia lebbeck* AS SOURCES OF TANINS ON THE PRODUCTION OF METHANE AND *in vitro* DEGRADATION OF DRY MATTER**

**B. Espinoza V., M. Ramírez M., A. Sánchez V., O. Hernández M., M. M. Crosby G., M. A. Cobos P……. 1421**

## Socioeconomía

**248 LA MELEAGRICULTURA MEXIQUENSE DE PEQUEÑA ESCALA: ANÁLISIS ESPACIAL PARA IDENTIFICAR LA COMPETITIVIDAD REGIONAL / THE MEXICAN MELEAGRICULTURA OF SMALL SCALE: SPATIAL ANALYSIS TO IDENTIFY REGIONAL COMPETITIVENESS**

**Gabriela Rodríguez-Licea, Juan Gabriel Rivera-Martínez, Benjamín Carrera-Chávez, Brisia Guadalupe Sánchez Muñoz, Jesús Lisandro Pacheco Mora……..… 1423**

**249 PAPEL DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE A PEQUEÑA ESCALA EN LA SEGURIDAD ALIMENTARIA DE FAMILIAS RURALES DEL CENTRO DE MÉXICO / ROLE OF SMALL-SCALE DAIRY FARMS ON FOOD SECURITY OF RURAL FAMILIES FROM CENTRAL MEXICO**

**M. E. Ruiz Torres, C. G. Martínez García……..…. 1432**

**250 IMPACTO DE LA GLOBALIZACIÓN Y APERTURA COMERCIAL SOBRE LA PRODUCTIVIDAD, SUSTENTABILIDAD Y SEGURIDAD ALIMENTARIA EN LA REGIÓN CIÉNEGA DEL ESTADO DE JALISCO. PERÍODO 1982-2018 / IMPACT OF GLOBALIZATION AND TRADE LIBERALIZATION ON PRODUCTIVITY, SUSTAINABILITY AND SAFETY FOOD OF THE REGION CIENEGA OF THE STATE OF JALISCO. PERIOD 1982-2018**

**José Manuel Núñez Olivera, Rodolfo Cabral Parra, Miguel Ángel Noriega García, Josefina Elizabeth Godínez Chavoya, Sonia Navarro Pérez , Armando Antonio Domech González, Sandra Eva Lomelí Rodríguez……..….. 1438**

**251 CLASIFICACIÓN DE LOS CAPRINOCULTORES BENEFICIARIOS DEL PROGAN EN LA COMARCA LAGUNERA, MÉXICO / CLASSIFICATION OF GOAT PRODUCERS BENEFICIARIES OF PROGAN IN THE COMARCA LAGUNERA, MEXICO**

**Irving César Farrera-Vázquez, Enrique Genaro Martínez-González, Reyna Azucena Luna-Olea, Jorge Aguilar-Ávila, Norman Aguilar-Gallegos…….…….….. 1444**

**252 CARACTERIZACIÓN DE UNIDADES CAPRINAS SEGÚN SU INGRESO EN LA MIXTECA POBLANA / CHARACTERIZATION OF GOAT UNITS ACCORDING TO THEIR INCOME IN THE MIXTECA REGION OF PUEBLA**

**Reyna Azucena Luna-Olea, José Miguel Omaña-Silvestre, Miguel Ángel Martínez-Damián, Sergio Pérez-Elizalde, Sergio Roberto Márquez-Berber, Irving César Farrera-Vázquez……..……. 1451**

**253 INNOVACIÓN TECNOLÓGICA E INDICADORES TÉCNICOS Y ECONÓMICOS DE PRODUCTORES DE LECHE EN GUANAJUATO / TECHNOLOGICAL INNOVATION AND TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS OF MILK PRODUCERS IN GUANAJUATO**

**Tomas Arturo González Orozco, America Alejandra Luna Estrada……..…….. 1460**

**254 TIPIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN OVINAS DE MICHOACÁN / TYPOLOGY AND CHARACTERIZATION OF THE SHEEP PRODUCTION UNIT OF MICHOACAN**

**María Guadalupe Josefina Nuncio-Ochoa, Federico Escobedo-Amezcua, José Nahed-Toral, Edmundo Santana-Huicochea, Encarnación Ernesto Bobadilla-Soto……... 1467**

**255 ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN PECUARIO EN EL ÁREA NATURAL PROTEGIDA NEVADO DE TOLUCA, EN ÉPOCA DE LLUVIAS: EL CASO DE AGUA BLANCA / PROFITABILITY ANALYSIS OF LIVESTOCK PRODUCTION SYSTEM IN THE NEVADO DE TOLUCA NATURAL PROTECTED AREA, IN THE RAINY SEASON: THE CASE OF AGUA BLANCA**

**Juana Martínez-Hernández, María Guadalupe Valdés-Piña, Carlos Manuel Arriaga-Jordán, Benito Albarrán-Portillo, David Jesús Monroy-Elizalde, Julieta Gertrudis Estrada Flores……... 1475**

**256 ACCESO A RECURSOS GUBERNAMENTALES, POR PRODUCTORES DE LECHE A PEQUEÑA ESCALA, EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE MÉXICO / ACCESS TO GOVERNMENT RESOURCES, BY SMALL-SCALE DAIRY FARMERS, IN THE CENTRAL HIGHLANDS OF MEXICO**

**Guillermo Gómez-Espinoza, Carlos Manuel Arriaga-Jordán, José Alejandro Polanco-Jaime, Mónica Elizama Ruiz-Torres, Carlos Galindo Martínez-García…….…..…… 1483**

**257 EXPLORACIÓN DE LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN PREFERIDOS POR PEQUEÑOS PRODUCTORES DE LECHE EN ACULCO ESTADO DE MÉXICO / EXPLORATION OF THE COMMUNICATION MEDIA PREFERRED BY SMALLHODERS FARMERS IN ACULCO ESTADO DE MEXICO**

**Juan de Dios García-Villegas, Anastasio García-Martínez, Carlos Manuel Arriaga-Jordan, Carlos Galindo Martínez-García…….…….…. 1491**

**258 MEDIOS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN DE TECNOLOGIAS AGROPECUARIAS EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN PEQUEÑA ESCALA / SOURCES OF INFORMATION AND COMMUNICATION OF AGRICULTURAL INNOVATIONS IN SMALL-SCALE DAIRY FARMS 1497**

**Hector Delgado-Barrios, Juan Felipe Núñez Espinoza, Julieta Gertrudis Estrada Flores, Carlos Galindo Martínez-García…….....**

**259 ESTUDIO DE MERCADO PARA EL CONSUMO DE CARNE DE CONEJO EN VILLAHERMOSA, TABASCO / MARKET STUDY FOR THE CONSUMPTION OF RABBIT MEAT IN VILLAHERMOSA, TABASCO**

**Alejandra Patricia Castellanos-López, Jahicela Liévano-Morales, Luis Eliezer Cruz-Bacab…….…….…. 1505**

**260 CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN FAMILIAR EN PEQUEÑOS RUMIANTES EN EL MUNICIPIO DE SANTA GERTRUDIS, ZIMATLÁN, OAXACA / CHARACTERIZATION OF SMALL RUMINANTS FAMILY PRODUCTION SYSTEMS IN THE MUNICIPALITY OF SANTA GERTRUDIS, ZIMATLAN, OAXACA**

**Araceli Mariscal Méndez, Jorge Morín Rubio, Teodulo Salinas Rios……..…. 1511**

**261 PERCEPCIÓN DE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA DE FAMILIAS DEL MEDIO RURAL DE OAXACA / PERCEPTION OF FOOD SECURITY OF FAMILIES OF THE RURAL OF OAXACA**

**C. I. A. Ángeles, H. J. G. Herrera, C. M. J. Periago, C. M. E. Ortega, M. A. León, S. M. P. Jerez, C. F. E. Martínez…….…….. 1518**

**262 AISLAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS EN LA INDUSTRIA LÁCTEA ARTESANAL EN CHIAPAS, MÉXICO / ISOLATION AND CHARACTERIZATION OF LACTIC ACID BACTERIA IN THE ARTISAN DAIRY INDUSTRY IN CHIAPAS, MÉXICO**

**Nallely Guadalupe Corzo Simuta, Alejandro Ley de Coss, María de los Ángeles Rosales Esquinca, Arce Espino Consepción, Esaú de Jesús Pérez Luna…….…….…….. 1519**

**263 PRODUCCIÓN DE MIEL, MORFOTIPOS AFRICANOS Y EUROPEOS, PRESENCIA DE VARROA Y NOSEMOSIS EN COLONIAS DE ABEJAS MELIFERAS EN LA REGIÓN COSTA CHICA DE GUERRERO Y OAXACA / HONEY PRODUCTION, AFRICAN AND EUROPEAN MORPHOPYPES, PRESENCE OF VARROA AND NOSEMOSIS IN HONEY BEE COLONIES IN THE COSTA CHICA REGION OF GUERRERO AND OAXACA**

**Jordan Alexis Guzmán Sánchez, Daniel Valdés Tornes, Luis Alaniz Gutiérrez, María Benedicta Bottini Luzardo, Félix de Jesús Mayrén Mendoza……..….. 1520**

## Acuicultura

**264 EFECTO DE LA LEVADURA DE SELENIO EN EL CRECIMIENTO, SUPERVIVENCIA Y POTENCIAL REPRODUCTIVO DE *Ambystoma mexicanum* / EFFECT OF SELENIO YEAST ON THE GROWTH, SURVIVAL AND REPRODUCTIVE POTENTIAL OF *Ambystoma mexicanum***

**Gabriela Vázquez-Silva, Fernando Carlos. Arana Magallón, Ana Karen López de la Rosa, Pedro Abel Hernández García, German Mendoza Martínez, José Antonio Martínez García…….....…. 1522**

**265 ANÁLISIS FISICOQUÍMICO Y SENSORIAL DE FILETE DE TILAPIA ALIMENTADAS CON INCLUSIÓN DE *Moringa oleífera* EN LA DIETA / PHYSICOCHEMICAL ANALYSIS AND SENSORY ANALYSIS OF TILAPIA FILLETS FED WITH *Moringa oleífera* INCLUSION IN THE DIET] 1528**

**Gabriela de Jesús Bielma-Sarabia, José Guadalupe Gamboa-Alvarado, Serafín Jacobo López-Garrido, Narciso Ysac Ávila Serrano, José Arturo Martínez-Vega……..…..…...**

**266 DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE COBRE Y HIERRO EN CARPAS (*Cyprinus carpio*) EN CULTIVOS DEL ESTADO DE MÉXICO / DETERMINATION OF COPPER AND IRON CONCENTRATION IN CARPS (*Cyprinus carpio*), BREED IN THE STATE OF MEXICO**

**David Valladares-Aldama, Valente Velázquez-Ordóñez, Benjamín Valladares-Carranza, Cesar Ortega-Santana, Juan Edrei Sánchez-Torres, Adrián Zaragoza-Bastida, José Esteban Aparicio-Burgos, Ernesto Morales-Almaraz, Yazmin Elizabeth Felipe-Pérez, Nallely Rivero-Pérez……..... 1536**

**267 DIETA ALTERNATIVA PARA CRECIMIENTO DE *Oreochromis niloticus* JUVENILES A BASE DE *Tithonia diversifolia* / ALTERNATIVE DIET FOR *Oreochromis niloticus* JUVENILES GROWTH WITH *Tithonia diversifolia***

**Fabian Alejandro Mendez-S Villela, Benito Irving Guzmán-Jiménez, Carlos Benito García-Cortés, Jorge Hernández-Bautista, Teodulo Salinas-Rios, Héctor Maximino Rodríguez-Magadán…….....…… 1545**

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# MITIGACIÓN DE LAS EMISIONES DE METANO ENTÉRICO EN RUMIANTES ALIMENTADOS CON PLANTAS QUE CONTIENEN METABOLITOS SECUNDARIOS

**Juan Carlos Ku Vera**

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-Universidad Autónoma De Yucatán.

## RESUMEN

El cambio climático es uno de los principales desafíos que enfrentan las sociedades contemporáneas como resultado de la constante búsqueda del hombre por satisfacer sus necesidades de bienestar económico y material. Las actividades antropogénicas tales como la agricultura y la ganadería han afectado los ecosistemas, incrementando las emisiones de dióxido de carbono, óxido nitroso y metano, los gases de efecto invernadero que son los causantes del calentamiento de la atmósfera terrestre. El cambio climático, que se manifiesta en la forma de sequías prolongadas, inundaciones, heladas y demás fenómenos ambientales extremos, está afectando severamente la producción agropecuaria, provocando pérdidas económicas considerables en prácticamente todos los estados del país. El Gobierno de la República y los gobiernos estatales han adquirido compromisos y diseñado planes y estrategias para enfrentar el cambio climático, pero para ponerlos en acción se requiere de investigación científica que cuantifique con precisión las emisiones provenientes de diversas fuentes (industria, sector agropecuario, servicios). Es necesario diseñar estrategias que incrementen la captura de carbono y de nitrógeno en los agroecosistemas, así como que se reduzcan las emisiones de metano y óxido nitroso de origen agropecuario. Por lo anterior, es necesario crear alternativas de mejoramiento de la producción de alimentos en los trópicos, encaminados al logro de la soberanía y seguridad alimentaria del país, e implementar innovaciones que contribuyan al incremento del valor agregado de los alimentos y a la generación de riqueza en el sector rural del país, que demanda la incorporación de tecnologías que lo revitalicen ante las presiones de la globalización de la economía en una sociedad planetaria dominada por el conocimiento. Ante esta inquietud y con el apoyo del CONACYT y la Fundación Produce Michoacán se iniciaron los trabajos en el Laboratorio de Cambio Climático y Ganadería (LACCLIGA) en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán. El LACCLIGA cuenta con instrumentación de precisión para cuantificar los impactos de los sistemas de producción ganadera sobre el ambiente; a través de la medición de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) tales como el metano [$CH_4$]; también se podrán evaluar las estrategias para la mitigación de éste, con el propósito de reducir su impacto en el ambiente, e incrementar la eficiencia energética de la producción ganadera en razón de los enormes retos que enfrenta el país para cubrir la creciente demanda de la población por alimentos de origen animal (carne y leche). El presente documento describe en forma sucinta el proceso de construcción de cámaras de respiración de circuito abierto para bovinos y los primeros resultados *in vivo* en México de reducción del metano eructado por bovinos alimentados con pasto tropical y forraje de *Leucaena leucocephala*. La información contenida podría servir de referencia para contribuir al establecimiento de políticas públicas que conduzcan a la determinación de los inventarios de metano provenientes de las especies rumiantes

en el país, que hoy día son estimados a través de las ecuaciones propuestas por el International Panel on Climate Change (IPCC).

## INTRODUCCIÓN

La producción ganadera es una actividad económica importante que proporciona alimentos (carne y leche) y subproductos para el consumo humano. La demanda mundial de proteínas animales irá aumentando paralelamente al crecimiento de la población. Por consiguiente, la producción animal desempeña y seguirá desempeñando un papel clave en el suministro alimentario. Por otra parte, la ganadería en cualquiera de sus modelos (intensivo o extensivo) puede presionar la disponibilidad de los recursos naturales, puede provocar deterioro ambiental a través de la contaminación del agua (ríos, mares y lagos), la deforestación, la pérdida de la biodiversidad y la liberación a la atmósfera de gases potencialmente nocivos conocidos como gases de efecto invernadero (GEI) que están contribuyendo al calentamiento global. Los principales GEI son el dióxido de carbono ($CO_2$), el metano ($CH_4$) y el óxido nitroso ($N_2O$), estos gases incrementan la temperatura de la atmósfera generando un aumento en la temperatura de la tierra, la cual se estima que será medio grado centígrado mayor para el año 2030 (Knapp *et al*., 2014; Leng, 2014).

El paulatino aumento en la temperatura de la tierra, causado principalmente por la intensificación del efecto invernadero el cual es el resultado del aumento en las emisiones de gases provenientes de las actividades humanas (ganadería, agricultura, transporte y uso del petróleo). El incremento de la población tanto humana como de rumiantes traerá como consecuencia el aumento de las emisiones de GEI como el metano, en países como México el cual se ha comprometido ante la comunidad internacional a reducir sus emisiones (Acuerdo de Durban), instrumentando mecanismos nacionales como la Ley General de Cambio Climático y la Estrategia Nacional de Cambio Climático con el propósito de implementar mejores prácticas agropecuarias, reducir las emisiones de contaminantes climáticos y propiciar cobeneficios en la salud y el bienestar de la población, y mejorar los mecanismos de adaptación al cambio climático; por medio de la generación de información indispensable para atender el tema ambiental. Ante esta perspectiva se pretende contribuir a establecer las bases de una metodología estándar para la determinación de las emisiones de metano *in vivo* en rumiantes bajo las condiciones del trópico.

### Ganaderia y medio ambiente

En la actualidad la ganadería es la actividad humana que mayor impacto tiene sobre el ambiente. La FAO indica que la ganadería ocupa casi el 30% de la superficie terrestre y el 70% de los suelos agrícolas están cubiertos por pastizales, de tal manera la ganadería ocupa una tercera parte de la superficie terrestre para la producción de forrajes. En México la superficie de praderas corresponde al 50% del territorio nacional y anualmente se deforestan 260 mil hectáreas de bosques y selvas que se convierten en praderas para la producción ganadera. El principal ejemplo a nivel mundial de la pérdida forestal, está en la Amazonía donde el 70% de los bosques talados han sido convertidos en praderas y cultivos forrajeros para la alimentación del ganado.

Además de la deforestación, la ganadería es responsable de la compactación y el sobre pastoreo de los suelos y pastizales a consecuencia del número excesivo de animales mantenidos por hectárea lo cual provoca una degradación del 20% de los pastizales, disminución del aire en el subsuelo, reducción del crecimiento de las raíces, disminución de la filtración del agua, erosión y desertificación. Adicionalmente, de manera directa o indirecta se contamina el agua por efecto de las aguas residuales que se generan en los establos y que se vierten directamente al subsuelo sin tratamiento previo.

La producción ganadera figura entre los sectores más perjudiciales para el recurso hídrico, contribuyendo a su contaminación (eutrofización, nitrificación, etc.). Los principales contaminantes son los antibióticos y antiparasitarios que se usan en los animales, específicamente los garrapaticidas como las ivermectinas las cuales son utilizadas en el tratamiento de los animales, otra fuente de contaminación son los fitoquímicos utilizados para el control de plagas y malezas en las pasturas.

La pérdida de la diversidad biológica por efecto de la ganadería es un problema alarmante a nivel mundial y es resultado de la utilización irracional y la destrucción de los hábitats de otras especies, un ejemplo de ello en México es la reducción de las poblaciones de jaguares y tapires, las cuales se encuentran amenazadas por la expansión ganadera.

Por otro lado, la producción agropecuaria, y especialmente la ganadería con rumiantes, está estrechamente relacionada con el calentamiento global del planeta porque es la actividad humana que más influye sobre el cambio climático después del sector energético, y de acuerdo con la FAO, aporta un 18% de los gases de efecto invernadero emitidos a la atmósfera, siendo los rumiantes los que más contribuyen sobre todo con dióxido de carbono y el metano (Figura 1). El incremento en las emisiones de metano provenientes de la ganadería con rumiantes se vincula con un aumento en la población de animales a consecuencia de una elevación en la demanda de alimentos de origen animal (carne y leche) debido al crecimiento de la población humana.

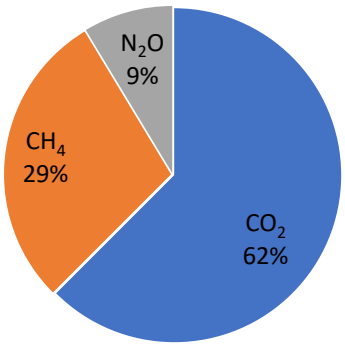



**Figura 1.** Contribución de los rumiantes a las emisiones de GEI.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

El gas metano es uno de los subproductos de la fermentación anaeróbica de los alimentos en el rumen de las especies rumiantes, y junto con el dióxido de carbono y el óxido nitroso representan los principales GEI producidos por los rumiantes (Cuadro 1). Anualmente se producen en el mundo 80 millones de toneladas de metano, siendo los rumiantes responsables del 30% de estas emisiones con un potencial de calentamiento 25 veces superior al del dióxido de carbono y un periodo de vida de 12 años. Además de su efecto en el ambiente, el metano representa una pérdida de energía del alimento consumido por el animal y por lo tanto es una expresión de ineficiencia en la producción. Esta pérdida de energía debida a su conversión en metano puede fluctuar del 5 a 18 % de la energía total consumida por los rumiantes.

**Cuadro 1**. Potencial de calentamiento y concentración atmosférica de los principales gases de efecto invernadero por fuente de emisión.

| Gas | Fuentes | Potencial de calentamiento | Concentración en la atmósfera |
|---|---|---|---|
| $CO_2$ | Combustibles fósiles, fábricas y deforestación | 1 | 60 |
| $CH_4$ | Rumiantes, cultivos de arroz y gas natural | 23 | 23 |
| $N_2O$ | Suelos, fertilizantes, heces, orina | 310 | 6 |

$CO_2$; dióxido de carbono: $CH_4$; metano: $N_2O$; óxido nitroso.

## Mitigación de las emisiones de metano en rumiantes

En las regiones tropicales, la ganadería con rumiantes se basa en el pastoreo de gramíneas que se caracterizan por ser debaja calidad nutricional (bajo contenido de proteína y alta cantidad de fibra) en determinadas épocas del año (secas) lo cual provoca un aumento en la producción de metano en el rumen (Cuadro 2), a diferencia de los rumiantes alimentados con raciones altas en granos (concentrados) en los cuales la producción de metano ruminal es menor. Con el propósito de reducir estas emisiones de metano se han utilizado diversas estrategias en la alimentación, mediante la incorporación de aditivos, antibióticos y levaduras tales como la monénsina sódica y lasolacida. No obstante, su empleo puede comprometer la salud animal, la inocuidad de los alimentos y la economía de los productores. Ante ello se han estado desarrollando recientemente investigaciones con el uso de recursos vegetales alternativos aprovechando la gran diversidad de árboles y arbustos tropicales tales como: *Leucaena leucocephala* (guaje), *Piscidia piscipula, Pithecellobium saman, Guazuma ulmifolia* (guácima), *Enterolobium cyclocarpum* (parota), *Gliricidia sepium, Sesbania sesban, Sapindus saponaria* (jaboncillo) y *Samanea saman;* entre otros, los cuales además de su potencial en la alimentación de los rumiantes, poseen en su follaje y frutos una amplia variedad de compuestos químicos llamados metabolitos secundarios entre los cuales se encuentran las: cumarinas, fenoles, taninos condensados y saponinas, los cuales podrían contribuir a reducir la producción de metano en el rumen de los animales rumiantes.

**Cuadro 2.** Producción de metano en rumiantes en pastoreo.

| Especie | Peso (kg) | Metano (l/d) | Metano (l/año) | kg de metano/año |
|---|---|---|---|---|
| Ovino | 48 | 44.1 | 16 100 | 11.5 |
| Novillo | 470 | 268.4 | 98 000 | 70.0 |
| Vaca | 550 | 454.5 | 165 900 | 118.5 |

Los taninos condensados forman enlaces con las proteínas y los carbohidratos de los alimentos, disminuyendo la fermentación en la panza y con ello la formación de hidrógeno ($H_2$) metabólico, que es usado como sustrato para la reducción del dióxido de carbono a metano por las arqueas. Además, los taninos condensados poseen la capacidad de reducir la población de protozoarios y bacterias de la panza, los cuales son los responsables de la formación del metano en este órgano. Por su parte, las saponinas son compuestos terpenoides abundantes en algunos follajes y frutos de árboles y arbustos tropicales, y actúan modificando la fermentación en el rumen al eliminar parcialmente la población de protozoarios que son los responsables de producir hasta un 39% del metano en la panza (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Potencial de los metabolitos secundarios presentes en el follaje y frutos de los árboles tropicales para la disminución de la producción de metano en la panza de rumiantes.

| Árbol | Metabolito | Especie animal | Reducción del metano (%) |
|---|---|---|---|
| Jaboncillo | Saponinas | Ovinos | 10 |
| Quebracho | Taninos | Bovinos | 27 |
| Guaje | Taninos | Ovinos | 37 |
| Guaje | Taninos | Ovinos | 26 |

En este sentido con la inclusión de *Leucaena leucocephala* a niveles de 35 % en la dieta de rumiantes se ha logrado reducir las emisiones de metano hasta en 14% (Soltan *et al*., 2013). Sin embargo, en otro trabajo al incluir hasta el 27% de *L. leucocephala* no se encontraron diferencias significativas cuando se comparó al control, aunque se observó una reducción del 15.6% la producción de metano (Delgado *et al*., 2014). Similarmente con la inclusión de *L. leucocephala* en 20 y 50% con bovinos mestizos se incrementó la producción de metano en 2% con el cambio de 20 a 50% (Possenti *et al*., 2008).

## RESULTADOS

### Construcción de cámaras de respiración de circuito abierto para la medición de metano entérico en bovinos

Las cámaras de respiración se construyeron en los corrales del Departamento de Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán. Se construyeron dos cámaras de respiración de tamaño suficiente para alojar confortablemente bovinos con rango entre 200 y 400 kg de peso. El diseño de las cámaras estuvo basado en modelos publicados en la literatura (Pinares-Patiño y Waghorn, 2012). La técnica de cámaras de respiración es considerada en la actualidad como la más precisa para la medición de la producción del metano

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

eructado por el ganado rumiante (Gardiner y Coleman, 2013). La cuantificación de las emisiones de metano entérico en la FMVZ-UADY se lleva a cabo por medio de la técnica de cámaras de respiración de circuito abierto (Figura 2).

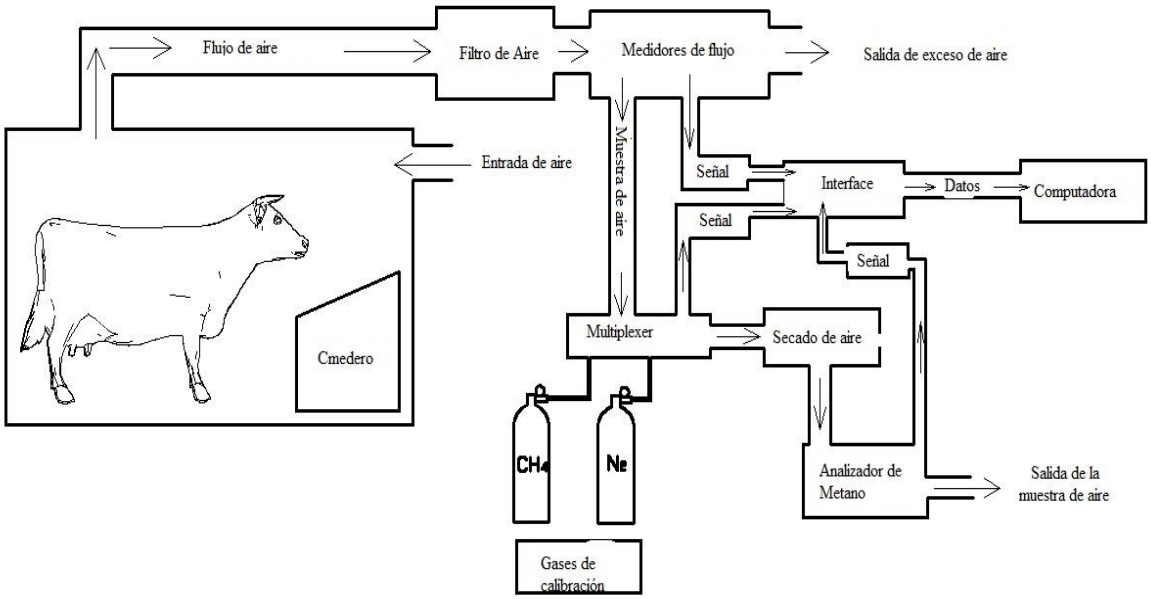



**Figura 2.** Esquema de las cámaras de circuito abierto para la medición de metano eructado por bovinos que fueron construidas en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán en Mérida.

Las cámaras de respiración de circuito abierto construidas consisten de tres partes: 1) cámaras de respiración, 2) unidad de muestreo y análisis de gas metano, y 3) unidad de captura y análisis de datos.

Las cámaras de respiración se diseñaron y construyeron de manera análoga a la de un calorímetro indirecto de circuito abierto (Blaxter, 1962). El calorímetro indirecto de circuito abierto permite el ingreso de aire del exterior a la cámara el cual se mezcla con los gases exhalados por el animal y luego son extraídos por ación de un generador de flujo de masas a través de una salida hasta el analizador de gas metano (infrarrojo) donde se cuantifica la concentración de metano emitido por el animal (McLean y Tobin, 1987). Las cámaras se diseñaron y construyeron alrededor de la base de unas jaulas construidas previamente para estudios de digestión y metabolismo en bovinos. En el diseño se consideró como parte importante el brindar bienestar al animal durante la estancia en el interior. Las cámaras se construyeron de 3.0 m de largo, 2.14 m de alto y 1.44 m de ancho (volumen de 9.97 $m^3$). La base perimetral la cámara se elaboró en dos filas de bloques de concreto de 0.15 m x 0.20 m x 0.40 m. La estructura se construyó con PTR cuadrados de acero de 2" de ancho anclados en cada esquina de la base perimetral. Se utilizaron paños de panel térmico Zelma Kooler ® de 2" de espesor en las paredes laterales (2.0 m x 2.0 m, largo y alto, respectivamente). Los paneles de Zelma Kooler están construidos con lámina galvanizada de calibre 14 en forma de tambor y rellenas de poliuretano (Zelma Kooler de México, S.A. de C.V). Para las paredes laterales frontales se colocaron ventanas de acrílico transparentes de 9 mm de espesor (1.0 m x 2.10 m de largo y alto, respectivamente). Las paredes laterales (derecha e

izquierda) frontal de las cámaras son transparentes para facilitar la visibilidad del animal y evitar el stress. Los paneles térmicos se fijaron con angulares de lámina galvanizada calibre 14; estos angulares fueron fijados a las paredes y estructura metálica de la cámara con tornillos de cabeza hexagonal de 3/8". Antes de unir los angulares a la estructura metálica esta fue protegida con pintura anticorrosiva.

Las puertas de la cámara se construyeron con panel térmico Zelma Kooler®. La puerta delantera mide 2.04 m de alto x 1.26 m de ancho; y la puerta trasera mide 2.74 m de alto x 1.54 m de ancho. Las puertas se fijaron a los marcos (madera cubierta de lámina galvanizada) con dos bisagras de la marca Calce-Laminite® de acero inoxidable. El techo de la cámara fue cubierto con una placa de panel Zelma Kooler®, fijado a la estructura de PTR con tornillos hexagonales de 3/8" y para formar un sellado hermético se aplicó previo a la colocación de la placa, pasta de Duretan® en todas las uniones. Al interior de cada cámara de respiración se cuenta con una jaula metabólica construida con tubo de acero galvanizado de 2" de diámetro de 3.20 m x 1.0 m x 1.80 m (largo, ancho y alto, respectivamente). La parte posterior de la jaula tiene una puerta de contención para protección del animal y del personal de operación. Los comederos de la cámara de respiración se diseñaron para minimizar el desperdicio de alimento; miden 0.90 m de largo, 0.70 m de alto y 0.50 m de ancho. Los comederos se construyeron con angulares de 1.0" y lamina de acero calibre 14. Al frente del comedero una estructura metálica ajustable fue instalada para contener al animal. Para facilitar la operación, las bases de los comederos fueron provistas de ruedas de 0.10 m de diámetro. Se instalaron bebederos tipo tazón (≈ 0.20 m de diámetro); para asegurar el continuo suministro de agua. El flujo continuo de agua se mantiene a través de una instalación hidráulica desde el tanque de almacenamiento en el techo del laboratorio hasta el bebedero de tazón dentro de las cámaras. La temperatura interna de la cámara se controla con un equipo de aire acondicionado con capacidad de 12,000 BTU. La iluminación interna se realiza con lámparas de 50 Watts. La homogenización del aire que ingresa a la cámara con los gases eliminados por el animal ($CO_2$ y $CH_4$) se realiza con un ventilador pequeño.

La humedad del interior de la cámara se controla con un deshumidificador. La presión atmosférica interna de las cámaras es medida con un medidor de presión diferencial. Las uniones de las paredes y techo de la cámara fueron selladas con tres capas de Duretan®. Las puertas sellan herméticamente por la acción de hules de refrigeración colocados en los cuatro márgenes internos de cada puerta; y en el marco de cada puerta se colocó poliflex como aislante. El ingreso de las líneas de alimentación de energía, agua y aire acondicionado, y la salida de línea de lectura de presión diferencial de la cámara ingresan por el techo por un orificio de 2" de diámetro realizado para este fin; el orificio se selló con pasta de Duretan®. Las líneas de desagüe del deshumidificador (PVC de 3/4" de diámetro) y el aire acondicionado salen por un orificio en la base de la cámara a través de un tubo (PVC de ¾").

**Unidades de muestreo y análisis de gas**

La línea de conducción de la muestra de aire hacia el analizador de metano sale en la parte posterior del techo por medio de una manguera industrial roscada de 2" de diámetro. La línea de conducción no tiene empates para prevenir posibles fugas; para evitar la condensación en el interior de la

manguera se aisló de la temperatura y humedad ambiental con una cubierta de Aislaflex® y como protección esta línea fue cubierta con tubo de PVC de 4" de diámetro. Las líneas de conducción de aire hacia los analizadores cuentan con 2 filtros de polvo para prevenir el ingreso de partículas de alimentos y polvo a las líneas, el extremo inicial cuenta con un filtro de fabricación casera (2 capas de malla de 1mm de poro) y al extremo final se une a un filtro de aire (Sable Systems Inc). La unión de los tubos de conducción de aire se sellan en la unión del techo y con el filtro con pasta de Duretan®. La línea de conducción de aire se dirige hasta el interior del laboratorio y se une a una manguera en espiral que ingresa al filtro de aire y este envía la muestra al medidor de flujo (MF) de 50-500 L/min (Flow kit 500, Sable Systems Inc). Inmediatamente la muestra pasa al multiplexer (Sable Systems Inc) el cual envía una muestra de aire al analizador de metano (MA-10 Sable Systems Inc), previo secado del aire en una columna de desecación (sílica gel) y el aire excedente se envía a través de otra manguera al exterior del laboratorio. Antes de realizar mediciones el analizador de metano se calibra en un rango de 0 a 1000 ppm de metano. La calibración del MA-10 se realiza con $N_2$ (99.99% de pureza) y con una mezcla de $N_2$ y $CH_4$ (1000 ppm de metano en la mezcla). Los datos registrados por el MA-10 son enviados a través de señales de voltaje por medio de una interfase a la computadora

**Unidad de captura y análisis de datos**

Los datos de voltaje son procesados en la computadora a través del software Expedata (Sable Systems Inc.). Expedata registra la tasa de flujo de aire en el sistema y la concentración de metano registrado por el MA-10 durante el tiempo de registro de información. Los registros de datos se realizan alternadamente entre la cámara uno, un periodo de 5 minutos de pausa y la cámara dos. El tiempo de medición en cada cámara es de 5 minutos, con toma de muestras cada 10 segundos. La emisión de metano se calcula en base a la producción media de metano por minuto y la tasa de flujo por unidad de tiempo.

El sistema de medición de metano instalado mide de manera simultánea las dos cámaras. La cantidad de metano presente en el ambiente teóricamente en los cálculos los datos se deben corregir; sin embargo, mediciones del nivel de metano en background en nuestras condiciones se determinó que el nivel de metano es insignificante, por lo que esta corrección no se realiza. De manera similar, los datos se corrigen de acuerdo al flujo de salida de aire corregido a temperatura y presión estándar. Similarmente un factor de corrección en el flujo de aire por unidad de tiempo es calculado para corregir los datos. Los periodos de medición, dentro de las cámaras, son de tres días, al finalizar este periodo lo animales son retirados de las cámaras para ingresar nuevos animales.

Ya con las dos cámaras en operación midiendo la produción de metano en forma alternada, se obtuvo una presión barométrica de -370 Pa a los 3 segundos de iniciada la corrida y se mantuvo aproximadamente en ese valor durante toda la prueba con el medidor de flujo de masas graduado a 300 L $min^{-1}$, por lo consiguiente el registro de la concentración de $CH_4$ y el volumen recuperado fue considerado satisfactorio, en la segunda cámara se obtuvieron resultados similares con el mismo alimento y toro, se ha mencionado que la producción de metano varía durante el periodo de medición (23 horas) habiendo picos máximos de producción lo cual obedece a la cinética de la

fermentación del carbohidrato consumido en el rumen. Se realizó una serie de mediciones entre la cámara dos (la más distante del laboratorio y del medidor de flujo de masas) y el aire ambiental y se determinó que el tiempo de purga entre el multiplexer y analizador de $CH_4$ para el registro de las concentraciones de cada cámara era de 8 minutos. Con las mediciones anteriores, se estableció que el tiempo de medición de la producción de $CH_4$ realizado en los toros de la raza Nelore sería de 23 horas con el registro de las muestras de cada cámara de 25 minutos con 150 muestras y 10 minutos de pausa para la purga del aire en las líneas. El aire del ambiente (background), no se registra por ser insignificante y no se consideró en los cálculos. Los resultados de producción de metano en las cámaras de respiración recién construidas son comparables a los reportados por otros autores con una producción de $CH_4$ de 151.9 L/día o 29.3 L $CH_4$/kg de MS con pastos tropicales. Kurihara *et al*. (1999) encontraron una producción de 363.9 L $CH_4$/día y 50 L $CH_4$/kg de MS, mientras que Hales et al. (2014) encontraron una producción de 68.5 L $CH_4$/día o 10.9 L $CH_4$/kg de MS, en novillos de 322 kg de peso alimentados con granos.

**Producción de metano entérico en bovinos alimentados con proporciones crecientes de forraje de *Leucaena leucocephala* mezclado con pasto *Pennisetum purpureum*.**

En las regiones tropicales de México existen una gran variedad de árboles y arbustos entre ellos: *Leucaena leucocephala, Lysiloma latisiliquum, Enterolobium cyclocarpum, Acacia pennatula* y *Guazuma ulmifolia* entre otras. Esta gran diversidad de especies arbóreas y arbustivas tienen un alto potencial en la alimentación de rumiantes (Ku *et al.*, 2000) debido a su buen contenido de proteína cruda y su aceptable digestibilidad (PC, 16-26% de la MS y digestibilidad promedio de 650 g/kg de MS). Adicionalmente a su alto valor nutricional los árboles tropicales contienen una variedad de metabolitos secundarios (Goel *et al*., 2008; Soliva *et al*., 2008) tales como los taninos condensados y las saponinas.

En este sentido la *L. leucocephala* es una arbórea multipropósito con alto contenido de proteína cruda, una concentración de 1.5-4.0% de taninos condensados y una digestibilidad superior al 60%.

En toros en crecimiento pastoreando un sistema silvopastoril con una densidad de siembra superior a 25,000 plantas $ha^{-1}$, y con un consumo estimado del 40% de la ración, se ha logrado una ganancia diaria de peso de 760 g/cabeza/día (Mayo-Eusebio, 2013), a diferencia de animales alimentados con solo pasto en los cuales se obtiene ganancias promedios de 300-400 g/cabeza/día bajo condiciones de pastoreo de monocultivos en sistemas ganaderos extensivos (Molina *et al.*, 1976).

Este aumento en la ganancia de peso puede deberse a la alta concentración de proteína cruda y a la concentración de taninos condensados los cuales crean complejos tanino-proteína, favoreciendo el paso de proteína alimentaria al duodeno donde son absorbidos los amino ácidos y a la reducción en las pérdidas de energía como gas metano.

Algunos autores han mencionado que la *Leucaena leucocephala* tiene efecto en la reducción en las emisiones de metano entérico. Dias-Moreira *et al*. (2013) observaron que al incluir 40 g/kg de taninos condensados de *L. leucocephala* en la ración de ovinos Santa Inés se logró disminuir en un

26% las emisiones de metano en comparación de animales alimentados con sorgo, pasto y otra leguminosa, por otra parte, Soltan *et al* (2013) indicaron que con la inclusión de 35% de *Leucaena leucocephala* en la ración las emisiones de metano se reducen en un 14%.

Se llevó a cabo un experimento con cinco vaquillas de alrededor de 350 kg de peso que fueron alojadas secuencialmente en cámaras de respiración de circuito abierto para la medición cuantitativa del metano eructado. Los bovinos fueron alimentados con mezclas de pasto *Pennisetum purpureum* y porcentajes crecientes (0, 20, 40, 60 y 80%; base seca) de forraje picado de *Leucaena leucocephala*. El Cuadro 4 resume los resultados principales referentes a la reducción de la producción de metano en el rumen. El Cuadro 4 indica que la tasa de emisión de metano cuando las vaquillas fueron alimentadas con solo pasto fue de 14.9 g $kg^{-1}$ de materia seca, pero cuando se incluyó 20% de follaje de leucaena en la ración, esta tasa se redujo a 10.5 g $kg^{-1}$ de materia seca (equivalente a un 29.5% de reducción). Cuando se incluyó 40% de follaje de leucaena en la ración, la tasa se redujo aún más hasta 8.7 g $kg^{-1}$ de materia seca, equivalente a un 41.6% de reducción. El Cuadro 4 muestra también las pérdidas de metano en base diaria o en base anual, así como los porcentajes de reducción. La incorporación de porcentajes crecientes (0, 20, 40, 60 y 80 %) de *L. leucocephala* en la ración no afectó negativamente el consumo total de materia seca consumida (6.88, 7.16, 7.08, 6.99 y 6.91 kg de materia seca por día; Cuadro 4) de las vacas. Esto pudo haber sido influenciado por el menor consumo de FDN (fibra detergente neutro) en la *L. leucocephala* (571 g $kg^{-1}$ de MS) en comparación con el pasto *Pennisetum purpureum* (698 g $kg^{-1}$ de MS). Se observa que los niveles de inclusión de *L. leucocephala* (20, 40, 60 y 80 % de la MS ofrecida) tienen la capacidad de reducir las emisiones de $CH_4$ entérico (Cuadro 4) con una tendencia lineal al nivel de incorporación de la leguminosa en la ración (Figura 3), observándose una reducción de 63.10% con el nivel máximo (80%) de *L. leucocephala* con respecto al tratamiento con sólo pasto (100% de pasto *P. purpureum*).

**Cuadro 4.** Efecto del porcentaje de inclusión de Leucaena leucocephala mezclada con pasto de Pennisetum purpureum sobre las emisiones de metano en bovinos medidas en cámaras de respiración de circuito abierto.

| | Porcentaje de incorporación de *Leucaena leucocephala* en la mezcla con pasto de *Pennisetum purpureum* (base seca) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Variables | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | EE |
| Consumo de materia seca (kg/día) | 6.88 | 7.16 | 7.08 | 6.99 | 6.91 | 0.12 |
| Consumo de materia seac (% del peso vivo) | 2.34 | 2.40 | 2.42 | 2.37 | 2.32 | 0.04 |
| Producción de $CH_4$ (g/día) | 98.10 | 72.30 | 62.40 | 53.50 | 38.20 | 22.39 |
| Producción de $CH_4$ (g/kg de MS) | 14.90 | 10.50 | 8.70 | 7.50 | 5.50 | 3.56 |
| Producción de $CH_4$ (kg/año) | 35.80 | 26.40 | 22.80 | 19.50 | 13.90 | 8.19 |
| Energía perdida como $CH_4$ (MJ/día)* | 5.4 | 4.0 | 3.4 | 3.0 | 2.1 | 1.2 |
| Energía perdida como $CH_4$ por año (MJ) | 1976.9 | 1457.8 | 1259.0 | 1076.8 | 767.6 | 452.14 |
| Porcentaje de reducción del metano | 0.00 | 29.50 | 41.60 | 49.70 | 63.10 | 23.92 |

Asumiendo que un kg de $CH_4$ tiene un calor de combustión de 55.22 MJ (Brouwer, 1965).

Estos resultados evidencian el potencial de los sistemas silvopastoriles para contribuir hacia el desarrollo de una ganadería tropical menos agresiva con el ambiente y enfatiza los servicios

ambientales que el silvopastoralismo ofrece. La reducción observada en la producción de metano entérico puede estar influenciada por el aumento en el consumo de taninos condensados los cuales crean complejos con las proteínas y los carbohidratos estructurales reduciendo la digestibilidad o bien debido al menor contenido de fibra detergente neutra consumida conforme se incrementa el nivel de *L. leucocephala* en la ración.

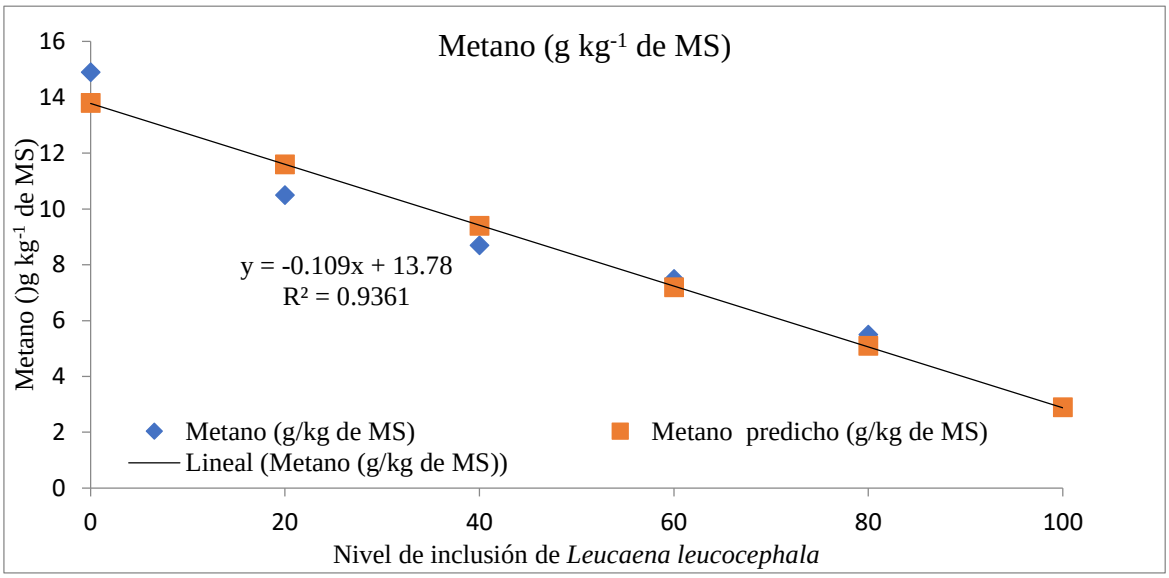



**Figura 3**. Efecto de cantidades crecientes de follaje de *L. leucocephala* mezclado con pasto picado de *Pennisetum purpureum* en la ración sobre las emisiones de metano entérico en bovinos en México.

Esta información coincide con aquella reportada la literatura científica actual en la cual en diversos trabajos se ha encontrado una reducción en las emisiones de $CH_4$ entérico cuando la *Leucaena leucocephala* es incluida en la ración. En este sentido Delgado et al. (2012) determinaron que al incluir 27% de *L. leucocephala* en la ración de ovinos, la producción de $CH_4$ disminuyó en un 15.6%. Possenti *et al*. (2008) mencionaron que la inclusión de 50% de *leucaena* redujo en un 13% las emisiones de $CH_4$ en bovinos alimentados con *Cynodon dactylon*.

En Australia, Kennedy y Charmley (2012) encontraron que al incluir 22 y 44% de *L. leucocephala* en la ración de bovinos, las emisiones de $CH_4$ entérico se redujeron en 13.39 y 20.53% respectivamente en relación a bovinos alimentados con pastos de mediana calidad como el *Cenchrus ciliaris* (Buffel).

## CONCLUSIONES

La incorporación de cantidades crecientes del follaje de *Leucaena leucocephala* a una ración basal de pasto *Pennisetum purpureum* en ganado bovino, tiene la capacidad de disminuir gradualmente la producción de $CH_4$ entérico sin afectar el consumo de materia seca de la ración total. Con base en los resultados obtenidos a la fecha en experimentos *in vivo* en cámaras de respiración de circuito abierto en la FMVZ-UADY (Mérida, Yucatán) con bovinos, se puede concluir que es posible que las mezclas de pastos tropicales con *Leucaena leucocephala* en sistemas silvopastoriles resulten en

una menor tasa de producción de metano por kg de materia seca consumida comparados con aquella obtenida en sistemas extensivos de producción bovina (pastos en monocultivo) en las regiones tropicales de México.

## LITERATURA CITADA

Delgado, D. C., J. Galindo, R. González, N. González and I. L. Dihigo. 2012. Feeding of tropical trees and shrub foliages as a strategy to reduce ruminal methanogenesis: studies conducted in Cuba. Tropical Animal Health and Production 44: 1097.

Dias-Moreira, G., P. M. Tavares-Lima, B. Oliveira-Borge, O. Primavesi, C. Longo, C. McManu, A. Abdalla and H. Louvandini. 2013. Tropical tanniniferous legumes used as an option to mitigate sheep enteric methane emission. Tropical Animal Health and Production 45: 879-882.

Gardiner, T. D. and M. D. Coleman. 2013. Metrological assessment of the absolute accuracy of methane emission measurements from livestock chambers in the UK. Proceedings of the 5th Greenhouse Gases and Animal Agriculture Conference (GGAA 2013) held in Dublin, Ireland. June 2013. Advances in Animal Biosciences. 4: 480.

Goel, G. and H. P. S. Makkar. 2012. Methane mitigation from ruminants using tannins and saponins. Tropical Animal Health and Production 4: 729-739.

Kennedy, P. M. and E. Charmley. 2012. Methane yields from Brahman cattle fed tropical grasses and legumes. Animal Production Science 52: 225-239.

Knapp, J. R., G. L. Laur, P. A. Vadas, W. P. Weiss and J. M. Tricarico. 2014. Enteric methane in dairy cattle production: Quantifying the opportunities and impact of reducing emissions. Journal of Dairy Science 97: 3231-3261.

Ku-Vera, J. C., C. Ramírez, G. Jiménez, J. Alayón y L. Ramírez. 2000. Árboles y arbustos para la producción animal en el trópico mexicano. Conferencia electrónica. FAO. Disponible: http//: www. fao.org/wa/su/ 02 apr.

Possenti, R. A., R. Franzolin, E. A. Schammas, J. J. A. A. Demarchi, R. T. S. Frighetto & M. A. Lima. 2008. Efeitos de dietas contend *Leucaena leucocephala* e *Saccharomyces cerevisiae* sobre a fermentação ruminal e a emissão de gás metano em bovinos. Revista Brasileira de Zootechnia 37: 1509-1516.

Soliva, C. R., A. B. Zeleke, C. Clement, H. D. Hess, V. Fievez and M. Kreuzer. 2008. *In vitro* screening of various tropical foliages, seeds, fruits and medicinal plants for low methane and high ammonia generating potentials in the rumen. Animal Feed Science and Technology 147: 53-71.

Soltan, Y. A., A. S. Morsy, S. M. A. R. Sallam, C. Lucas, H. Louvandini, M. Kreuzer and A. L. Abdalla. 2013. Contribution of condensed tannins and mimosine to the methane mitigation caused by feeding *Leucaena leucocephala*. Archives of Animal Nutrition 63: 169-184.

Steinfeld, H., T. Wassenaar and S. Jutzi. 2006. Livestock production systems in developing countries: status, drivers and trends. Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz. 25: 505-516.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# LA PRODUCCIÓN CAPRINA EN OAXACA, PRESENTE Y POSIBILIDADES DE DESARROLLO

# [THE GOAT PRODUCTION IN OAXACA, PRESENT AND DEVELOPMENT POSSIBILITIES]

**Arturo Ángel Trejo González, Melba Mariana Martínez Puebla**

Universidad Nacional Autónoma de México.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la caprinocultura en México se ha desarrollado de manera importante por lo que el gobierno federal y algunos estatales la han considerado como parte importante del desarrollo agropecuario. Aunque la cabra ha estado presente en el país desde el siglo XVI recientemente se han venido reconociendo las ventajas productivas que representa la cría de cabras, aunque tradicionalmente han estado en manos de los productores más marginados, de bajos recursos económicos y alejados de los beneficios de la asistencia técnica, debido a su promoción en los mercados actualmente se distinguen tres tipos de productores: sector social o de subsistencia, empresarial y de transición, con diferente grado de tecnificación y productividad. (Cuéllar *et al*., 2012; Martínez, 2019).

### La producción caprina oaxaqueña en números

Oaxaca ocupa el segundo lugar en cabezas de ganado caprino, solamente superado por el estado de puebla, su inventario es de 1250869 cabras, que representa el 14.4% del inventario nacional.

En cuanto a la producción de carne, el estado de Oaxaca es el quinto productor nacional, considerando que es el segundo en cabezas, se aprecia que algo anda mal en cuanto a sus sistemas de producción. En lo referente a leche caprina el estado de Oaxaca no figura, considerándose que la cantidad es mínima ocupando los últimos lugares. De estas cifras se infiere que Oaxaca tiene potencial caprino, que debe ser apoyado responsablemente para incrementar su producción y por ende el nivel de vida de sus habitantes.

## SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Los sistemas de producción caprinos son muy variados, reciben poca atención técnica, lo que los coloca con poca asimilación de tecnología y en general con problemas sanitarios que frenan la producción. Los sistemas de producción caprina, dependen de varios factores, tales como el clima, la disponibilidad de alimento, el tipo y calidad de terreno disponible, número de cabras en el rebaño, y canales de comercialización entre otros. Los principales sistemas de producción de cabras existentes en México y Oaxaca no es la excepción se pueden clasificar en:

**Sistemas extensivos**

Los sistemas extensivos se basan en la utilización de razas poco mejoradas, capaces de aprovechar los recursos naturales mediante el pastoreo. En general los animales están adaptados a los factores limitantes y ecológicos del medio en el que se desarrollan, son los que utilizan los terrenos menos productivos, no aptos para actividades agrícolas y forestales y generalmente no disponen de otras fuentes de alimentos por lo que emplean grandes extensiones de terreno. Es común en ellos el sobrepastoreo, que ha causado una degradación del suelo y de la vegetación. Su principal limitante es el agua, tanto de bebida como de lluvias, lo que ocasiona a su vez que los recursos alimentarios sean escasos, al faltar la asistencia técnica los productores no conservan alimento que es abundante en las temporadas favorables. Todo esto limita la producción de leche que es el principal ingreso de los criadores de cabras. Estos sistemas son los más numerosos en el país y generalmente están orientados a producir carne en las zonas áridas, semiáridas y del trópico seco.

**Sistemas semi-intensivos, mixtos, intermedios o semiestabulados**

Los sistemas semi-intensivos suelen encontrarse en regiones con mayor productividad agrícola, particularmente en los climas templados. Donde en las diferentes épocas del año se combinan el pastoreo con la alimentación en pesebre con suplementación de cereales y sales minerales. El objetivo de estas unidades de producción es la leche, que la mayoría de las veces se vende a acopiadores a precios bajos en relación al valor agregado que recibirá y a los costos de producción,

**Sistemas intensivos**

Estos sistemas requieren la estabulación total de los animales, emplean mucho capital y poco terreno, con una administración eficiente y alta tecnificación con altos costos de producción. Se utilizan dietas balanceadas y algunos productores poseen terrenos de riego para la producción de forrajes. En este sistema la producción principal es: la leche, la crianza de animales para pie de cría y animales de desecho.

**El sistema de granjas familiares**

En la producción caprina están surgiendo sistemas de producción semi-empresariales que son atendidos por un núcleo familiar, los animales reciben una alimentación aceptable la mayor parte del año, el principal objetivo de estas unidades es la transformación de sus propios productos obteniendo así un valor agregado, en una evaluación económica tradicional asignando un salario a cada participante en apariencia no son rentables, pero considerando el ingreso familiar neto, es suficiente para que una familia de 4 o 5 miembros viva decorosamente.

**El sistema tradicional, de autoconsumo, o de traspatio**

Como su nombre lo dice, son animales que se tienen en una casa, se alimentan con esquilmos agrícolas y residuos de la alimentación de humanos. No constituyen un ingreso constante y

duradero, sin embargo, el animal puede ser aprovechado o vendido cuando las condiciones ya sean sociales o económicas así lo requieran.

## PRODUCTOS

**Los productos caprinos son muy variados:**

Leche y sus derivados: Quesos, dulces, yogurt, helados, jabones, entre otros. Sin embargo, Oaxaca salvo algunas iniciativas particulares no produce ni transforma leche de cabra, si bien es cierto que, el grueso de cabras, se sitúan en la Mixteca un territorio difícil árido y semi-árido, el resto del estado puede ser poblado por cabras bajo la debida asesoría técnica.

Carne y sus derivados: La mayoría de las cabras oaxaqueñas se destinan a la producción de carne, son mundialmente conocidos el mole de cadera, el chito que es una carne seca y los chicharrones de cabra, Pero al productor se le paga a precios bajos y en períodos de tiempo largos lo cual es perjudicial para su economía. Sin descuidar la cultura y las tradiciones puede explotarse los nichos de cortes selectos de carne, la birria como empresa familiar y los embutidos que tienen la ventaja de que además de tener buen sabor son bajos en grasa y esto puede constituir una línea de carne caprina con sello de calidad Oaxaca.

**Recursos forrajeros**

El estado de Oaxaca tiene una gran diversidad en ecosistemas debido a su orografía se encuentra dividido en ocho regiones: Cañada, Costa, Istmo, Mixteca, Región Cuenca del Papaloapan, Sierra Sur, Sierra Norte y los Valles Centrales. Cada región es rica en diversidad biológica, existen varios nichos para la cría de cabras ya que esta especie se adapta prácticamente a todos los climas, el clima, la disponibilidad de alimentos y los canales de comercialización determinan los diferentes sistemas de producción. Las ocho regiones muestran una vegetación variada.

La región de la Cañada tiene bosque tropical caducifolio, bosque espinoso, bosque de encino, pastizal, matorral xerófilo, pino carrasco, ahuehuete, hierba de conejo, guaje y árnica.

Para la región de la Costa se presenta un ambiente de trópico seco, similar a casi toda la vertiente del pacifico, por lo que la vegetación predominante es la selva baja caducifolia, presentándose también bosques de pino y encino. El estrato herbáceo y arbustivo es abundante en la época de lluvias, que es cuando retoñan y germinan muchas especies de hierbas, pero es escaso en la temporada de seca. Rzedowski (1978). Los principales árboles de la región son el Palo mulato, el copal, el cuachanalá, el otatil, el zampantle o colorin, el cacahuananche, el papayón entre otros, muchos de ellos comestibles.

En la región del Istmo predominan el bosque de galería, el matorral espinoso que puede ser aprovechado por las cabras, matorral xerófilo, sabana y selva caducifolia. Pérez, et al., 2001)

La cuenca del Papaloapan. En esta región privilegiada tiene un clima cálido- húmedo con temperaturas alrededor de los 24. 6º C y un promedio de precipitación anual de 2307 mililitros. Es una región con flora variada y exuberante vegetación, pues cuenta con amate, higo, guapinol, caoba, roble, cedro, lináloe, palma, ceiba y hormiguillo. Tiene una alta producción de caña de azúcar y productos frutícolas, como lo son el plátano, mango, piña, aguacate, malanga, diversas clases de cítricos, plantíos de hule; además de granos como lo son el arroz y café. También sobresale la producción frijol y maíz. La ganadería es otra de las actividades importantes del municipio, debido a la gran cantidad de pastos naturales que permite el pastoreo y cría de ganado en forma sencilla y eficiente. En la ganadería de Destaca la producción del ganado bovino y la cría de aves de corral. Se encuentran numerosos ranchos donde se crían ganado Cebú, Suizo y Criollos, y donde existen también equinos, cabríos y porcinos.

La región de la Sierra Sur. Esta región tiene temperaturas promedio entre 12 y 23° C, Son ecosistemas de subhúmedos a templado húmedos, con una precipitación anual entre 600 y 1,000 mm. Abundan los encinos que producen bellotas que son un alimento excelente para las cabras. Encino barcino (*Quercus magnoliifolia*), Encino blanco (*Quercuscandicans*), Encino colorado (*Quercus castanea*), Encino cucharo (*Quercus urbanii*), Encino laurelillo (*Quercus laurina*), Encino quebracho (*Quercus rugosa*), Encino prieto (*Quercus laeta, Quercus glaucoides*), Encino tesmilillo (*Quercus crassipes*), Escobillo (*Quercus mexicana*), Roble (*Quercus crassifolia*) y Encino rojo (*Quercusscytophylla*). También existen pastizales inducidos en zonas perturbadas, estas áreas pueden ser aprovechadas por las cabras al igual que los bosques con un pastoreo racional. (Castillo *et al.*, 2016)

Región Mixteca. Los climas predominantes son templados subhúmedos, característicos de las montañas de México, aunque existen también los templados semi-secos (García, 1988). Los tipos de vegetación sobresalientes en la zona, siguiendo la clasificación de Rzedowski (1978), son los bosques de Pinus y Quercus, matorrales xerófilos), palmares y pequeñas áreas con bosque tropical caducifolio y bosque mesófilo de montaña. En los bosques de Quercus se encuentran Quercus magnoliifolia, Q. castanea, Q. affinis, Q. urbanii, Q. rugosa, Q. laurina, Q. acutifolia, también se localizan pastizales secundarios de pequeñas extensiones, en cuya composición intervienen gramíneas, ciperáceas y pequeñas hierbas anuales, entre las que están: Muhlenbergia spp., Stipa spp., Abildgaardia mexicana, Aristida barbata, Bouteloua curtipendula y Lycurusphleoides. Hacia el Valle de Tehuacán se halla el bosque tropical caducifolio dominado por especies de Bursera, Acacia, Leucaena, Lysiloma, Wimmeria, Ceiba y Pachycereus. (García, 1994).

La Sierra Norte de Oaxaca es un lugar rico en flora y se cataloga como una de las áreas naturales mejor conservadas de México. En la Sierra de Juárez se dan varios climas, como son seco y semiseco, cálido húmedo, templado húmedo y templado subhúmedo. El clima seco y semiseco constituye los bosques bajos de encino, los matorrales y la selva baja caducifolia. Los climas templados subhúmedos y húmedos constituyen los vastos bosques de pino-encino, de pino y de pino-abeto que cubren gran parte de la Sierra Juárez. Estos boques se distinguen por presencia de pinos (*Pinus spp.*), encinos (*Quercus spp.*), En las laderas de la Sierra Juárez que bajan hacia la planicie del Golfo de México entre 1400 y 2250 msnm, en la transición entre templado húmedo y cálido húmedo se encuentra el bosque mesofilo de montaña o bosque nublado. Estos bosques se

distinguen por alto riqueza en especies. Estos bosques casi siempre están cubiertos con densa neblina. En estos bosques se produce una de las leches de mejor calidad debido a la variedad de plantas que se consumen son ricas en sabores. En la sierra se producen, como en el resto de Oaxaca, frijol, maíz y calabaza. En áreas templadas se producen frutos como pera, manzana, durazno, y membrillo, y en algunas áreas también se producen productos como el trigo, la papa y el haba. (Rzedowski, 1978). Dado que en esta área está progresando el turismo, es importante señalar que los productos de cabra suelen ser muy apreciados.

Los Valles Centrales es una región constituida por tres valles de altura: el valle de Etla, el de Tlacolula y el de Zimatlán-Zaachila-Ocotlán. La longitud de los valles oscila entre 20 y 30 km, formados por terrenos planos y semiplanos que separan la Sierra Madre del Sur de la Sierra Madre de Oaxaca. La vegetación dominante es de tipo xerófita, asociada al chaparral, especialmente guamúchiles, mezquites, cactáceas, agaves y pastos. En las regiones de tipo subárido, existe vegetación caducifolia: fresnos, zapotes y amate. El clima de la región es templado subhúmedo, en invierno prácticamente no llueve. La temperatura promedio oscila entre 18° y 22° C. El promedio de precipitación pluvial es de 600 mm, aunque hay años de mucha sequía lo que explica el interés de los campesinos en la perforación de pozos y obras destinadas a retener el agua. El uso del suelo en los Valles Centrales está destinado básicamente a tres actividades: la agricultura de autoconsumo y comercial; el pastoreo agrícola de caprinos y la recolección. (Gamlin, 2011).

**Conservación de forrajes**

El mayor problema de la producción animal incluyendo a las cabras en el país es la nutrición de los animales, en la encuesta PROGAN publicada (Cuéllar *et al*., 20012) el 82.3% de los productores declaró manejar sus animales en un modelo de pastoreo diurno, con encierro nocturno; el 13.4% indica que su ganado permanece estabulado y se alimenta a pesebre, y casi un 4% emplea pastoreo controlado. Estos datos son coherentes con el tamaño reducido de los terrenos controlados disponibles (en propiedad o renta). El 13.4% de los criadores de cabras informó que mantenían a sus animales en estabulación total. Algunos productores caprinos, ante la carencia de áreas de pastoreo, mantienen a sus animales en confinamiento, lo cual es, en la mayoría de los casos, un sistema poco rentable por los elevados costos de los insumos alimenticios. La orientación hacia la producción de leche es la única que justifica la estabulación del ganado; muchos productores utilizan animales de razas lecheras especializadas, que no están acostumbrados al agostadero y que presentan altos requerimientos nutritivos, que sólo se cumplen cuando el productor ofrece una buena alimentación en el corral. Muy pocos productores entrevistados (3.8%) utilizan el pastoreo controlado como sistema de alimentación. Lo anterior obliga a poseer medianas o grandes extensiones de terreno, a realizar una inversión en semillas, fertilizantes y mano de obra y, desde luego, a estar abastecido de suficiente agua para el riego. Esta modesta proporción es un indicador de que la mayoría de los productores encuestados carecen de los medios para mantener a sus animales en un sistema de pastoreo mejorado.

El rastrojo de maíz es el suplemento alimenticio más utilizado; sin embargo, no es el más nutritivo. Los productores poseen cantidades variables de este insumo, pues el maíz es el principal cultivo en los pequeños productores agropecuarios de México, les resulta económico y lo tienen a

disposición casi de manera permanente. Justifican su empleo pues consideran que, aunque sea con rastrojo, los animales tienen algo para su alimentación. Una buena proporción de productores hacen uso de alimentos para suplementar con un mayor contenido nutricional y por lo mismo, de mayor valor comercial. Más de la mitad ofrece granos, y un 27.5% proporciona alimento balanceado comercial. En especial los productores de leche caprina son los que suplementan con estos insumos para lograr una mejor producción láctea. Es conocida la falta de cultura de la conservación del forraje con la finalidad de contar con recursos alimenticios en momentos críticos, entre los entrevistados, sólo el 7.9% emplea el ensilado de maíz. En cuanto a los subproductos agrícolas, en algunas regiones del país, como resultado de la transformación de las agroindustrias, se obtiene una variedad de subproductos del maíz, después de la extracción de aceite. También se puede disponer de residuos de tortillería, subproductos del arroz, del aceite de coco, de cártamo, de girasol, residuos de cervecería, entre otros. A pesar de que el contenido nutricional del subproducto es variado y depende de su origen, los costos regionales o locales suelen ser relativamente bajos. La capacitación de los caprinocultores, en el manejo de la alimentación en épocas críticas, aunado al uso de insumos alternativos son elementos fundamentales para mejorar la producción de leche y carne, así como asegurar la sobrevivencia de los cabritos.

En la mayor parte del estado la escasez de agua es uno de los principales problemas para el fortalecimiento de la agricultura en la región, el otro es la geografía rocosa que predomina junto con la erosión de algunas áreas. La sequía en el municipio en los últimos años ha sido catalogada como moderada y severa que se refleja en importantes pérdidas de cultivos y pastos, alto riesgo de incendios y escasez de agua para uso humano. CONAGUA) A pesar de que se cuente con espacio para el aprovechamiento pecuario, la actividad ha sido poco desarrollada. Del ganado en pie, los de mayor importancia son el porcino, bovino y caprino; sin embargo, el mayor potencial se encuentra en la cría de ganado caprino, aunque realmente no ha existido la atención suficiente para desarrollarlo. La producción de carne en canal, no solo como una actividad económica generadora de ingresos, se encuentra dentro de las actividades de autoconsumo ya que un porcentaje importante de ésta es utilizado por las mismas unidades ganaderas. En su mayoría la actividad ganadera es desorganizada, ya que cada unidad realiza sus actividades por cuenta propia, lo que no permite generar los mejores beneficios posibles tanto por la comercialización de ganado en pie, como por la comercialización de la carne. (Martínez, 2019).

Por lo que es importante y de primera necesidad capacitar a los productores en la conservación de forrajes cuando estos son abundantes ya sea ensilados o henificados.

## El futuro

El estado de Oaxaca tiene un gran potencial caprino que hay que desarrollar en todas y cada una de las regiones climáticas que lo forman. Se ha hecho mucho énfasis en la implementación de nuevos modelos de manejo de ganado caprino, que consideren múltiples factores y que no solamente copien o trasplanten acciones que han funcionado en otros lugares con características diferentes. La cría de cabras en Oaxaca se ha desarrollado históricamente bajo características económicos, culturales y ambientales particulares y representa un medio de vida importante para muchas familias. Sin embargo, los cambios y necesidades derivados del contexto nacional, hacen

necesario un replanteamiento en el manejo del ganado que favorezca el mantenimiento de recursos naturales y el bienestar social de las familias. Por tal motivo, antes de realizar "proyectos estratégicos", se requiere conocer de manera precisa y continua las características del sistema productivo.

**Corolario**

De acuerdo a lo mencionado por los caprinocultores, la principal motivación para dedicarse a la cría de ganado caprino es que son una fuente de ahorro, y en segundo lugar por el gusto de tenerlas, sobre todo porque es algo que aprendieron de sus padres y abuelos y lo perciben como una actividad tradicional. El 32 % de los productores ha estado involucrado con la caprinocultura desde la infancia, aunque el tiempo que llevan como propietarios es variable. Solamente el 27 % de los productores lleva más de 10 siendo propietario de un rebaño.

En base a lo anteriormente expuesto las acciones sugeridas para el desarrollo de la Caprinocultura en el estado de Oaxaca son:

Brindar asistencia técnica de calidad a los productores.

Fomentar la formación de bancos de alimentos para el consumo de los caprinos.

Fomentar la conservación de forrajes durante las épocas de abundancia.

Mejorar la calidad de los productos caprinos.

Apoyar desde los órganos de gobierno los canales de comercialización de los productos caprinos.

Fomentar la sustentabilidad de los distintos sistemas de producción.

## LITERATURA CITADA

Anónimo. Tuxtepec Oaxaca. En PDF.

Castillo, G. C. F., C. L. L. Arango, P. E. Vázquez, C. J. Morales, M, D. Celis, M. A. Camacho, R. E. Santiago y M. M. Barragan. 2016. Estudio de cuenca de abasto II. Sierra Sur de Oaxaca. Secretaría de Medio Ambiente.

CONAGUA. Monitor de sequía en México [Internet]. Servicio Meteorológico Nacional. Available from: https://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico

Cuéllar, O. J. A., P. J. Tórtora, G. A. Trejo y R. P. Román. 2012. La producción caprina mexicana. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

Gamlin, R. S. 2011. Diagnostico Regional de valles centrales. www/cedoc.inmujeres.gob.mx

García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. 4a. ed. Instituto de

Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 217 pp.

García, M. A., L. Z. Tenorio y S. J. Reyes. 1994. El endemismo en la flora fanerogamica de la Mixteca alta Oaxaca-Puebla, México. Acta Botánica Mexicana 27: 53-73

Hernández, Z. J. y V. A. Sierra. 1992. Situación particular de la Caprinocultura en la mixteca baja oaxaqueña. *In*: Memorias de la VIII Reunión Nacional de Caprinocultura. Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca: 155-159

Pérez, G. A. E., J. Meave y C. Gallardo. 2001. Vegetación y flora de la región Nizanda, istmo de Tehuantepec. Oaxaca. México. Acta Botánica Mexicana 56: 19-88.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. México, D.F. 423 p.

SIAP. 2014. Iconografía Agroalimentaria. Oaxaca. SADER.

SIAP. 2016. Atlas Agroalimentario. SADER.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# IMPORTANCIA DE LA CABRA PASTOREÑA DE LA MIXTECA

**Gisela Fuentes-Mascorro[§], Lourdes Carmina Ricardi de la Cruz, Araceli Mariscal Méndez, Fernando Cuauhtémoc Solís Cortes, Juan Carlos Silva Jarquín Juan, Miguel Ángel Domínguez Martínez.**

Cuerpo Académico Ciencias Veterinarias Aplicadas al Desarrollo Regional. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma "Benito Juárez" de Oaxaca. [§]Autor para correspondencia: (lirauabjo@gmail.com).

## INTRODUCCIÓN

La cabra Pastoreña llego a la Mixteca oaxaqueña muy probablemente con los evangelizadores, encontrando un lugar acorde al carácter trepador de estos animales, con un gradiente de vegetación, que facilitó su introducción, después de 500 años de recorrer la intrincada orografía y de recibir la presión de selección del ecosistema, sus descendientes se han convertido en una raza única en el mundo, lo que ha sido probado con el empleo de 28 microsatélites y su comparación contra las razas que le dieron origen. Estos animales son parte de la cosmovisión de los pobladores de la Mixteca, el sistema de trashumancia en el que se crían, ha sufrido pocos cambios y ayuda a mantener la diversidad de los ecosistemas con la dispersión de semillas, mientras el sistema extensivo o de pastoreo limitado a la zonas aledañas, esta siendo modificado para recuperar la cubierta vegetal, dentro de la zona además se están acelerando los procesos de captación de agua de lluvia, forestación y reforestación con especies nativas, creación de invernaderos de especies nativas, los pastores, productores, autoridades municipales, organizaciones no gubernamentales y gubernamentales, de la mano de las instituciones de educación superior están realizando los trabajos necesarios para el registro oficial de la raza, el retiro de ejemplares ajenos a la raza, la implementación de las cadenas de valor necesarias para que estos animales funjan como detonantes del desarrollo regional.

## DESARROLLO

### Un poco de historia

En diciembre de 1521, los pobladores de los Valles Centrales de Oaxaca, perdieron la batalla frente a los españoles, dando paso a los asentamientos de estos en los territorios, fundándose la Villa de Antequera en 1529, de especial importancia fue la explotación de la grana cochinilla y el uso de los valles para la agricultura y ganadería (García, 1996). La evangelización puede ser considerada como la continuación de la etapa armada, los Dominicos llegaron a Oaxaca en 1528 y para 1538 se fundo el oficio de tejido de textiles de lana, introduciéndose el telar de pedal (Gay, 1986), en 1592 los dominicos establecen la provincia de San Hipólito en Oaxaca y sus colindancias (Romero, 2016), para 1596 se forma el estudio general de Oaxaca (precursores de Universidades). Es pertinente recordar que la orden de los dominicos se caracterizaba por ayudar y defender al desvalido y los Jesuitas por la Educación, de igual importancia es recordar que Oaxaca en esa época era más pequeña que ahora, se cuenta con el registro de arrendamiento de tierras para el pastoreo de las cabras de la Hacienda de Chazumba, propiedad del Colegio de San Ildefonso de Puebla propiedad de los Jesuitas quienes además se caracterizaban por su minuciosidad para los registros de sus propiedades y finanzas, a la expulsión de ellos en 1767, se creo una Comisión General de

Temporalidades para administrar las propiedades que dejaron y que pasaron a ser propiedad del rey de España; muchas haciendas jesuitas de la Mixteca, tenían terrenos dispersos desde la costa de Oaxaca hasta el altiplano poblano, los terrenos arrendados podían ser comunales, pues los caciques mixtecos conservaron su supremacía social y económica, rentando tierras; de acuerdo con los registros del curato de Chazumba se mataban por lo menos cien mil cabezas anualmente y el pueblo solo tenía limitados "chinchorros" (Ceballos, 2014). De acuerdo con García (1996), a los indígenas se le ubicaba en tres estamentos, los señores también llamados caciques, los nobles también llamados principales, denominación que aún se usa en la matanza de Huajuapan (Cruz y Fuentes-Mascorro, 2010) y los macehuales a estos últimos y a los indígenas solo se les permitió tener menos de 70 cabras en terrenos comunales, por lo que estos aprovecharon cualquier palmo de terreno para pastorear y vendían los animales a principios de noviembre que empezaba a escasear el pasto, al no estar limitados y no tener la oportunidad de ser trashumantes sobre pastorearon la zona, el auge de la producción caprina desplazo rápidamente la producción de grana cochinilla y seda.

La trashumancia quedo solo para grandes rebaños como los de los jesuitas que planificaban el uso de agostaderos desde la Mixteca costeña hasta la Mixteca Baja en la hacienda de San Jerónimo en Puebla dónde estaban las instalaciones para el sacrificio de animales, la república compraba los insumos (sal) y realizaba una vez al año la matanza y la esquila, esto fue tan exitoso que se compraban cabras en Puebla, Estado de México y Michoacán para engordarlas en Oaxaca pues después de 9 meses de ceba elevaban su valor tres o cuatro veces, a finales de la colonia existían 6 grandes ganaderos con haciendas volantes o flotantes (García, 1996). Estos ejemplares fueron de sumo valor para sostener el sitio de Huajuapan durante la guerra de Independencia, pues Valerio Trujano ordeno sacrificar a todos los chivos para alimentar a la población (Dehouve *et al*., 2004), las haciendas volantes recuperaron su esplendor en el Porfiriato, antes de 1910 más el 72% de la población estaba relacionada con el campo, pero la tierra estaba en manos de pocas personas, pues aunque los mixtecos contaban con propiedades comunales aun quedaban grandes haciendas, por lo que en 1911 se volvieron a instaurar los Consejos de Ancianos y se quitaron las propiedades a los terratenientes (Villa, 2011; López, 2011). El México post revolucionario se caracterizó por el abandono del campo, hasta los años 30 en los que empezó la reforma agraria se redistribuyeron 18.8 millones de hectáreas, el país se mantuvo con un campo vigoroso hasta 1965 año en que se importaron granos (Villa, 2011), empezando el declive y estancamiento que caracteriza a el campo nacional, en el que actualmente es más fácil distribuir leche importada que producirla.

**¿Por qué la cabra Pastoreña de la Mixteca es importante?**

La trashumancia de las cabras Pastoreñas, preferidas por los pastores por la facilidad que permite su capa blanca de ubicarlas en la lejanía, la capacidad de estos animales de desplazarse por la orografía agreste del lugar, ramonear con singular facilidad y mantenerse por periodos largos de tiempo sin tomar agua, han facilitado su permanencia en la zona, como lo reportaron Baraza y Estrella-Ruiz (2008), se han encontrado semillas viables en el excremento de las cabras, lo que las sitúa como dispersoras de semillas (Baraza y Valiente-Banuet, 2008), los rebaños (trozos) están constituidos de 900 a 1500 animales (Ramírez *et al*., 2014). Estos ejemplares se desplazan siguiendo el forraje verde, para retornar a la matanza de Huajuapan en octubre lo que marca el

inicio de la época de estiaje. Una particularidad de este sistema es que a pesar del paso del tiempo el patrón compra los animales, los insumos, paga los derechos de paso y contrata a la familia de pastores, que concluye su trabajo al finalizar la matanza y se vuelve a contratar el año siguiente (Cruz y Fuentes-Mascorro, 2010). La otra forma de producción es la extensiva los rebaños van de 5 a 900 animales, el pastor es el dueño de los animales y la caprinocultura es una actividad secundaria lo que trae como consecuencia que el pastoreo se realice en los terrenos comunales del poblado, si añadimos que cada familia en la Mixteca tiene 1.02 ± migrantes (Reyes y Gijón, 2007), tenemos un déficit de posibles pastores, bajos salarios, poca captación de agua de lluvia, el pastoreo se realiza una y otra vez en los mismos lugares, produciendo sobrepastoreo y deforestación, si las cabras no tuvieran pastor estas caminarían hasta encontrar forrajes verdes y suculentos.

Domínguez *et al.* (2018), analizaron 28 microsatélites del panel propuesto por la FAO/ISAG (FAO, 2007), encontrando que las cabras Ibéricas y la Pastoreña se alejan de la Anglonubia como es de esperarse y que la cabra Pastoreña se aleja de las razas ibéricas que le dieron origen, lo que significa que es una raza pura con una población balanceada, con un nivel bajo de consanguineidad. La cabra Pastoreña presenta extremidades fuertes y excelente capacidad torácica, un modelo morfoestructural en machos de medio a alto, con cuernos en espiral hacia atrás y en hembras alto, de cuerpo armónico y rostro femenino resultado de la selección del medio ambiente y los pastores (Villareal *et al*., 2018).

De acuerdo a las estadísticas del SIAP, de 1980 a 2018, Oaxaca se ha mantenido dentro de los cuatro principales estados productores de carne de cabra, considerando que en el estado no se cuenta con granjas de sistema intensivo que produzcan "razas mejoradas" y revisando las estadísticas locales el 70% de esa carne proviene de la matanza de Huajuapan, que se realiza básicamente con cabra Pastoreña y algunos de los ejemplares de "razas mejoradas", producidas en el sistema extensivo.

**¿Por qué son únicas e ideales?**

La cabra Pastoreña es producto de la adaptación y éxito reproductivo de las cabras que llegaron a las haciendas volantes, han estado bajo selección natural por 500 años, la orografía y su color de capa hacen que los pastores las prefieran, han sido parte de la alimentación de una gran parte de la población. Las cabras han estado con la población mixteca en los momentos críticos de la historia, son parte de la cultura, las tradiciones y la economía. En los últimos diez años esta zona ha conjuntado el trabajo de organizaciones gubernamentales, no gubernamentales e instituciones de educación superior y hombro a hombro con los pastores, se están mejorando las condiciones de forestación y reforestación de la zona, se han incrementado los programa de captación de aguas, la producción en viveros de especie nativas, la regulación y exclusión de zonas de pasotreo hechas por los cabildos, este crisol permite que ahora se reconozca a los pastores como productores de cabra Pastoreña una raza pura revalorada, por lo que al incrementar su valor en el mercado y diversificar el número de productos que se ofertan, permitirá reducir el número de ejemplares en pastoreo y abrir mercados para la carne con denominación de origen. Quizás en otros diez años sea reconocida como una de las producciones pecuarias mejor equilibradas con su ecosistema.

## LITERATURA CITADA

Baraza Ruíz, E. y J. P. Estrella-Ruiz. 2008. Manejo sustentable de los recursos naturales guiado por proyectos científicos en la mixteca poblana mexicana. Ecosistemas. 17(2): 3-9.

Baraza, E. and Valiente-Banuet, A. 2008. Seed dispersal by domestic goats in a semiarid thornscrub of Mexico. Journal of Arid Environment 72 (10):1973-1976.

Ceballos, S.R. 2014. Análisis de 3 documentos coloniales sobre haciendas de cabras. https://ricky-ceballoshistoriandolamixteca.blogspot.com/

Cruz, M.J, y Fuentes-Mascorro, G. 2010. La tradicional matanza de ganado caprino en Huajuapan de León Oaxaca. En Etnozoología de recursos zoogenéticos. Oaxaca y Zulia. Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. 123-128p.

Dehouve, D., Cervates D.R., y Hvilshoj. U. 2004. La vida volante. Jorale Editores S.A. de c. V. México.1-135.

Domínguez, M. M. A., J. D. Pérez de la R, V. Landi, J. Pérez de la R, M. N. Vázquez, M. A. Martínez.

Fuentes-Mascorro, G. 2018. Genetic diversity and population structure analysis of the Mexican Pastoreña Goat. Small Rumiant Research 168: 76-81

FAO. 2007. The State of the World' s Animal Genetic Resources for Food and Agriculture. Agriculture. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

García, H. A. 1996. La caprinocultura en la mixteca oaxaqueña. Orígenes. Ciencias 44: 1-4.

Gay, J. A. 1986. Historia de Oaxaca. Segunda Ed. Porrua, México. pp572.

López, B. F. 2011. Los inicios de la Revolución Mexicana entre los pueblos mixtecos. Periodista independiente https://desinformemonos.org/revolucionmexicana/

Ramírez, J. M. P., O. M. Sánchez, R. R. Ortiz, R. J. L. Zaragoza, L. C. Ricardi de la C. y G. Fuentes-Mascorro. 2014. Sistema de producción y zoometría de a cabra pastoreña de la mixteca Oaxaqueña. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal 4: 231-233.

Romero, M. J. 2016. Los dominicos en américa latina y el caribe. Esbozo histórico. Dominica anunciata.org.http://www.dominicasanunciata.org/wp-content/uploads/2016/06/wdomi_pdf_4760-Kld0z9G4eCNIw02E.pdf

Villa, I. M. R. 2011. ¿Qué hacemos con el campo mexicano? Biblioteca Básica de Agricultura. Colegio de Posgaduados. México.

Villareal-Arellano, H. R., G. Fuentes-Mascorro, J. E. Ramírez-Bribiesca, G. Torres-Hernández y M. A. Domínguez-Martínez. 2018. Modelo morfoestructural en la cabra criolla pastoreña de la región mixteca del estado de Oaxaca, México. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal 12: 155-163.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# ESTADO DE LOS OVARIOS AL MOMENTO DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO Y SU RELACIÓN CON LA FERTILIDAD EN VACAS

**F. Centurión Castro, J. Armenta Carmona, A. Díaz Aguilar, R. Delgado León, J. Magaña Monforte**

## RESUMEN

Con el objetivo evaluar el efecto de algunos factores sobre la tasa de gestación en programas de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) con estro sincronizado, se usaron 467 vacas adultas amamantando y 66 novillas cruzadas. Los factores fueron el grado de condición corporal (CC), tres dosis de progesterona en implantes vaginales, implante nuevo o usado, dos dosis de Benzoato de estradiol (BE) aplicadas 24 horas después del retiro del implante, y previo al momento de la IATF se evaluaron los ovarios con un ecógrafo y se determinó el tamaño de los folículos: pequeños (3 a 6 mm); medianos (>6 a <9 mm); grandes (> 9 mm); folículos ya ovulados (ovario pequeño, folículos de < de 3mm y ovario suave a la palpación). La IA se realizó entre las 52 y 54 horas de retirado el implante. El resultado al momento del diagnóstico de gestación se dio como gestantes o vacías. Los datos se analizaron utilizando el procedimiento de GLM (SAS) donde se incluyeron las siguientes variables: vaca o novilla, nivel de hormona en el dispositivo, implante utilizado nuevo o usado, condición corporal, dosis de BE y tamaño folicular previo a la inseminación artificial. Finalmente, el modelo utilizado para el análisis final incluyó los factores que resultaron significativos; la condición corporal y el tamaño folicular previo a la IA. La tasa de gestación total fue de 52%. No se observaron diferencias significativas sobre la tasa de gestación por efecto de vaca o novilla (51% vs 54%), dispositivo (60%, 51% y 32%), del implante usado (56% y 42%) y nivel de dosis de BE (52% vs 51). Solo se observaron diferencias en CC (CC: 3; 27a%, 4; 46a%, 5; 60b%, 6; 57b% y 7; 52b%) y tamaño del folículo previo a la IATF (grande 62a%, mediano 26b%, pequeño 13b%; ovulado 35b%). Se concluye que la tasa de gestación se ve afectada por la condición corporal y por la presencia de un folículo de tamaño preovulatorio al momento de la IATF.

## ABSTRACT

In order to evaluate the effect of some factors on the pregnancy rate in artificial insemination programs at a fixed time (IATF) with synchronized estrus, 467 adult suckled cows and 66 heifers crossed were used. The factors were body condition score (CC), three doses of progesterone from the vaginal implants, new or used implant, two doses of estradiol benzoate (EB) applied 24 hours after implant removal, and prior to the time of the IATF the ovaries were evaluated with a ultrasound and the size of the follicles was determined: small (3 to 6 mm); medium (> 6 to <9 mm); large (> 9 mm); already ovulated follicles (small ovary, follicles <3mm and soft ovary on palpation). AI was performed between 52 and 54 hours after the implant was removed. Results of pregnancy diagnosis was pregnant or empty. The data were analyzed using the GLM (SAS) procedure where the following variables were included: cow or heifer, level of hormone in the device, implant used new or used, body condition, dose of estradiol benzoate, and follicular size prior to artificial insemination. Finally, the model used for the final analysis included the factors that were significant; body condition and follicular size prior to insemination. The total gestation

rate was 52%. No significant differences were observed regarding the pregnancy rate due to the effect of a cow or heifer (51% vs 54%), device (60%, 51% and 32%), the implant used (56% and 42%) and dose of EB (52% vs. 51%). Only differences in CC were observed (CC: 3; 27a%, 4; 46a%, 5; 60b%, 6; 57b% and 7; 52b%), and size of the previous follicle to the IATF (large 62a%, medium 26b%, small 13b%, ovulated 35b%). It is concluded that the pregnancy rate is affected by the body condition and by the presence of a follicle of large size at the time of the IATF.

## INTRODUCCIÓN

En los trópicos se han realizado un sinnúmero de programas de sincronización usando de implantes vaginales impregnados de progesterona con la finalidad de reducir el anestro (Pérez, 2019; Bó *et al.*, 2005). Los programas de sincronización han permitido que los animales tratados presenten un alto porcentaje de estros, sin embargo, la fertilidad ha sido relativamente baja (Centurión *et al.*, 2013). Con el propósito de mejorar la fertilidad se han probado hormonas como estrógenos, prostaglandinas, GN-RH, eCG etc., para sincronizar la emergencia de una nueva onda folicular, estimular el crecimiento folicular, inducir la luteolisis del CL y sincronizar la ovulación. A pesar de lo anterior, los porcentajes de gestación todavía son inconsistentes. Con la finalidad de responder a esa situación se ha estudiado el efecto que tienen el tipo de vaca o novilla (Oliveira *et al*., 2015), diferentes tratamientos utilizados para la sincronización, (Colazo y Mapletoft. 2014) y la condición corporal de los animales (Peralta-Torres *et al.,* 2010) entre otros. Un factor que poco se ha estudiado en el trópico es la presencia del tamaño del folículo previo a la inseminación artificial a tiempo fijo y su relación con la tasa de gestación.

## OBJETIVO

El objetivo del trabajo fue establecer la relación de algunos factores que influyen sobre la tasa de gestación en programas inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) con estro sincronizado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los programas de sincronización se realizaron en dos ranchos ubicados en el oriente de Yucatán. El clima de la región es clasificado como $AW_0$, con lluvias en verano y una temperatura promedio anual de 26.3ºC (10). Se utilizaron vacas adultas (*n*= 467) y novillas cruzadas (*n*= 66) con diferente grado de encaste (Bos taurus x Bos índicus). Las vacas estaban amamantando a su cría y tenían de 60 a 90 días de haber parido por última vez y las novillas tenían una edad de 22 a 27 meses. Se utilizaron animales con diferente condición corporal (CC), desde 3 grados hasta 7 grados (Ayala *et al*., 1995). Las sincronizaciones se realizaron utilizando tres diferentes tipos de implantes vaginales conteniendo progesterona (P4): 1) 1.0 gr; 2) 1.20 gr; 3) 1.9 gr, y del número de veces usado: 1) nuevos; 2) usados. Los implantes permanecieron por 8 días. Al inicio del tratamiento se aplicó 2 mg de BE y 2 mg de prostaglandina $PGF_{2\alpha}$ solamente en aquellas vacas que presentaban un cuerpo lúteo (CL). Al día del retiro del implante, se aplicó una inyección de 2mg de $PGF_{2\alpha}$ más 400 UI de Gonadotropina coriónica equina (ecG) y se separaron los becerros de las madres hasta el momento de la IATF. A las 24 horas después del retiro del implante, se aplicaron dos diferentes dosis de BE: 1) 1mg; 2) 2mg. La IATF se realizó entre las 52 y 54 horas de retirado el implante; la IATF la

realizó una sola persona. Previo al momento de la IATF se evaluaron los ovarios con un ecógrafo (Sonoscape A5V) y se determinó el tamaño de los folículos: 1) pequeños (3 a 6 mm); 2) medianos (>6 a <9 mm); 3) grandes (> 9 mm); 4) folículos ya ovulados (folículos de < de 3mm y ovario pequeño y suave a la palpación). A los 30 días se realizó el diagnóstico de gestación por ultrasonografía y se dividió en dos grupos: 1) gestantes; 2) vacías. Para el análisis de los datos se utilizó el procedimiento de GLM (SAS) donde se incluyeron las siguientes variables: vaca o novilla, dispositivo, implante utilizado; nuevo o usado, condición corporal, dosis de Benzoato de estradiol, y tamaño folicular previo a la IATF. El modelo utilizado para el análisis final incluyó los factores que resultaron significativos; la condición corporal y el tamaño folicular previo a la IATF.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este estudio, la tasa de gestación obtenida del total de los animales sometidos al programa de sincronización (*n*= 533) fue de 52%. Este resultado es similar a otros trabajos realizados tanto en ganado de carne como lechero. Pérez (2019), obtuvo 46.3% en ganado *Bos índicus*. Datos de 13,510 inseminaciones realizadas entre el año 2000 y 2004 utilizando el tratamiento CIDR-B, resultaron en una tasa de preñez promedio de 52,7% con un rango de 27,8% al 75% (Bó *et al*., 2015). Este resultado es similar a otros autores en el trópico (Peralta-Torres *et al.*, 2010).

Los resultados obtenidos de acuerdo al tipo de animal, de la concentración de P4 del dispositivo, del uso del dispositivo, de la condición corporal, de la dosis de BE y del tamaño folicular sobre la tasa de gestación se observan en el Cuadro 1. No hubo diferencias significativas sobre la tasa de gestación entre el tipo de vaca o novilla ($p$ =0.3098), dispositivo de P4 ($p$ = 0.0845), del uso del implante nuevos o usados ($p$ =0.4687) y del nivel de dosis de BE ($p$=0.3538). Los resultados del tipo de animal (vaca-novilla) sobre la tasa de gestación, están de acuerdo con Oliveira *et al.* (2015) quienes no encontraron diferencias significativas entre novillas (57%), vacas primíparas (51%) y vacas Multíparas (56%). Peralta *et al*. (2010), tampoco observaron diferencias significativas entre vacas (45%) o novillas (36%) sobre la tasa de gestación. Esta situación probablemente se deba a que existen otros factores más importantes, como la nutrición, que puede influir sobre la gestación más que el tipo de animal.

Por otra parte, existen en el mercado diferentes dispositivos de progesterona para sincronizar el celo y la ovulación en el ganado. Estos dispositivos están impregnados con diferentes concentraciones de P4 y permanecen colocados en la vagina de 7 a 9 días (Mapletoft *et al*. (2003a). En nuestro estudio no observamos diferencias significativas entre los tres tipos de dispositivos utilizados y la tasa de gestación. Estos resultados pueden ser explicados por el hecho de que la mayoría de los implantes comerciales, a pesar de las diferentes concentraciones de P4, cuando se conjuntan con otras hormonas como las sales de estradiol, favorecen la sincronía de onda folicular y ovulación (López, 2013).

En nuestro estudio cuando se comparó el uso de dispositivos nuevos o usados, no se observaron diferencias significativas en relación con la tasa de gestación. Estos resultados son similares a lo observado por Colazo *et al.* (2004) quienes obtuvieron 49.6% con dispositivos nuevos y 48.0% con dispositivos usados. Cuando se utilizan dispositivos usados para una segunda sincronización,

todavía les quedan suficiente progesterona (> 1ng/ml) para obtener resultados similares a los que se obtienen cuando se utilizan dispositivos nuevos.

Por otra parte, tampoco se observaron diferencias significativas debido al nivel de dosis de BE (1mg vs 2 mg) sobre la tasa de gestación. Varios trabajos de sincronización de estros utilizan estrógenos para sincronizar la emergencia de una onda folicular y la ovulación. Se ha utilizado estradiol-17α, Cipionato de estradiol (CE) y Benzoato de estradiol (BE). Algunos autores señalaron como más efectiva la colocación de 1 mg de BE 24 horas pos retiro del dispositivo liberador de P4 ya que esta dosis sincroniza un pico de LH y la ovulación (Martínez *et al*., 2005; Martínez *et al*., 2007). En nuestro estudio se sugiere que se puede aplicar 1mg o 2 mg de BE sin disminuir la fertilidad en los programas de sincronización.

Como se observa en el Cuadro 1, solamente se observaron diferencias significativas en el grado de condición corporal y en el tamaño del folículo previo a la sincronización. Cuando se analizó el grado de CC de los animales, se observó que las mayores tasas de gestación se obtuvieron a partir del grado 5 hacia arriba en comparación con los grados 3 y 4 ($p$ = 0.00061). Se ha demostrado que la CC, como un reflejo del estatus nutricional, afecta la conducta reproductiva de los animales sometidos a programas de sincronización, en cuanto a la presentación de estros, el desarrollo folicular, la ovulación y la gestación. (Centurión *et al*., 2013; Peralta-Torres *et al*., 2010). Peralta-Torres *et al.* (2010) observaron que el cambio de CC después de la inseminación tuvo efecto sobre la tasa de gestación, ya que fue mayor en las vacas que ganaron CC (52%), en comparación con las que mantuvieron o que perdieron CC (35% y 34%). Según Pedroso y Bonachea (1995) la CC está relacionada con la capacidad de respuesta de las vacas a los tratamientos hormonales para la sincronización de celo con resultados de tasas de concepción de 8.3% en vacas de CC 1-2 y 41.3% en vacas de CC de 2.5-3.

La presencia de un folículo grande (preovulatorio) previo a la inseminación artificial, incrementó el porcentaje de gestación en comparación cuando se observaron folículos medianos, pequeños y cuando ya había ocurrido la ovulación ($p$= 0.0001). No se observaron diferencias significativas entre folículos medianos, pequeños y ovulados. La mala nutrición y pobre C.C están altamente relacionadas con el bloqueo de la actividad ovárica (3). Centurión *et al* (2013) observaron que el diámetro de los folículos más grandes fue más alto en el grupo de CC 5-6 (12.9mm) en comparación con el grupo CC 1-2 (9.8mm). Por otra parte, se determinó una tendencia de relación positiva entre el diámetro del folículo mayor y la tasa de preñez por IATF; el aumento en el diámetro del folículo mayor en el momento de la IATF incrementa la probabilidad de preñez por IATF (Correa-Orozco *et al*., 2013). En novillas Nelore, al clasificar los animales de acuerdo al diámetro del folículo mayor en el momento de la IATF (clase 1: ≤8.5 mm; clase 2: entre 8.5 y 10 mm y clase 3:>10 mm), se encontró que la tasa de concepción incrementó con cada clase de tamaño del folículo (Dias *et al*., 2009).

**Cuadro 1**. Algunos factores que afectan la tasa de gestación en vacas y novillas sincronizadas.

| Factor | n | Porcentaje de gestación |
|---|---|---|
| *Tipo | (P=0.3098) | |
| 1) Vaca | 467 | 51a |
| 2) Novilla | 66 | 54a |
| *Dispositivo (gramos de P4) | (P=0.0845) | |
| 1)1.0 g | 149 | 60a |
| 2)1.20 g | 318 | 51a |
| 3)1.9 g | 66 | 32a |
| *Uso del Implante | (P=0.4687) | |
| 1)Nuevo | 355 | 56a |
| 2)Usado | 178 | 42a |
| *Nivel de dosis de BE | (P=0.3538) | |
| 1) 1.0 mg | 206 | 52a |
| 2) 2.0 mg | 327 | 51a |
| *Grado de Condición Corporal | | |
| 3 | (P=0.00061) | 27a |
| 4 | 45 | 46a |
| 5 | 139 | 60b |
| 6 | 152 | 57b |
| 7 | 111 | 52b |
| *Tamaño del folículo | 86 | |
| 1) Grande | (P=0.0001) | 62a |
| 2) Mediano | 375 | 26b |
| 3) Pequeño | 117 | 13b |
| 4) Ovulado | 15 | 35b |
| | 26 | |

## CONCLUSIONES

La tasa de gestación se ve influida por la condición corporal al iniciar un protocolo de sincronización, siendo la CC 5 a 7 los grados donde se lograron los mejores resultados y la presencia de un folículo grande (> 9 mm) previo a la inseminación artificial a tiempo fijo, influye positivamente sobre la tasa de gestación.

## LITERATURA CITADA

Villa, A., A. Morales, F. Granada, H. Mesa, G. Gómez y J. Molina. 2007. Evaluación de cuatro protocolos de sincronización para inseminación a tiempo fijo en vacas Bos índicus lactantes. Revista Científica, FCV-LUZ 17(5): 501-507.

Ayala, A., R. Delgado, N. Honhold y J. Magaña. 1995. A visual condition scoring scheme for Bos indicus and crossbred cattle. In: Dual Purpose Cattle Production Research. Eds. S. Anderson and J. Wadsworth. IFS (International Foundation For Science) FMVZ-UADY, Proceedings of an International Workshop, March 1992, Mérida, Mexico. pp. 119-128.

Bó, G. A., L. Cutaia, P. Chesta, E. Balla, D. Picinato, L. Peres, D. Maraña, M. Avilés, A. Menchaca, G. Veneranda y P. S. Baruselli. 2005. Implementación de programas de inseminación artificial

en rodeos de cría de Argentina. Sexto Simposio Internacional de Reproducción Animal. IRAC (Instituto de Reproducción Animal Córdoba), Córdoba, junio 24, 25 y 26. Argentina. pp. 1-28.

Centurión, C. F., P. J. Orihuela, L. R. Aké, M. J. Magaña, P. R. Montes and C. C. Segura. 2013. Effect of body condition score on estrus and ovarian function characteristics of synchronized beef-master cows. Tropical and Subtropical Agroecosystems 16: 193-199.

Colazo, M. G. y R. J. Mapletoft. 2014. A review of current timed-IA (TAI) programs for beef a dairy cattle. Can Vet J. 55(8): 772-780.

Colazo, M. G., J. P. Kastelic, P. R. Whittaker, Q. A. Gavaga, R. Wilde and R. J. Mapletoft. 2004. Fertility in beef cattle given a new or previously used CIDR insert and estradiol, with or without progesterone. Anim Reprod Sci. 81: 25-34.

Correa-Orozco, Uribe-Velásquez y Pulgarín-Velásquez. 2013. Factores que afectan la preñez en vacas Brahman sometidas a inseminación artificial a tiempo fijo. Rev. MVZ Córdoba 18(1): 3317-3326.

Dias, C. C., F. S. Wechsler, M. L. Day and J. L. M. Vasconcelos. 2009. Progesterone concentrations, exogenous equine chorionic gonadotropin, and timing of prostaglandin F2α treatment affect fertility in postpuberal Nelore heifers. Theriogenology 72: 378-385.

INEGI. 2005. Encyclopedia of the municipalities of Mexico, State of Yucatan. http://www.elocal.gob.mx/work/templates/enciclo/yucata n/municipios/31006a.htm.

Lopéz, D. 2013. Evaluación de la eficiencia del uso de un nuevo dispositivo intravaginal impregnado con progesterona para la sincronización de celos y ovulación en vacas de carne. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela para graduados instituto de reproducción animal córdoba (irac). Especialización en reproducción bovina.

Mapletoft, R. J., M. F. Martinez, M. G. Colazo and J. P. Kastelic. 2003a. The Use of Controlled Internal Drug Release Devices for the Regulation of Bovine Reproduction. J. Anim. Sci. 81(E. Suppl. 2): E28-E36.

Martínez, M. F., J. P. Kastelic y R. J. Mapletoft. 2007. Effects of estradiol on gonadotrophin release, estrus and ovulation in CIDR-treated beef cattle. Dom. Anim. Endocrin. 33: 77-90.

Martínez, M. F., J. P. Kastelic, G. A. Bó, M. Caccia and R. J. Mapletoft. 2005. Effects of oestradiol and some of its esters on gonadotrophin release and ovarian follicular dynamics in CIDR-treated beef cattle. Anim. Reprod. Sci. 86: 37-52.

Oliveira, M. M., F. Morotti, da S. Bizarro, J. M. Ribeiro, da S. Pinto, P. B. Sampaio and S. M. Marcondes. 2015. Influence of category−heifers, primiparous and multiparous lactating cows−in a large-scale resynchronization fixed-time artificial insemination program. J Vet Sci 16(3): 367-371.

Pedroso, R. y S. T. Bonachea. 1995. Influencia de la condición corporal sobre el comportamiento reproductivo del ganado bovino. Revisión bibliográfica. Revista Cubana de Reproducción Animal 21: 1-14.

Peralta-Torres, Aké-López, Centurión-Castro and Magaña-Monforte. 2010 Comparison of estradiol cypionate vs estradiol benzoate on estrus response and pregnancy rate in synchronisation protocols with CIDR in Bos indicus heifers and cows. Universidad y ciencia, trópico húmedo 26(2): 163-169.

Pérez, M. A. 2019. Efecto de dos protocolos de sincronización sobre la tasa de aprovechamiento, gestación y pérdida embrionaria en receptoras en el sureste de México. Trabajo Final Para optar

al Grado Académico de Especialista en Reproducción Bovina. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela para Graduados. Instituto de Reproducción Animal Córdoba (IRAC).

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS: UNA ESTRATEGIA PARA MEJORAR LA CALIDAD OVOCITARIA Y ESPERMÁTICA EN OVINOS DE PELO

**V. M. Meza-Villalvazo[1], J. Herrera Camacho[2], A. J Chay Canul[3]**

[1]Instituto de Biotecnología, Laboratorio de Biotecnología Animal, Universidad del Papaloapan, Circuito Central 200, Col. Parque Industrial, CP 68301, Tuxtepec, Oaxaca, México. [2]Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. [3]División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carr. Villahermosa-Teapa, km 25, CP 86280. Villahermosa, Tabasco, México.

## RESUMEN

Los AGPI son nutrientes claves para múltiples funciones biológicas en el organismo, desde el almacén de energía, componente de membranas celulares, precursores de sustancias metabólicamente activas, y hasta activación de genes o factores de transcripción. Sin embargo, no pueden ser sintetizados por los tejidos animales, por lo tanto, deben ser incorporados en la dieta y se les denomina como esenciales. En caso específico del ovocito forman parte importante de la membrana celular (en forma de fosfolípidos) y del fluido folicular, lo que les permite afectar notablemente el microambiente del ovocito y jugar un papel fundamental en la calidad, en caso particular de los espermatozoides ovinos los AG son importantes para la integridad de la membrana del espermatozoide, motilidad y viabilidad, así como para contrarrestar la sensibilidad al frío, ya los espermatozoides de esta especie son más sensibles al choque frío durante la criopreservación y dicho proceso conduce a un daño mitocondrial, pérdida de la integridad de la membrana plasmática y acrosómica, asociándose con la interrupción de los lípidos de la membrana, los cuales generan una pérdida y disminución de la motilidad, viabilidad, capacidad de fertilización. En conclusión, los AGPI son nutrientes importantes que pueden afectar el desempeño del ovocito y el espermatozoide en cuanto su maduración y calidad, y por lo tanto la fertilidad. Entender los procesos mediante el cual los AGPI influyen en estas células es fundamental para realizar estrategias de alimentación que garanticen células de mejor calidad destinadas a ser utilizadas en biotécnicas reproductivas.

**Palabras clave**: AGPI, espermatozoide, ovocito.

## ABSTRACT

PUFAs the are also key nutrients for multiple biological functions in the body, from energy store, to component of cell membranes, precursors of metabolically active substances and activate on genes and transcription factors. However, they can not be synthesized by animal tissues, therefore, they must be incorporated into the diet and referred to as essential. In the specific case of the oocyte, they form an important part of the cell membrane (in the form of phospholipids) and of the follicular fluid, they allows them to significantly affect the microenvironment of the oocyte and play a fundamental role in quality, in particular the case of ovine sperm cells. AG are important for sperm membrane integrity, motility and viability, as well as to counteract cold sensitivity, sperm are more sensitive to cold shock during cryopreservation and this process leads to mitochondrial damage, loss of the integrity of the plasma and acrosomic membrane, associated with the disruption of the

membrane lipids, which have a loss and decrease of motility, viability, fertilization capacity. In conclusion, PUFAs are important nutrients that can affect oocyte and sperm performance in terms of maturation and quality, and therefore fertility. Understanding the processes where PUFAs influence these cells is essential for feeding strategies that guarantee better quality controlled cells to be used in reproductive biotechniques

**Index words**: PUFAs, oocyte, spermatozoa.

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción de rumiantes en las áreas tropicales dependen en gran medida de los recursos forrajeros locales, los cuales aportan el 90% de los nutrientes requeridos por los animales. La mayoría de los pastos establecidos presentan variaciones en el contenido de nutrientes, siendo la principal limitante la disponibilidad de energía (De Pablos *et al*., 2009). La deficiencia de energía genera un impacto negativo en la producción y surge la necesidad de implementar estrategias de alimentación para contrarrestar este déficit. La estrategia más difundida entre las explotaciones pecuarias es la incorporación de granos en la ración (principalmente maíz y sorgo), los cuales por su alto costo de producción resultan poco rentables para el productor; ante este panorama Otra estrategia que se ha propuesto es la utilización de fuentes lipídicas en las raciones, ya sea que contengan ácidos grasos saturados, grasas protegidas (por ejemplo, jabones cálcicos o grasas hidrogenadas) o aceites ricos en ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), los cuales han demostrado tener efectos específicos en diferentes tejidos con beneficios potenciales sobre la fertilidad. Se han reportado diferentes efectos de los AGPI en el aspecto reproductivo in vitro e in vivo. Sin embargo, en el contexto de las investigaciones actuales, los resultados sobre AGPI y su papel como proveedores de energía de los ovocitos y espermatozoides en ovinos no son del todo claros, ya que la composición de ácidos grasos de diferentes fuentes varía en su perfil e impacta en la calidad de las células, por lo que resulta interesante esclarecer como estos cambios ejercen su efecto sobre la calidad-funcionalidad de ovocitos y espermatozoides. Por lo que el objetivo de la presente revisión es abordar de manera breve las investigaciones relacionadas al efecto de los AGPI sobre los aspectos que influyen en la calidad de ovocitos y espermatozoides en ovinos.

### AGPI-composición, líquido folicular y calidad ovocitaria

Los AGPI son nutrientes claves para múltiples funciones biológicas en el organismo, desde el almacén de energía, componente de membranas celulares, precursores de sustancias metabólicamente activas, y hasta activación de genes o factores de transcripción. Sin embargo, no pueden ser sintetizados por los tejidos animales, por lo tanto, deben ser incorporados en la dieta y se les denomina como esenciales (Jenkins *et al*., 2008). En caso específico del ovocito, forman parte importante de la membrana celular (en forma de fosfolípidos) y del fluido folicular, lo que les permite afectar notablemente el microambiente del ovocito y jugar un papel fundamental en la calidad (Meza *et al*., 2014). A nivel ovocitario, los AGPI son incorporados en la membrana celular o pueden ser incorporados a través de gotas lipídicas sintetizadas en el citoplasma, estas gotas de grasa se originan de los ácidos grasos extracelulares (provenientes de la circulación sanguínea) o de los sintetizados "de novo". En el caso del ovocito el origen de los ácidos grasos permanece

incierto, aunque cada día existen más evidencias que permiten aseverar que esta célula es capaz de incorporar AG provenientes de su alrededor (Aardema, 2014).

La composición de los AG almacenados en el ovocito, ha sido correlacionada con el desarrollo de las capacidades de esta célula (Kim *et al*., 2001). El líquido folicular es el producto de la trasudación del plasma sanguíneo a través de la barrera folicular y de la actividad secretora de las células de la granulosa y la teca, genera un microambiente que influye sobre la morfología, desarrollo y maduración del ovocito (Shaaker *et al.*, 2011). Los AG en líquido folicular pueden mediar e influenciar el nivel de expansión de células del cumulus y tiempo de reanudación de la maduración nuclear en los ovocitos, aspectos críticos para el desarrollo embrionario después de la fecundación (Marei *et al*., 2010). La presencia de ácido palmítico en el líquido folicular se asocia con morfología deficiente del Complejo Ovocito Cumulos (COCs), mientras que el oleico favorece la morfología de los mismos (Aardema *et al*., 2011). En un estudio realizado por Meza *et al*. (2014) reporta que la concentración de ácido oleico en líquido folicular de ovejas que consumieron 6% de aceite de maíz fue mayor, siendo estos animales quienes presentaron un mayor número de ovocitos de excelente calidad en comparación a las ovejas que consumieron 3% y 0% de aceite.

Por su parte, Aardema *et al*. (2013) informan que la presencia de ácido oleico es inofensiva en altas concentraciones y puede compensar los efectos lipotóxicos de los ácidos grasos saturados mejorando la competencia de los ovocitos. Sin embargo, una acumulación excesiva de ácidos grasos provoca hiperlipidemia reduciendo su desarrollo a estadios embrionarios avanzados (Leroy *et al*., 2010) debido a que aumentan su vulnerabilidad al estrés oxidativo. Durante su crecimiento y maduración, el metabolismo energético se acelera e incrementa la presencia de especies reactivas al oxigeno (Valco *et al*., 2007). En este sentido, algunos estudios reportan la presencia de ácido linoleico conjugado (CLA) (Cis-9, Trans-11 y Trans-10, Cis-12) en líquido folicular de ovejas alimentadas con aceite de maíz (Meza *et al*., 2014), y mencionan que la presencia de dicho ácido pudiera poseer una capacidad atrapante de radicales libres (Yu *et al*., 2001) inhibiendo su efecto y favoreciendo la calidad ovocitaria *in vivo,* ya que se ha demostrado que el CLA posee dicha actividad cuando es comparado con antioxidantes sintéticos convencionales. Estudios in vitro demuestran que la adición en los medios de cultivo del isómero Trasn-10, Cis-12 reduce la acumulación excesiva de lípidos, disminuyendo la hiperlipidemia que caracteriza a los embriones cultivados in vitro, mejorando su resistencia y tolerancia a la manipulación (Pereira *et al*., 2008) aumentando la competencia de ovocitos para convertirse en embriones de mejor calidad (Lapa *et al*., 2011).

Diversas investigaciones se han realizado con el propósito de evaluar el efecto de los AGPI sobre la calidad ovocitaria in vivo e *in vitro* en ovinos. Zeron *et al*. (2002), al suplementar ovejas con jabones cálcicos de aceite de pescado reportaron una mayor calidad ovocitaria, mejor integridad de las membranas del ovocito y un incremento de la proporción de ácidos grasos poliinsaturados en el plasma, líquido folicular y células del cumulus, pero no en los ovocitos, de igual manera McEvoy *et al.* (2012) observaron que la inclusión del 3 % de aceite pescado en la dieta de ovejas puede proporcionar un efecto benéfico para producción de ovocitos y el desarrollo subsecuente del embrión in vivo, mientras que in vitro concentraciones altas pueden ser contraproducentes, por su parte Wonnacott *et al.* (2010) no reportan diferencia alguna en cuanto a

calidad y composición de ácidos grasos de ovocitos provenientes de ovejas alimentadas con 4.5 % de diversas fuentes de aceite (linaza, salmón, girasol) en la ración; sin embargo, la relación de ácidos grasos poliinsaturados n - 3 / n - 6 difiere significativamente entre dietas.

Meza *et al*. (2013) al alimentar ovejas de pelo con niveles del 3 y 6 % de aceite de maíz presentan un mayor porcentaje de ovocitos de excelente y buena calidad, efecto favorecido por las mayores proporciones de C18:1 en líquido folicular, ya que dicho ácido graso favorece la morfología de los complejo ovocito cumulos (COCs) (Aardema *et al*., 2011) y es inofensivo en altas concentraciones, el cual puede compensar los efectos lipotóxicos de los ácidos grasos saturados mejorando la competencia de los ovocitos (Aardema *et al.,* 2013). Sin embargo, una acumulación excesiva de ácidos grasos provoca hiperlipidemia reduciendo su desarrollo a estadios embrionarios avanzados (Leroy *et al*., 2010) posiblemente debido a que aumentan su vulnerabilidad al estrés oxidativo. Sin embargo, se sabe poco acerca de la captación especifica de ácidos grasos específica del ovocito al interior del folículo y cómo éste puede ser alterado por la dieta. Numerosos estudios *in vitro* en diversas especies han demostrado que el perfil lipídico de los ovocitos es dinámico y es influenciado por su ambiente externo permitiéndole a éste desarrollar un proceso selectivo para garantizar su protección y evitar el riesgo de daño celular (Santos *et al.,* 2008).

**AGPI-Calidad seminal**

En las últimas décadas los AGPI han adquirido una importancia considerable como materia prima en la alimentación animal debido a su capacidad para proporcionar energía y aumentar la palatabilidad de la dieta. En los ovinos un mayor plano de nutrición aumenta el tamaño testicular y la producción espermática. Recientemente, una mayor comprensión del papel de AGPI y lípidos en general, han llevado a implementar diversas estrategias nutricionales con el objetivo de modificar el contenido de lípidos en la membrana del espermatozoide y la función del mismo. La idea alterar la membrana espermática in vivo a través de la ingesta dietética representa una alternativa atractiva para modificación exitosa de la membrana. En la mayoría de los mamíferos, el espermatozoide contiene una considerable cantidad de AG n-3, principalmente en forma de ácido docosahexaenoico (DHA) (C22: 6, n-3) (Parks y Lynch, 1992). Estos AG son importantes para la integridad de la membrana del espermatozoide, motilidad y viabilidad, así como para contrarrestar la sensibilidad al frío. Los espermatozoides del ovino son más sensibles al choque frío durante la criopreservación que otras especies, dicho proceso conduce a un daño mitocondrial, pérdida de la integridad de la membrana plasmática y acrosómica, se asocia con la interrupción de los lípidos de la membrana, los cuales generan una pérdida y disminución de la motilidad, viabilidad, capacidad de fertilización. La capacidad del espermatozoide para resistir el choque frío generado por el proceso de criopreservación está relacionada con la composición lipídica de la membrana espermática y depende de la especie (White, 1993).

La importancia de los ácidos grasos insaturados presentes en el plasma seminal en la funcionalidad y protección de las células reproductivas ha quedado en evidencia en algunas investigaciones, en particular los ácidos grasos del tipo omega 3 (Safarinejad *et al*., 2011). En machos ovinos alimentados con aceite de pescado durante 70 días presentaron un efecto significativamente positivo en parámetros seminales tanto cuantitativa como cualitativamente.

Además, además estos efectos fueron observados durante un periodo de 60 aproximadamente posterior al término de la suplementación, también se encontró que el aceite de pescado produjo un aumento de DHA en los espermatozoides durante el periodo de suplementación (Alizadeh *et al*, 2013). Por su parte, Masoudi *et al.* (2016), al suplementar con aceite de pescado a ovinos reporta una mejoría en los índices de calidad de los espermatozoides, motilidad, integridad de la membrana, viabilidad y capacidad de fertilización después criopreservación. La razón de esta mejora puede ser incremento de AGPI en la membrana espermática, especialmente en la cabeza y la cola de los espermatozoides provenientes de machos que fueron suplementados con n-3. En mamíferos, presencia de AGPI son cruciales para muchas actividades de los espermatozoides a partir de la espermatogénesis hasta la fertilización. La diferencia de entre los parámetros espermáticos pueden estar condicionados por la espermatogénesis, debido a que el DHA desarrolla un papel importante en la formación del espermatozoide y su funcionalidad (Samadian *et al*., 2012).

## CONCLUSIONES

Los AGPI son nutrientes importantes que pueden afectar el desempeño del ovocito y el espermatozoide en cuanto su maduración y calidad, y por lo tanto la fertilidad. Entender los procesos mediante el cual los AGPI influyen en estas células es fundamental para realizar estrategias de alimentación que garanticen células de mejor calidad destinadas a ser utilizadas en biotécnicas reproductivas.

## LITERATURA CITADA

Aardema, H, F. Lolicato, C. H. A. Van de Lest, J. F. Brouwera, A. B. Vaandrager, H. T. A. Van Tol, B. A. Roelen, P. L. Vos, J. B. Helms and B. M. Gadella. 2013. Bovine cumulus cells protect maturing oocytes from increased fatty acid levels by massive intracelular lipid storage. Biology of Reproduction 88(6): 1-15.

Aardema, H., L. A. M. Vos, F. Lolicato, A. J. B. Roelen, M. H. Knijn, B. A. Vaandrager, J. B. Helms and B. M. Gadella. 2011. Oleic acid prevents detrimental effects of saturated fatty acids on bovine Oocyte developmental competence. Biology of Reproduction 85: 62-69.

Aardema, H. 2014. Impact of free fatty acid composition on oocyte developmental competence in dairy cows. PhD Dissertation. Faculty of Veterinary Medicine, Utrecht University. Netherlands. 159.

De pablos, L., J. Ordóñez, S. Godoy y C. F. Chicco. 2009. Suplementación mineral proteica de novillas a pastoreo en los llanos Centrales de Venezuela. Zootecnia Tropical 27(3): 249-262.

Jenkins, T. C., R. J. Wallace, P. J. Moate and E. E. Mosley. 2008. BOARD-INVITED REVIEW: Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. Journal of Animal Science 86(2): 399-412.

Lapa, M., C. C. Marques, S. P. Alves, M. I. Vasques, M. C. Batista, I. Carvalhais, P. M. Silva, A. E. Horta, R. J. Bessa and R. M. Pereira. 2011. Effect of trans-10 cis-12 conjugated linoleic acid on bovine oocyte competence and fatty acid composition. Reproduction in Domestic Animals 46: 904-910.

Leroy, M. R., V. V. Hoeck, M. Clemente, D. Rizos, A. A. Gutierrez, V. A. Soom, M. Uytterhoeven and P. E. Bols. 2010. The effect of nutritionally induced hyperlipidaemia on in vitro bovine embryo quality. Human Reproduction 25(3): 768-778.

Marei, W., D. Wathe and A. Fouladi-Nashta. 2010. Impact of linoleic acid on bovine oocyte maturation and embryo development. Reproduction 139: 979-988.

Meza-Villalvazo, V., S. Magaña, C. Sandoval, M. Morales, A. Chay y A. Trejo. 2013. Efecto de los ácidos grasos poliinsaturados sobre población folicular y calidad ovocitaria en ovejas Pelibuey. Universidad y Ciencia 29(3): 255-261.

Meza-Villalvazo, V. M., C. A. Trejo, S. H. Magaña, C. C. Sandoval, A. Chay-Canul, G. A. Cavazos y S. C. Martínez. 2014. Perfil metabólico de isómeros de Ácido Linoleico Conjugado y calidad de ovocitos en ovejas de pelo. Nova Scientia 12(2): 287-303.

Motemani, M., M. Chamani, M. Sharafi and R. Masoudi. 2017. Alpha-tocopherol improves frozen-thawed sperm quality by reducing hydrogen peroxide during cryopreservation of bull semen. Spanish Journal of Agricultural Research 15: e0401. 10.5424/sjar/2017151-9761.

Parks, J. E. and D. V. Lynch. 1992. Lipid composition and thermotropic phase behaviour of boar, bull stallion and rooster sperm membrane. Cryobiology 29: 255-66.

Pereira, R. M., M. C. Baptista, M. I. Vásquez, A. E. M. Horta, P. V. Portugal, R. J. B. Bessa, E. Chagas, J. Silva, M. S. Pereira and C. C. Marques. 2007. Cryosurvival of bovine blastocysts is enhanced by culture with trans-10 cis-12 conjugated linoleic acid (t10, c12 CLA). Animal Reproduction Science 98: 293-301.

Safarinejad, M. R. 2011. Effect of omega-3 polyunsaturated fatty acid supplementation on semen profile and enzymatic anti-oxidant capacity of seminal plasma in infertile men with idiopathic oligoasthenoteratospermia: a double-blind, placebo-controlled, randomised study. Andrologia 43(1): 38-47.

Samadian, F, A. Towhidi, K. Rezayazdi and M. Bahreini. 2010. Effects of dietary n-3 fatty acids on characteristics and lipid composition of ovine sperm. Animal 4(12): 2017-2022.

Santos, J. P. G., T. R. Bilby, W. W. Thatcher, C. R. Staples and F. T. Silvestre. 2008. Long chain fatty acids of diets factors influencing reproduction in cattle. Reproduction Domestic Animals 43: 23-30.

Shaaker, M., A. Rahimipour, M. Nouri, K. Khanaki, M. Darabi and L. Farzadi. 2012. Fatty acid composition of human follicular fluid phospholipids and fertilization rate in assited reproductive techniques. Iranian Biomedical Journal 16(3): 162-168.

Valko, M., D. Leibfritz, J. Moncol, M. T. Cronin, M. Mazur and J. Telser. 2007. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. The International Journal of Biochemistry & Cell Biology 39: 44-84.

White, I. G. 1993. Lipids and calcium uptake of sperm in relation to cold shock and preservation: a review. Reprod. Fertil. Dev. 5: 639-658.

Wonnacott, K., W. Y. Kwong, Hughes, A. M. Salter, R. G. Lea, P. C. Garnsworthy and K. D. Sinclair. 2010. Dietary omega-3 and -6 polyunsaturated fatty acids affect the composition and development of sheep granulosa cells, oocytes and embryos. Reproduction 139: 57-69.

Yu, L. 2001. Free radical scavenging properties of conjugated linoleic acid. J Agric Food Chem. 49: 3452-3456.

Zeron, Y., D. Sklan and A. Arav. 2002. Effect of polyunsaturated fatty acid supplementation on biophysical parameters and chilling sensivity of ewe oocytes. Molecular Reproduction Development 61: 271-278

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# SITUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CUNÍCOLA EN MÉXICO

**José Guadalupe Gómez Soto**

Área Cunícola de la Universidad Autónoma de Querétaro (ARCUN-UAQ). §Autor para correspondencia: (jose.gomez@uaq.mx).

## INTRODUCCIÓN

El conejo europeo o ibérico es el antecesor directo de los conejos europeos que se crían a nivel mundial actualmente, vivió en el centro y sur de Europa desde hace más de 2 millones de años. Tiene su origen en el sur de la Península Ibérica (Camps, 2001) debido a las dos últimas glaciaciones que afectaron al continente europeo en las que se vieron obligados a emigrar y a ocupar esta zona en busca de refugio, estableciendo la aparición de dos subespecies del género *Oryctolagus*, la subespecie *O. cuniculus algirus* distribuida en la porción Suroccidental de la Península Ibérica, Sudoeste de España incluyendo Portugal y la subespecie *O. cuniculus cuniculus* extendida por el Nordeste de la Península y en el Sudeste de Francia la que es considerada como el origen del conejo doméstico, hecho que ocurrió en los últimos 200´000 a 150´000 años (Carneiro, 2009). Las características de esta especie, entre las que destaca su gran prolificidad y como fuente de consumo, incitaron su introducción a diferentes regiones del mundo como lo fue Asia, África, Australia, Nueva Zelanda y América, además de formar parte importante del sustento alimenticio para los viajeros interoceánicos (Camus, 2008). Durante el año de 1493, en el segundo viaje de Cristóbal Colon a América, venían en los navíos tanto vegetales y animales dentro de los que se incluían: becerros, puercos, gallinas, caballos, burros y conejos europeos. Sin embargo, el zacatuche (*Romerolagus diazi*) que habitaba en las laderas de los volcanes que rodeaban la ciudad de México-Tenochtitlan, era un lagomorfo consumido por los aztecas y formaba parte del calendario (tochtli), era tenido como un símbolo de fecundidad e incluso formaba parte de los apellidos y los usaban en los sacrificios (Camps, 2008). A más de 500 años de esta llegada de conejos europeos, y aún con la presencia de lagomorfos antes de este suceso histórico, resulta interesante conocer cuál es la situación actual de la cunicultura en nuestro país. En un principio los conejos fueron clasificados como roedores por lo que en el pasado se consideró que eran parte del Orden Rodentia (ratas y ratones) hasta que fue reconocido el Orden Lagomorpha en 1912 y pasaron a incluirse en este nuevo orden. Anatómicamente los conejos son diferenciados de los roedores al incluir un segundo conjunto de incisivos que se encuentran situados posteriormente a los incisivos frontales superiores. Quedando de la siguiente manera: Orden Rodentia con 2 incisivos superiores y 2 inferiores, y Orden Lagomorpha con 4 incisivos superiores y 2 inferiores (Fernández *et al.*, 2015). Actualmente la cunicultura en México es una actividad ganadera que abona a la seguridad alimentaria de personas que viven en el medio rural y que puede incluso servir como una fuente de ingresos económicos extras (Ruiz, 1993), sin embargo, esta actividad ganadera también puede desarrollarse en zonas urbanas y periurbanas dadas las características zootécnicas de los conejos dentro de las que destacan su rusticidad y/o adaptabilidad a las diferentes condiciones medioambientales.

## Objetivo

El objetivo del presente escrito es describir la historia y situación de la producción cunícola en México y compararla con lo que sucede a nivel mundial.

## Revisión de literatura

La cunicultura es el proceso de reproducción, cría y engorda de los conejos en forma económica para obtener un máximo beneficio en la venta de sus productos y subproductos (Marto, 2012). Los productos que se obtienen del conejo son: carne, piel y pelo, y sub productos como: estiércol para emplearse como fertilizante, la orina como fijador de perfumes y las vísceras para la fabricación de alimentos balanceados. La carne de conejo es un producto de alto valor nutricional, cuya demanda se ha incrementado en los últimos años por ser considerado un alimento sano para el consumo humano por su alto contenido proteico, bajo porcentaje de grasa y colesterol, es de fácil digestión, rica en vitaminas del complejo B y en minerales. A su vez, introduce una variación en la dieta (nuevos sabores), lo que es una característica de la demanda actual de alimentos; además puede integrarse a una dieta saludable y equilibrada; lo que la hace apta para el consumo de todas las personas.

Por todo lo anterior, la cunicultura ofrece varias ventajas que podrían ser aprovechadas en algunas regiones para afrontar los problemas de desnutrición que se presentan en los sectores de la población de escasos recursos económicos, además de contribuir a ofrecer una mayor variedad de productos, y a satisfacer la demanda de carne en los centros urbanos con poblaciones donde existe mayor capacidad de consumo (Gamboa, 2001). La cría de conejos se practica en sistemas bien adaptados al pequeño agricultor, con o sin tierras. Sus ventajas están estrechamente vinculadas al comportamiento alimentario y productivo del conejo, así como a su fácil integración social y a su rentabilidad económica, otros beneficios que posee son:

- Su adaptación, como pequeño herbívoro monogástrico, a una variedad de alimentos fibrosos.
- Su adaptación a las necesidades alimentarias de la familia y a los medios de conservación disponibles en las pequeñas unidades de producción rurales y periurbanas.
- Su elevada productividad en términos de número de animales o de kg/año/madre, ligada a una ovulación permanente inducida por monta, de breves períodos de gestación y de lactancia y de su elevada prolificidad.
- El valor nutricional elevado de su carne, su escaso contenido de grasas y de colesterol.
- Las facilidades de transporte y comercialización y los reducidos gastos de mantenimiento de los animales una vez superada la edad óptima de comercialización.
- El reducido costo de la mano de obra, que puede ser de origen familiar (mujeres, jóvenes y niños), o consistir incluso en personas ancianas o con capacidades diferentes

La cunicultura puede abonar a los ingresos de la familia sobretodo en el sistema de traspatio; puede presentar inversiones poco costosas: la infraestructura y los equipos pueden ser fácilmente fabricados por el mismo cunicultor y el espacio requerido para esta actividad es limitado (Lebas *et*

*al*., 1996). Las particularidades del sistema digestivo de los conejos determinan que pueden ser criados con alimentos que en otras especies no rumiantes generan baja productividad. De esta manera, esta especie es adecuada para lograr aprovechar ingredientes fibrosos (Nieves *et al.*, 2009). Ya que los conejos son altamente fértiles y prolíficos, una hembra puede producir hasta 80 kg de carne al año; lo que equivales a 20 veces su peso y tiene un rendimiento en canal del 55 % (OEIDRUS, 2009; Tovar *et al.*, 2014).

A pesar de todas las bondades biológicas de esta especie, el consumo de carne de conejo en México es inferior comparado con otros países. En cuanto al consumo de carne de conejo a nivel mundial, en el 2010 la producción global fue de un millón 692 mil toneladas, de las cuales 54.6 % se concentra en la cunicultura industrial y 43.6 % a pequeña escala. China aportó 669 mil toneladas por año; Italia, 255 mil; Francia 51 mil y España 66 mil toneladas (Sistema Producto Cunícola del Distrito Federal, 2012). Según datos del Sistema Producto Cunícola del Distrito Federal (2012) México ocupa el vigésimo lugar mundial como productor de carne de conejo, con alrededor de 15 mil toneladas al año, de las cuales 12 mil 500 son de pequeña escala. Las unidades de producción cunícolas se encuentran en mayor concentración en los estados del centro del país, esto es comprensible dado que en la meseta central de México se cuenta con climas que favorecen el desarrollo de esta actividad, al no tener que implementar instalaciones que involucren altos costos de inversión. El bajo consumo en México puede deberse a que culturalmente no es parte de la dieta, ya sea por desconocer sus propiedades, no saberla preparar o la poca oferta; aunado a los problemas existentes en los canales de comercialización (Osechas y Becerra, 2006). En México el consumo de carne de conejo representa alrededor del 0.5% del total de los diferentes productos cárnicos, es decir, alrededor de 200 g por habitante por año mientras que en otros países el consumo de la carne de conejo puede llegar a ser de hasta de 5 kg por persona por año (Flores, 2016).

En México y en el mundo existen un gran número de razas de conejos que se emplean con diferentes fines zootécnicos de acuerdo con sus características particulares como lo es la producción de pelo y piel para su curtido y confección, de exhibición, y para la producción de carne, y en algunos casos particulares con fines de doble propósito. Entre las razas más empleadas en México se encuentra la raza Nueva Zelanda, la California y la Chinchilla, las cuales son seleccionadas por la industria por su máxima aptitud cárnica (Nava, 2010; Sistema Producto Cunícola del Distrito Federal, 2012).

La producción cunícola en México tiene una importancia significativa como actividad ganadera ya que aporta un complemento no sólo a la dieta sino a los ingresos de muchas familias en el medio rural y urbano. Sin embargo, la cunicultura en México ha tenido un crecimiento lento, comenzando a partir de los programas brindados por el gobierno en la década de los setenta con el propósito de apoyar a los problemas de desnutrición en las comunidades rurales. En el año de 1970, el gobierno mexicano trato de impulsar la cunicultura, implementó programas sociales para mejorar las condiciones de vida y la alimentación de la gente más desprotegida de nuestro país. En 1973 se construyó y entró en operación el Centro Nacional de Cunicultura, en Irapuato, Gto., con la intención de fomentar el consumo de la carne de conejo y con el propósito de generar progenitores de alta calidad genética para abastecer de pie de cría a centros reproductores menores. También se iniciaron programas de apoyo pecuario en los que se proporcionaban los llamados "paquetes

familiares", los cuales consistían en grupos de conejos reproductores (1 macho y 3 hembras) proporcionados a las familias de bajos recursos económicos dentro del ámbito rural de nuestro país, junto con el equipo básico necesario para que las familias reprodujeran los conejos originalmente proporcionados, obtuvieran crías y consumieran su carne; también se les proporcionaba asesoría técnica. Después de un año de apoyar con este paquete familiar, los poseedores de los conejos deberían reponer, con animales jóvenes, los reproductores que ellos recibieron al principio del proceso. Después en la década de 1980, se retomó la intención de promocionar la especie cunícola, sin embargo, cuando la producción se incrementaba de manera sostenida, se presentó en el país la Enfermedad Hemorrágica Viral proveniente de China, lo cual obligó a tomar medidas drásticas. Después de analizar el problema a nivel técnico-epizootiológico, se decidió erradicar la población animal cunícola y con ello, eliminar la enfermedad de nuestro país, aplicando el rifle sanitario. Después de este hecho histórico, se tuvo que comenzar de nuevo a repoblar las granjas cunícolas, después de la erradicación, el consumo de la carne de conejo prácticamente desapareció. Gracias al trabajo esmerado de muchos cunicultores, el consumo de la carne de conejo se ha ido incrementando paulatinamente (Martínez *et al*., 2014). A finales de la década de 1990, nace la Asociación Nacional de Cunicultores de México, A.C. (ANCUM) la cual hasta la fecha promueve esta cultura de crianza como actividad ganadera en México. En la actualidad, la cunicultura en nuestro país está representada por un 80% de traspatio, 15% semiindustrial y 5% de tipo industrial (Flores, 2016).

La carne de conejo es magra, rica en proteínas de alto valor biológico y caracterizada por su bajo contenido en grasas. Además, su perfil de ácidos grasos es mayoritariamente insaturado (62.13 % del total) y posee un bajo contenido en colesterol (59 mg/100 g de músculo) por lo que puede considerarse una carne cardiosaludable. Es una importante fuente de minerales como el fósforo, calcio, magnesio y zinc. Presenta gran capacidad para ser digerida, debido a su bajo contenido en colágeno y su bajo aporte en grasas, además de su inexistente contenido en acido úrico y escaso en purinas (32 mg/100 g), la convierten en una fuente de proteína ideal en la dieta de toda la población. Así, puede ser consumida por personas de todas las edades; niños, adolescentes, adultos y ancianos así como en determinadas situaciones fisiológicas; embarazadas y/o deportistas o ante situaciones patológicas. Destaca su contenido en niacina (vitamina B3) y cobalamina (vitamina B12). También hay que resaltar el contenido de vitamina E (0.70 mg/100 g), que tiene importantes características antioxidantes y juega un papel importante contra el envejecimiento celular en especial en las células del sistema nervioso, glóbulos rojos, células musculares y de sistema cardiovascular. La carne de conejo, por su adecuado perfil nutricional y por ser una carne ideal es un alimento adecuado para incluir en una dieta equilibrada, completa (Román, 2011).

## CONCLUSIONES

A pesar de la historia antigua y reciente de la cunicultura en México, a pesar de las bondades como especie y de las características nutricionales de su carne, de la opción de usar sus subproductos, etc., esta especie aún no es aprovechada al máximo en nuestro país como sucede en países europeos. Se requiere de un trabajo interdisciplinario para dar difusión a la crianza y al consumo de su carne, establecer canales de comercialización adecuados, etc. Por lo anterior, la cunicultura representa un

área de oportunidad que puede ser utilizada en el presente y futuro para generar bienestar en la sociedad mexicana.

## LITERATURA CITADA

Camps, J. 2001. Evolución del conejo (O. cuniculus), y su origen ibérico. Evolución prehistórica, y taxonomía, de los lepóridos, y el exclusivo origen ibérico de los conejos europeos silvestres, y de todas las razas de los domésticos. Barcelona, España.

Camps, J. 2008. Los primeros conejos llegaron a América iniciado noviembre de 1493. Referencias halladas sobre el envío de "O. cuniculus", a América. (Crónicas de Indias). Y los primeros autóctonos avistados. ISSN: 1130-5436.

Camus, P., S. Castro y F. Jaksic. 2008. El conejo europeo en chile: historia de una invasión biológica. 41(2): 305-309. ISSN 0073-2435. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-71942008000200001#9

Carneiro, M., N. Ferrand and M. W. Nachman. 2009. Recombination and speciation: loci near centromeres are more differentiated than loci near telomeres between species of the European rabbit (Oryctolagus cuniculus). Genetics 181: 593-606.

Fernández, J. A., F. A. Quiñonez, F. A. Cervantes y A. Melgoza. 2015. Conejos y Liebres silvestres de México. CONABIO. Biodiversitas 123: 7-11.

Flores, A. D. J. y S. G. G. 2016. Análisis situacional y propuesta de estrategias para apoyar el desarrollo de la cunicultura de tipo semiindustrial en el municipio de Texcoco, México. file:///C:/Users/José%20Gómez/Documents/ARCUN%20UAQ%202019/Tesis_Daniel%20flores%202016.pdf

Gamboa, C. 2001. Estudio de Mercado de la Carne de Conejo en el Municipio de Texcoco. Tesis de Maestría. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, Especialidad en Ganadería, Colegio de Postgraduados. Texcoco, Edo. de México.

Lebas, F., P. Coudert, H. De Rochambeau y R. G. Thèbault. 1996. El conejo. Cría y patología. Ed. FAO. Roma, Italia.

Martínez, M., H. Jandete y A. Gálvez. 2014. Zootecnia Cunícola. Editorial UNAM-FMVZ. México. Disponible en: http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/p_estudios/apuntes_zoo/unidad_10_zootecniacunicola.pdf. Consultado: 20 de agosto de 2014.

Marto, R. 2012. Situación actual del sistema de producción cunícola en el municipio de Villaflores, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Agronómicas. Chiapas, México.

Nava, V. I. y M. M. Zamora. 2010. Evaluación de los estimadores de productividad de tres razas de conejos en el centro de cunicultura de Irapuato, Guanajuato, durante el año 2008. Cuautitlán Izcálli, Estado de México.

Nieves, D., O. Terán, M. Vivas, G. Arciniegas y C. L. J. González. 2009. Comportamiento productivo de conejos alimentados con dietas basadas en follajes tropicales. Revista Científica. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracaibo 2(19): 3-12.

OIEDRUS. 2009. Estudio sobre Cunicultura en el estado de Baja California. Disponible en: http://www.oeidrus-bc.gob.mx/oeidrus_bca/biblioteca/Estudios/pecuarios/doctoConejo.pdf. Consultado: 7 de junio de 2014.

Osechas, D. y L. Becerra. 2006. Producción y mercadeo de carne de conejo en el Estado Trujillo, Venezuela. Revista Científica. 2: 129-135. Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95916206. Consultado: 10 de Agosto de 2014.

Román, D. 2011. Carne de conejo: equilibrio y salud. Endocrinología y Nutrición. Facultad de Medicina de Valladolid. Rio Hortega Valladolid. España.18: 1-2

Ruiz, L. C. G. 1993. Aparición de la enfermedad vírica hemorrágica en México y su erradicación (EHVC). Departamento de Producción Agrícola y Animal. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. México.

Sistema producto cunícola del Distrito Federal 2012. 2012. Plan Rector Sistema Producto Cunícola del Distrito Federal, México.

Tovar, M., G. Bernal, D. Bauman, K. Harvatinec, C. Betancourt, K. Escobar, A. Aguilera, T. Reis y J. Gómez. 2014. Crecimiento de gazapos de la raza nueva zelanda suplementados con diferentes niveles de ácido linoleico conjugado en la dieta. *In*: IX Encuentro de La Mujer en la Ciencia. León, Gto., México.pp. 1-4.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EL PAPEL DE LOS ÉQUIDOS EN LA MINERÍA MEXICANA

**J. A. Legarreta**

## INTRODUCCION

La presente investigación tiene como objetivo entender el peso y la importancia que tuvieron los équidos de trabajo (burros, caballos y mulas) dentro de la minería mexicana. Los équidos de trabajo (además de burros y mulas esta familia incluye a los caballos) trabajaron dentro de las minas en México durante al menos 367 años; ya que la primera evidencia la encontramos en 1544 y la última en 1911.

La finalidad de este trabajo es conocer el aporte de los équidos en la minería, primero conociendo la importancia que tuvo la minería en el crecimiento de las fuerzas productivas de nuestro país y después describiendo tanto el aporte de los équidos en las innovaciones tecnológicas como su posterior sustitución. A continuación, explicaré la importancia que tuvo la minería tanto en la Colonia como en el México independiente.

### Nueva España

La conquista de América significó para España la supremacía mundial en las relaciones económicas y bélicas a nivel mundial, esto gracias a que el tráfico de mercancías y las riquezas que éste generaba se convirtieron en el punto clave de la dominación mundial. Al sistema económico que surgió a partir de la Conquista se le llamó mercantilismo, este sistema pregonaba que las riquezas dependían del capital acumulado. El mercantilismo duró los siglos XVI y XVII completos, en incluso una parte del siglo XVIII.

Para entender la cantidad de plata novohispana que llegó a España podemos ver que hay quienes estiman que el total de dinero que extrajo España de plata del territorio mexicano, durante su época como colonia española, fue de 11 mil millones (11,000,000,000) de pesos (De la Peña p. 48). De toda la plata novohispana que llegó a España; la mitad fue absorbida por el comercio de Europa con la India y Levante, ¼ se fundió para hacer monedas y el último ¼ para la elaboración de vajillas y joyería. Para poder entender estas cantidades de una forma más clara; durante el periodo en el que la Nueva España fue colonia española la masa de moneda en Europa aumentó de 114 millones de pesos a 2,190 millones de pesos (De la Peña p.48). La plata americana cambió radicalmente la economía europea.

En cuanto a las relaciones económicas y comerciales dentro de España, el mercantilismo ayudó a que la Corona española beneficiara a las regiones con quienes mejor trato tenían (hay que recordar que poco tiempo antes de la colonia los reyes españoles habían logrado unificar a España y había regiones con más aliados que otras). Sevilla fue el puerto favorecido por la colonia y todas las mercancías americanas llegaron ahí desde comienzos de la Colonia hasta 1680. En esa lógica los mayores beneficiarios era la Corona española (la cual se quedaba con el 40% del beneficio de la

plata) y después la oligarquía sevillana, en un segundo plano podríamos mencionar a las oligarquías de las demás regiones.

Las riquezas americanas ayudaron a que la oligarquía española pudiera vender los productos al resto de Europa. Como consecuencia los países europeos con un mayor desarrollo económico comenzaron a industrializarse con el fin de vender productos manufacturados a cambio de la plata novohispana.

Otros 2 puntos importantes de este sistema político- económico fue que la Corona española aumentó sus gastos de forma desproporcional y empezó a endeudarse con los bancos europeos más grandes. Llegaron a gastos récord para la época e incluso cayeron en bancarrota en múltiples ocasiones. Aunque suene irónico, España fue una potencia que dominó las relaciones económicas mundiales gracias al colonialismo y se endeudó de una forma que hasta ese momento era inconcebible. Para entender este punto vemos que la Corona cayó en un estado de bancarrota 9 veces en 140 años e incluso llegó a apropiarse de toda la plata que llegó a España múltiples ocasiones pagando juros a los propietarios.

Desde antes de que se empezaran a usar a los équidos en la minería novohispana hasta 1700 gobernaron los Habsburgo en España. Todos los reyes de la casa de Habsburgo durante la Colonia siguieron a grandes rasgos este sistema mercantilista que acabamos de describir; enriquecimiento desmedido de la oligarquía, exportación de mercancías a cambio de productos manufacturados, industria precaria, cero inversión en ciencia y tecnología, gastos desmedidos de la Corona, deudas de la Corona con otros bancos europeos, bancarrotas de la Corona; en general podemos decir que durante el mercantilismo España tuvo una lógica que solo se enfocó en acumular riquezas y jamás de preocupó por el desarrollo de las fuerzas productivas en su país. A partir de 1700 llegan a la Corona los Borbones. Los Borbones intentaron cambiar la lógica mercantilista hacia una lógica más capitalista pero no pudieron. Mientras tanto dentro de la Nueva España sí se dio el desarrollo de las fuerzas productivas, gracias a los productos de exportación. Las zonas donde se producían estas mercancías generaban una lógica económica propia y así comenzaron a desarrollarse muchas ciudades. Esto se dio sobre todo con las minas en el norte del país.

Otro punto importante fue la mano de obra. La minería fue mucho más progresista en cuestiones laborales que el resto de los sectores desde sus comienzos. En el siglo XVI el 64% de los trabajadores de las minas eran libres (la mayoría era población indígena), el 22% indígenas forzados y tan sólo el 14% eran esclavos negros africanos o de ascendencia africana. Las comunidades indígenas tenían que hacer trabajos forzados en un sistema de laboral denominado la Encomienda. A partir de 1542 a los indígenas forzados se les empezó a pagar en un sistema que se denominó Repartimiento. Los porcentajes de trabajadores fueron evolucionando hasta que la gran mayoría fueron trabajadores libres. A finales del XVIII se prohibió la esclavitud en la minería. Es importante destacar que los trabajadores de las minas fueron mucho más privilegiados que cualquier otro tipo de trabajadores durante la Colonia.

Evidentemente la minería en la Nueva España generó riquezas inestimables. Un punto curioso fue que había dueños de minas tanto españoles como mestizos y criollos, lo cual lo convirtió en un sector muy peculiar.

**México independiente**

En los 11 años de lucha independentista la minería terminó casi completamente destruida; tanto insurgentes como realistas se apoderaban de las minas para sacar recursos económicos para seguir manteniéndose. Se comenta que "Morelos quemaba la maquinaria y el equipo minero" (De la Peña p.95) con el fin de que los realistas no pudieran apropiarse de ellas después. Pero al concretarse la Independencia, fue una prioridad del gobierno hacer resurgir a la minería. En 1821 el emperador Iturbide quitó los impuestos a las importaciones (De la Peña p.110); la minería se vio beneficiada tanto por la compra de mercurio como por la de maquinaria (De la Peña p.101). El otro sector que se vio beneficiado apenas concluyó la guerra de Independencia, fue el de las manufacturas (De la Peña p.97).

En la década del 20 del XIX, debido a las afectaciones causadas por la Revolución, llegó a la minería la inversión inglesa, la cual generó una difusión de relaciones capitalistas (tecnología, canales de comercialización y mejoras administrativas), generando un crecimiento que se extendió durante el resto del siglo; exceptuando la crisis de 1853-58 y la del 1870-72 (De la Peña pp.110, 116 y 143). Aunque la economía se estaba desarrollando tampoco podemos decir que se haya roto la lógica económica donde los productos de exportación eran el pilar económico, en las décadas después de la Independencia entre el 40 y el 50% de los ingresos federales eran aranceles al comercio exterior (De la Peña p.112).

En el XIX el periodo que comprende entre la declaración de México como país independiente en 1821 y la llegada de Porfirio Díaz como presidente en 1876, fue un periodo donde el país se dividió políticamente entre liberales y conservadores. Ninguna de las 2 facciones políticas tuvo total control del país, en el territorio se dividían las preferencias y los presidentes liberales y conservadores se fueron turnando. Después de la Guerra de Reforma (de 1858 a 1861) quedó más consolidado un gobierno liberal, teniendo como líder al presidente Benito Juárez. Pero hasta el Porfiriato encontramos un periodo de estabilidad. Esta inestabilidad política no sólo se dio internamente, en esos años se dieron 2 intervenciones francesas (la 1ª en la década del 30 y la 2da en la del 60) y una norteamericana en la década del 40.

A pesar de la inestabilidad política que vivía el país, la minería mexicana tuvo un crecimiento importante después de la Independencia. En el periodo entre 1820 y 1850 tuvo un crecimiento de 2% anual. Los siguientes 20 años (de 1850 a 1870) el crecimiento no fue igual de bueno, pero sí hubo; teniendo un crecimiento del 1% anual. Lo impresionante es que en los siguientes años hubo un crecimiento impresionante; entre los años 1871 y 1910 la minería mexicana tuvo un crecimiento de 4.4% anual, incluso la última década del XIX (1890-1900) el crecimiento fue del 6% anual (De la Peña p.148).

Las otras razones para el gran crecimiento de la minería mexicana a finales del XIX se dieron en el Porfiriato o bien son consecuencia del paulatino proceso que implicó la instauración del capitalismo en México. Quizá la mayor característica para definir al capitalismo sea la importancia del capital para seguir produciendo más capital; en esta lógica económica cuanto mayor es el capital del empresario mayor es su aptitud para elevar la producción a través de la tecnología, las materias primas y la mano de obra (Wolf p.103). El capitalismo se dio en México combinando diferentes "modos de producción capitalistas y no capitalistas unidos por relaciones de intercambio dominados por la acumulación capitalista" (Wolf p.426).

**Aportes tecnológicos de los équidos**

El proceso de la minería en esa época se podría describir en 10 sencillos pasos:

- 1) Abrir la mina.
- 2) Dentro de la mina, los mineros pican los minerales.
- 3) Subir el mineral de la mina al nivel del suelo. En este nombramos el desagüe porque hubo máquinas que sirvieron para ambas cosas (como el malacate). Durante todos los procesos constantemente se desagua la mina para que no se inunde. En ocasiones cuando una mina ha sido abandonada el desagüe se convierte en el primer paso.
- 4) Llevar el mineral de la mina a la hacienda de beneficio, donde es trabajado.
- 5) El mineral es triturado.
- 6) El mineral es pulverizado.
- 7) Se conjunta el mineral en polvo con mercurio (azogue) en el proceso de amalgamación.
- 8) El lavado, en el cual se separan las partículas del compuesto amalgamado a través de la velocidad.
- 9) La azoguería es donde se quita el azogue (mercurio) no amalgamado.
- 10) El último proceso es el quemadero, donde se quema y se quita lo último del azogue restante.

Los équidos de trabajo ayudaron en la minería en 8 de estos 10 pasos. A continuación, describiré aquellos pasos donde aportaron una gran cantidad de fuerza indispensable para su desarrollo.

**Primer proceso: abrir la mina**

Este proceso consiste, principalmente, en dinamitar las vetas que se encuentran abiertas de forma natural para que el hoyo sea más grande y se pueda explotar como mina. En este proceso encontramos la participación de los équidos en la *Operación Cohetiza.*

En 1827 Henry Ward describe una *Operación Cohetiza* que sucedió en San Juan de Rayas, Guanajuato con la siguiente metodología. Primero unos *barretos* (personas que se dedican a cavar) cavan una porción del terreno, después de que cada *barreto* ha excavado baja el pegador y une las mechas que comunican con las minas de abajo. Lo ponen en el malacate más ligero amarrado a 2 caballos. Prende la mecha y ponen a correr a los caballos para que el pegador salga antes de que los fragmentos de roca (tras la explosión) lo maten (Ward p.568-569).

**Segundo proceso: los mineros pican los minerales y los acarrean dentro de la mina**

En este proceso no participaron durante los primeros siglos debido a la existencia de los tamemes, que eran personas que hacían el trabajo de carga dentro de las minas. Estos hasta el s. XIX cuando algunos mineros que viendo la gran resistencia de las mulas para este trabajo hicieron obras dentro de sus minas para que las mulas suplieran el acarreo de los tamemes. Como en Rayas, Guanajuato, donde hicieron caminos con inclinaciones de 42°a 46° (Humboldt p.132-133). Esto implicó un gran cambio en el peso, ya que los équidos eran cargados con 3 quintales (138 kg) de minerales (Lyon p.125)

**Tercer proceso: subir el mineral de la mina al nivel del suelo y desaguar la mina**

Este proceso fue el más costoso de la producción, ya que debido a su costo muchas minas tuvieron que ser abandonadas; razón por la cual tuvo un mayor número de innovaciones tecnológicas. Esto quizá por su doble función, tanto para extraer minerales como para el desagüe de las minas. La mina era desaguada cuando estaba inundada para poderse explotar, y, cuando estaba siendo explotada también desaguaban el agua que brotaba de las profundidades de forma constante, para mantener un nivel adecuado. Tanto la extracción del mineral como el desagüe son de suma importancia en la minería; uno es el producto y la base de todo y el otro es fundamental para la explotación de las minas. El desagüe fue el principal gasto económico de la minería.

El malacate es una máquina que sirve para subir cosas en un tiro vertical. Una forma sencilla de describir su funcionamiento es que "a manera de noria movida por tracción, subía el agua enrollando cuerdas que tenían atados los odres o botas en forma espaciada" (Sánchez p.106). Como podemos ver en la figura 2, el movimiento de la mula hace que se vaya enrollando la cuerda al tambor. La cuerda del tambor se conecta con una polea que lleva a la cuerda a un tiro vertical. Según el movimiento de las mulas, la cuerda sube o baja los odres con agua o mineral. Así como la polea hace el movimiento para que el tiro saque el mineral al exterior, la cuerda puede ser conectada a una segunda polea que conecte con un segundo tiro.

Para entender por qué tantas minas fueron abandonadas debido a los costos en el desagüe y extracción pondremos algunos ejemplos de la cantidad de animales que se utilizaban. A principios del XIX las minas de Bolaños, la de Rayas y la del Conde de Regla en Real del Monte; usaban 4,000 caballos cada una solamente para mover los malacates (Humboldt p.118). En Tlalpujahua, Michoacán, en 1827 la compañía (Tlalpujahua Company) compró 2,000 mulas y caballos para el desagüe de las 45 minas que estaban abandonadas (Ward p.367). En 1827, la Mina del Barranco, en Jalisco, requerían 2,220 mulas para mover 44 malacates (Lyon p.150).

Debido a esta situación financiera alrededor del desagüe y la extracción de minerales fue que los mineros siguieron invirtiendo en la tecnificación. Así en 1873 vemos como en las minas de La Valenciana se usaban 4 máquinas de vapor para el desagüe (Sánchez p.312). A partir de este momento se empiezan a popularizar a nivel nacional. Y en la última década del XIX llegaron los malacates con uso de gasolina (Sánchez p.316) y las bombas de desagüe con uso de electricidad

(Sánchez pp.328-329). Con estos inventos las grandes compañías mineras se volcaron al desagüe y extracción tecnificados y sin uso de équidos, con el fin de abaratar los costos.

**Cuarto proceso: llevar el mineral de la mina a la hacienda de beneficio**

Como ya lo comentamos antes de la conquista de América por parte de los españoles, en nuestro territorio existía el oficio del tameme. El tameme era aquella persona que se encargaba de cargar cosas, no existían los animales de carga; por ende, los tamemes se encargaban de recorrer tanto distancias medias (de pocos kilómetros, menos de 5) como largas (de muchos kilómetros, hasta 40).

En los primeros años de la minería novohispana los animales de carga no desplazaron a los tamemes automáticamente. Por ejemplo, a mediados del XVI empezaron a hacerse nuevas rutas de comercio de Guadalajara a Zacatecas, en estos caminos era común ver que tanto los tamemes como las recuas de mulas cargaban las mercancías; principalmente mercancías necesarias para la producción minera (Bakewell, p. 40-41).

Aunque el acarreo se hacía con los équidos, esta práctica significaba pérdidas económicas sustanciales si se comparaba con los costos que ahorraban aquellas minas que ya los habían sustituido con alguna tecnología. Por esta razón a finales del XIX llegan a México los transportadores aéreos, los cuales se popularizaron rápidamente (Sánchez p. 316).

En los primeros años del s. XX, la mayoría de las minas transportaban el mineral en transportadores aéreos pero algunas minas más chicas seguían usando a los équidos para el acarreo, así estas minas podían seguir compitiendo con las minas grandes sin invertir en las nuevas máquinas. De tal forma encontramos que, en 1905 en el distrito de Rayón, en Chihuahua tenían *"a 5,000 mulas de atajo para la conducción de provisiones" (*Southworth p.66) y en Sinaloa en la mina La Estaca empleaban a mil mulas en el acarreo de leña, madera y otros materiales (Southworth p.206).

**Quinto proceso: trituración del mineral**

En este proceso la única máquina que se utilizó fue el molino. Cuando comenzó la minería novohispana ya se usaba el molino en Europa. En los albores de la minería novohispana llegó a México Juan de Placencia, quien es conocido como la persona que introdujo los ingenios de molienda a nuestro territorio (Sánchez p. 86).

Un molino es un aparato que utiliza la fuerza motriz de 2 o 3 mulas para girar una gran rueda dentada que comienza el mecanismo del molino de pisones (Bakewell p. 192-193). Este mecanismo sirve a través de engranes. Los molinos siguieron usándose durante todo el s. XIX e incluso a principios del XX todavía podemos encontrar registros de algunas minas que seguían utilizando molinos con tracción animal. Como en Sonora en 1905, donde podían "verse en explotación… grandes molinos de cuarzo y antiguos arrastras españolas trabajadas con frecuencia por una sola

mula y en donde se extraen oro y plata de rocas que han estado escondidas por mucho tiempo*"* (Southworth p. 210). Creemos que esto sucedió en minas con menor inversión económica.

**Sexto proceso: pulverización del mineral**

Para este proceso encontramos 2 máquinas diferentes; la tahona y el mortero. No encontramos evidencias donde se use alguno de los 2 antes del s. XVIII, por lo que creemos que fue en este siglo cuando se inventaron y cuando se empezaron a pulverizar los minerales. La tahona consistía en 4 pesadas piedras amarradas a una pieza giratoria; las mulas hacían girar las pesadas piedras, las cuales trituraban más finamente (Bakewell p. 193).

**Septimo proceso: amalgamación**

En ella ponían las tortas de lama del mineral en el patio la cual tenía que ser pisada por caballos (ensalmorar). Después de un día de reposo, a los 2 día se le llamaba el "incorporo" cuando el mineral volvía a ser pisado por los caballos y se regulaba la temperatura. El repaso o pisoteo era cuando la torta volvía a ser pisada por 6 caballos, lo cual tardaba entre 5 y 6 horas. Cuando el magistral está bien compacto se le ponía el azogue y seguía el repaso fuerte (2 pisadas de los caballos), después unos hombres (repasadores) volteaban la torta y lo volvían a mezclar; dicha operación era repetida cada 3er día. Cada que los caballos y repasadores trabajaban tenían que lavarse en tinas para que se recuperara el mineral perdido (Lyon p. 280-281).

Su sustitución sucedió con los métodos químico-mecánicos. En 1873 en las minas de Sonora se practicó la lixiviación, de origen europeo (Sánchez p.313). La lixiviación se hizo general a finales del XIX, cuando empezó a ser sustituido por la cianurización. A partir de este momento podemos decir que comienza la época de la amalgamación por métodos químicos.

**Otras actividades**

También pudimos encontrar actividades de équidos en otras cuestiones que no son procesos mineros como tal. Como la carreta y las reparaciones. Encontramos uso de carretas para la transportación tanto de materiales como de personas. En las reparaciones los équidos eran muy importantes, ya que podían ayudar como animales de tiro para acarrear los materiales.

## CONCLUSIONES

Los équidos de trabajo fueron indispensables para el desarrollo de la minería en México, tanto en nuestra época como colonia española tanto como en nuestra época como país independiente. Al considerar que la minería novohispana cambió los modelos económicos y las relaciones comerciales a nivel mundial, así como lo cambios económicos y políticos en los que influyó a nivel nacional; podemos considerar que en los siglos que esta investigación abarca los équidos fueron el motor industrial del mundo y ayudaron al desarrollo de las fuerzas productivas desarrolladas por la humanidad.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# ALIANZAS ESTRATÉGICAS PARA ALCANZAR EL PRECEPTO "UN SOLO BIENESTAR"

## [STRATEGIC ALLIANCES TO ACHIEVE THE "ONE WELFARE" PRECEPT]

**L. R. Gabriel I.**

HEIFER. §Autor para correspondencia: ( rosario.lópez@heifer.org).

## RESUMEN

La situación de pobreza es un fenómeno multifactorial, visible en todos los rincones del mundo, que se ha expresado en términos de carencia de ingresos suficientes para acceder a una adecuada alimentación, educación, salud, vivienda, bienes patrimoniales, servicios y derechos humanos. Ante este problema, Heifer México a través del proyecto "Replicando Oportunidades", genera productividad en la aplicación de recursos integrando aliados de sector privado, público y no gubernamental, en su estrategia de implementación; que contribuya a generar mayor impacto a corto, mediano y largo plazo con las familias beneficiarias. El presente artículo expone el desarrollo de alianzas estratégicas integrada al modelo del proyecto implementado por Heifer México en la Cadena de Valor Maguey-Mezcal, aplicando principios operativos al Objetivo de Desarrollo Sostenible # 17: Fortalecer los medios de ejecución y la alianza mundial para el Desarrollo Sostenible.

**Palabras clave:** Alianzas estratégicas, desarrollo sostenible, inter institucionalidad, pobreza.

## ABSTRACT

The situation of poverty is a multifactorial phenomenon, visible in all corners of the world. Faced with this problem, Heifer Mexico, through the "Replicating Opportunities" project, generates productivity in the application of resources by integrating allies of the private, public and non-governmental sector in its implementation strategy; that contributes to generate greater impact in the short, medium and long term with the beneficiary families. This article exposes the development of strategic alliances integrated to the project model implemented by Heifer Mexico in the Maguey-Mezcal Value Chain, applying operational principles to the Sustainable Development Goal # 17: Strengthen the means of implementation and the global alliance for Development Sustainable

**Index words:** Strategic alliances, sustainable development, inter institutionality, poverty.

## INTRODUCCIÓN

De acuerdo la Organización de la Naciones Unidas (ONU) y en el marco de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), en 2015 se establece la Agenda de Desarrollo 2030, como un plan de acción a favor de las personas, el planeta y la prosperidad (ONU, 2015). Los ODS están manifestados para erradicar la pobreza, promover la prosperidad y el bienestar para todos, proteger

el medio ambiente y hacer frente al cambio climático a nivel mundial. Por ello, mediante la generación de acciones estratégicas, los países a nivel mundial respetando sus políticas y prioridades nacionales, implementan acciones alienadas a los 17 objetivos del Desarrollo Sostenible y sus 169 metas.

Heifer Internacional, tiene la Misión de "Erradicar la Pobreza y el hambre en el mundo, cuidando la tierra". Desde hace 75 años Heifer Internacional ha brindado ayuda a personas en situación de vulnerabilidad, contribuyendo disminuir la pobreza, empoderándolos para su autosuficiencia y creando vínculos en las comunidades. Actualmente el trabajo de Heifer Internacional se organiza en programas a a gran escala que consisten en iniciativas estratégicas que apuntan a satisfacer las necesidades a largo plazo de las comunidades en países de África, Asia, América y Estados Unidos, creando impacto más profundo en la vida de los beneficiarios de los proyectos (Heifer, 2019).

Heifer Internacional México, es una filial de la región Américas que, desde 1944 desarrolla trabajo bajo los principios metodológicos de Heifer Internacional: 12 pilares fundamentales para un desarrollo justo y sostenible. La promoción y aplicación de los 12 valores fundamentales a cada proyecto son el eje de impacto para acabar con el hambre y la pobreza cada año. Sin embargo, sabemos que la pobreza es un problema multifactorial que requiere resolverse desde distintas áreas, con trabajo sólido, comunitario, alineándonos con un compromiso a largo plazo para lograr la autosuficiencia.

Por ello, la estrategia global se centra en 3 acciones: 1) Movilizar a las personas vinculando a los pequeños agricultores con los mercados, potenciando el crecimiento económico y la estabilidad en regiones enteras. 2) Mediante el uso de programas de mentoría, capacitar a beneficiarios de los proyectos en las habilidades que necesitan para desarrollar experiencia en producción y experiencia comercial. 3) Nuestras alianzas con gobiernos, organizaciones privadas, coaliciones sin fines de lucro y otras redes nos permiten encontrar soluciones efectivas con un impacto sustancial.

Para Heifer México, las alianzas estratégicas son clave, ya que nos acercan al logro de metas de atención a familias, a las cuales servimos. Gulati (1998) se refiere al término alianzas estratégicas como las relaciones voluntarias entre organizaciones en uno o varias esferas de actividad en el que ambas partes regulan su comportamiento futuro a través de la mutua tolerancia. En otras palabras, las alianzas estratégicas son conocidas básicamente como iniciativas del sector sin fines de lucro, sector público y sector privado, de contribuir con recursos financieros, humanos, técnicos e intangibles para lograr los objetivos propuestos (Casado, 2007; Das y Teng, 2000; Fiszbein y Lowden, 1999).

Desde el año 2016, Heifer México, en alianza con Fundación Pernod Ricard, implementan en Santa Ana del Rio Oaxaca, el proyecto "Replicando Oportunidades". Una iniciativa que proporciona a familias de los Valles Centrales del estado de Oaxaca, la oportunidad de construir medios de vida sostenibles fortaleciendo el bienestar económico y social de sus comunidades. La cobertura planeada es beneficiar a 504 familias para el 2019.

Desde sus inicios, este proyecto ha integrado a aliados locales y nacionales de los sectores educativos, gubernamentales y organizaciones de la Sociedad Civil, en la búsqueda de mayores beneficios a la comunidad, por mencionar las más consistentes: Instituto Nacional de la Economía Social (INAES), Instituto Nacional de Investigación Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Universidad Autónoma Chapingo (UACh), Universidad Tecnológica de los Valles Centrales de Oaxaca (UTVCO), Instituto Oaxaqueño del Emprendedor y la competitividad (IODEMC) y Universidad Iberoamericana. A nivel internacional, para el 2019, se generó una alianza a corto plazo con la organización de Ayuda Internacional Israelí (iAID) y a mediano-largo plazo con The Dokey Santuary (TDS).

Sin embargo, nos preguntamos ¿Cómo se integran estos aliados estratégicos a un proyecto local, desde la perspectiva de desarrollo sostenible mundial?, por ello el presente artículo tiene como finalidad mostrar la vinculación de alianzas estratégicas buscando generar impacto en las comunidades productoras de maguey Mezcal, con miras a un desarrollo integral.

**Alianzas estratégicas en el marco del Proyecto "Replicando Oportunidades"**

La producción de mezcal en los Valles Centrales de Oaxaca es una actividad artesanal que conserva las tradiciones de los pueblos que lo producen y es una de las pocas opciones para generar ingresos en el medio rural, por lo que esta actividad es de gran importancia económica, política y social para la vida de las comunidades. Sin embargo, las comunidades que se dedican a esta actividad presentan los índices de desarrollo humano más bajos del país, encierran altos índices de marginación y rezago social. El nivel de vida de las familias es precario ya que tienen poco acceso al grano básico durante casi 5 meses al año, por lo que se vuelve vital incentivar la económica familiar y de autoconsumo. Aunado a ello, la producción de mezcal genera impactos poco amigables con el medio ambiente tales como la deforestación, erosión y pérdida de la fertilidad de suelos; la falta de sistemas de aprovechamiento de los recursos ha generado una paulatina migración de jóvenes a la frontera norte provocando el casi total abandono del campo en la región.

Por otra parte, ante los limitados recursos y alimentos que se obtienen de la agricultura, las mujeres además del trabajo doméstico asumen la dirección de la actividad agrícola, así como otras actividades productivas orientadas a contribuir a la integración de un ingreso familiar.

En el marco de este contexto, el proyecto *Replicando Oportunidades* propone que los pequeños agricultores de agave aumenten los ingresos provenientes de la producción de maguey, fortaleciendo, incrementando y diversificando la productividad bajo un enfoque de agricultura sostenible. Además de mejorar el rendimiento y calidad del proceso para la obtención de mezcal y el aprovechamiento de productos derivados. Así mismo, las familias podrán acceder a mayores y mejores fuentes de alimento producidos en el hogar de manera sostenida, incrementando la seguridad alimentaria y nutrición. Las y los productores mejorarán las prácticas de conservación de los recursos naturales a través a de la rehabilitación y gestión de los mismos, en particular de agua, madera y suelo. Con estas acciones se pretende mejorar los servicios ambientales y contribuir a la protección de especies endógenas. Además, nuestra metodología incluye un fuerte enfoque en

la construcción de capital social, y utiliza el efecto multiplicador de empoderamiento de las mujeres para fortalecer el impacto del proyecto (Figura 1).

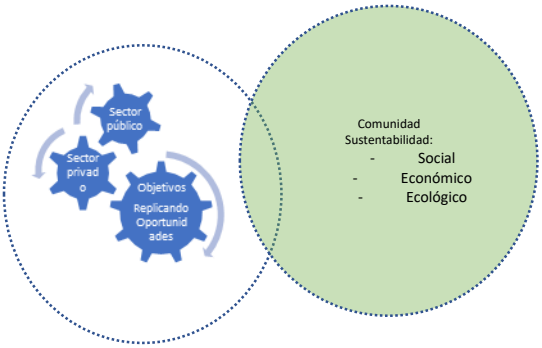



**Figura 1**. Conjunción de Objetivos multisectoriales y sustentabilidad.

Por otro lado, esta iniciativa ayuda a grupos de mujeres y hombres en su mayoría productores y procesadores de agave mezcalero, a desarrollar habilidades empresariales, aumentar la alfabetización financiera, mejorar la gobernanza en el manejo de los recursos y facilitar el acceso al financiamiento con fines rentables. En ese sentido, Heifer Internacional México contribuye a lograr cambios sustanciales de actitud empresarial y responsable con un grupo de productores y sus familias, ya que Pernod Ricard trabajará mayormente con este grupo de procesadores de mezcal a través de un compromiso activo de venta-suministro. Este grupo de procesadores adquiere la experiencia y el conocimiento sobre la mejora de los estándares de calidad y garantiza la entrega disciplinada, mientras la empresa cumple con su objetivo de involucrar a su cadena de suministro a pequeños productores.

En resumen, son 3 ejes estratégicos que conforman el proyecto Replicando Oportunidades: 1) Incremento de ingresos. A través de incrementar la calidad y competitividad, el incremento y diversificación de la producción de agave-mezcal, la mejora en el rendimiento y el proceso, y el fortalecimiento de sus habilidades y capacidades para la comercialización. 2) Seguridad alimentaria mejorada. A través del incremento y autosuficiencia de la producción de alimentos y la educación nutricional para la diversificación de la dieta y la mejora de los hábitos de consumo. y 3) Fortalecimiento organizacional comunitario. A través de la implementación de la metodología de Capital Social de Heifer internacional, fortaleciendo las capacidades para el manejo y la administración de recursos naturales, familias de la comunidad organizadas y participando activamente en el fortalecimiento del tejido social y la consolidación de emprendimientos de productos de maguey y no maguey. Y, como eje transversal de la estrategia el empoderamiento de las mujeres.

Desde la concepción misma de este proyecto, se denota la intervención holística que alinea algunos ODS a la visión de Heifer internacional (Ver figura 2 ) y los objetivos de responsabilidad social del aliado Pernod Ricard. Bajo este principio, la integración de aliados estratégicos se inserta en acciones puntuales que generen resultados e impacto.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

**Figura2**. Alineación de Indicadores- Proyecto- Heifer-ODS.

Como resultado de la operación del Proyecto Replicando Oportunidades y la integración paralela de diferentes aliados, en resumen, en el último cuatrimestre marzo-junio del 2019, se la logrado lo siguiente: beneficiar a 427 familias, generando ingresos bruto promedio mensual de $12,000 de productores de maguey y $37,000 de productores de mezcal, representando el 45% a liquido certificado. Mediante la capacitación y asistencia técnica en promedio se han atendido 130 hectáreas de maguey con prácticas agroecológicas. Producción 34,055 plántulas de agaves silvestres: de Tepeztate, Tobala (*Agave potatorum*) y Mexicano (*Agave americana*). Atención a 17 fábricas de mezcal con acciones de manejo ecológico de agua y vinazas, con la implementación de ecotecnologías. La participación de 85% de mujeres en actividades productivas: producción de huevo de libre jaula y horticultura familiar; generando ahorros de $500 mensuales por autoconsumo y venta de excedentes. A través de la Educación nutricional el 65% de niños menores de 5 años presenta con buen estado nutricional. Acciones de Fortalecimiento organizativo, han generado 5 microemprendimientos de mujeres con ingresos de $600/mes/socia, y uno de jóvenes con ingresos de $400/mes/joven. Mediante la Educación financiera, se han fortalecido 2 cajas de ahorro comunitario, liderados por mujeres, logrando un fondo grupal de $54,000 y $20,000, respectivamente. Se han reforestado 7 hectáreas de selva con 2000 árboles de 7 especies, gestionados en coordinación con las autoridades de bienes comunales en la Comisión Estatal Forestal (COESFO). Cada resultado ha sido medido y evluado bajo la metología de Heifer Interacional México.

## CONCLUSIONES

Ante un problema multifactorial como la pobreza, a nivel mundial seguirán surgiendo iniciativas encaminadas a combatirla. Heifer México a través de sus proyectos, busca ser un organismo rector en la implementación de estrategias alineadas a los ODS, que disminuyan las brechas de ingreso para mitigar la condición de pobreza de la población, con miras a generar mayor alcance en las zonas de atención. La generación de alianzas estratégicas es un factor clave en los proyectos futuros. Si bien es cierto este proyecto plantea soluciones integrales para el desarrollo de comunidades productores de maguey-mezcal, ha logrado integrar a los diferentes sectores público, privado y gubernamental; corroboramos que la pobreza, requiere forzosamente la integración de

multiorganismos que brinden soluciones paralelas a las necesidades propias de ese fenómeno, y con ello, lograr el precepto de un solo bienestar: social, cultural, económico y ambiental.

Toda vez que, se formalicen las alianzas, sean integradas eficazmente desde el marco de los objetivos y acciones del proyecto y se consideren los ejes transversales del problema a tratar, se podrá lograr una solución integral e impacto de las iniciativas. Por último, este proyecto ha logrado generar múltiples alianzas que deberán ser evaluadas para ser replicadas y alineadas al Modelo de intervención; como un eje fundamental de combate a la pobreza, con perspectiva de desarrollo interinstitucional para conjugar estrategias de impacto a corto mediano y largo plazo. Aunque sabemos que existen diferentes objetivos de los aliados multisectoriales, es necesario reorganizarlos de acuerdo a las necesidades de las comunidades y a los ejes rectores de los proyectos, en la construcción de una visión común.

## LITERATURA CITADA

Casado, C. F. 2007. Alianzas Público Privadas para el Desarrollo, Documento de Trabajo N°9, Fundación Carolina CeALCI, Madrid, http://www.fundacioncarolina.es

Das, T. K. and B. Teng. 2000. Instabilities of strategic alliances: an internal tensions perspective. Organization Science 11: 77-101.

Fiszbein, A. y P. Lowden. 1999. Trabajando Unidos para el Cambio: Alianzas Público-Privadas para la Reducción de la Pobreza en América Latina y el Caribe. Banco Mundial. Washington, D. C.

Gulati, R. 1998. Alliances and networks. Strategic Management Journal, Special Issue 19: 293–317.

Heifer International1 World Avenue, Little Rock, AR / EE. UU. 72202 855.9 HAMBRE (855.948.6437) https://www.heifer.org/ending-hunger/our-work/index.html Consultado 5 de octubre 2019

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# ESTRATEGIAS DE MANEJO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD Y DESEMPEÑO REPRODUCTIVO EN BOVINOS DE DOBLE PROPÓSITO

# [MANAGEMENT STRATEGIES TO MAKE BETTER PRODUCTIVITY AND REPRODUCTIVE PERFORMANCE IN DUAL PURPOSE CATTLE]

**C. Luna Palomera[§]**

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco/ División Académica de Ciencias Agropecuarias, Villahermosa, Tabasco, México. [§]Autor para correspondencia: (carlos.luna@ujat.mx).

## RESUMEN

La desempeño productivo y reproductivo de los bovinos de doble propósito bajo condiciones tropicales depende de la combinación de varios factores, entre los que se destacan el nivel de alimentación asociado al nivel tecnológico, la calidad y disponibilidad de los nutrientes en el pasto asociado con el sistema de manejo, el genotipo del animal, así como factores medioambientales de cada región, entre otros. De esta manera la maximización de la producción en estos sistemas dependerá del grado de conocimiento del productor y/o profesional para combinar de manera estratégica, funcional e innovadora estos diferentes factores bajos las condiciones propias del sistema de producción. En este documento se plantean algunas estrategias de las cuales se tienen evidencia de que pueden contribuir de manera significativa a mejorar la productividad en estos sistemas de producción.

**Palabras clave**: Desempeño productivo, lechería tropical, nivel de encaste racial.

## ABSTRACT

The productive and reproductive performance of dual-purpose cattle under tropical conditions depends on the combination of several factors, including the level of feeding associated with the technological level, the quality and availability of nutrients in the grass associated with the system of management, the genotype of the animal, as well as environmental factors of each region, among others. In this way the maximization of production in these systems will depend on the degree of knowledge of the farmer and / or professional to combine in a strategic, functional and innovative way these different factors under the conditions of the production system. In this document some strategies are proposed, of which there is evidence that they can contribute significantly to improving productivity in these production systems.

**Index words**: Crossbreeding level, productive performance tropical dairy.

## INTRODUCCIÓN

En México, las regiones tropicales comprenden el 25% del territorio nacional, y los sistemas bovinos de doble propósito (SBDP) aportan el 18.3% de la producción nacional de leche (SIEA-

SAGARPA, 2016). La leche producida en estos sistemas es mayormente comercializada a nivel local, constituyendo una fuente importante de ingresos para las familias y liquidez de las unidades de producción pecuaria (UPP) (Luna-Palomera, 2004; Orante-Zebadúa *et al.*, 2014; Albarrán-Portillo *et al.*, 2015).

Estos sistemas de producción han sobrevivido por décadas a cambios en modos de vida y estrategias en políticas agropecuarias en el campo mexicano, lo cual habla del enorme arraigo de los productores a este sistema de vida (Rangel-Quintos, 2016). Esto se debe a que ofrece numerosas ventajas comparativas entre las que se mencionan:

1. Constituyen una fuente importante de ingresos para las familias y liquidez de las unidades de producción, con los cuales financian los gastos corrientes generados semanalmente.
2. Abundante disponibilidad de agua y suelo para la producción de forrajes y cultivos con el uso mínimo de productos agroindustriales, lo cual permite tener menores costos de producción por unidad de leche y carne.
3. Niveles de contaminación inferiores y condiciones de bienestar animal más adecuados en comparación con los sistemas intensivos.
4. Maximizar la producción con genotipos bien adaptados a las condiciones ambientales de los trópicos.
5. Excelente calidad nutricional y de ácidos grasos (CLA) en la leche, con oportunidad de acceder a nichos de mercados.

   Sin embargo, por años también presentan enormes rezagos y desafíos para mejorar el desempeño productivo y reproductivo que poco se han logrado mejorar, entre los que se mencionan:

1. Deficiencias en los sistemas de crianza tradicional de becerros son criados de manera tradicional con la leche residual de la madre, donde es común tener bajas ganancias de pesos debido a la baja o nula complementación para su desarrollo.
2. Alta prevalencia de enfermedades parasitarias e infecciosas, lo cual retrasa el desarrollo o pueden causar mortalidad entre los terneros en el predestete.
3. Las hembras de reemplazo son recriadas en praderas generalmente de mala calidad con baja o nula complementación, por lo que la edad al primer servicio fértil se presenta en promedio después de los 30 meses de edad.
4. Cambios posparto caracterizados por alta movilización de grasa corporal, proteínas y minerales para satisfacer los requerimientos para producción de leche, que contribuyen a incrementar los días abiertos e intervalo entre partos.
5. Limitados aportes nutricionales de los forrajes tropicales por esquemas deficientes de pastoreo, lo cual finalmente refleja en el desempeño y estacionalidad productiva (producción total de leche, persistencia y duración de la lactancia) y reproductivo (días abiertos e intervalo entre parto).
6. Sistemas de cruzamiento entre razas *Bos Taurus* de diversas variedades genéticas con *Bos indicus*, pero sin un esquema de cruzamiento ordenado y definido, en ocasiones con problemas de adaptación a las condiciones ambientales que impone el trópico, lo cual añade variación a la producción de leche.

7. Niveles deficientes en el manejo sanitario de la ordeña, lo que resulta en leche con baja calidad sanitaria.

Por lo tanto, es importante implementar las estrategias de manejo que se han generado a través de estudios y desarrollo tecnológico a través de los años a fin de que impacten a corto plazo las características productivas y reproductivas de los sistemas de producción (Milián-Suazo *et al*., 2016; Rangel-Quintos, 2016).

En este sentido es importante trabajar con el nivel de encaste que mejor desempeño productivo y reproductivo bajo diferentes esquemas de manejo y niveles tecnológicos en el medio ambiente tropical (temperatura, la humedad, el desplazamiento del aire, la radiación solar, la presión barométrica y la precipitación pluvial), además de considerar otros factores ambientales que puedan afectar la eficiencia productiva de los rebaños (López-Ordaz *et al*., 1999; López-Ordaz *et al*., 2010).

La mejora en el manejo y uso de tecnología para intensificar los sistemas de producción y su transformación a sistemas de lechería tropical, es una alternativa que puede ayudar hacer más eficientes y rentables los sistemas de producción. Estas innovaciones tecnológicas en el sistema incluyen hacer uso intensivo y eficiente de los recursos naturales para su transformación a carne y leche. Sin embargo, es importante valorar su desempeño a través de los años, las condiciones de manejo y grado de encaste racial que pueden favorecerlo (Rangel-Quintos, 2016).

El objetivo de este documento es contribuir en la recomendación de algunas estrategias a fin de mejorar el desempeño productivo y reproductivo en bovinos de doble propósito.

**Estrategias para mejorar la productividad**

Mejora de las condiciones de crianza y manejo en el pre destete y pos destete: Una de las principales limitantes en los SBDP son los bajos pesos al destete derivado de carencia de una estrategia de crianza y sanidad. Se caracteriza por baja o escasa complementación alimenticia y criados con la leche residual, además existen enfermedades causadas por parásitos que presentan alta prevalencia y distribución y, que reducen la ganancia de peso, retardan el desarrollo y pueden causar la muerte de los terneros (Milián-Suazo *et al*., 2016).

El sistema de crianza artificial bajo un contexto de lechería tropical especializada, como alternativa al sistema tradicional, los resultados son alentadores (Cuadro 1), con pesos a los 90 días que fluctúan entre los 90 y 100 kg, con ganancias diarias de peso entre 600 y 800 gr/d. Estos promedios encontrados son superiores a los reportados por Osorio-Arce y Segura-Correa (2008) para becerros de DP en el trópico húmedo de Tabasco, donde se reportan pesos de 121.4 ± 32.5 kg a una edad promedio de 224 d. Por su parte, Teyer-Bobadilla *et al*. (2002) en un sistema especializado reportaron pesos de 65.4 ± 2.02 kg a los 60 d de edad. Es importante hacer notar que existe una diferencia significativa entre sistemas de crianza artificial sin ayuda de la madre y de doble propósito con ayuda de la madre, ya que existe riesgo de infecciones gastrointestinales bajo el primer sistema sino se cuenta con la adecuada higiene, lo cual puede resultar en enfermedades gastrointestinales y altas mortalidades (Álvarez *et al*., 1980).

Para la mayoría de los productores el mejoramiento del sistema de crianza tradicional con la ayuda de la madre es la mejor alternativa para favorecer el mejor desarrollo del becerro (Magaña *et al*., 1996; Sandoval *et al*., 1997) y desempeño del sistema de defensa ante las enfermedades**,** mejor desarrollo y aspectos de los terneros **(**Teyer-Bobadilla *et al.*, 2002) y contribuye a mejor cosecha de la leche y mejor salud de la glándula mamaria de la madre (Fröberg *et al*., 2007; González-Sedano *et al*., 2010). Sin embrago, las estrategias incluyen el uso de concentrado o alimento comercial en combinación con forraje y agua de buena calidad durante el desarrollo de los terneros acorde con sus requerimientos nutricionales, mejora significativamente a desarrollar el rumen y los hace menos dependiente de la alimentación de la madre (Coverdale *et al*., 2004), y se destetan sin mayor estrés y pérdida de peso.

**Cuadro 1.** Desempeño productivo de becerros en crianza artificial bajo un sistema de lechería en el trópico.

| Factores | PN (kg) | PA 90d (kg) | GPPD (kg) |
|---|---|---|---|
| Sexo | | | |
| Hembra | $33.09 \pm 0.31^{b}$ | $100.59 \pm 11.14^{a}$ | $0.765 \pm 0.12^{a}$ |
| Macho | $34.65 \pm 0.32^{a}$ | $96.16 \pm 13.38^{a}$ | $0.729 \pm 0.15^{a}$ |
| Encaste cría | | | |
| ≤ 50% Bos taurus | $33.46 \pm 0.31^{b}$ | $105.70 \pm 11.31^{a}$ | $0.822 \pm 0.12^{a}$ |
| > 50% Bos taurus | $34.28 \pm 0.33^{a}$ | $91.04 \pm 13.87^{a}$ | $0.673 \pm 0.15^{a}$ |
| # de partos | | | |
| 1 | $31.92 \pm 0.35^{b,d}$ | $101.61 \pm 14.56^{a}$ | $0.777 \pm 0.16^{a}$ |
| 2 | $33.82 \pm 0.41^{b,d}$ | $102.25 \pm 18.65^{a}$ | $0.817 \pm 0.21^{a}$ |
| 3 | $35.19 \pm 0.49^{a,c}$ | $91.06 \pm 16.93^{a}$ | $0.670 \pm 0.19^{a}$ |
| 4 | $33.49 \pm 0.54^{b,c}$ | $104.80 \pm 25.78^{a}$ | $0.837 \pm 0.29^{a}$ |
| 5 | $34.28 \pm 0.62^{a,c}$ | $87.82 \pm 28.40^{a}$ | $0.579 \pm 0.32^{a}$ |
| ≥ 6 | $34.74 \pm 0.46^{a,c}$ | $102.71 \pm 24.90^{a}$ | $0.804 \pm 0.28^{a}$ |
| Época | | | |
| Lluvia | $34.36 \pm 0.49^{a}$ | $92.94 \pm 25.49^{a}$ | $0.708 \pm 0.28^{a}$ |
| Norte | $34.02 \pm 0.31^{a}$ | $97.07 \pm 13.18^{a}$ | $0.716 \pm 0.14^{a}$ |
| Seca | $33.23 \pm 0.34^{b}$ | $105.12 \pm 12.08^{a}$ | $0.819 \pm 0.13^{a}$ |

$^{a, b, c, d}$ Literales diferentes entre hileras para cada factor analizado denotan diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$).

Dentro de esta estrategia existe la posibilidad del uso o pastoreo de leguminosas forrajeras y arbustivas como alternativa durante la crianza, con la finalidad de disminuir el uso de concentrados y satisfacer los requerimientos nutricionales en el predestete y posdestete. En este sentido Álvarez *et al*. (1980) desde décadas pasadas reportaron pesos al destete promedio de 145 kg a los 6 meses y ganancias de peso promedio de 464 g/d y mortalidad promedio de 6% en la crianza de terneros bajo amamantamiento restringido, pastoreando en praderas bajo la asociación de forrajes tropicales con leguminosas (Cynodon plestostachyus (Bermuda Cross 1) y Estrella de África asociada con Glycine *wightii cv. tinaroo, Macroptillium atropurpureum* (Siratro), *Centrocema pubecens* (Centro), *Desmodium intortum* y *Stylosanthes guyanensis* cv Schofield. Saucedo *et al*. (1980) demostraron que con el aporten del 2.5% del peso vivo de *Leucaena leucocephala* obtuvieron ganancias promedio de 680 gr/d en becerros cruzas de HS o PS x C de 4 meses de edad.

En este sentido Arias-Chávez (1999) reporta resultados alentadores y competitivos en el desarrollo de becerros alimentados con dietas integrales con heno de Clitoria en comparación con el heno de alfalfa (Cuadros 2), demostrando con ello el potencial de esta leguminosa en las zonas tropicales.

Por otra parte, cada vez hay más estudios que documentan las ventajas de los sistemas silvopastoriles sobre los monocultivos de forrajes tropicales. En este sentido Paciullo *et al*. (2011) compararon el sistema silvopastoril contra monocultivo de pastos tropicales en vaquillas cruzadas Europeo x Cebú en épocas de lluvias y sequías encontrando ganancias de peso en época de lluvia de 665.7 gr/d vs. 567.3 gr/d y en época de sequías de 367.3 gr/d vs. 337 gr/d, a favor del sistema silvopastoril.

**Cuadro 2**. Cambio de peso Corporal y eficiencia alimenticia de becerros lactantes con heno de Clitoria o Alfalfa en dietas integrales.

| Variables: | Heno de clitoria [1] | Heno de alfalfa [2] | EEM | DMS |
|---|---|---|---|---|
| Nº de animales, | 11.0 | 11.0 | | |
| Peso corporal inicial, (kg) | 37.8 | 38.0 | 0.7 | ns |
| Peso corporal final, (kg) | 104.7 | 110.3 | 1.1 | ns |
| Ganancia de peso, (g/día) | 743 | 803 | 43 | ns |
| Perímetro torácico (cm) | 103 | 105 | 1.6 | ns |
| Altura a la cruz, (cm) | 91.3 | 93.6 | 1.3 | ns |
| Conversión alimenticia (consumo/ganancia) | 1.87 | 1.66 | 0.1 | ns |
| Eficiencia alimenticia, (ganancia/consumo) | 550 | 650 | 48.0 | ns |
| Temperatura rectal, ºC | 39.0 | 39.0 | 0.11 | ns |
| Frecuencia respiratoria, respiraciones/minuto | 37.5 | 39.6 | 4.09 | ns |
| Costo por alimentación ($ /animal/día) [a] | 1.60 | 2.25 | | |

[1] Concentrado basado en heno de clitoria. [2] Concentrado basado en heno de alfalfa.
[a] Comprende solo consumo de concentrado con costos de $1.40 y 1.70/kg para T1 y T2, respectivamente.
EEM = error estándar de la media. DMS = diferencia mínima significativa ns = (P>0.05).

El uso de una gran variedad de leguminosas como fuentes alternativas de sustitución parcial de concentrados en los sistemas de doble propósito es posible y viables bajo condiciones de trópico seco y húmedo en México (Villanueva-Ávalos *et al*., 2002; Macedo *et al*., 2015; Muir *et al*., 2017). En estos sistemas se requiere maximizar las ganancias predestete, minimizar el estrés y pérdida de peso por efectos del destete.

## Edad al primer servicio fértil primer parto

En vaquillas de reemplazo se requiere una mayor ganancia de peso promedio anual en los sistemas de doble propósito o lechería tropical, ya que la aceleración en el crecimiento puede contribuir a una reducción en la edad de la primera concepción y, en consecuencia, del primer parto de las novillas.

En el Cuadro 3 Se presentan resultados de la edad al primer servicio fértil y edad al primer parto. La realidad en los sistemas de doble propósito en las regiones tropicales no dista de ser muy diferentes. Desde el punto de vista de eficiencia reproductiva los parámetros obtenidos no son los deseables debido a que las vaquillas en ambos casos se toma alrededor de 30 meses para que se gesten por primera vez y su primer parto se registra en alrededor de 40 meses. Estos parámetros están muy lejos del ideal y de los parámetros reportados en vaquillas Holstein en sistemas especializados de producción de leche en los que la edad al primer parto oscila entre 21 y 25 meses (Tozer y Heinrich, 2001), y como parámetro óptimo entre 23 y 24 meses (Heinrich, 1993); por lo que la edad al primer servicio fértil entre 12 y 16 meses de edad. No obstante, los parámetros encontrados son diametralmente mayores a los reportados por Román-Ponce *et al*. (1983) en ganado Holstein y Pardo suizo en condiciones tropicales de manejo con edades al primer parto de 32.2 ± 0.7 y 32.8 ± 0.7 meses respectivamente. Sin embargo, coincide con Padilla-Ramírez et al. (1984) quienes reportan edad a la primera concepción de 29.1 ± 8.53 meses y edad al primer parto de 38.4 ± 6.93 meses en vaquillas Holstein x Cebú.

**Cuadro 3.** Factores que afectan la edad al primer estro fértil y el primer parto en vaquillas Holstein x Cebú en el trópico.

| Factores | Edad al primer servicio fértil (meses) | Edad al primer parto (meses) |
|---|---|---|
| Encaste materno | | |
| ≤ 50% Bos taurus | 29.88 ± 1.10[a] | 40.79 ± 1.02[a] |
| > 50% Bos taurus | 32.38 ± 1.39[a] | 41.86 ± 1.30[a] |
| Época | | |
| Lluvia | 34.61 ± 2.28[a] | 44.21 ± 2.13[a] |
| Norte | 34.98 ± 1.40[a] | 44.40 ± 1.31[a] |
| Seca | 33.45 ± 1.65[a] | 44.32 ± 1.55[a] |
| Año | | |
| 1996 | 31.14 ± 2.97[b,d,e] | 39.63 ± 2.79[b,c,e] |
| 1997 | 27.81 ± 8.87[b,d,f] | 36.24 ± 2.69[b,d,f] |
| 1998 | 38.30 ± 2.33[b,c,e] | 47.80 ± 2.18[b,c,e] |
| 1999 | 32.62 ± 3.29[b,c,e] | 41.75 ± 3.08[b,c,e] |
| 2000 | 31.06 ± 2.72[b,d,e] | 38.79 ± 2.55[b,d,e] |
| 2001 | 30.54 ± 6.88[b,c,e] | 40.40 ± 6.46[b,c,e] |
| 2002 | 24.60 ± 5.00[b,d,f] | 45.10 ± 4.69[b,c,e] |
| 2003 | 32.73 ± 4.4[b,c,e] | 42.49 ± 4.14[b,c,e] |
| 2004 | 41.10 ± 4.52[b,c] | 48.34 ± 4.24[b,c] |
| 2005 | 33.64 ± 4.34[b,c.e] | 42.09 ± 4.07[b,c.e] |
| 2006 | 32.94 ± 4.00[b,c,e] | 40.42 ± 3.75[b,c,e] |
| 2007 | 36.13 ± 2.63[b,c,f] | 47.44 ± 2.46[b,c,f] |
| 2008 | 34.26 ± 2.53[b,c.e] | 43.37 ± 2.37[b,c.f] |
| 2009 | 53.43 ± 2.12[a] | 63.25 ± 1.99[a] |
| 2010 | 34.78 ± 2.39[b,c,f] | 45.35 ± 2.21[b,c,f] |
| 2011 | 36.49 ± 2.52[b,c,f] | 45.72 ± 3.27[b,c,f] |
| 2012 | 39.84 ± 2.92[b,c,f] | 49.18 ± 2.73 [b,c,f] |
| 2013 | 33.60 ± 3.57[b,c,e] | 47.61 ± 3.25 [b,c,f] |
| 2014 | 39.45 ± 2.70[b,c,f] | 49.10 ± 2.47 [b,c,f] |
| 2015 | 34.20 ± 3.24[b,c,e] | 43.18 ± 3.04 [b,c,e] |
| 2016 | 22.61 ± 5.88[b,d,e] | 33.27 ± 5.51 [b,d,e] |

Los parámetros encontrados ponen en evidencia el hecho de que no se han procurado implementar estrategias y metas a nivel de rancho. No menos importantes son las acciones y políticas que se deben tomar en el sistema producto bovino en el trópico que contribuyan a mejorar el rezago en el desempeño reproductivo, y por lo tanto mejorar la rentabilidad de estos sistemas de producción. Por tanto, algunas estrategias que ya se ha demostrado que funcionan incluyen:

Incrementar la tasa de crecimiento a través de la complementación alimenticia posdestete de vaquillas para lograr una ganancia posdestete de al menos 500 g/d con la finalidad de que su primer estro fértil lo tengan entre los 18 y 22 meses. Se ha demostrado al menos en vaquillas Holstein que es posible disminuir costos de producción de reemplazos en un 18% cuando se logró disminuir en 5 meses la edad al primer parto (Tozer y Heinrich, 2001).

Uso inteligente del recurso forrajero asignando a las vaquillas en desarrollo a praderas de buena calidad; pastoreando el forraje en el momento cuando tienen la mayor disponibilidad de nutrientes y digestibilidad (Juárez-Lagunes *et al*., 1999). Estas estrategias permitirían a corto y mediano plazo incrementar la productividad en el rebaño al alcanzar una edad optima en la cual conviene gestar a las hembras sin comprometer su desempeño productivo y reproductivo de por vida (Ettema y Santos, 2004).

**Producción de leche con animales adaptados a las condiciones tropicales**

La selección y uso de animales genéticamente adaptadas a las condiciones ambientales a partir de razas locales es una de las mejores alternativas a largo plazo (Nuñez-Domínguez *et al*., 2005).

En este sentido se ha estudiado desde hace varios años el desempeño de vacas bajo diferentes niveles de encaste de Holstein x Cebú, la primera aporta las características de productividad y la segunda la rusticidad y resistencia. Los resultados han sido variables, muy relacionados al manejo, nivel tecnológico, la alimentación proporcionada y el medio ambiente (Anderson y Wadsworth, 1992; Magaña-Monforte *et al*., 2006a; Magaña-Monforte *et al*., 2006b). En el Cuadro 4 se observan algunos factores que añaden mayor variabilidad a la producción de leche, dentro de los que se encuentran los efectos de grupo racial o nivel de encaste, así como la época y año de parto de una unidad producción en el trópico húmedo en el estado de Tabasco, México.

Este es un ejemplo que demuestra que bajo condiciones de trópico aportando minerales de buena calidad biológica, un sistema de pastoreo rotacional donde el pastoreo se hace en el momento de mayor relación tallo-hoja (mayor digestibilidad y disponibilidad de nutrientes), proporcionando dos kilogramos de concentrado al día (18 % de PC y 3 Mcal/kg de EM) se pueden obtener niveles de producción que sobrepasa los 3000 kg de leche por lactancia.

**Cuadro 4.** Producción de leche en vacas Holstein x Cebú bajo un sistema de lechería en el trópico.

| Factores | DL (kg) | PDL (kg) | PLA 280d (kg) | PLDI (kg/d) |
|---|---|---|---|---|
| Nivel de encaste materno | | | | |
| ≤ 50% Bt | 252.43 ± 6.35$^{a}$ | 7.55 ± 0.14$^{b}$ | 2114.87 ± 41.40$^{b}$ | 4.90 ± 0.22$^{a}$ |
| > 50% Bt | 265.75 ± 10.09$^{a}$ | 8.12 ± 0.23$^{a}$ | 2274.25 ± 66.15$^{a}$ | 5.58 ± 0.36$^{a}$ |
| Época de parto | | | | |
| Lluvia | 261.57 ± 12.00$^{a}$ | 7.59 ± 0.28$^{a}$ | 2127.16 ± 79.86$^{a}$ | 5.02 ± 0.39$^{a}$ |
| Norte | 256.29 ± 7.66$^{a}$ | 7.78 ± 0.17$^{a}$ | 2179.79 ± 49.00$^{a}$ | 5.28 ± 0.27$^{a}$ |
| Seca | 259.41 ± 8.30$^{a}$ | 8.13 ± 0.19$^{a}$ | 2276.73 ± 53.62$^{a}$ | 5.42 ± 0.29$^{a}$ |
| Año de parto | | | | |
| 1998 | 443.57 ± 74.63$^{a}$ | 4.36 ± 1.64$^{b,d}$ | 1222.47 ± 459.50$^{b}$ | 4.75 ± 2.22$^{a,c}$ |
| 1999 | 261.25 ± 27.34$^{b,c}$ | 6.53 ± 0.60$^{b,d}$ | 1828.81 ± 168.75$^{b}$ | 5.39 ± 0.76$^{b,c}$ |
| 2000 | 356.96 ± 23.37$^{a}$ | 7.03 ± 0.52$^{b,d}$ | 1969.72 ± 146.69$^{b}$ | 5.72 ± 0.66$^{b,d}$ |
| 2001 | 265.46 ± 22.61$^{b,c}$ | 9.94 ± 0.49$^{a,c}$ | 2784.93 ± 139.62$^{b,c}$ | 8.45 ± 0.68$^{a}$ |
| 2002 | 280.41 ± 15.60$^{b,c}$ | 9.58 ± 0.34$^{b,c}$ | 2682.50 ± 97.24$^{b,c}$ | 7.03 ± 0.47$^{b,d}$ |
| 2003 | 323.89 ± 14.68$^{a}$ | 9.66 ± 0.32$^{b,c}$ | 2705.45 ± 91.78$^{b,c}$ | 6.50 ± 0.45$^{b,c}$ |
| 2004 | 283.75 ± 16.27$^{b}$ | 9.90 ± 0.36$^{b,c}$ | 2772.91 ± 101.53$^{b,c}$ | 8.06 ± 0.49$^{a,d}$ |
| 2005 | 235.79 ± 16.31$^{b,c}$ | 10.20 ± 0.36$^{b,c}$ | 2858.21 ± 101.97$^{b,c}$ | 6.82 ± 0.53$^{b,c}$ |
| 2006 | 242.10 ± 18.06$^{b,c}$ | 11.45 ± 0.40$^{a}$ | 3207.50 ± 113.11$^{a}$ | 6.82 ± 0.51$^{b,c}$ |
| 2007 | 257.32 ± 17.99$^{b,c}$ | 10.30 ± 0.40$^{b}$ | 2884.68 ± 112.32$^{b,d}$ | 6.00 ± 0.52$^{b,c}$ |
| 2008 | 258.95 ± 20.49$^{b,c}$ | 8.84 ± 0.46$^{b,c}$ | 2477.28 ± 129.63$^{b,d}$ | 5.43 ± 0.58$^{b,d}$ |
| 2009 | 266.25 ± 18.35$^{b,c}$ | 9.50 ± 0.41$^{b}$ | 2660.65 ± 116.55$^{b,c}$ | 5.23 ± 0.49$^{b,d}$ |
| 2010 | 251.27 ± 17.45$^{b,c}$ | 8.10 ± 0.40$^{b,d}$ | 2269.23 ± 111.56$^{b,d}$ | 4.82 ± 0.49$^{b,d}$ |
| 2011 | 275.09 ± 17.28$^{b,}$ | 8.20 ± 0.38$^{b,d}$ | 2296.35 ± 107.66$^{b,d}$ | 5.12 ± 0.52$^{b,d}$ |
| 2012 | 242.96 ± 17.29$^{b,}$ | 8.40 ± 0.39$^{b,d}$ | 2351.50 ±108.98$^{b,d}$ | 5.43 ± 0.48$^{b,d}$ |
| 2013 | 210.62 ± 14.24$^{b,d}$ | 7.62 ± 0.33$^{b,d}$ | 2135.56 ± 92.64$^{b,d}$ | 4.00 ± 0.40$^{b,d}$ |
| 2014 | 140.57 ± 15.18$^{b,d}$ | 4.36 ± 0.40$^{b,d}$ | 1223.53 ± 112.16$^{b,d}$ | 1.69 ± 0.49$^{b,d}$ |
| 2015 | 163.43 ± 13.19$^{b,d}$ | 2.37 ± 0.35$^{b,d}$ | 665.20 ± 100.73$^{b,d}$ | 1.01 ± 0.61$^{b,d}$ |
| 2016 | 163.10 ± 20.84$^{b}$ | 2.50 ± 0.71$^{b,d}$ | 700.14 ± 200.86$^{b,d}$ | 1.27 ± 0.87$^{b,d}$ |

**DL=** duración de la lactancia**; PDL=** Producción diaria de leche**; PLA 280d**= Producción de leche ajustada a 280 días**; PLDI**= producción de leche por día interparto.

Con datos de esta misma unidad de producción se han publicado trabajos (López-Ordaz *et al*., 2009; López-Ordaz, *et al*., 2010) en los que se ha determinado que bajo las condiciones de trópico húmedo los niveles de mejor desempeño productivo y reproductivo se obtienen con vacas entre los niveles de encaste racial de 3/8, ½, y 5/8 Holstein x Cebú (Figura 1 y 2). Los extremos con animales puros o con muy altos niveles de encaste tanto de Cebú o de Hosltein tienden registrar un menor desempeño productivo y reproductivo.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

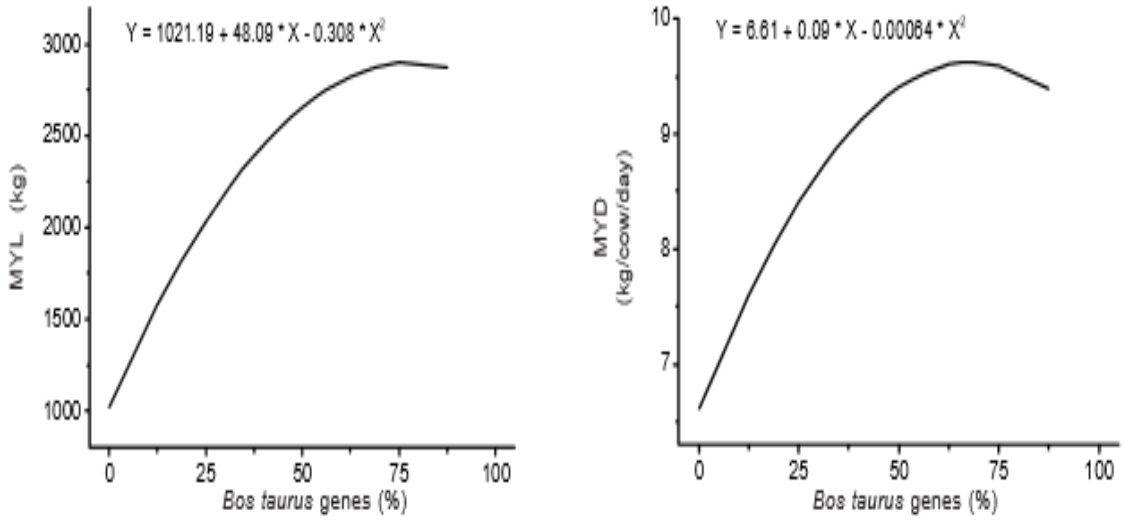



**Figura 1**. Efecto del porcentaje de genes B. taurus en la producción total de leche por lactancia y producción diaria de vacas cruzadas *B. taurus X B. indicus* desde 100% puras hasta 7/8Bt:1/8Bi en el trópico húmedo de Centro, Rancho La Carolina

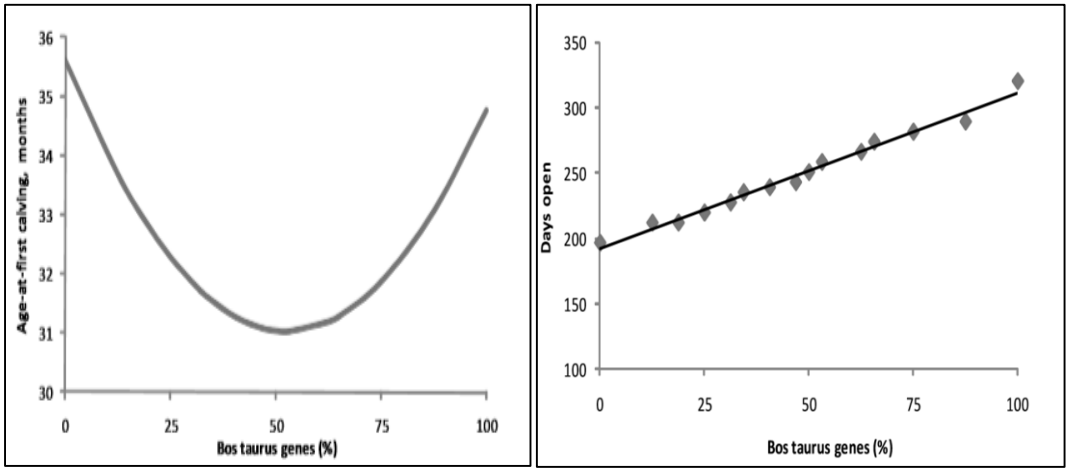



**Figura 2**. Efecto del porcentaje de genes B. taurus la edad al primer parto y días abiertos de vacas 100% puras ó cruzadas *B. tarus X B. indicus* en el trópico húmedo, RLC.

## Frecuencia y rutina de ordeño

Se ha demostrado que dos ordeñas son mejor que una, y tres mejor que dos en vacas (Lollivier *et al*., 2001), por lo que el efecto del correcto vaciado de la ubre y las frecuencias adecuadas con que se realiza el ordeño afectan la producción por lactancia de manera positiva.

Por otra parte, las concentraciones circulantes de OT en vacas lecheras dependen del estímulo a que se someten, las que amamantan alcanzan niveles mayores que aquellas que son ordeñadas a

mano y, éstas que aquellas que son ordeñadas mecánicamente. Las vacas que reciben alimento durante la ordeña muestran concentraciones circulantes de OT mayores comparadas con las que no lo reciben (Uvnäs-Moberg *et al*., 2001). Aunque aún existe cierta controversia, la información existente indica que las ventajas de mejorar la extracción de leche e incrementar la frecuencia con que se ordeña, no sólo aumenta la producción por lactancia por el efecto mecánico para la eyección de la leche que desencadena la OT, sino que además esta hormona propicia el mantenimiento del epitelio secretor (Stefanon *et al*., 2002).

Los mecanismos de autorregulación de la glándula mamaria para ajustar la producción de leche a las demandas de las crías, se han asociado con una glicoproteína que es secretada junto con la leche y que aparentemente ejerce un efecto local a nivel del alvéolo, para reducir la síntesis de lactosa y de las proteínas de la leche. Un efecto adicional de esa glicoproteína es la reducción del número de receptores para prolactina (PRL), con lo que se bloquea la acción antiapoptótica de esta hormona, y sin su acción se reduce la población de células secretoras que mueren por apoptósis (Stefanon *et al*., 2002). En rumiantes, el número de células secretoras de leche disminuye gradualmente en forma natural mediante apoptósis conforme avanza la lactancia, pero se ha observado que la tasa de destrucción de esas células puede ser modificada por la frecuencia de la ordeña y una nutrición adecuada (Li *et al*., 1999; Stefanon *et al*., 2002), con lo que se puede cambiar la persistencia de la lactancia. La OT está en medio de estas acciones, y se ha demostrado un efecto directo en la diferenciación y proliferación de células de la glándula mamaria (Sapino *et al*., 1993). Probablemente por eso Ballou *et al*. (1993) sugieren que la administración de OT en vacas mejora la producción no sólo por la obtención de la leche residual, sino que además hay un aumento real de síntesis de leche a través de la proliferación celular. Estos efectos también se han observado bajo condiciones de trópico bajo ordeño manual y mecánico, como se demuestra en el Cuadro4 que incluyen grupos de vacas a las que se aplicó o no OT (Luna Palomera, 2006).

**Cuadro 4.** Medias (± EE) para cosecha de leche y ganancia de peso de crías de vacas de doble propósito bajo tres diferentes localidades que incluyeron o no oxitocina.

| Localidad | Cosecha de leche (kg/d) | | Ganancia diaria de peso CRÍA (g/d) | |
|---|---|---|---|---|
| | OT | S/OT | OT | S/OT |
| RLR | $8.46 \pm 0.9^{a}$ | $4.28 \pm 1.0^{b}$ | $381.53 \pm 65^{a}$ | $325.24 \pm 69^{a}$ |
| RLP | $4.07 \pm 0.3^{a1}$ | $2.73 \pm 0.3^{b2}$ | $252.00 \pm 55^{a}$ | $333.22 \pm 55^{a}$ |
| RLI | $8.58 \pm 0.8^{a}$ | $5.48 \pm 0.8^{b}$ | $561.67 \pm 48^{a}$ | $719.46 \pm 48^{b}$ |

[a, b] Medias con literales diferentes dentro de columnas son diferentes ($p < 0.01$); *RLR*= rancho Los Rejones, *RLP*= rancho Las Palmas, *RLI*= rancho La Isla.

## Complementación estratégica en el preparto y posparto

La estimación de la condición corporal es una herramienta útil que consiste en la apreciación y palpación de la cobertura de grasa subcutánea depositada en la región de la pelvis (apófisis espinosa y transversa). La evaluación de la condición corporal antes y después del parto, permitirá elaborar programas estratégicos de complementación alimenticia principalmente en periodos de baja disponibilidad de forrajes (Villa-Godoy y Villagómez, 2000).

La Figura 3 ilustra la realidad de los que sucede en el trópico de México. La perdida de condición corporal en los primeros días posparto es significativa y se establece en más de un punto (escala de 1 a 5), lo cual se traduce en retraso en el reinicio de la actividad ovárica, días abiertos, intervalo entre partos y por consiguiente la producción de leche por día interparto disminuye significativamente, lo cual impacta negativamente la productividad de carne y leche en los rebaños.

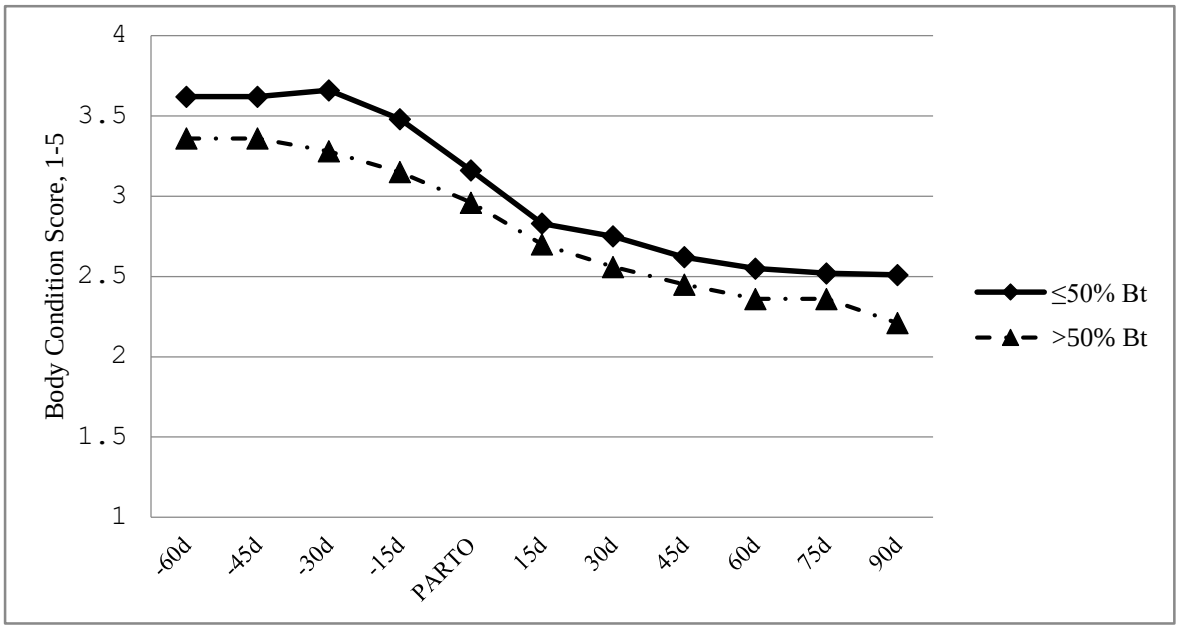



**Figura 3**. Cambios en la condición corporal en el preparto y posparto de vacas cruzadas *Bos taurus x Bos indicus* bajo lechería tropical.

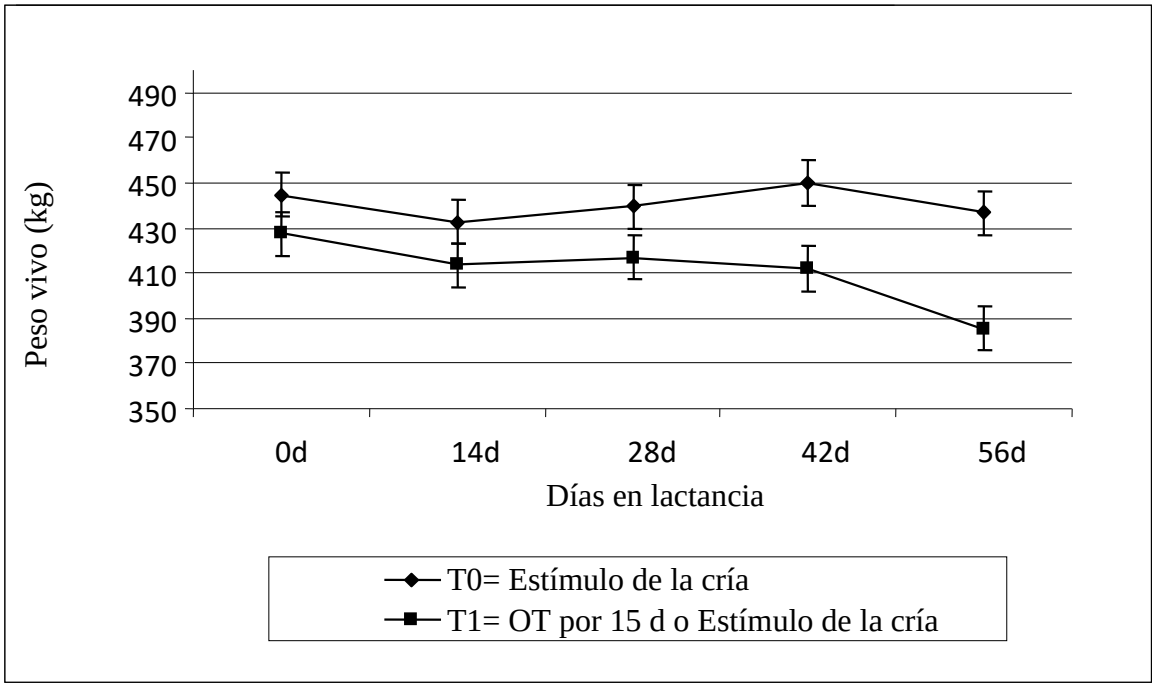
Por otra parte, con la tecnificación de los sistemas de producción en el trópico mexicano observado desde el año 2000, lo cual incluye la mecanización de la ordeña, se han incorporado al sistema de producción prácticas tales como la aplicación de OT para mejorar la cosecha de leche. La aplicación de OT incrementa la cosecha de leche bajo condiciones de ordeña manual o mecánica en vacas cruzadas de *Bos taurus x Bos indicus*. Es importante considerar que cambios en el manejo donde se estimula la síntesis y se mejora la cosecha de leche, sino se consideran la complementación adicional para esta demanda, se puede afectar negativamente la condición corporal de la vaca (Figura 4), la ganancia de peso y el desarrollo de las crías. Por lo que se debe poner atención especial si lo que también se busca es mejorar la tasa de destetes, becerros sanos y con pesos al destete adecuados (Luna Palomera, 2006).

## Calidad y composición de la leche

El consumidor demanda alimentos inocuos y libres de enfermedades de transmisión alimentaria. Sin embargo, debido a las características del medio ambiente y los procesos de producción bajo sistemas tradicionales, la leche presenta riesgos de contaminación y multiplicación de microorganismos, alteración y contaminación físico-química, factores que influyen negativamente sobre la calidad higiénica y nutricional del producto así como la salud pública, lo cual es costoso y

puede influir negativamente en la confianza de los consumidores (Ávila *et al*., 2002; Senasica-SAGARPA, 2009).

Las Normas Oficiales Mexicanas establecen las características de calidad y manejo de la leche a fin de obtener un producto inocuo, y reducir riesgos de transmisión de enfermedades. En el mismo sentido la SAGARPA a través el SENASICA ha puesto al alcance un manual de buena practicas pecuarias de producción de leche bovina bajo el marco de Ley Federal de Sanidad Animal se establecen las disposiciones aplicables al cumplimiento de las Buenas Prácticas Pecuarias (Senasica-SAGARPA, 2009). Este conjunto de prácticas (Cuadro 5) incluyen procedimientos, condiciones y controles que se aplican en las unidades de producción, entre otras incluyen aspectos de carácter físico, químico y biológico durante la ordeña considerados en las Normas Oficiales Mexicanas a fin de obtener un producto inocuo (Senasica-SAGARPA, 2009).




*** $P$ <0.01

**Figura 4**. Cambio en el peso vivo de vacas de doble propósito que recibieron OT o Estímulo de la cría, rancho La Isla. (T0= estímulo de la cría o T1= 10 UI de OT/d del día 1 al 14 y del 28 al 42 o estímulo de la cría del día 14 al 28 y del 42 al 56).

**Cuadro 5.** Especificaciones para calidad sanitaria de la leche cruda y pasteurizada según NMX y NOM

| | |
|---|---|
| Especificaciones para la leche cruda de vaca según NMX-F-700- COFOCALEC-2004 | |
| Densidad A 15°C g/mL | 1.0295 Mínimo |
| Acidez (como ácido láctico) g/l | 1.3 a 1.6 |
| Alcohol | Negativa |
| Bacterias mesófilas aerobias UFC $mL^{-1}$ en leche cruda según NMX-F-700- COFOCALEC-2004 | |
| Clase 1 | < 100,000 |
| Clase 2 | 101,000 A 300,000 |
| Clase 3 | 301,000 A 599,000 |
| Clase 4 | 600,000 A 1´200,000 |
| Especificaciones para leche pasteurizada de vaca según NOM-091-SSA1-1994 | |
| Materia extraña | Libre |
| Mesófilos aerobios | 30,000 |
| Coliformes totales | 10 |
| *Salmonella ssp* en 25 ml | Ausente |
| *Staphylococus aureus* en 25 ml | Ausente |

La implementación de este sistema de prácticas contribuye a disminuir el número de UFC $mL^{-1}$ de mesófilos aerobios, coliformes, *Salmonella ssp*., y *Stahphylococcus aureus*, y con ello los riesgos de enfermedades entre animales y a los humanos, principalmente (Cuadro 6).

**Cuadro 6**. Pruebas de plataforma e indicadores de microorganismos en la calidad de la leche cruda en sistemas de doble propósito bajo un programa de buenas prácticas sanitarias y de manejo.

| Variable | Antes del programa | Después del programa | *P*-value |
|---|---|---|---|
| Densidad (g $mL^{-1}$) | 1.03 ± 0.0006 | 1.03 ± 0.0006 | 0.97 |
| pH, grados Dornie (°D) | 6.73 ± 0.04 | 6.80 ± 0.04 | 0.30 |
| Acidez (g $l^{-1}$) | 1.32 ± 0.05 | 1.42 ± 0.04 | 0.03 |
| Alcoholes positivos (%) | 15.0 (6/40) | 15.0 (6/40) | 0.97 |
| Materia extraña (%) | 100 (40/40) | 50.0 (20/40) | <0.05 |
| Mesófilos aeróbicos ln (CFU+1) | 13.40 ± 0.47 (660,003.2) | 11.97 ± 0.47 (157,944.7) | 0.009 |
| Coliformes ln (CFU+1) | 7.18 ± 0.76 (1312.90) | 4.33 ± 0.76 (75.94) | 0.006 |
| *Salmonella positivos* (%) | 82.5 (33/40) | 57.5 (23/40) | <0.05 |
| *Staphyloccocus aureus* ln (CFU+1) | 6.50 ± 0.28 (665.14) | 4.85 ± 0.28 (127.74) | 0.0001 |

[a, b] Diferentes literales entre columnas son estadísticamente diferentes ($p < 0.01$).[c, d]

Con ello se demuestra que la implementación de un programa de buenas prácticas de higiene y manejo se mejora la calidad e inocuidad de la leche cruda de bovino en el trópico que se comercializa a plantas procesadora de lácteos, lo cual permitiría acceder a mejor mercado, obtener un mejor precio y producir alimentos inocuos.

Es necesario promover entre los productores del sistema de doble propósito e instancias involucradas el mejoramiento de las condiciones de manejo e infraestructura, y la implementación no solo de buenas prácticas de manejo, sino también la de efectuar el pago de la leche basado en la calidad bajo la integración de sistemas de buenas prácticas pecuarias para la producción de leche y carne inocua.

## LITERATURA CITADA

Álvarez, F. J., G. Saucedo, A. Arriaga and T. R. Preston. 1980. Effect on milk production and calf performance of milking cross bred European/Zebu cattle in the absence or presence of the calf, and of rearing their calves artificially. Trop. Anim. Prod. 5: 25-37.

Arias-Chávez, L. E. 1999. Utilización de heno de clitoria (Clitroia ternatea L.) en la alimentación de becerros lactantes de propósito lechero. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Nayarit. https://drive.google.com/file/d/0B0wMzyjylj7Pa2c2Z3B4SmdzaDA/view

Arrayet, J. L., A. M. Oberbauer, T. R. Famula, I. Garnett, J. W. Oltjen, J. Imhoof, M. E. Kehrli Jr and T. W. Graham. 2002. Growth of Holstein calves from birth to 90 days: the influence of dietary zinc and BLAD status. Journal of Dairy Science 80: 545-552 http://jas.fass.org/cgi/reprint/80/3/545.pdf

Albarrán-Portillo, B., S. Rebollar-Rebollar, A. García-Martínez *et al*. 2015. Socioeconomic and productive characterization of dual-purpose farms oriented to milk production in a subtropical region of Mexico. Trop Anim Health Prod 47: 519. https://doi.org/10.1007/s11250-014-0753-8

Ávila, T. S., A. J. Gutiérrez Chávez, G. J. I. Sánchez y J. E. Canizal. 2002. Comparación del estado de salud de la ubre y la calidad sanitaria de la leche de vacas ordeñadas manual o mecánicamente. Veterinaria México 33(4): 387-394. Disponible en: http://www.ejournal.unam.mx/rvm/vol33-04/RVM33404.pdf

Ballou, L.U., J. L. Bleck, G. T. Bleck and R. D. Bremel. 1993. The effects of daily oxytocin injections before and after milking on milk production, milk plasmin, and milk composition. J. Dairy Sci. 76: 1544-1549.

Combellas, J. and M. Tesorero. 2003. Cow-calf relationship during milking and its effects on milk yield and calf live weight gain. Livestock Research for Rural Development 15(3) http://www.lrrd.org/lrrd15/3/comb153.htm

Coverdale, J. A., H. D. Tyler, J. D. Quigley and J. A. Brumm. 2004. Effect of various levels of forage and form of diet on rumen development and growth in calves. Journal of Dairy Science 87: 2554-2562.

Cozzi, G., F. Gottardo, S. Mattiello, E. Canali, E. Scanziani, M. Verga and I. Andrighetto. 2002. The provision of solid feeds to veal calves: I. Growth performance, forestomach development, and carcass and meat quality. Journal of Dairy Science 80: 357-366 http://jas.fass.org/cgi/reprint/80/2/357.pdf

Dreiling, C. E., S. C. Franklin and D. E. Brown. 1991. Maternal endocrine and fetal metabolic responses to heat stress. Journal of Dairy Science 74: 312-327

Ettema, J. F. and J. E. P. Santos. 2004. Impact of Age at Calving on Lactation, Reproduction, Health, and Income in First-Parity Holsteins on Commercial Farms. J. Dairy Sci. 87: 2730-2742.

Frisch, J. E. and J. E. Vercoe. 1984. An analysis of growth of different cattle genotypes reared in different environments, Journal of Agricultural Science Cambridge 103: 137-153.

Fröberg, S., E. Gratte, K. Svennersten-Sjaunja, I. Olsson, C. Berg, A. Orihuela, C. S. Galina, B. García and L. Lidfors. 2007. Effect of suckling ('restricted suckling') on dairy cows' udder health and milk let-down and their calves' weight gain, feed intake and behavior. Applied Animal Behaviour Science 113(1-3): 1-14.

González-Sedano, M., B. Marın-Mejıa, M. I. Maranto, A. C. Leme de Magalhães-Labarthe and M. A. Alonso-Dıaz. 2010. Effect of residual calf suckling on clinical and sub-clinical infections of mastitis in dual-purpose cows: Epidemiological measurements. Research in Veterinary Science 89(3): 362-366.

Heinrichs, A. J. 1993. Raising dairy replacements to meet the needs of the 21st century. J. Dairy Sci. 76: 3179-3187.

Juarez-Lagunes, F. I., D. G. Fox, R. W. Blake and A. N. Pell. 1999. Evaluation of Tropical Grasses for Milk Production by Dual-Purpose Cows in Tropical Mexico. Journal of Dairy Science 82 (10): 2136-2145.

López-Ordaz, R, H. M. Díaz, M. J. G. García, D. R. Nuñez, oR. López y H. P. A. Martínez. 2010. Eventos reproductivos de vacas con diferente porcentaje de genes *Bos taurus* en el trópico mexicano. Rev Mex Cienc Pecu. 1(4): 325-336.

López-Ordaz, R., C. R. García, M. J. G. García y V. R. Ramírez. 2009. Producción de leche de vacas con diferente porcentaje de genes *Bos taurus* en el trópico mexicano. Téc Pecu Méx. 47(4): 435-448.

Li, P., P. S. Rundland, D. G. Fernig, L. M. Flinch and C. J. Wilde. 1999. Modulation of mammary development and programmed cell death by the frequency of milk removal in lactating goats. J. Physiol. (Lond.). 519: 885-900.

Luna-Palomera, C., J. A. Ramírez-Godínez and F. A. Rodríguez-Almeida. 2006. Milk production in dual purpose cows treated with oxytocin under Mexican humid tropic conditions. Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal 15 (1): 15-24

Macedo, R. J., V. Arredondo, N. García, R. Ramírez, O. Prado and L. J. García. 2015. Productive performance of three tropical legumes for protein banks in the dry tropics of Colima, Mexico. Forrajes Tropicales 3: 104-111.

Lollivier, V., D. Rainteau, P. G. Marnet, S. Letort, S. Delpal and M. Ollivier-Bousquet. 2001. Early oxytocin effects on secretory events in rabbit and cow mammary cells. Livest. Prod. Sci. 70: 180-192.

Magaña, J, E. Valencia y R. Delgado. 1996. Efecto del amamantamiento restringido y la crianza artificial sobre el comportamiento de vacas Holstein y sus crías en el trópico subhúmedo de México. Veterinaria México 27: 271-277.

Magaña, J. G., A. Tewolde, S. Anderson and J. C. Segura. 2006. Productivity of different cow genetic groups in dual-purpose cattle production systems in south-eastern Mexico. Tropical Animal Health and Production 38: 583-591.

Magaña-Monforte, J. G., G. Ríos-Arjona y J. C. Martínez-González. 2006. Los sistemas de doble propósito y los desafíos en los climas tropicales de México. Archivos de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal 14: 105-114.

Milián-Suazo, F., R. Hernández-Ortíz, L. Hernández-Andrade, A. Alvarado-Islas, E. Díaz-Aparicio, F. Mejía-Estrada, E. G. Palomares-Reséndiz, I. B. Reyes and H. Zendejas-Martínez. 2016. Seroprevalence and risk factors for reproductive diseases in dairy cattle in Mexico. J. Vet. Med. Anim. Health 8(8): 89-98.

Muir, P. J., O. L. Tedeschi, B. J. C. Dubeux and S. P. M. Burkart. 2017. Enhancing food security in Latin America with forage legumes = Aumentar a segurança alimentar na América Latina com leguminosas forrageiras. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 25(3-4): 113-131.

Núñez-Domínguez, R., R. Ramírez-Valverde, L. Saavedra-Jiménez y J. García-Muñiz. 2016. La adaptabilidad de los recursos zoogenéticos Criollos, base para enfrentar los desafíos de la producción animal. Archivos de Zootecnia 65(251): 461-468.

Orantes-Zebadua, M. A., D. Platas-Rosado, V. Cordova-Avalos, M. A. De los Santos-Lara y A. Córdova-Avalos. 2014. Caracterización de la Ganadería de Doble Propósito en una Región de Chiapas, México. Ecosistemas y recursos agropecuarios 1(1): 49-58.

Osorio-Arce, M. M. y J. C. Segura-Correa. 2008. Factores que afectan el peso al nacer y al destete de becerros de doble propósito en el trópico. Livestock Research for Rural Development 20(15). Retrieved July 29, 2019, from http://www.lrrd.org/lrrd20/1/osor20015.htm

Osorio-Arce, M. M. y J. C. Segura-Correa. 2008. Crecimiento pre-destete de becerros en ranchos de doble propósito en el tropico mexicano. Livestock Research for Rural Development 20(18). Retrieved July 26, 2019, from http://www.lrrd.org/lrrd20/2/osor20018.htm.

Paciullo, D. S. C., C. R. Tavares-de Castro, C. A. de Miranda-Gomide, R. Martins-Maurício, M. F. Ávila-Pires, M. Dias-Müller, D. Ferreira-Xavier. 2011. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. Livestock Science 141(2-3): 166-172.

Rangel, Q. J. 2016. Innovación tecnológica y competitividad del bovino de doble propósito en el trópico mexicano. Tesis doctoral, Universidad de Córdoba, España.

Rojo-Rubio, R., J. F. Vázquez-Armijo, P. Pérez-Hernández *et al.* 2009. Dual purpose cattle production in Mexico. Trop Anim Health Prod 41: 715. https://doi.org/10.1007/s11250-008-9249-8.

Sandoval, C., D. Leaver y S. Anderson. 1997. Manejo de la nutrición de la vaca y la relación vaca-ternero, En: Conceptos y metodologias de investigación en fincas con sistemas de producción animal de doble propósito (Lascano C E y Hollman F: Ed). CIAT, Consorsio Tropileche, Colombia. pp 45-66.

Sandoval, E., A. Valle, D. Jiménez y O. Márquez. 2005. Evaluación de pesos al nacer y crecimiento en becerros doble propósito amamantados con vacas nodrizas durante la etapa de lactantes. Zootecnia Tropical 23: 1-16. http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/ZootecniaTropical/zt2301/arti/sandoval_e.htm.

Saucedo, G., F. J. Álvarez, A. Arriaga and N. Jiménez. 1980. *Leucaena leucocephala* as a source of protein for calves reared in a restricted suckling system. Trop. Anim. Prod. 5: 232-235.

Sapino, A., L. Macri, L. Tonda and G. Bussolati. 1993. Oxytocin enhances myoepithelial cell differentiation and proliferation in the mouse mammary gland. Endocrinol. 133: 838-842.

Senasica-SAGARPA. 2009. Manual de buenas prácticas pecuarias en unidades de producción de leche bovina. Gobierno Federal, México. Disponible en: http://senasica.gob.mx/?id=2239

SIAP-SAGARPA. 2016. Producción anual. Disponible en: http://www.siap.gob.mx

Stefanon, B., M. Colitti, G. Gabai, C. H. Knight and C. J. Wildes. 2002. Mammary apoptosis and lactation persistency in dairy animals. J. Dairy Res. 69: 37-52.

Teyer-Bobadilla, R., J. G. Magaña, J. Santos y C. Aguilar C. 2002. Comportamiento productivo y reproductivo de vacas Holstein manejadas en un sistema de lechería especializada y otra de doble propósito en el sureste de México. Livestock Research for Rural Development 14(31). Retrieved July 29, 2019, from http://www.lrrd.org/lrrd14/4/teye144.htm

Tozer, P. R. and A. J. Heinrichs. 2001. What affects the costs of raising replacement dairy heifers: A multiple-component analysis? J. Dairy Sci. 84: 1836-1844.

Uvnäs-Moberg, K., B. Johansson, B. Lupoli and S. K. Svennersten. 2001. Oxytocin facilitates behavioral, metabolic and physiological adaptations during lactation. Appl. Anim. Behav. Sci. 72: 225-234.

Villa-Godoy, A. y a. E. Villagómez. 2000. Influencia de la dieta y el amamantamiento en el balance energético, la condición corporal, la producción láctea, el metabolismo y el desempeño reproductivo en vacas de doble propósito. In: Curso Internacional de Reproducción Bovina, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 167-215.

Villanueva, A. J. F., C. J. A. Bonilla Cárdenas, C. J. V. Rubio y G. J. de J. Bustamante. 2004. Agrotecnia y utilización de Clitoria ternatea en sistemas de producción de carne y leche. Técnica Pecuaria en México 42(1): 79-96.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN OVEJAS DE PELO LA UTOPÍA

**J. Alfonso Chay Canul[§1], Rosa I. Narváez Ballesteros[1], Jesús Mezo Solis[1], Juan Carlos Ángeles Hernández[2], José Herrera Camacho[3], Ricardo Garcia Herrera[1], Manuel González Ronquillo[5], Gaspar Manuel Parra Bracamonte[6], Nicolás López Villalobos.[7]**

[1]Division Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carr. Villahermosa-Teapa, km 25, CP 86280. Villahermosa, Tabasco, México. [2]Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Cd. Universitaria. CP. 43600. Tulancingo, Hidalgo, México. [3]Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Carretera Morelia-Zinapécuaro Km 9.5. El Trébol, C.P. 58893. Tarímbaro, Michoacán, México. [4]Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Carr. Mérida-Xmatkuil km 15.5, CP 97100 Mérida, Yucatán, México. [5]Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Nutrición Animal. Instituto Literario no. 100, Col. Centro, Toluca, 50000, México. [6]Instituto Politécnico Nacional-Centro de Biotecnología Genómica. Blvd. del Maestro SN, Esq. Elías Piña, Col. Narciso Mendoza, CP. 88710, Reynosa, Tamaulipas, México. [7]School of Agriculture, Massey University. Palmerston North, New Zealand. [§]Autor para correspondencia: (aljuch@hotmail.com).

## RESUMEN

La leche de los mamíferos representa una fuente de proteínas e inmuglobulinas para el recién nacido, lo que lo convierten en un excelente producto alimenticio para el recién nacido. En la producción animal, la leche del ganado bovino y caprino, tradicionalmente son destinadas al consumo humano; sin embargo, la leche de oveja en algunos países se utiliza en la elaboración de quesos tipo manchego incrementando el valor económico; sin embargo, en México la leche de oveja se destina exclusivamente para consumo de las crías; Son escasos los estudios realizados en México donde evalúan el impacto de la producción de la leche sobre el comportamiento del cordero y la producción de leche, por ello en el presente estudio se ponen de manifiesto los resultados que nuestro grupo de trabajo ha obtenido en el trópico de México con la raza Pelibuey y Katahdin.

La leche de la oveja es la fuente principal de nutrientes para el crecimiento, desarrollo y salud de los corderos, si la producción de leche es insuficiente el crecimiento del cordero puede verse afectado. Algunos factores como la nutrición, salud, medio ambiente, genotipo, tipo de parto y sexo de la cría pueden influir en la producción de la leche en ovejas. Los ovinos de la raza Peli buey y Katahdin son dos de las principales razas de ovejas de pelo que se utilizan actualmente en diferentes regiones tropicales de México; sin embargo, la información relacionada con su patrón de producción láctea es limitada, así como los factores que influyen en el del destete previo, ya que se considera una etapa importante en los sistemas de producción ovina centrados en la producción de carne. En esta etapa, la capacidad materna tiene un papel clave en el desarrollo y la productividad del cordero.

Recientemente nuestro grupo de investigación está evaluando el efecto de la raza y el tamaño de la camada (LS) en la producción y composición química de la leche. Se han determinado los rendimientos de leche, grasa, proteína y lactosa, leche corregida con grasa y energía, asi mismo, se modelaron curvas de rendimiento de lactancia y se han pronosticaron rendimientos acumulados. El

efecto de la raza mostró efectos importantes en la mayoría de los rasgos de rendimiento ($p < 0.001$) que favorecen la raza Katahdin. Las ovejas que criaron corderos gemelos produjeron rendimientos superiores para todos los rasgos ($p < 0.04$). Algunos efectos de interacción fueron significativos ($p < 0.05$). Este estudio mostró diferencias importantes en el rendimiento y la composición química de la leche entre las razas comparadas y el tamaño de la camada que podrían considerarse para mejorar la rentabilidad de los sistemas productivos en condiciones tropicales húmedas. Se utilizaron un total de 4,416 registros diarios de producción láctea de 92 ovejas Pelibuey multíparas. El primer registro de lactación de realizo al día 12 post-parto, el largo de lactación promedio fue de 105 días con una producción láctea total (PLT) de 48.16 L y un pico de lactación (PL) de 0.89 L, alcanzado al día 26 post-parto.

Los parámetros de cada modelo fueron estimados utilizando un proceso iterativo de regresión no lineal en el paquete minpack. lm con el programa R. La bondad de ajuste entre modelos se evalúo mediante el cuadro medio del error de predicción (CMEP), criterio de información Akaike (AIC) y criterio de información Bayesiano (BIC). El modelo gamma de Wood tuvo el mejor grado de ajuste de curva de lactación mostrando los menores valores del CMEP (0.012), AIC (-135.2) y BIC (-127.9). Además, este modelo estimó una PLT de 47.7 L con un pico de lactación de 0.76 L estimado al día 33 post-parto. La curva de lactación de ovejas Peli buey analizadas presentó una forma típica, con una producción inicial (parámetro $a$=0.02) la cual presenta una fase de ascenso (parámetro $b$=1.52) hasta alcanzar un pico de lactación, con una subsecuente disminución en la producción láctea (parámetro $c$ = 0.046). Las ovejas de raza Pelibuey en sistemas tropicales muestran patrones de curva de lactación que permiten identificar a este grupo genético como una opción para desarrollar sistemas de producción de leche en esta región.

La producción de leche se estimó semanalmente por el método de succión de peso. La producción diaria de leche (DMY), la producción total de leche (TMY), el cambio de peso corporal durante la lactancia (BWC), el peso de destete de camada (LWW) y la eficiencia de destete de oveja (EE) se estimaron como el rendimiento previo al destete de oveja; y el peso al nacer (kg), el peso al destete a los 56 días (kg) y la ganancia diaria promedio (g/d) se estimaron como el rendimiento previo al destete del cordero. Las ovejas Katahdin produjeron más TMY que las ovejas Pelibuey ($p < 0.001$), ambas razas tuvieron LWW y EE similares ($p > 0.05$). Las ovejas Pelibuey tuvieron un BWC negativo superior a las ovejas Kathadin ($p < 0.05$). Los corderos Katahdin tuvieron un mayor peso al nacer ($p < 0.05$), pero un crecimiento previo al destete y un peso vivo similares al destete con los corderos Pelibuey ($p > 0.05$). El efecto del tamaño de la camada fue significativo para todos los rasgos, excepto para BWC en ambas razas. En comparación con los corderos gemelos Katahdin, los corderos gemelos Pelibuey fueron más ligeros al nacer, pero de peso similar al destete. El tamaño de la camada es un factor importante que condiciona el desempeño previo al destete de las ovejas y corderos de las razas Pelibuey y Katahdin en condiciones tropicales húmedas.

**Palabras clave:** Ovejas, leche, trópico.

## CONCLUSIONES

Las ovejas Katahdin produjeron más producción de leche que las ovejas Pelibuey, ambas razas tuvieron el peso de destete de camada y la eficiencia de destete de ovejas similares. El efecto del tamaño de la camada fue significativo para todos los rasgos. Los corderos de parto doble Pelibuey fueron más ligeros al nacer, pero de peso similar al destete. Ambas razas de pelo sosn susceptibles de ser ordeñadas para producción de leche.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EMISIONES DE METANO ENTÉRICO EN RUMIANTES DETERMINADA POR LA TÉCNICA DE HEXAFLUORURO DE AZUFRE

**Efrén Ramírez-Bribiesca[1§], Vinisa Saynes Santillan[2], Rosy G. Cruz Monterrosa[3], David Hernàndez Sánchez[1]**

[1]Colegio de Postgraduados. Programa de Ganadería. Km. 36.5 Carr. México Texcoco. Montecillo Edo. de México. CP 56230.). [2]Colegio de Postgraduados. Programa de Edafología. Km. 36.5 Carr. México Texcoco. Montecillo Edo. de México. CP 56230. [3]Ciencia de los Alimentos. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Lerma Edo. de México. [§]Autor para correspondencia: (efrenrb@colpos.mx).

## RESUMEN

La técnica de hexafluoruro de azufre (SF6) ofrece una alternativa para determinar las concentraciones de metano ($CH_4$) en el ganado. Como todas las técnicas cuenta con cietras ventajas y desventajas y esta aprobada por la asociación Green house Gases and Animal Agriculture. Los primeros resultados que obtuvimos con la SF6 coinciden con lo reportado con datos americanos. Especificamente hemos evaluado la importancia del cobre suplementario en ganado sobre el efecto de disminuir las emisiones de $CH_4$, sugiriendo que la cantidad de 40 mgCu/kgMS es idonea para el ganado bovino.

## INTRODUCCIÓN

Una preocupación de la sociedad y los gobiernos, es el problema que está ocasionando el cambio climático a la tierra (Meinshausen *et al*., 2009). Por sectores, la actividad agrícola representa el 60% de las emisiones de bióxido de carbono ($CO_2$), metano ($CH_4$) y óxido nitroso ($N_2O$); mientras la actividad ganadera contribuye del 10 al 12% de las emisiones antropogénicas totales de gases de efecto invernadero (Smith *et al.*, 2008). Específicamente el $CH_4$ formado por los rumiantes, es el producto final de la fermentación de los alimentos en el rumen, que en términos de energía, es una pérdida de más de 10% (Johnson y Johnson, 1995) y contribuye al calentamiento climático. La ganadería produce alrededor de 7.1 giga-toneladas equivalentes de $CO_2$ al año (GT $CO_2$ eq); esta cantidad equivale a 15% de las emisiones antropogénicas de GEI según la FAO (2013). En rumiantes, la fermentación entérica produce alrededor de 2.8 GT $CO_2$ eq de $CH_4$ cada año, el 77% equivale exclusivamente a ganado de producción (FAO, 2013). Las estrategias para disminuir las emisiones de $CH_4$ en los rumiantes van desde la selección genética, manejo del ambiente, técnicas alimenticias, uso de modificadores de la digesta y vacunas. En los animales, la manipulación del ecosistema microbiano en el rumen puede mejorar la digestibilidad de los alimentos fibrosos y reducir las emisiones de $CH_4$ (Patra et al., 2006; Guglielmelli *et al.*, 2011). En referencia a la cuantificación de $CH_4$, en México existen técnicas que son con cámaras de respiración de circuito abierto, equipo de análisis infrarrojo y la técnica de hexafluoruro de azufre (SF6).

### Tecnica de hexafluoruro de azufre

La técnica que utiliza SF6 como trazador para la medición de las emisiones de $CH_4$ entérico fue desarrollada por Kristen A. Johnson y Hal H. Westberg, en Washington State University, Pullman,

Washington, EE. UU en 1994. El desarrollo de esta técnica se fundamenta en el conocimiento de que aproximadamente el 95% del $CH_4$ ruminal (87% de la producción total) es eructado y que el 89% del $CH_4$ generado en intestino grueso (11% del total) se elimina a través de los pulmones. Así, aproximadamente el 99% de la producción total de $CH_4$ es exhalado por boca y nariz (83% por eructación y 16% por exhalación).

México todavía es carente en investigación de emisiones $CH_4$ ganadero, Actualmente se están creando estrategias en los manejos de sistemas de producción que puedan ayudar a mitigar el problema provocado por la ganadería. Por ejemplo, en el trópico húmedo del país, ya existe pérdidas en la masa forestal con bajos contenidos de materia orgánica y nitrógeno, hay degradación de suelos, la carga animal por hectárea es de 0.6 a 1.8 y el pastoreo se da con pasturas nativas o algunas inducidas que han resistido a los cambios climáticos. Principalmente el manejo de los agostaderos consiste en deshierbe con machete y quema del pastizal antes del periodo de lluvias. El nivel tecnológico es bajo y se limita el sistema, con enfermedades y baja productividad del ganado, seguido de escasez estacional de pastos y la falta de créditos y canales de comercialización. En general, la ganadería es relevante y debemos innovar tecnologías para contrarrestar el cambio climático. Actualmente algunas instituciones como la UADY, ECOSUR, INIFAP, FMVZ-UNAM, UAEH, UAEMex, UACh, ITT y el CP están realizando trabajos científicos con $CH_4$ *in vitro e in vivo* y con limitaciones económicas. Nuestra propuesta de investigación se ha enfocado a estandarizar la técnica de hexafloruro de azufre con el propósito de hacer eficiente las mediciones de $CH_4$. La Figura 1 esquematiza los pasos que hemos implementado en el desarrollo de la técnica SF6:

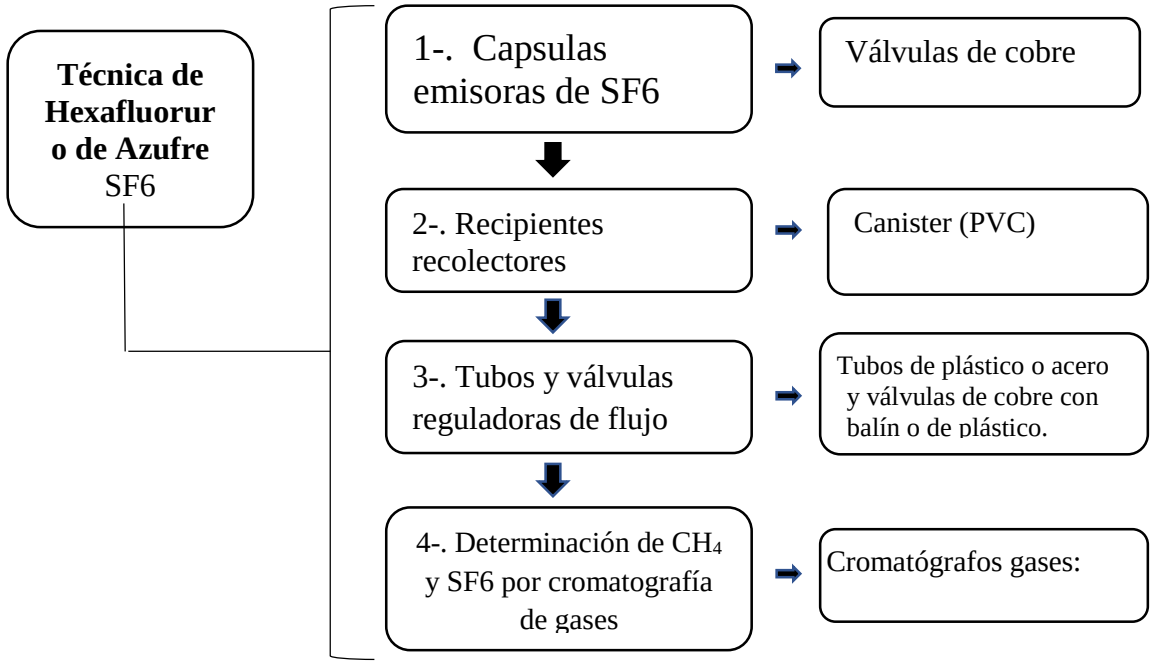



**Figura 1.** Estudio de investigación: Cuantificación de metano entérico con SF6.

Un trabajo previo realizado en el Colegio de Postgraduados, campus Montecillo se usaron seis toros Holstein (570 ± 2,1 kg). Todos los animales se dividieron en dos grupos de tres toros y se asignaron a dos dietas experimentales en un arreglo de diseño cruzado (cross over) con 21 d para cada período. Las dietas experimentales se formularon con 61% de forraje, y dentro de cada grupo se asignaron tratamientos sin Cu (24.2 mg Cu / kg DM, contenido en el alimento), y 45.2 mg Cu/kg MS, suplementado con sulfato de cobre ($CuSO_4$). Todos los toros se alimentaron con 12,48 kg de la dieta basal, dieta restringida.

La emisión de $CH_4$ por animal se calculó utilizando el PR de cada cápsula de SF6 y la concentración de $CH_4$ y SF6. $CH_4$ (g/d) = PR SF6 (g/d) x [$CH_4$ – BGCH4] [SF6 – BGSF6] donde: [$CH_4$] y [SF6] son las concentraciones de estos gases en los muestreadores y BG son las concentraciones atmosféricas de fondo. El Cuadro 1 muestra los resultados de digestibilidad y emisiones de $CH_4$ en ambos tratamientos. La digestibilidad total de la MS, FDN y N no mostraron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre ambos tratamientos. El grupo suplementado con el $CuSO_4$ disminuyó ($p < 0.001$) la digestibilidad total de Cu en 16.6 unidades, comparado con el tratamiento sin suplemento de Cu. Las emisiones de $CH_4$ en el T+Cu expresadas en gramos y Mega Jules por día, tendieron ($p < 0.1$) a disminuir 48.8 y 2.7 unidades, respectivamente. Logicamente el Ym tambien tendió ($p < 0.1$) a ser más bajo en el T+Cu *vs.* T-sin-Cu.

**Cuadro 1**. Medias de digestibilidad, pH y ácidos grasos volátiles en rumen, y emisión metano de toros alimentados con forraje.

| Fuente | No suplementado con cobre | Suplementado con cobre | p- valor |
|---|---|---|---|
| Digestibilidad, % | | | |
| Materia seca | 78.33 ± 3.32 | 77.72 ± 3.56 | 0.95 |
| FDN | 62.58 ± 4.41 | 61.48 ± 3.81 | 0.96 |
| Nitrógeno | 73.41 ± 6.14 | 71.46 ± 4.07 | 1.77 |
| Cobre | 78.44 ± 3.74 | 58.85 ± 6.67 | 0.001 |
| Emisión de metano | | | |
| $CH_4$ (g/dia) | 213.22 ± 50.60 | 164.46 ± 40.72 | 0.09 |
| $CH_4$ (MJ/dia) | 11.84 ± 2.81 | 9.14 ± 2.26 | 0.09 |
| Ym, % | 4.76 ± 1.13 | 3.67 ± 0.91 | 0.09 |

Ym, % = ($CH_4$ (MJ/dia)/consumo de energía total (MJ/d)) x 100.

La digestibilidad de la MS, FDN y N no tuvieron diferencias entre los dos tratamientos del estudio. El rastrojo de maíz fue la principal fuente de fibra que se adicionó a la dieta, este se caracteriza por alto contenido de fibra (FDN=62%) y baja proteína (~5%) (Chea, 2015; Demo-os *et al.*, 2000). La digestibilidad promedio de la FDN y N en ambos tratamientos fue 62 y 72%. Principalmente la digestibilidad de la FDN y N depende de la calidad del forraje y el mezclado con otros ingredientes de la ración; un estudio realizado en becerras menciona que el suplemento de Cu y Co en la dieta mejoró la digestibilidad de fibra y la degradación de la celulosa en el rumen (Pino y Heinrichs, 2016). En nuestro estudio, la digestibilidad de Cu fue menor cuando se adicionó $CuSO_4$; sin embargo, una mayor cantidad de Cu suplementario aumentó la absorción y el contenido en los tejidos de sangre e hígado (Rabiansky *et al*., 1999). Spears (2003) en una revisión publicada

menciona que la absorción de Cu en rumiantes neonatos es de 70-85% y disminuye hasta el 10% después del destete; las causas que limitan la absorción de Cu se enfocan en la interacción con otros minerales como el azufre, molibdeno y hierro (Fe) de la dieta; el Fe reacciona con sulfuro y Cu formando complejos de sulfuros de Fe y Cu (Suttle y Peter, 1985); estos minerales estuvieron en niveles adecuados en nuestro experimento (NASEM, 2016). Otro factor asociado a la digestibilidad de Cu, es la presencia de los tiomolibdatos, estos reaccionan con el Cu y forman tiomolibdatos de Cu insolubles en la fase sólida de la digesta del rumen, mientras que en la fase liquida los tiomolibdatos no se unen (Gould y Kendall, 2011); esta teoría hace suponer que el $CuSO_4$ suplementario en nuestro estudio posiblemente formó tiomolibdatos de Cu y aumentó la excreción del micromineral. Las raciones altas en forraje son abundantes en carbohidratos estructurales y mantienen un pH en rumen mayor a 6.0, incrementando la actividad celulolítica y digestión de las fibra (Eun *et al*., 2004). Los cambios en la tasa de fermentación del rumen, depende principalmente del tipo de dieta (forrajes y almidones) y de las poblaciones bacterianas (Piñeiro-Vázquez *et al*., 2017); aunque también los microminerales orgánicos mejoran la replicación de los microorganismos ruminales y estimulan la tasa de fermentación (Pino y Heinrichs, 2016).

El $CH_4$ entérico no mostró una diferencia, pero hubo una tendencia a disminuir la emisión de $CH_4$ con $CuSO_4$. Un estudio realizado con becerras lecheras cita reducción de $CH_4$ con suplemento de sales minerales, atribuyendo el efecto a los filotipos de *Methanobrevibacter* y la competencia de iones $H^+$ durante la formación de propionato (Li *et al*., 2017). Pero no todos los minerales que se suplementaron tienen efecto antimetanogenico; principalmente los sulfatos y el Cu disminuyen la formación de $CH_4$. Datos publicados indican que el Cu es toxico para algunas bacterias del rumen (Durand y Kawashima, 1980) y el uso de $CuSO_4$ en una prueba de fermentación In vitro disminuyó la emisión de $CH_4$ (Hernández-Sánchez *et al*., 2019). Contrariamente, un estudio realizado por Biscarini *et al*. (2018) indicaron que el suplemento de Cu modificó el microbioma del rumen pero no hubo un efecto sobre las bacterias metanogenicas y el metabolismo de $CH_4$ en rumen. Al parecer la disminución de $CH_4$ no es tan sencilla como parece, durante el proceso de metanogenesis hay variaciones en los 16S rRNA. La concentración promedio de $CH_4$ entérico en este estudio fue 189 g $d^1$, este dato coincide con el inventario de emisiones de $CH_4$ US cattle (Westberg *et al*., 2001), indicando valores desde 188 hasta 231 g $d^1$ en toros. La producción de $CH_4$ como proporción de la ingesta de ET (Ym) obtenida fue de 4.2% promedio. Los rangos de Ym se basan en la digestibilidad y el valor energético de las raciones. El Ym para el ganado bovino que reporta la IPCC (2006) es de 2 hasta 7.5%, correspondientes a digestibilidades de 45 hasta 85%.

## CONCLUSIONES

El efecto de los minerales sobre las emisiones de $CH_4$ ha sido poco estudiado. Específicamente el $CuSO_4$, es una alternativa complementaria que puede contribuir a formar menos $CH_4$ entérico. En nuestro estudio, el grupo con suplemento de Cu disminuyó ligeramente la formación de $CH_4$, aunque no hubo una diferencia significativa. Sin embargo, se recomienda incluirlo a la dosis de 40 g/kgMS en bovinos pastoreando, no se disminuye la digestibilidad de los nutrientes, no causa toxicidad en bovinos y puede mejorar la actividad de las enzimas dependientes de Cu en el organismo animal.

## LITERATURA CITADA

Biscarini, F., F. Palazzo, F. Castellani, G. Masetti, L. Grotta, A. Cichelli and G. Martino. 2018. Rumen microbiome in dairy calves fed copper and grape-pomace dietary supplementations: Composition and predicted functional profile. PLOS ONE 13: e0205670. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205670

Demo-os, R. A., M. T. S. J. Valdez and M. C. Mapili. 2000. Feeding value of corn-stover-swine waste silage for beef catte. Jr (Tarlac Coll. of Agriculture, Camiling, Tarlac (Philippines). Dept. of Animal Science 26: 169-174.

Durand, M. and R. Kawashima. 1980. Influence of minerals in rumen microbial digestion, in: Ruckebusch, Y., Thivend, P. (Eds.), Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 375-408. https://doi.org/10.1007/978-94-011-8067-2_18

Eun, J. S., V. Fellner, J. C. Burns and M. L. Gumpertz. 2004. Fermentation of eastern gamagrass (Tripsacum dactyloides [L.] L.) by mixed cultures of ruminal microorganisms with or without supplemental corn1. Journal of Animal Science 82, 170–178. https://doi.org/10.2527/2004.821170x

FAO. 2013. Organizacion de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion. Combatir el clima a traves del ganado: una evealuacion global de las emisiones y oportunidades de las emisiones y oportunidades de mitigacion.

Guglielmelli, A., S. Calabro, R. Primi, F. Carone, M. I. Cutrignelli, R. Tudisco, G. Piccolo, B. Ronchi and P. P. Danieli. 2011. In vitro fermentation patterns and methane production of sainfoin (Onobrychis viciifolia Scop.) hay with different condensed tannin contents: *In vitro* fermentation, methane production and tannin content of sainfoin. Grass and Forage Science 66: 488-500. https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2011.00805.x

Gould, L. and N. R. Kendall. 2011. Role of the rumen in copper and thiomolybdate absorption. Nutrition Research Reviews 24: 176-182. https://doi.org/10.1017/S0954422411000059

Hernández-Sánchez, D., D. Cervantes-Gómez, J. E. Ramírez-Bribiesca, M. Cobos-Peralta, R. Pinto-Ruiz, L. Astigarraga and J. I. Gere. 2019. The influence of copper levels on *in vitro* ruminal fermentation, bacterial growth and methane production: Influence of Cu on *in vitro* ruminal fermentation. Journal of the Science of Food and Agriculture 99: 1073-1077. https://doi.org/10.1002/jsfa.9274

IPCC. 2013. Carbono y otros ciclos biogeoquimicos. En: Cambio climatico 2013. La base de la ciencia Fisica. Contribucion del grupo de trabajo i al quinto informe de evaluacion del papel intergubernamental sobre cambio climatico. Cambridge.

Johnson, J. D. E., K. A. Johnson, G. M. Ward and M. E. Branine. 2000. Ruminants and other animals. Springer.

Li, F., S. Cheng, H. Yu and D. Yang. 2016. Waste from livestock and poultry breeding and its potential assessment of biogas energy in rural China. Journal of Cleaner Production 126: 451-460. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.02.104

Meinshausen, M., N. Meinshausen, W. Hare, S. C. B. Raper, K. Frieler, R. Knutti, D. J. Frame and M. R. Allen. 2009. Greenhouse-gas emission targets for limiting global warming to 2 °C. Nature 458: 1158-1162. https://doi.org/10.1038/nature08017

NASEM. 2016. National Academies of Science, Engineering, and Medicine (NASEM). Nutrient Requirements of Beef CATTLE, 8 th reviced. ed. The National Academies press, Washington, DC.

Patra, A. K., D. N. Kamra and N. Agarwal. 2006. Effect of plant extracts on in vitro methanogenesis, enzyme activities and fermentation of feed in rumen liquor of buffalo. Animal Feed Science and Technology 128: 276-291. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.11.001

Pino, F. and A. J. Heinrichs. 2016. Effect of trace minerals and starch on digestibility and rumen fermentation in diets for dairy heifers. Journal of Dairy Science 99: 2797-2810. https://doi.org/10.3168/jds.2015-10034.

Piñeiro-Vázquez, A., J. R. Canul-Solis, F. Casanova-Lugo, A. J. Chay-Canul, A. J. Ayala-Burgos, A. J. Solorio-Sánchez, C. F. Aguilar-Pérez y J. C. Ku-Vera. 2017. Emisión de metano en ovinos alimentados con Pennisetum purpureum y árboles que contienen taninos condensados. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 8: 111. https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i2.4401

Rabiansky, P. A., L. R. McDowell, J. Velasquez-Pereira, N. S. Wilkinson, S. S. Percival, F. G. Martin, D. B. Bates, A. B. Johnson, T. R. Batra, E. Salgado-Madriz. 1999. Evaluating Copper Lysine and Copper Sulfate Sources for Heifers. Journal of Dairy Science 82: 2642-2650. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75521-9

Spears, J. W. 2003. Trace Mineral Bioavailability in Ruminants. The Journal of Nutrition 133: 1506S-1509S. https://doi.org/10.1093/jn/133.5.1506S

Smith, P., D. Martino, Z. Cai, D. Gwary, H. Janzen, P. Kumar, B. McCarl, S. Ogle, F. O'Mara, C. Rice, B. Scholes, O. Sirotenko, M. Howden, T. McAllister, G. Pan, V. Romanenkov, U. Schneider, S. Towprayoon, M. Wattenbach and J. Smith. 2008. Greenhouse gas mitigation in agriculture. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences 363: 789-813. https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2184

Suttle, N. F., D. W. Peter. 1985. Rumen sulphide metabolism as a major determinant of the avalability of copper to ruminants. In: Mills, C. F., I. Bremner, and J.K. Chester (eds). Proc. Fifth Int. Symp. on Trace Element In Man and Animals: Commonwealth Agricultural Bureaux, Faenham Royal, UK. 367-370 pp.

Westberg, H., B. Lamb, K. A. Johnson and M. Huyler. 2001. Inventory of methane emissions from U.S. cattle. Journal of Geophysical Research: Atmospheres 106: 12633-12642. https://doi.org/10.1029/2000JD900808.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# REPERCUSIÓN DE LA NEOSPOROSIS BOVINA EN LA PRODUCCIÓN

**Juan José Ojeda Carrasco[§]**

Centro Universitario UAEM Amecameca. Universidad autónoma del Estado de México. [§]Autor para correspondencia: (jjojedac@uaemex.mx; mvzojeda@hotmail.com).

## RESUMEN

*Neospora caninum* es un parásito intracelular del phylum *Apicomplexa*, familia *Sarcocystidae* (formadores de quistes) y subfamilia *Toxoplasmatinae*, por lo que se encuentra en estrecha relación con *Toxoplasma gondii*; debido a la similitud morfológica observada en cortes histológicos la neosporosis fue mal diagnosticada durante muchos años confundiéndose con toxoplasmosis (Dubey y Shares, 2011). La neosporosis, aunque recientemente está relacionada como causa principal del aborto infeccioso bovino, es una enfermedad principalmente del ganado y de los perros. Se describió por primera vez en perros de Noruega los cuales mostraron alteraciones nerviosas que repercutían en la locomoción de los miembros posteriores provocando parálisis (Bjerkas *et al*., 1984; Barber y Trees, 1996); posteriormente, se aisló también en perros y por primera vez del ganado bovino en los Estados Unidos en 1998, denominándosele *Neospora caninum* al parásito que producía la infección ya que se determinó que era el mismo agente el que provocaba la enfermedad tanto en el perro como en el bovino (Dubey *et al*., 1998). Otros informes de neosporosis en Europa, Asia, Oriente Medio, América del Norte y del Sur llaman la atención sobre esta enfermedad emergente y relevante en el ganado bovino; en México el primer reporte del agente lo realizaron Morales *et al*. (1997), derivado de las lesiones tisulares compatibles con la enfermedad observadas en un feto bovino abortado.

Actualmente, *Neospora caninum* es considerada como una de las causas infecciosas más importantes de aborto en el ganado en todo el mundo (Reichel *et al*., 2013; Ribeiro *et al*., 2019); provoca además diferentes problemas reproductivos como reabsorción embrionaria, repetición de celos, infertilidad, mortinatos, o nacimientos de becerros con alteraciones neurológicas tales como parálisis y encefalomielitis, semejantes a las observadas en el perro; el signo más evidente de la enfermedad en el bovino es la presentación del aborto entre el tercero y noveno mes de la gestación, aunque en diversos reportes se ha mencionado que ocurre con mayor frecuencia entre el cuarto y sexto mes de la preñez (Moore *et al*., 2005). Afecta de manera indistinta al ganado productor de carne como al destinado a la producción de leche; sin embrago, en el caso de este último se ha reportado una frecuencia mucho mayor. Por otro lado, existen estudios en los que se ha demostrado que las vacas seropositivas al parásito producen una menor cantidad de leche que las seronegativas (Thurmond y Hietala, 1997; Hernández *et al*., 2001).

La variedad de los hospederos de *N. caninum* se encuentra en una amplia gama de especies con distribución ubicua de reportes de exposición a *N. caninum* y producción de anticuerpos específicos tales son los casos de cerdos, gatos, mapaches, camellos, roedores, aves y otros animales salvajes. Por otra parte, el aislamiento viable del parásito se ha logrado solamente del perro, de los bovinos, de las ovejas, del búfalo de agua, del bisonte europeo y del ciervo de cola blanca. Los hospederos

definitivos son el perro doméstico (*Canis lupus familiaris*), el dingo australiano (*Canis lupus dingo*) y el coyote (*Canis latrans*) (Gondim *et al*., 2004); siendo los bovinos, ovejas, búfalos de agua, ciervos de cola blanca, entre otros, sólo hospederos intermediarios (Dubey *et al*., 2007). Hasta la fecha, las prácticas de manejo que reducen la probabilidad de infección son los únicos métodos para combatir la enfermedad, sin existir otros mecanismos de control eficaces para la neosporosis.

Como ya se ha mencionado, la principal manifestación clínica de la neosporosis en el ganado bovino es el aborto. Los casos clínicos pueden mostrar un comportamiento endémico o epidémico, siendo los casos epidémicos definidos como más del 12.5% de abortos dentro de las 6 a 8 semanas de gestación (Shares *et al*., 1998). *Neospora caninum* es un parásito formador de quistes y su desarrollo comprende dos estadios asexuales: taquizoíto y bradizoíto que ocurren en el hospedero intermedio (vacas) y hospederos definitivos (por ejemplo, perro), y una etapa sexual que ocurre solo en los hospederos definitivos. Los taquizoitos se dividen rápidamente dentro de las células e infectan múltiples tipos celulares incluyendo trofoblastos placentarios, miocitos, hepatocitos, células neurales, células endoteliales vasculares, células renales, macrófagos alveolares, entre otros. Durante la fase enquistada del parásito, los bradizoítos son capaces de replicarse lentamente en tejido del sistema nervioso central (SNC) y los músculos esqueléticos (Dubey, 2003).

Un hospedero definitivo puede adquirir la infección a través de la ingestión de quistes contenidos en tejidos de animales infectados (Cavalcante *et al*., 2011); como la placenta de vacas infectadas naturalmente, lo que es considerado una fuente importante de infección para perros. Aunque los ooquistes se eliminan en las heces de los perros y otros hospederos definitivos, hasta la fecha se han identificado ooquistes de *N. caninum* en pocos perros naturalmente infectados, lo que plantea dudas sobre las frecuencias de desprendimiento y la viabilidad de los ooquistes en los cánidos.

En México la neosporosis bovina es considerada como una enfermedad emergente existiendo reportes de seroprevalencias que oscilan entre el 48 y el 56% en sistemas intensivos de producción en los Estado de Coahuila y Aguascalientes (Morales *et al*., 2001; Salinas *et al*., 2005 y Meléndez *et al*., 2010) y en el sistema de producción en pequeña escala en el centro del país de 51.6% (Ojeda-Carrasco *et al*., 2016); lo cual contrasta con prevalencias menores en zonas tropicales húmedas con ganado *Bos indicus* entre el 8 y 15% (García-Vázquez *et al*., 2009) y un 20% en vacas con antecedentes de aborto en el mismo sistema (Montiel-Peña *et al*., 2011).

En otro orden de ideas, durante los últimos años se han realizado diversas investigaciones en las que se han determinado diferentes factores de riesgo para la presentación de la infección por *N. caninum* y por ende con la enfermedad, entre los que sobresalen la presencia de perros dentro de las unidades de producción, el tipo de sistema de producción siendo más susceptible el ganado lechero que el ganado de carne, la fuente de consumo de agua; asimismo, se ha encontrado una relación significativa de causa-efecto entre la aparición de problemas reproductivos y la presencia de anticuerpos contra *N. caninum* (Faveró *et al*., 2017; Ribeiro *et al*., 2019). En nuestro país, y de acuerdo a lo reportado por Montiel-Peña *et al*. (2011) en sistemas de producción en regiones tropicales existe 1.9 más probabilidad de que el ganado lechero sea seropositivo a *N. caninum* que

el destinado al doble propósito y la producción de carne; por su parte Ojeda-Carrasco *et al*. (2016) encontraron que el ganado seropositivo al parásito y con antecedentes de aborto tuvieron 5.1 veces más probabilidades de abortar que el ganado seronegativo.

Derivado de las alteraciones en la reproducción y parámetros productivos se han llevado a cabo una cantidad importante de trabajos de investigación en los que se ha tratado de determinar el impacto económico que producen las pérdidas originas por la neosporosis bovina, Thurmond y Hyetala, (1996) reportaron que el desecho de vacas seropositivas fue 6.3 meses más temprano que las seronegativas y además presentaban 1.6 veces mayor riesgo de ser desechadas del hato las vacas seropositivas en comparación con las seronegativas; asimismo, se debe considerar la pérdida del avance del programa de mejoramiento genético y el potencial de producción de las vacas (Bartels *et al*., 2006).

Existe un estudio relativamente reciente realizado por Reichel *et al*. (2013); en el que se estima que el costo anual total de las infecciones/abortos por *N. caninum* oscilaba entre una mediana de US $1.1 millones de dólares en la industria de carne de res de Nueva Zelanda y una mediana total de US $546.3 millones de dólares de impacto anual en la población lechera de los EE. UU. Por otra parte, se estimó que las pérdidas anuales en granjas lecheras individuales alcanzarían una mediana de $US 1,600.00 dólares, mientras que en las granjas destinadas a la producción de carne estos costos ascendieron a solo US $ 150.00. Se considera que las vacas y vaquillas preñadas incurren, en promedio, en pérdidas que oscilan entre los ~US $ 110.00 y US $ 40.00, respectivamente, para vacas lecheras y de producción de carne preñadas e infectadas con *N. caninum.*

Con respecto a la producción de leche, el estudio realizado por Thurmond y Hyetala, (1996); mostró la producción de leche para las vacas seropositivas (media, 55.2 lb/vaca/día) fue 2.5 lb/vaca/día menos que para vacas seronegativas (media, 57.7 lb/vaca/día). El análisis de los resultados reveló que la producción de vacas seropositivas fue menor en (3.1 lb/vaca/día), y de leche con corrección de grasa (3.6 lb/vaca/día). Por su parte, Hernández *et al*. (2001), mencionan que en sistemas intensivos de producción se estima que vacas seropositivas al parásito pueden disminuir en promedio hasta un 4% de la producción láctea.

Considerando que en México, se han reportado prevalencias elevadas en ganado productor de leche, es importante no solamente realizar mayor investigación que permita conocer la distribución epidemiológica de la enfermedad, sino que también se requiere del establecimiento de medidas de manejo que permitan iniciar el control de la enfermedad; asimismo, se requiere la realización de estudios que permitan estimar las pérdidas económicas que genera la neosporosis bovina, sobre todo en aquellos sistemas de producción en los que las medidas de bioseguridad son limitadas.

## LITERATURA CITADA

Barber, J. S. and A. J. Trees. 1996. Clinical aspects of 27 cases of neosporosis in dogs. Vet Rec. 139(18): 439-43.

Bartels, C. J., S. G. Van, J. P. Veldhuisen, B. H. Van den Borne, W. Wouda and T. Dijkstra. 2006. Effect of *Neospora caninum*-serostatus on culling, reproductive performance and milk

production in Dutch dairy herds with and without a history of *Neospora caninum*-associated abortion epidemics. Preventive Veterinary Medicine 77: 186-198.

Bjerkas, I., S. F. Mohn and J. Presthus. 1984 Unidentified cyst-forming sporozoon causing encephalomyelitis and myocitis in dogs. Z. Parasitec 70: 271-274.

Cavalcante, G. T., R. M. Monteiro, R. M. Soares, S. M. Nishi, A. F. Alves-Neto, P. O. Esmerini *et al.* 2011. Shedding of *Neospora caninum* oocysts by dogs fed different tissues from naturally infected cattle. Vet Parasitol.179(1-3): 220-223.

García-Vázquez, Z., R. Rosario-Cruz, F. Mejía-Estrada, I. Rodríguez-Vivas, D. Romero-Salas, M. Fernández-Ruvalcaba *et al*. 2009 Seroprevalence of *Neospora caninum* antibodies in beef cattle in three southern states of Mexico. Tropical Animal Health and Production 41: 749-753.

Dubey, J. P., K. R. Dorough, M. C. Jenkins, S. Liddell, C. A. Speer, O. C. H. Kwok *et al*. 1998. Canine neosporosis: clinical signs, diagnosis, treatment and isolation of *Neospora caninum* in mice and cell culture. Int J Parasitol. 28(8): 1293-1304.

Dubey, J. P. 2003. Review of *Neospora caninum* and neosporosis in animals. Korean Journal of Parasitology 41: 1-16.

Dubey, J. P., G. Schares and L. M. Ortega-Mora. 2007. Epidemiology and control of neosporosis and *Neospora caninum*. Clin. Microbiol. Rev. 20: 323-367.

Dubey, J. P. and G. Schares. 2011. Neosporosis in animals-The last five years. Veterinary Parasitology. 180(1-2): 90-108.

Fávero, J. F., A. S. Da Silva, G. Campigotto, G. Machado, L. Daniel de Barros, J. L. Garcia, F. F. Vogel, R. E. Mendes and L. M. Stefani. 2017. Risk factors for *Neospora caninum* infection in dairy cattle and their possible cause-effect relation for disease. Microb Pathog. 110: 202-207.

Gondim, L. F., M. M. McAllister, W. C. Pitt and D. E. Zemlicka. 2004. Coyotes (Canis latrans) are definitive hosts of *Neospora caninum*. International Journal for Parasitology 34: 159-161.

Montiel-Peña, T., D. Romero-Salas, Z. García-Vázquez, L. Medina-Esparza y C. Cruz-Vázquez. 2011. Neosporosis bovina en ranchos ganaderos de la zona norte del Estado de Veracruz, México. Tropical and Subtropical Agroecosystems 13: 469-479.

Meléndez, R. M., A. G. Valdivia, E. J. Rangel, E. Díaz, J. C. Segura-Correa y A. L. Guerrero. 2010. Factores de riesgo asociados a la presencia de aborto y desempeño reproductivo en ganado lechero de Aguascalientes, México. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 1: 391-401.

Morales, S. E., L. J. Ramírez, T. F. Trigo, V. F. Ibarra, C. E. Puente and M. Santacruz. 1997. Descripción de un caso de aborto bovino asociado a infección por Neospora sp. en México. Veterinaria México 28: 353-357.

Morales, E., F. J. Trigo, F. Ibarra, E. Puente and M. Santacruz. 2001. Seroprevalence study of bovine neosporosis in Mexico. Journal Veterinary Diagnostic Investigation 13: 413-415

Moore, D. P., A. C. Odeón, M. C. Venturini, C. M. Campero. 2005. Neosporosis bovina: conceptos generales, inmunidad y perspectivas para la vacunación. Revista Argentina de Microbiología 37: 217-228

Ojeda-Carrasco, J. J., E. Espinosa-Ayala, P. A. Hernández-García, C. Rojas-Martínez y J. A. Álvarez-Martínez. 2016. Seroprevalencia de enfermedades que afectan la reproducción de bovinos para leche con énfasis en neosporosis. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 3(8): 243-249.

Reichel, M. P., M. A. Ayanegui-Alcérreca, L. F. P. Gondimd and J. T. Ellis. 2013. What is the global economic impact of *Neospora caninum* in cattle – The billion dollar question. International Journal for Parasitology 43(2): 133-142.

Ribeiro, C. M., I. R. Soares, R. G. Mendes, P. A. de Santis Bastos, S. Katagiri, R. B. Zavilenski, H. F. de Abreu and P. Afreixo. 2019. Meta-analysis of the prevalence and risk factors associated with bovine neosporosis. Trop Anim Health Prod. 51(7): 1783-1800

Salinas, M. J. A., G. J. J. Mora, R. J. J. Zárate, V. V. M. Riojas, V. G. Hernández, A.G. Dávalos, R. R. Ramírez, A. L. C. Galán y R. R. Ávalos. 2005. Frecuencia de anticuerpos contra *Neospora caninum* en ganado bovino del noreste de México. Veterinaria México 36: 303-311.

Schares, G., M. Peters, R. Wurm, A. Barwald and F. J. Conraths. 1998. The efficiency of vertical transmission of *Neospora caninum* in dairy cattle analysed by serological techniques. Vet Parasitol 80(2): 87-98.

Thurmond, M. C. and S. K. Hietala. 1996. Culling associated with *Neospora caninum* infection in dairy cows. American Journal of Veterinary Research 57(11): 1559-1562.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EL BOVINO CRIOLLO, UN RECURSO GENÉTICO OLVIDADO

# [THE CREOLE BOVINE, A FORGOTTEN GENETIC RESOURCE]

**Juan Carlos Martínez González, Sonia Patricia Castillo Rodríguez**

Universidad Autónoma de Tamaulipas/Facultad de Ingeniería y Ciencias. Centro Universitario Adolfo López Mateos, Cd. Victoria, Tam. CP. 87149. §Autor para correspondencia: (jmartinez@docentes.uat.edu.mx).

## RESUMEN

La ganadería en América no existía hasta que llegaron los primeros bovinos con los conquistadores españoles. El bovino Criollo actual proviene de las razas autóctonas de España y llegaron a la Nueva España con la conquista, pero durante el virreinato, no se le dio ninguna importancia a la ganadería mayor porque era una actividad de los españoles. El objetivo del presente documento es orientar a los productores, criadores y técnicos sobre las potencialidades productivas del bovino Criollo criado en los sistemas de doble propósito bajo condiciones de clima tropical y subtropical de México. Para tal efecto se describen y analizan los índices reproductivos, las aptitudes para la producción de carne y leche, los pesos corporales y el comportamiento de los bovinos Criollos. Además, se hace referencia a los programas de desarrollo emprendidos para rescatar los Criollos y se enfatiza la importancia de los bancos de germoplasma para la conservación y futuros programas de selección de esta raza.

**Palabras clave:** Trópico, bovinos doble propósito, ganado Criollo.

## ABSTRACT

Livestock in America did not exist until the first cattle arrived with the Spanish conquistadors. The current Creole beef comes from local breeds of Spain and came to New Spain with the conquest, but during the Viceroyalty livestock did not received too much of attention because it was an activity of the Spanish. The aim of this document is to orient growers, breeders and technicians on the productive potential of the Creole cattle bred in the double purpose systems under conditions of tropical and subtropical climates of Mexico. For this purpose, reproductive rates, skills for the production of meat and milk, the body weights and the behavior of Creole cattle were described and analyzed. In addition, a mention to the development programs undertaken to rescue the Creoles and the importance of gene banks for the conservation and future programs of this selection is made.

**Index words:** Tropic, bovine dual purpose, cattle Creole.

## INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista histórico en el continente americano no existían razas de bovinos, ya que los únicos bóvidos que había hasta antes de la llegada de los españoles eran los bisontes americanos (*Bos*

*bison).* El siglo pasado se cumplieron quinientos años de que Cristóbal Colón trajera los primeros bovinos a las Américas, estos semovientes fueron para que sirvieran como provisiones de carne para los conquistadores. Este ganado se multiplicó tan rápidamente que eventualmente superó las necesidades de los españoles a medida que avanzaban en el continente.

Con frecuencia, muchas cabezas de ganado fueron abandonadas o se escapaban a los bosques, donde se multiplicaron y vivieron en estado realengo, años más tarde algunos de esos animales serían recapturados y domesticados (Rouse, 1981). Por casi cuatro siglos éstos bovinos suministraron carne, leche y trabajo a la población del vasto continente americano. Hoy en día este histórico animal parece estar destinado a desaparecer como resultado de la hibridación y/o reemplazo por otras razas. Por lo que el objetivo del presente documento es presentar algunas características del ganado Criollo enfatizando la necesidad de recuperar y conservar este recurso genético.

**Situación de los Criollos**

Por Veracruz arribaron las primeras reses a la Nueva España, e inclusive se conoce el nombre del primer y aventurado propietario que desembarcó sus ungulados (Gregorio de Villalobos). Éstos se convirtieron en los ancestros de los hatos que pacieron en las tierras altas y centrales de la Nueva España durante la Colonia, en un periodo de casi 300 años, los bovinos llegaron a la región del Pánuco en Veracruz.

Los animales eran descendientes de tres tipos de ganado originalmente introducidos desde España, predominantemente "Retinta Rojo" y las razas Blanco y Negro del ganado Andalusiano (Anónimo, 1996). En los trópicos de América Latina, las razas de ganado Criollo (*Bos taurus*) descendientes del ganado español representa un recurso genético valioso para los productores, debido a su fácil adaptación a las condiciones ambientales (Rouse, 1981). Este ganado se desarrolló a lo largo de cinco siglos y su adaptación se evidencia a través de su resistencia a endo y ecto parásitos y a enfermedades de origen bacterial y viral. Compiten exitosamente desde el punto de vista productivo y reproductivo con el ganado cebuino (*Bos indicus*) y su valor radica en el vigor híbrido que se produce en el cruzamiento (Cunningham y Syrstad, 1987).

En América Latina el Criollo es un "tipo de ganado", existen algunas razas reconocidas que salieron del Criollo como el Criollo Lechero Centroamericano en Costa Rica, Ganado Reyna en Nicaragua, Costeño con Cuernos, Blanco Orejinegro y Romosinuano en Colombia, Criollo Limonero en Venezuela y Romana Rojo de República Dominicana que se han desarrollado bajo condiciones tropicales. Estas razas son un recurso genético valioso debido a sus características anatómicas, fisiológicas y biológicas que les permiten vivir bajo condiciones ambientales del clima tropical, ya que poseen un pelaje corto, escaso y brillante, piel gruesa y pigmentada, arrugas en la piel de la frente, alrededor de los ojos y en la tabla del cuello. El color de la capa del pelo es generalmente roja o retinta, pero puede variar desde el color bayo hasta el negro, también se aceptan los animales con cabos negros (extremidades con pelo más oscuro). La inserción de la cola es alta, descarnada y con poco pelo en la borla (De Alba, 1985, 2011; Rosendo-Ponce y Becerril-Pérez, 2015).

Además, aprovechan más eficientemente los forrajes de pobre calidad, tienen mayor capacidad para recorrer grandes distancias y sus requerimientos energéticos son menores debido a una menor talla corporal (peso adulto de 440 y 600 kg para hembras y machos, respectivamente). Asimismo, en Chihuahua el ganado Criollo ha cobrado mucha importancia porque se utiliza para exportar a Estados Unidos como animales para espectáculos de rodeo (Anónimo, 2013). En el norte de México se está trabajando para promover el uso de este ganado para su incorporación a los actuales sistemas de producción por sus características especiales, ya que es un animal de talla más o menos mediana, y ante la carestía de granos y concentrados, es un ganado que puede vivir perfectamente con una suplementación mínima. Son animales con características genéticas de precocidad, fertilidad, habilidad para engendrar, facilidad de parto y longevidad. Muchas de las cualidades antes mencionadas también las presenta el ganado Longhorn que se desarrolló en el Valle de Texas bajo condiciones áridas, semiáridas y de trópico seco (Anónimo, 1996, 2013).

Por otro lado, la adaptabilidad de estos genotipos a las condiciones tropicales puede expresarse en la sobrevivencia de las crías y en la fertilidad (Rouse, 1981; De Alba, 1985; Martínez, 1986; De Alba, 2011). Sin embargo, existe poca información disponible sobre el comportamiento productivo y reproductivo de estos genotipos (De Alba, 2011; Rosendo-Ponce y Becerril-Pérez, 2015), por lo que es urgente consolidar acciones nacionales e internacionales para la conservación y manejo de los bovinos autóctonos. De tal modo, que si no se quiere perder este recurso genético es necesario establecer hatos de ganado autóctono para su conservación, multiplicación, mejoramiento y utilización.

**Razas de bovinos Criollos**

Cuántas razas de bovinos Criollos hay, en esta materia, la FAO a nivel mundial y el IICA a nivel continental han realizado gestiones para lograr una concientización sobre este tema y una acción de búsqueda de soluciones. Los países también, lo han intentado en su ámbito, algunos con perspectivas de enorme esperanza. Sin embargo, y es penoso decirlo, los proyectos nacionales están regidos por criterios de aislamiento y nunca se consideraron posibilidades de cooperación, y menos de integración, ni aún entre países que participan de los mismos ecosistemas: México, Nicaragua, Costa Rica, Colombia, Venezuela, Argentina y Brasil entre otros (Salazar y Cardozo, 1981).

En América Latina el Criollo es un "tipo de ganado", existen algunas razas reconocidas que salieron del Criollo como el Criollo Lechero Centroamericano en Costa Rica (De Alba, 1985), ganado Reyna en Nicaragua (De Alba, 1985), Costeño con Cuernos, Blanco Orejinegro y Romosinuano en Colombia (Hernández, 1981), Criollo Limonero en Venezuela (Florio-Luis y Pineda-Graterol, 2018) y Romana Rojo de República Dominicana (Rouse, 1981) que se han desarrollado bajo condiciones tropicales.

El comportamiento reproductivo de los hatos de la zona costera del Golfo de México es pobre sobre todo en los sistemas de doble propósito. Villa-Godoy *et al*. (1994) indicaron que las vacas de la zona de referencia viven en promedio 10 años, con solo 16.6% de días productivos con relación al tiempo que permanecen en el hato. La situación descrita, resulta como reflejo del prolongado periodo

interparto (540 días) y la tardía edad al primer parto (>3 años). Que son el resultado de la poca adaptación de las razas introducidas y las limitantes del ambiente.

Recientemente los conceptos productivistas empiezan a dejar de ser la alternativa para satisfacer la demanda de productos de origen animal, más aún en aquellos casos en donde es necesario hacer más eficiente el uso de los recursos naturales disponibles para lograr un desarrollo sostenido (sustentable), manteniendo el equilibrio ecológico, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los distintos estratos humanos a corto y largo plazo (Vaccaro y López, 1995).

Las importaciones de ganado cebuino (*Bos indicus*) al continente americano son de fechas relativamente recientes, las cuales se han realizado a través del Brasil mediante la importación de reproductores. La multiplicación del ganado de giba ha sido tan intensa que el 70% del ganado bovino en Brasil exhibe en mayor o menor grado la influencia del cebú. Pero existen dudas sobre su capacidad productiva, particularmente en lo referente fertilidad, sobrevivencia, crecimiento y edad al primer parto.

**Alternativas de conservación**

De tal modo que si no se quiere perder este recurso genético es necesario establecer hatos de ganado autóctono para su conservación, multiplicación, mejoramiento y utilización. Algunas instituciones han comenzado a realizar actividades de rescate genético como Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A.C. (AMPA), la Asociación Mexicana de Criadores de Ganado Romosinuano y Criollo Lechero Tropical (AMCROLET, 1998), el Colegio de Posgraduados Campus Veracruz (Rosendo-Ponce y Becerril-Pérez, 2015), Asociación de Criadores de Ganado Criollo Mexicano, A.C. (ASOCRIOLLO), el Consejo Nacional de los Recursos Genéticos Pecuarios (CONARGEN) y la Red Mexicana sobre Conservación y Utilización de los Recursos Zoogenéticos, A.C. (Perezgrovas-Garza, 2017).

Son pocos los hatos que cuentan con animales puros de raza autóctona, por lo que es necesario hacer una reproducción más sofisticada para lograr un mayor número de descendientes de animales genéticamente valiosos. Una alternativa es la superovulación y transferencia de embriones, donde se aprovecharía la disponibilidad abundante de animales receptores para lograr establecer hatos de prueba y de intercambio de razas autóctonas en peligro de extinción. Asimismo, la criopreservación tanto de semen como de embriones son alternativas para la creación de bancos de germoplasma que en un futuro puedan ser la solución a problemas de resistencia a enfermedades, adaptación al ambiente tropical y a la calidad de los productos.

## CONCLUSIONES

El ganado Criollo es una raza reconocida en México por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), está bien documentada su rusticidad y adaptación al trópico, resistencia a ecto y endo parásitos y capacidad productiva a bajo costo. Sin embargo, la percepción de los ganaderos es que se trata de una raza pequeña que no puede competir con las razas especializadas en la producción de

carne. No obstante, el Criollo es importante como medio de conservación de uno de los recursos genéticos pecuarios de México.

## LITERATURA CITADA

Anónimo. 1996. Texas Longhorn. Más que cuernos pura carne. Nuestro Acontecer Bovino 2:20-23.

Anónimo. 2013. Ganado criollo mexicano, una raza noble y resistente. Disponible. https://www.gob.mx/inifap/prensa/ganado-criollo-mexicano-una-raza-noble-y-resistente

Cunningham, E. P. and O. Syrstad. 1987. Crossbreeding *Bos indicus* and *Bos taurus* for milk production in the tropics. FAO Animal Production and Health Paper 68. p. 90.

De Alba, J. 1985. El Criollo Lechero en Turrialba. CATIE. Turrialba, Costa Rica. Boletín Técnico 15: 60.

De Alba, J. 2011. El libro de los Bovinos Criollos de América. Mundi-Prensa México. México, D. F. 444. p.

Florio-Luis, J. y M. Pineda-Graterol. 2018. Situación actual en la preservación del bovino Criollo Limonero en la República Bolivariana de Venezuela. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal 12: 133-140.

Hernández, G. 1981. Las razas criollas colombianas para la producción de carne. In. Müller-Haye, B. y J. Gelman. (Editores). Recursos genéticos animales en América Latina ganado criollo y especies de altura. FAO. Roma, Italia.

Martínez, J. C. G. 1986. Mortalidad de hembras, desde el nacimiento a primer parto en bovinos de diferentes genotipos lecheros, bajo condiciones de Turrialba, Costa Rica. Tesis Maestría. UCR-CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Perezgrovas-Garza, R. A. 2017. Antecedentes históricos y desarrollo actual de la red mexicana CONBIAND, A. C. Revista Mexicana de Agroecosistemas 4(2)(Suplemento 3):12-19.

Rosendo-Ponce, A. y C. M. Becerril-Pérez. 2015. Avance en el conocimiento del bovino criollo lechero tropical de México. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 2(5): 233-243.

Rouse, J. E. 1981. Renacimiento del Criollo en República Dominicana. Instituto Superior de Agricultura. Santiago, República Dominicana. p. 28.

Salazar, J. J. y A. Cardozo. 1981. Desarrollo del ganado Criollo en América Latina: resumen histórico y distribución actual. In. Müller-Haye, B. y J. Gelman. (Editores). Recursos genéticos animales en América Latina ganado criollo y especies de altura. FAO. Roma, Italia.

Villa-Godoy, A. 1994. Problemas reproductivos en el ganado de doble propósito mantenido en el trópico húmedo de México: Soluciones generadas a través de la investigación. *In*: Memorias. XIV Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias. Acapulco, Gro., México. pp. 536-537.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# SISTEMAS SILVOPASTORILES, ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS AMBIENTALES

# [SILVOPASTORAL SYSTEMS PRODUCTIVE STRATEGY AND ENVIRONMENTAL SERVICES]

**F. Casanova Lugo[1], A. Chay Canul[2], V. Díaz Echeverría[1], A. Piñeiro Vázquez[3], P. Ramírez-Barajas[1], I. Oros Ortega[1], L. Lara Pérez[1], L. Macario González[1], I. Pat Aké.[1]**

[1]Tecnológico Nacional de México / I.T. Zona Maya, Carretera Chetumal–Escárcega km 21.5, Ejido Juan Sarabia, C.P. 77960, Othón P. Blanco, Quintana Roo, México.[2] División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carretera Villahermosa-Teapa, km 25, R/A. La Huasteca 2ª Sección, Villahermosa, Tabasco, México.[3] Tecnológico Nacional de México / I.T. Conkal, km 16.3 antigua carretera Mérida-Motúl, Conkal, Yucatán, México.

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial solo el 23% de los ecosistemas se consideran intactos, el resto han sido modificado por las diversas actividades humanas (Watson *et al*., 2016). Debido a la demanda global creciente de alimentos, en poco más de una década se perdieron 2.3 millones de $km^2$ de bosques a causa del aumento de la producción agropecuaria extensiva (Hansen *et al.*, 2013). Estos sistemas extensivos de producción de alimentos presentan impactos negativos en el ambiente por uso excesivo de fertilizantes y pesticidas, bajos niveles de eficiencia y rentabilidad, y conllevan a un impacto en la biodiversidad, alteración de los ciclos geoquímicos e hidrológicos y la introducción de especies exóticas o plagas (Velázquez *et al*. 2002).

Actualmente, la ganadería tropical enfrenta serios cuestionamientos debido al modelo imperante de producción, caracterizado por grandes extensiones de áreas con pastos; baja diversidad de especies; alto grado de transformación de los ecosistemas naturales; escasa integración con el sector agrícola, el forestal y con otras especies pecuarias; baja eficiencia y rentabilidad; y poca participación efectiva en la solución de las necesidades socioeconómicas de la población (Molina *et al*., 2009).

Los sistemas silvopastoriles (SSP) representan una alternativa tecnológica de producción pecuaria sustentable (Nair *et al*., 2009). Dichos sistemas involucran la presencia de leñosas perennes (árboles o arbustos) que interactúan con los componentes tradicionales (i.e. pastos y animales), bajo un sistema de manejo integral, que propician una alta biodiversidad animal y vegetal (Harvey *et al*. 2007; Nair *et al.*, 2009; Casanova-Lugo *et al*., 2010), reducen la presión sobre los bosques y selvas en las regiones tropicales, y en consecuencia, reducen las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmosfera (Villanueva-López *et al.*, 2016). Además, incrementan el rendimiento y calidad de forraje, lo que mejora la productividad animal (Casanova-Lugo *et al*., 2014). Asimismo, ofrecen otros beneficios ambientales como la fijación y reciclaje de nitrógeno atmosférico, protegen al suelo de la erosión y a la vez, adicionan materia orgánica, mejoran el microclima al interior de los potreros debido a mayores áreas con sombra y, aumentan la

incorporación del carbono (C) atmosférico al ciclo biológico a través de la fotosíntesis (Harvey y González-Villalobos, 2007; Nair *et al*., 2009; Nair, 2012). Por lo anteriormente planteado, el objetivo de este documento es recopilar las principales experiencias y resultados obtenidos en trópico de México con el uso de los SSP en la producción animal y en la generación de servicios ambientales.

## Rendimiento y calidad del forraje

Algunas experiencias en el comportamiento agronómico de las especies forrajeras en SSP en sureste de México han sido documentados recientemente. Por ejemplo, en el estado de Yucatán, Casanova-Lugo *et al*. (2014) encontraron que los bancos de forraje mixtos (*L. leucocephala* y *G. ulmifolia*) poseen un mayor rendimiento de forraje (5.1 t MS $ha^{-1}$) comparado con los bancos de *L. leucocephala* (3.4 t MS $ha^{-1}$) en la estación seca y lluviosa. Además, el banco de forraje mixto acumuló mayor rendimiento de forraje durante el año (10.2 t MS $ha^{-1}$ $año^{-1}$) que los bancos de *G. ulmifolia* (9.0 t MS $ha^{-1}$ $año^{-1}$) o *L. leucocephala* (6.9 t MS $ha^{-1}$ $año^{-1}$). Adicionalmente se encontró que el contenido de proteína cruda no fue influenciado por la época del año. Sin embargo, los contenidos de fibra detergente neutra y fibra detergente ácida del forraje fueron mayores en la estación lluviosa (476 g $kg^{-1}$ MS), en comparación con la estación seca (325 g $kg^{-1}$ MS).

En Quintana Roo, Montejo-Martínez (2019) evaluó la frecuencia de aprovechamiento (i.e. 30 y 50 días) en dos SSP uno de *L. leucocephala* asociado con pasto estrella (*C. plectostachyus*) y otro de *L. leucocephala* asociado con pasto Mombasa (*Panicum maximum*). Se encontró que el rendimiento de biomasa forrajera de *L. leucocephala* fue mayor con la frecuencia de aprovechamiento a 50 días. El contenido de proteína cruda de *L. leucocephala* en ambos SSP fueron similares, no obstante, en frecuencias de aprovechamiento a 30 días tuvo mayor contenido de Fibra detergente neutra. A pesar de lo anterior, la frecuencia de aprovechamiento no afectó el rendimiento de biomasa de los pastos en ambos SSP con un valor promedio de 2.2 t MS $ha^{-1}$. Estos valores son similares a lo reportado en Tepalcatepec, Michoacán por Bacab-Pérez *et al*. (2011) con rendimientos de forraje de 2.4 t MS $ha^{-1}$ por pastoreo de bovinos cruzados en SSP de *L. leucocephala* cv. Cunningham y *P. maximim* cv Tanzania y con una frecuencia de aprovechamiento de 45 días.

## Comportamiento animal

Los sistemas silvopastoriles han sido documentados como una estrategia viable para la alimentación animal. Algunas experiencias en el sureste de México documentadas por Villanueva-Partida *et al*. (2019), muestran que la ganancia diaria de peso (GDP) en ovinos de pelo en pastoreo fue similar en dos SSP; uno de *L. leucocephala* asociado con pasto estrella (*C. plectostachyus*) y otro de *L. leucocephala* asociado con pasto Mombasa (*Panicum maximum*), con valores de 102 y 114 g $animal^{-1}$ $día^{-1}$, respectivamente. No obstante, éstos fueron inferiores al compararse con un sistema de alimentación de confinamiento (195 g $animal^{-1}$ $día^{-1}$) basados en el uso de concentrados comerciales. Del mismo modo, Barros-Rodríguez *et al.* (2012) en ovinos de pelo alimentados en SSP de *L. leucocephala* cv. Cunningham y *P. maximum*, obtuvo valores de GDP de 106 g animal-

$^{1}$ día$^{-1}$. Valores similares a los reportados por Arcos *et al*. (2016) en ovinos alimentados con concentrado más pasto *Pennisetum purpureum* y 30 % de inclusión de un árbol forrajero *Moringa oleifera* Lam. o *Trichanthera gigantea* (Humb. & Bonpl.) Nees (96 a 155 g animal$^{-1}$ día$^{-1}$) y por Izaguirre *et al*. (2011) en ovinos alimentados con pasto *C. plectostachyus* y diferentes niveles de inclusión de *Guazuma ulmifolia* Lam., *L. Leucocephala*, *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. (54 a 137 g animal$^{-1}$ día$^{-1}$).

En Apatzingán Michoacán, Rodríguez Echevarría *et al*. (2013) analizaron el efecto de la época del año en la calidad de la carne y composición de la grasa intramuscular de bovinos engordados en un SSP. Los resultados muestran que la carne de los toretes que fueron alimentados en un SSP, no presentó diferencias entre épocas del año en sus características productivas y composición de la canal, por lo que el sistema no afectó negativamente la calidad de la carne. Por lo tanto, alimentar ganado con forrajes verdes del SSP, favorece la producción de carne magra, y un perfil de ácidos grasos deseable ya que se destaca la presencia del ácido oleico en ambas épocas.

Los estudios en la producción y calidad de leche, así como la de sus derivados en SSP bajo las condiciones del trópico de México ha sido poco explorados. Al respecto, Bacab *et al*. (2013) señala la producción de leche vendible promedio en vacas Suizo Americano mantenidas en pastoreo de tres ranchos con SSP del trópico seco fue en promedio 25 % menor en comparación con sistema convencional de pastoreo de pastos monocultivo (9.3 kg vaca$^{-1}$ día$^{-1}$). A pesar de lo anterior, los animales del sistema convencional recibieron al momento de la ordeña 8.0 kg vaca$^{-1}$ día$^{-1}$ de alimento concentrado en comparación con los 1.5 kg vaca$^{-1}$ día$^{-1}$ que reciben en los ranchos con SSP. Lo anterior podría ser una estrategia para reducir los costos de producción como resultado de una baja utilización de insumos externos, tales como fertilizantes y alimentos concentrados comerciales. No obstante, se requieren más estudios a largo plazo para determinar la viabilidad de los SSP en la producción de leche bovino, así como en otras especies menores (i.e. ovinos y cabras).

**Almacenamiento de carbono y flujos de $CO_2$ del suelo**

Con relación al almacenamiento de carbono diversos estudios indican que los SSP pueden contribuir a mantener y/o incrementar las existencias de carbono por unidad de superficie. Al respecto, un estudio realizado por López-Santiago (2018) en condiciones de trópico húmedo demostró que los SSP conformados por *Brachiaria brizantha* (A.Rich.) Stapf asociado con árboles nativos dispersos en potreros (*Cedrela odorata* L., *Cordia alliadora*, Ruiz & Pav. Oken, *Spondias mombin* L. y *Zanthoxylum kellermanii*, P. Wilson) almacenaron 130.8 Mg C ha$^{-1}$ año$^{-1}$, de lo cual el suelo almacenó el 90%, la biomasa arbórea y la biomasa herbácea 10%, mientras que los sistemas ganaderos convencionales basados en monocultivo de pastos almacenaron 26 % menos carbono (96.9 Mg C ha$^{-1}$). En otro estudio en condiciones de trópico seco, López-Santiago *et al*. (2019) encontró que los SSP de *L. leucocephala* asociado con *P. maxium* cv. Tanzania de seis años de establecimiento pueden igualar las existencias de carbono comparado con las selvas jóvenes de aproximadamente 20 años (120.7 *vs.* 120.9 Mg C ha$^{-1}$), pero incrementan hasta un 35 % los reservorios de dicho elemento cuando son comparados con los sistemas ganaderos basados en el monocultivo de pasto estrella (*C. plectostachyus*) de 10 años de establecimiento. Del mismo modo,

estos resultados coinciden con lo reportado por Casanova-Lugo *et al*. (2018) en trópico seco, donde se documentó que los SSP en la modalidad de bancos de forraje de especies leñosas (i.e. *L. leucocephala* y *G. ulmifolia*) con edades de siete años, mantienen grandes cantidades de carbono en el suelo con reservorios que oscilan de 140 a 161 Mg C $ha^{-1}$.

Por otra parte, los cambios en el paisaje promueven variaciones significativas en la dinámica de los flujos de $CO_2$ del suelo bajo condiciones de trópico (Villanueva-López *et al*. 2016), debido a que se modifican las características fisicoquímicas del suelo, se altera la dinámica del ciclo del carbono (C) en el suelo el cual está fuertemente relacionado con la pérdida de carbono orgánico del suelo, los cuales son productos de cambios de la vegetación nativa. Una alternativa para reducir los flujos y promover la captura de $CO_2$ es la incorporación de árboles y arbustos en los potreros y reconvertir los sistemas de producción animal convencional hacia SSP. Estos sistemas pueden estabilizar los flujos de $CO_2$ por medio de las raíces de estas plantas pues estas penetran varios horizontes del suelo aumentando la aireación y porosidad. De igual manera, contribuyen al intercambio gaseoso en el suelo y promueven una mayor descomposición de la hojarasca debido a la presencia de una mayor diversidad de microorganismos en el suelo (Moreno y Lara, 2003).

**Conservación de biodiversidad**

México posee una extraordinaria riqueza biológica, tanto a nivel genético como de variedad de especies y agro-ecosistemas. Se estima que aproximadamente de cada diez especies que existen en el mundo una se encuentra en México, razón por la cual pertenece al conjunto de los doce países mega-diversos del planeta (Sarukhán, 2009). Junto con Brasil, Colombia e Indonesia, México se encuentra dentro de los países con mayor riqueza de especies que albergan entre el 60 y 70 % de la diversidad y posee un alto número de especies endémicas (Sarukhán, 2009). En este contexto los SSP pueden servir como un puente que conecte funcional y estructuralmente áreas destinadas a la conservación, sin dejar de lado la integridad del sistema microorganismo-suelo-planta y la productividad agropecuaria sustentable de grandes regiones y sectores rurales. Por lo tanto, existe una necesidad creciente para comprender cómo lograr mayores rendimientos en la producción de alimentos con menores impactos, lo cual requiere evaluaciones cuantitativas de cómo las diferentes prácticas de producción y las variables ambientales afectan los rendimientos (Tilman *et al.*, 2011).

Los árboles utilizados en los SSP pertenecen a una amplia diversidad de grupos funcionales nativos, especies pioneras y especies de la flora original del bosque (González-Valdivia *et al.* 2017), que potencialmente pueden albergar una buena representatividad de la riqueza de especies de los bosques naturales. En Mesoamérica, México ocupa el primer lugar en riqueza de árboles utilizados en los sistemas agroforestales con dominancia de las familias Fabaceae, Bignoniaceae, Malvaceae, Moraceae, Rubiaceae y Rutaceae (González-Valdivia *et al.*, 2017). En el trópico de México, las especies arbóreas o arbustivas preferidas por los productores debido a sus múltiples usos como forrajeros, maderables, frutales, melíferas, combustible o leña son las siguientes: *Cedrela odorata* L., *Swietenia macrophylla* King, *Moringa oleifera* Lam. *Guazuma ulmifolia* Lam., *Piscidia piscipula* (L.) Sarg., *G. sepium, Lysiloma latisiliqum* (L.) Benth., *L. leucocephala*,

*Cocos nucifera* L., *Theobroma cacao* L., *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) y *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. (Villanueva-Partida *et al*., 2019).

Además de lo anterior, también se ha estudiado la riqueza y la abundancia de macro-invertebrados del suelo en SSP conformados por *L. leucocephala* y pastos asociados (i.e. *P. maximum* y *C. plectostachyus*), un pastizal convencional de *B. brizantha* con árboles dispersos en baja densidad y una selva mediana subperennifolia en el sur de Quintana Roo. Al respecto Ramírez-Barajas *et al*. (2019) señalan que los sistemas pecuarios manejados con componentes leñosos (árboles y arbustos), como los SSP que incluyen a la leguminosa *L. Leucocephala*, pueden equipararse, en términos de abundancia y diversidad de órdenes de fauna edáfica, con las selvas en proceso recuperación. Por lo tanto, los SSP pueden ser propuestos como una estrategia de manejo, recuperación e interconexión funcional de áreas naturales conservadas.

## CONCLUSIONES

El presente estudio mostró las ventajas de transformar los actuales sistemas de pastos degradados y los cultivos de gramíneas mejoradas en SSP, lo cual tiene un impacto positivo en la producción y la calidad de los forrajes y, por consiguiente, en el balance nutricional de la dieta que consumen los animales obteniendo mayores rendimientos de leche y carne de mejor calidad. Adicionalmente promueven la conservación de especies vegetales lo que contribuye consecuentemente al aumento de la fauna edáfica del suelo, así como mejoras en el almacenamiento de carbono y estabilización de los flujos de $CO_2$ del suelo que, junto con otros factores beneficiosos del sistema, pueden contribuir a la producción animal sustentable.

## LITERATURA CITADA

Arcos, A. D. N., U. E. Aguilar, G. J. R. Sanginés y P. E. Lara. 2016. Comportamiento productivo de corderos alimentados con *Moringa oleifera* o *Trichanthera gigantea*. Perspectivas y avances de la producción animal en México. 1ª ed. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, pp.109-115.

Bacab, H. M., N. B. Madera, F. J. Solorio, F. Vera y D. F. Marrufo. 2013. Los sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala*: una opción para la ganadería tropical. Avances en Investigación Agropecuaria 17(3): 67-81.

Bacab-Pérez, H. M. y F. J. Solorio-Sánchez. 2011. Oferta y consumo de forraje y producción de leche en ganado de doble propósito manejado en sistemas silvopastoriles en Tepalcatepec, Michoacán. Tropical and Subtropical Agroecosystems 13(3): 271-278.

Barros-Rodríguez, M., J. Solorio-Sánchez, J. C. Ku-Vera, A. Ayala-Burgos, C. Sandoval-Castro and G. Solís-Pérez. 2012. Productive performance and urinary excretion of mimosine metabolites by hair sheep grazing in a silvopastoral system with high densities of *Leucaena leucocephala*. Trop Anim Heal Prod 44: 1873-1878.

Casanova-Lugo, F., J. Petit-Aldana, F. Solorio-Sánchez, D. Parsons and L. Ramírez-Avilés. 2014. Forage yield and quality of *Leucaena leucocephala* and *Guazuma ulmifolia* in mixed and pure fodder Banks systems in Yucatan, Mexico. Agroforest Syst 88: 29-39. doi: 10.1007/s10457-013-9652-7.

Casanova-Lugo, F., L. Ramírez-Avilés y F. J. Solorio-Sánchez. 2010. Efecto del intervalo de poda sobre la biomasa foliar y radical en árboles forrajeros en monocultivo y asociados. Tropical and Subtropical Agroecosystems 12: 657-665.

Casanova-Lugo, F., J. Petit-Aldana, F. Solorio-Sánchez, L. Ramírez-Avilés, S. E. Ward, G. Villanueva-López and D. R. Aryal. 2018. Carbon stocks in biomass and soils of woody species fodder banks in the dry tropics of Mexico. Soil Use and Management, https://doi.org/10.1111/sum.12456.

Villanueva-López, G., F. Casanova-Lugo, P. Martínez-Zurimendi, D. Parsons and L. A. Aguilar-Solís. 2016. Effect of live fences of *Gliricidia sepium* on $CO_2$ fluxes in tropical livestock systems. Soil Use and Management 32: 553-564

González-Valdivia, N. A., W. Cetzal-Ix, S. K. Basu, F. Casanova-Lugo and J. F. Martínez-Puc. 2017. Diversity of Trees in the Mesoamerican Agroforestry System. In: Ahuja M.R. and. Jain S.M (eds.). Biodiversity and Conservation of Woody Plants, First edition, Springer International Publishing. pp. 455-487.

Hansen, M. C., P. V. Potapov, R. Moore, M. Hancher, S. A. Turubanova, A. Tyukavina, D. Thau, S. V. Stehman, S. J. Goetz, T. R. Loveland, A. Kommareddy, A. Egorov, L. Chini, C. O. Justice and J. R. G. Townshend. 2013. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. Science 342: 850-53.

Harvey, C. A., C. F. Guindon, W. A. Haber, H. De Rosier y K. G. Murray. 2007. Importancia de fragmentos de bosque, árboles dispersos y cortinas rompevientos para la conservación de biodiversidad en el agropaisaje de Monteverde, Costa Rica. En: Celia A. Harvey y Joel C. Sáenz (eds.). Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. Editorial INBio. pp. 289-325.

Harvey, C. A. and J. A. González-Villalobos. 2007. Agroforestry systems conserve species-rich but modified assemblages of tropical birds and bats. Biodivers Conserv 16: 2257-2292.

Izaguirre F, T. J. J. Martínez, F. J. O. Jiménez, C. S. Posada, C. C. G. García y P. C. Martínez. 2011. Respuesta reproductiva y productiva de borregas Pelibuey a la suplementación con hojas de Caulote (Guazuma ulmifolia), Guaje (Leucaena leucocephala) y Yaite (Gliricidia sepium) en condiciones de trópico húmedo. Liv Res Rur Dev 23(10): 1-10.

López-Santiago, J. G. 2018. Almacenamiento de carbono y flujos de $CO_2$ del suelo en sistemas ganaderos de Tabasco. Tesis de Maestría en Ciencias. El Colegio de la Frontera Sur, unidad Villahermosa, Tabasco México. 52 p.

López-Santiago, J. G., F. Casanova-Lugo, G. Villanueva-López, V. F. Díaz-Echeverría, F. J. Solorio-Sánchez, P. Martínez-Zurimendi, D. R. Aryal and A. J. Chay-Canul. 2019. Carbon storage in a silvopastoral system compared to that in a deciduous dry forest in Michoacán, Mexico. Agroforestry Systems 93(1): 199-211.

Molina, C. H., E. J. Molina y J. P. Molina. 2009. Carne, leche y mejor ambiente en el sistema silvopastoril intensivo con *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit Mimosaceae. En: E. Murgueitio; C. A. Cuartas y J. F. Naranjo, eds. Ganadería del fututo. Investigación para el desarrollo. Segunda edición. Cali, Colombia: Fundación CIPAV. pp. 42-65.

Montejo-Martínez, D. 2019. Efecto de la frecuencia de aprovechamiento sobre la respuesta foliar y radicular de *Leucaena leucocephala* y pastos asociados, en dos arreglos silvopastoriles. Tesis

de Maestría en Ciencias, Instituto Tecnológico de la Zona Maya, Othón P. Blanco, Quintana Roo, México. 39 p.

Moreno, F. y W. Lara. 2003. Variación del carbono del suelo en bosques primarios intervenidos y secundarios. In: Orrego, S.A., J.I. Del Valle, and F.H. Moreno (eds.). Medición de la captura de carbono en ecosistemas forestales de Colombia: Contribuciones para la mitigación del cambio climático. Universidad Nacional de Colombia; Departamento de Ciencias Forestales; Centro Andino para la Economía en el Medio Ambiente, Bogota.

Nair, P. K. R. 2012. Carbon sequestration studies in agroforestry systems: a reality-check. Agrofor Syst 86: 243-253. doi: 10.1007/s10457-011-9434-z.

Nair, P. K. R., Kumar B.M., Nair V.D. 2009. Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. J. Plant Nutri. Soil Sci. 172: 10-23.

Ramírez-Barajas, P. J., B. E. Santos-Chable, F. Casanova-Lugo, L. A. Lara-Pérez, J. I. Tucuch-Haas, A. Escobedo-Cabrera, G. Villanueva-López y V. F. Díaz-Echeverría. 2019. Diversidad de macro-invertebrados en sistemas silvopastoriles del sur de Quintana Roo, México. Revista de Biología Tropical (*en prensa*).

Rodríguez-Echevarría, M. E., G. Corral-Flores, B. Solorio-Sánchez, A. D. Alarcón-Rojo, J. A. Grado-Ahuir, C. Rodríguez-Muela, L. Cortés-Palacios, V. E. Segovia-Beltrán y F. J. Solorio-Sánchez. 2013. Calidad de la carne de bovinos engordados en un sistema silvopastoril intensivo en dos épocas del año. Tropical and Subtropical Agroecosystems 16: 235-241.

Sarukhán, J., P. Koleff, J. Carabias, J. Soberón, R. Dirzo, J. Llorente-Bousquets, G. Halffter, R. González, I. March, A. Mohar, S. Anta y J. de la Maza. 2009. Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F., 100 p.

Tilman, D., C. Balzer, J. Hill and B. L. Befort. 2011. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. Proc Natl Acad Sci U S A 108(50): 20260-20264. doi:10.1073/pnas.1116437108

Velázquez, A., J. F. Mas, J. L. Palacio, J. R. Díaz, R. Mayorga, C. Alcántara, R. Castro y T. Fernández. 2002. Análisis de cambio de uso del suelo. Informe técnico. Convenio INE-Instituto de Geografía, UNAM.

Villanueva-Partida, C. R., F. Casanova-Lugo, N. A. González-Valdivia, G. Villanueva-López, I. Oros-Ortega, W. Cetzal-Ix and S. K. Basu. 2019. Traditional uses of dispersed trees in the pastures of the mountainous region of Tabasco, Mexico. Agroforestry Systems 93(2): 383-394.

Villanueva-Partida, C. R., F. Casanova-Lugo, G. Villanueva-López, N. A. González-Valdivia, I. Oros-Ortega and V. Díaz-Echeverría. 2016. Influence of the density of scattered trees in pastures on the structure and species composition of tree and grass cover in southern Tabasco, Mexico. Agriculture, Ecosystems & Environment. 232: 1-8.

Villanueva-Partida, C. R., V. F. Díaz-Echeverría, A. J. Chay-Canul, L. Ramírez-Avilés, F. Casanova-Lugo y I. Oros-Ortega. 2019. Comportamiento productivo e ingestivo de ovinos en crecimiento en sistemas silvopastoriles y de engorda en confinamiento. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias (*en prensa*).

Watson, J. E. M., E. S. Darling, O. Ventner *et al*. 2016. Bolder science needed now for protected areas. Conserv Biol 30: 243-48.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# IMPORTANCIA DE PROYECTOS COMUNITARIOS EN LA PROMOCIÓN DEL BIENESTAR EN EQUIDOS DE OAXACA.

# [IMPORTANCE OF COMMUNITY PROJECTS IN THE PROMOTION OF THE WELFARE IN THE EQUIDOS OF OAXACA]

**E. B. Guerrero Tello[§]**

Coordinador del proyecto World Horse Welfare -Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autonoma Benito Juarez de Oaxaca. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autonoma Benito Juarez de Oaxaca Mexico C.P.68120. [§]Autor para correspondencia: (brayangute06@gmail.com).

En el mundo existen 100 millones de equinos de los cuales 600 millones de personas dependen directamente para ingresos económicos. En México, los ingresos generados solamente a través de los equinos de trabajo en las granjas estudiadas equivalen al 30 % del salario mínimo diario[3]. El estado de Oaxaca ocupa el cuarto lugar con un inventario de 131,298 équidos[1]. En las diferentes regiones del estado los caballos, burros y mulas que realizan actividades como, transporte de bienes, personas, agua, desechos, alimentos para consumo humano y animal, son considerados équidos de trabajo. El équido de trabajo tiene largas jornadas, realizando las actividades en las comunidades, por lo tanto, se puede ver comprometido su bienestar, rendimiento y directamente el ingreso económico de la población[3].

World Horse Welfare es una organización no gubernamental inglesa, la cual participa en mejorar el bienestar de los équidos de trabajo en diferentes partes del mundo. En México, el proyecto se centró en Oaxaca, por ocupar el tercer lugar con localidades de alta marginación donde las actividades socioeconómicas dependen del équido de trabajo[2].

En colaboración con la FMVZ-UABJO, se brindó información sobre los objetivos del proyecto a las autoridades municipales, líderes comunitarios, para implementar el plan de trabajo en las poblaciones contemplando como primera fase un censo de équidos, diagnóstico socioeconómico y sanitario. En los resultados obtenidos las comunidades censadas son de alta marginación, los principales problemas de salud encontrados fueron, alteraciones en el comportamiento, enfermedades en cascos, heridas por arneses, parasitosis gastrointestinales y patologías orodentales. Posteriormente, se programaron y ejecutaron actividades de capacitación, en temas de comportamiento, herraje, diagnóstico de enfermedades, dirigida a médicos veterinarios egresados originarios de las comunidades donde está presente el proyecto, asegurando que la ejecución del programa mejore el bienestar de los équidos de trabajo.

**Palabras clave**: Capacitación, comportamiento, socioeconómico, salud.

## LITERATURA CITADA

Censo agropecuario. 2007. Instituto de Estadística y Geografía.
Índice de marginación por localidad. 2010. Consejo de población.
World Horse Welfare.org

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# PARASITOS GASTROENTERICOS, IMPLICACIONES EN LA SALUD DE LOS ÉQUIDOS EN OAXACA

## [GASTROENTERIC PARASITES, IMPLICATIONS ON THE HEALTH OF EQUIDS IN OAXACA]

**Claudio Celaya-Tónchez, Emmanuel Rivera-Bernabé, Gianna Paganelli, Jaime E. Vásquez-Ríos**

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-Univesidad Autónoma "Benito Juárez" de Oaxaca.

## RESUMEN

Los équidos (*Equus caballus, equus asinus, E. mulus*) al igual que el resto de las especies animales, son susceptibles a la infestación por endoparásitos siendo más frecuentes los gastrointestinales los cuales provocan diferentes manifestaciones clínicas que van desde diarrea hasta anemia e incluso la muerte. En el presente trabajo se llevó a cabo para determinar la presencia de parásitos gastrointestinales en Équidos (*Equus caballus, Equus asinus, E. mulus*) pertenecientes a diferentes municipios del Estado de Oaxaca. Para la realización de dicho trabajo se analizaron las muestras fecales de 164 équidos, las cuales fueron tomadas del recto de los équidos para su posterior identificación, registro y análisis en el laboratorio de parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia pereciente a la Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, las muestras fueron procesadas mediante las técnicas coproparasitoscópicas de concentración por flotación y Mc Master. Los resultados evidenciaron que del 100% de los animales muestreados, solo el 69.51% salieron positivos y el 30.48% negativos a parásitos, presentando los siguientes parásitos; *Trichostrongylus spp* 85.96, (98/114) *Strongylus spp* 4.39%, (5/114) *Parascaris equorum* 0.88% (1/114) y parasitosis mixtas en un 8.77% (10/114) de la población muestreada. Estos resultados indican, fallas en los programas de prevención y control, ya que esto puede llevar a una gran resistencia parasitaria y da como resultado una alta cantidad parasitaria.

**Palabras clave**: Équidos, parásitos gastrointestinales, Oaxaca, *Trichostrongylus.*

## INTRODUCCION

Oaxaca ocupa el 2° lugar a nivel nacional en población de burros con un total de 71,077; 14° lugar en población de caballos con un total de 50,149; 10° lugar en población de mulas con 10,075 mulas (INEGI, 2007). Para las comunidades Oaxaqueñas, los caballos, burros y mulas son de gran importancia por su desempeño como herramientas de trabajo, pudiéndose utilizar directa o indirectamente en actividades de producción y comercialización. De acuerdo con la OIE (2018), los équidos participan en la producción agrícola y la seguridad de los alimentos al acarrear, por ejemplo, agua y forraje para el ganado, madera y otros artículos necesarios para los hogares, y productos a los mercados. En referencia a Oaxaca, representan una fuerza de tiro para las labores agrícolas y el transporte, en más de 72,000 unidades de producción donde participan activamente aproximadamente 132, 000 équidos (INEGI, 2007).

A menudo, el bienestar de estos équidos es bajo, ya que sus propietarios no cuentan con los recursos suficientes para suplir sus necesidades, o carecen de los conocimientos apropiados para cuidarlos. Algunos entornos de trabajo, como es el caso de la industria de la construcción o ambientes adversos, pueden presentar un riesgo particular para su bienestar. (OIE, 2019) situación que hace susceptible a los équidos al igual que el resto de las especies animales, a la infestación por endoparásitos siendo más frecuentes los gastrointestinales; los cuales provocan diferentes manifestaciones clínicas que van desde diarrea hasta anemia e incluso la muerte, la signología previa dependerá de la severidad, la edad, estado nutricional, resistencia innata de los équidos, parásito involucrado y el grado de infestación (Svendsen *et al.*, 1997, Matthews, 2014).

Las parasitosis son un buen ejemplo de alteración en la salud de los équidos y son consideradas como una de las enfermedades de mayor importancia que causan alta tasa de morbilidad y mortalidad, además de grandes pérdidas de rendimiento y salud. (Cordero *et al*., 1999). Los parásitos gastrointestinales que afectan con mayor frecuencia a los équidos son: los ascáridos (*Parascaris equorum*), nematodos grandes (*Strongylus spp*), nemátodos pequeños (*Thrichonema spp*), parásito de espiga (*Oxyurus equi*) y el parasito de hilo (*Strongyloides*), siendo las nematodiasis las más difíciles de tratar por el grado de resistencia que existe a los antihelmínticos (Svendsen *et al*., 1997; Matthews, 2014).

El diagnóstico de las parasitosis gastrointestinales causadas por los diferentes tipos de parasitos gastrointestinales, se realiza mediante diferentes técnicas de diagnóstico como son, exámenes sanguíneos y coproparasitoscopicos y son cualitativas y cuantitativas:

Examen cualitativo:

- Extensión directa.
- Detección de antígeno parasitario en heces.
- Reacción en cadena polimerasa (PCR).
- Concentración de huevos y quistes por flotación.
- Técnica de sedimentación en heces.
- Concentración de larvas de nematodos por la técnica de Bearmann.

Examen cuantitativo:

- Recuento de huevos por dilución.
- Recuento de huevos por concentración.

Los cuales consisten en observar la presencia y morfología de larvas y huevos, así como la cuantificación de estos últimos para determinar la carga parasitaria. Dependiendo de la especie parasitaria es posible determinar si es pertinente o no realizar una desparasitación. Los programas de desparasitación varían de una población a otra, de acuerdo a la frecuencia con la que se presentan las parasitosis, es de allí que toma importancia el realizar pruebas diagnósticas que permitan establecer el programa que se apegue mayormente a las necesidades de cada población, incluso de cada individuo en estudio (Espinoza, 2015).

El presente trabajo tiene como objetivo dar a conocer los géneros de endoparásitos gastrointestinales que se encuentran presentes en los équidos de algunos municipios del estado de Oaxaca, detectados mediante la prueba diagnóstica de flotación por Mc Master para su observación e identificación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

- Equipo
  - Microscopio Óptico
  - Bascula digital Gramera
  - Cámara de Mc Master
  - Vasos de plástico estériles
  - Varilla de agitación
  - Cuchara
  - Pipetas Pasteur

- Material de campo
  - Bolsas de polietileno
  - Guantes estériles
  - Hielera
  - Termómetro de mercurio
  - Placas de gel
  - Aceite

- Reactivos y sustancias
  - Agua
  - Solución saturada de NaCl

- Material de escritorio
  - Etiquetas
  - Hojas foleadas
  - Bolígrafo

- Material de protección personal
  - Filipina
  - Guantes de látex

El estudio se realizó en los municipios de:

San Miguel del Progreso 17°09'26.0"N 97°48'18.5"W; Nueva reforma17°16'16.1"N 97°40'47.9"W; Llano de Guadalupe 17°16'15.2"N 97°40'46.7"W; Ojo de agua 17°13'53.8"N 97°38'52.4"W; Tlaxiaco 17°16'03.7"N 97°40'48.1"W; Olla grande 17°16'11.5"N 97°41'47.2"W; San Sebastián Abasolo 16°59'51.4"N 96°35'40.5"W;

Rojas de Cuauhtémoc 17°00'29.4"N 96°37'11.7"W; Reyes Etla 17°12'15.4"N 96°48'31.8"W; Santos Degollado Etla 17°13'06.3"N 96°47'35.9"W; San juan Chilateca 16°49'47.0"N 96°40'11.5"W; Villa sola de Vega 16°30'09.4"N 96°59'47.0"W; Santa Catarina Juquila 16°14'17.0"N 97°17'35.4"W; Rio Grande 16°00'34.4"N 97°26'11.9"W; San José Manialtepec 15°58'27.7"N 97°14'38.3"W;

Pochutla 15°45'19.2"N 96°27'55.1"W.

**Animales utilizados**

Para esta investigación se trabajó con burros (*Equus asinus*), caballos (*Equus caballus*) y mulas (*Equus mulus*) con rango de edad de los 2 meses hasta 21 años de edad. Los animales fueron clasificados por especie, 78 burros, 80 caballos y 6 mulas. El estudio se llevó a cabo entre los meses de Junio y Julio de 2019. Se procesaron 164 muestras de heces.

**Método parasitológico**

Todas las muestras fecales recolectadas se procesaron usando la técnica de flotación por Mc Master, con solución salina saturada. Realizando un examen cuantitativo, para buscar parásitos de diferentes especies (huevos o estados larvarios) y determinar el nivel de infestación.

Las muestras se recolectaron directamente del recto del animal y durante la defecación, cuando las circunstancias lo permitían. Posteriormente fueron depositadas en frascos estériles recolectores de materia fecal de 5x6 cm, rotulados con el número del animal. Las muestras recolectadas fueron almacenadas en una hielera previamente preparada teniendo una temperatura de 4° C, colocando un termómetro para rectificar la temperatura con bolsas de geles congelados, evitando al máximo la exposición a factores externos como calor y corrientes de aire que pudieran ocasionar daños a las muestras, las cuales se transportaron al laboratorio de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma ¨Benito Juárez¨ Oaxaca o se adaptaba un área libre de corrientes de aire para poder montar los microscopios, en un tiempo menor a doce horas, donde se procedió al análisis.

Descripción del procesamiento de las muestras por técnica por flotación

1**.-** Depositar una muestra de 2 g de heces junto con 28 ml de solución saturada de NaCl (Volumen final de 30ml) y con ayuda de una varilla de agitación homogeneizar completamente.

2. Con ayuda de una pipeta de Pasteur obtener parte del líquido y depositarlo en la cámara de Mc Master evitando que se formen burbujas. El volumen que se examina en cada cámara es de .15ml, siendo la suma de ambas un total de .3ml.

3.- Colocar la cámara de Mc Master en el microscopio y dejar reposar 5 minutos para que lo elementos parasitarios floten y acumulen en la parte superior de la cámara.

4. Enfocar con el objetivo 10x las líneas dibujadas en la parte superior de la cámara y centrar el campo en el ángulo superior derecho del cuadro e ir bajando y subiendo entre cada carril hasta completar el recorrido en las seis divisiones de la primera cámara, registrar el número de ooquistes, huevos y larvas encontrados.

5. Realizar el mismo procedimiento con la siguiente cámara y al terminar el conteo sumar el total de ooquistes, huevos y larvas encontrados en ambas cámaras.

6. Obteniendo el número total de huevos encontrados dentro de las rejillas de la cámara de Mc master, se ignoran aquellos fuera de los cuadros, se multiplica el total por 50 esto da la cantidad de huevos por gramo de heces (H.P.G)

La interpretación de los resultados de acuerdo con el número de huevos encontrados, la carga parasitaria fue establecida como:

- De 1 a 200 hpg (+) carga parasitaria ligera o leve.
- De 300 a 500 hpg (++) carga parasitaria moderada.
- De 500 hpg o más (+++) es una carga parasitaria severa o grave.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un total de 164 muestras fecales de équidos (*Equus caballus, Equus asinus*, *Equus mulus*) con rango de edad de 2 meses hasta 21 años de edad, el 100% de las muestras se les realizó conteo de huevos por gramo de heces mediante la técnica de flotación por Mc Master, 114 resultaron positivos y 50 negativos a parásitos gastrointestinales, lo que representa el 69.51% y 30.48 a proporción de la población de estudio.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

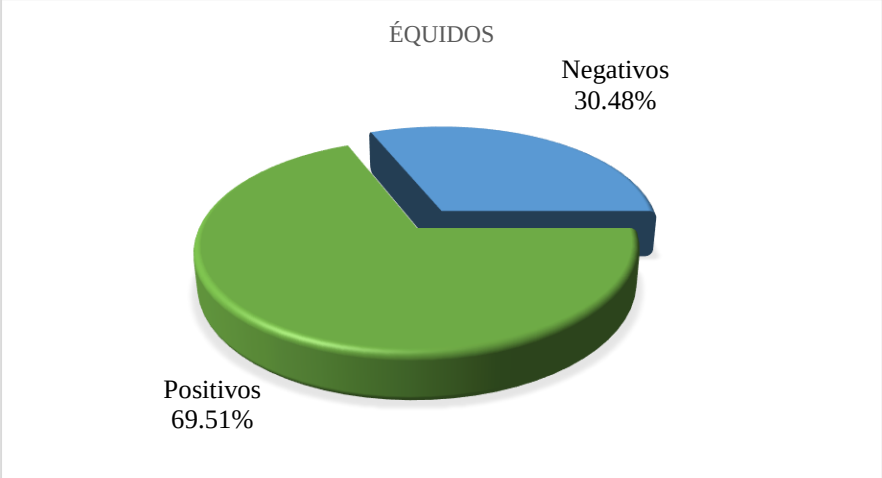



**Figura 1**. Porcentaje de équidos positivos y negativos a parásitos gastrointestinales.

En las muestras analizadas mediante la técnica de flotación por Mc Master, los parásitos gastrointestinales que se hallaron son: *Trichostrongylus.sp* 85.96% *Strongylus* 4.39% *Parascaris equorum* 0.88%, parasitosis mixta 8.77%.

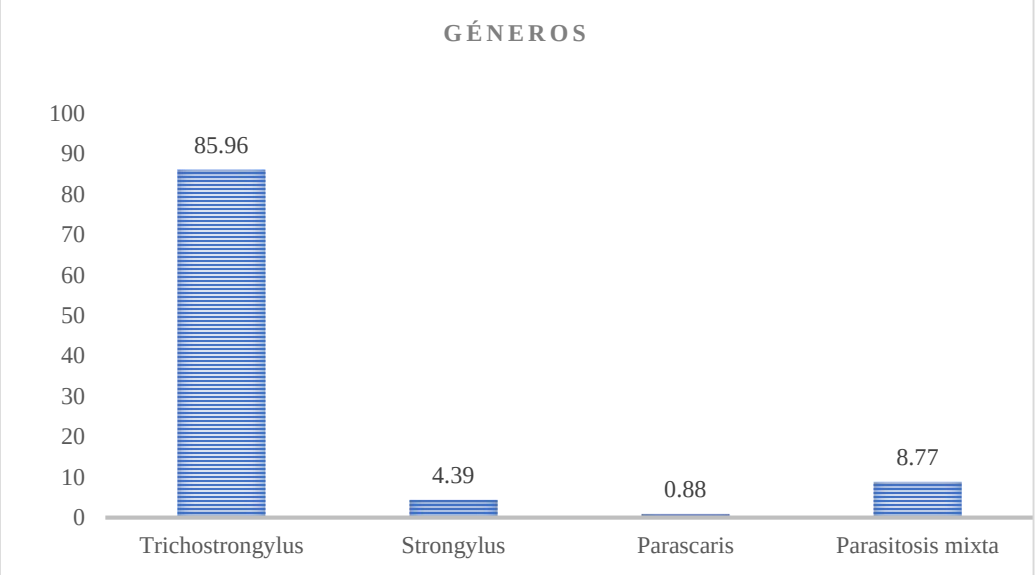



**Figura 2**. Principales géneros encontrados.

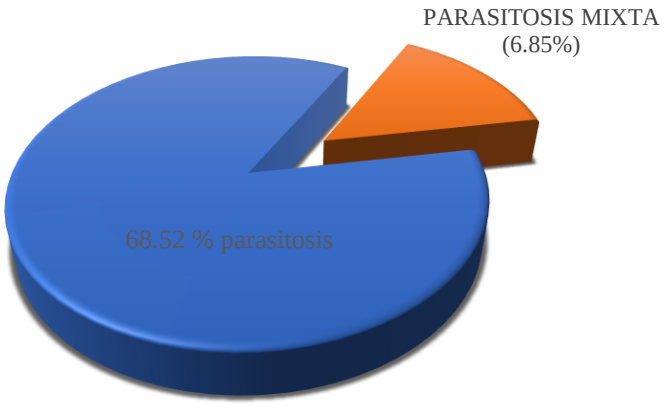



**Figura 3.** Distribución porcentual de las parasitosis individual y parasitosis mixtas.

El 68.52% de los équidos analizados en el presente trabajo, presenta algún tipo de parasitismo gastrointestinal, presentando en algunos de ellos una infestación mixta (6.85 %) entre parásitos de diferente género y especie, siendo la más común *Trichostongylus* con *Strongylus.*

En el presente estudio se reveló la presencia de infección de los parásitos, indicando que las estaciones, también influyen sobre la carga y el estado físico del animal. Parte de la población depende de la agricultura y ganadería, por lo tanto, los équidos tienen un gran impacto en su actividad como su medio de transporte. Por ello se compara la existencia parasitaria, su identificación y su cuantificación, así como afección que llega a tener con los équidos de trabajo.

Las infecciones parasitarias entre los burros, mulas y caballos, de las diferentes zonas de Oaxaca, se observa la cantidad de huevos que se encontraron con las muestras de heces, siendo los que tenían la mayor carga parasitaria, presentan diarrea, inapetencia, deshidratación, lo que con lleva a que el animal baje de peso. Al realizar la identificación de estos, encontramos que el más presente es *Trichostongylus,* seguido de *Strongylus* y *Parascaris equorum,* y las infecciones mixtas, Bastiaensen (1995) informó que 44.88% *Trichostrongylus spp* y 100% *Strongylus spp* en sus muestras durante su trabajo de investigación, en el estudio actual *Trichostrongylus spp* fue encontrado 6.45% en mulas, 3.7% en burros y 18.75 en caballos y *Strongylus spp* fueron 33.33% en *E. caballus,* 58.02% *E. Asinus* y 9.67% *E. Mulus.* Esto puede deberse a las condiciones ambientales, el aumento de los huevos en heces, la misma identificación la tuvo Getachew y col (2009).

Por otro lado, suponiendo que no haya acumulación de las larvas infecciosas tienen, El mayor número de huevos fecales de *Strongylus* fue registrado durante las principales estaciones lluviosas y las más bajas durante la estación seca (Getachew *et al*., 2008) en comparación con el presente artículo el cual se realizó en las estaciones de lluvia, la carga parasitaria resultó de manera moderada según los parámetros establecidos por Mercado 2018.

La prevalencia de *P. equorum* fue del 18,7% en burros y está de acuerdo con el trabajo de Yoseph *et al.* (2001) y Fikru *et al*. (2005) que informaron una prevalencia de 15.7% y 17.3%respectivamente. Pero en comparación con el presente artículo la presencia de *P. equorum* fue menor con un porcentaje de 1.83% del total de cargas parasitarias. El hallazgo de los huevos en los équidos en todas las áreas de estudio, claramente señala que hay muy poca información en las comunidades de cómo llevar a cabo un programa de desparasitación, en las temporadas de sequía y de lluvias, y así tener una disminución parasitaria, para la menor afección a los animales, reduciendo la mayor cantidad de animales enfermos.

Mediante la prueba de Chi² de Pearson se observó que no existe asociación estadística entre las variables a medir: Edad, Sexo, especie y carga parasitaria, pero si hubo asociación significativa de 3.4 entre las variables: condición corporal y carga parasitaria. La frecuencia del género *Strongylus spp* es muy variable. En un estudio realizado en equinos sacrificados en la ciudad de México, Alcázar señala que el 85% de los animales presentaron huevecillos de *Strongylus spp*. Pinzón reportó que el 78% de los equinos de la escuela militar de especialistas en equitación presentaron *Strongylus spp.* Estos hallazgos son superiores al encontrado en el presente reporte, ya que el género con mayor frecuencia fue *Trichostrongylus*. Se necesitan estudios más profundos en nuestra zona para conocer el impacto del género *Strongylus* en los équidos.

Un estudio realizado en Italia, registró 33 especies de parásitos en un grupo de 50 caballos, donde 31 de las 33 especies eran nematodos y las dos restantes eran cestodos (STANCAMPIANO, et al., 2010). Caso contrario con el presente trabajo donde el 100% de las especies halladas son del género *Nematodo*. Según Fausto (2010); Prada (2008), animales con cargas superiores a 400 hpg en asociación con estado físico y signos clínicos, son individuos que requieren el uso de productos que disminuyan la carga parasitaria. De igual manera Polo y colaboradores en el 2012, establecen que se considera la necesidad de tratamiento antihelmíntico cuando se encuentran valores iguales o superiores a 468 hpg de materia fecal, con presencia de signos clínicos de enfermedad. Se consideró necesario el uso productos antihelmínticos en aquellos animales con carga parasitaria mayor a 300 hpg materia fecal.

## CONCLUSIONES

Por lo demostrado en el presente trabajo se determinaron los géneros de endoparásitos gastrointestinales presentes en los équidos de las comunidades oaxaqueñas, con una población predominante de *Trichostrongylus spp* seguido por *Strongylus spp* y ausencia del parásito *Dyctiocaulus arfieldi*, así mismo la única larva encontrada correspondiente a *Parascaris equorum*. El grado de infestación, en general, se encuentra dentro de una carga parasitaria con un promedio de 293.9 hpg de materia fecal, esto podría deberse a que muchos propietarios habían realizado la desparasitación no más de 4 meses anteriores también cabe resaltar que propietarios están comenzando a darle mal uso a los antihelmínticos debido a una mala asesoría o educación, esto repercutirá a que muy pronto los parasitos empezaran a generar una resistencia ante estos productos. Ya que este estudio se realizó en una fecha específica de tiempo y sólo generó resultados

para dicho intervalo, sería relevante evaluar las mismas variables en una estación diferente y analizar el comportamiento de las mismas.

Es necesario, como aporte científico, ampliar el conocimiento con respecto a esta población específica, que permita tener un panorama general de los PGI, sus características epidemiológicas y prevalencias. La presencia de estos helmintos obliga a establecer planes sanitarios de desparasitación que regulen los ciclos parasitarios y minimicen el impacto de estas parasitosis en el estado de salud y rendimiento económico y productivo de estos animales. Con esta revisión bibliográfica se pone a disposición información de fácil comprensión acerca de las parasitosis gastrointestinales de mayor ocurrencia en équidos del estado, que puede ser consultada para la realización de futuras investigaciones sobre este tema.

## LITERATURA CITADA

Aluja, A., A. López, H. Chavira y D. Oseguera. 2000. Condiciones patológicas más frecuentes en los équidos de trabajo en el campo mexicano. Revista Veterinaria México 31(2): 165-168.

Asmatullah, M. R., A. Samad, F. Bugti, Muhammad, Safiullah Khan Achakzai, M. Naeem, H. Sanya, Waseem, S. Ashraf, N. Irum and G. Shakoor. 2017. Epidemiological prevalence and role of risk factors in the major gastrointestinal parasites in the working equines. Indo Am. J. P. Sci. 2.

Bedoya, M. A., V. H. Arcial, D. A. Díaz y E. A. Reyes. 2011: Prevalencia de parásitos gastrointestinales en équidos del municipio de Oiba (Santander). Spei Domus 7(15): 17-23.

Carrasco, S. y J. Matamoros. 2015: Diagnóstico de salud laboral en policía montada de la ciudad de Chihuahua. Convención Internacional de Salud. La Habana, Cuba.

Casas, E. y A. Chávez. 2007. Evaluación de la eficacia de un antiparasitario vía oral conteniendo doramectina (dora Quest) para el control de parásitos en equinos. Universidad de Perú, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima-Perú.

College of Veterinary Medicine and Animal Sciences. 2018. Cross-sectional study on gastro-intestinal parasites of equids in South-western Ethiopi.University of Gondar, P. O. Box 196, Gondar, Ethiopia. pp. 4-5.

De La Pava, E. y M. Insignares. 2011. Determinación de poblaciones de endoparásitos en equinos carreteros de la ciudad de Bogotá. Bogotá: Universidad La Salle.

Department of Paraclinical Studies, Faculty of Veterinary Medicine, University of Gondar, Gondar, Ethiopia, "Anthelmintic Resistance of Strongyle Nematodes to

Department of Zoology, Hazara University, Garden Campus, Mansehra-21300, Pakistan. "Comparison of infestation of gastrointestinal helminth parasites in locally available equines in Peshawar, Pakistan" During September-2010 to January-2011.

Carolina, M. H. D., M. D. L. Laura y L. G. A. Jorge. 2018. Helmintos gastrointestinales en equinos de tracción urbanos de países tropicales en vía de desarrollo. Zoociencia.

Gadalkareem, S., L. Hassan and A. Mohammed. 2018. Epidemiology of Parasitic Infection among Working Donkeys in Qubaish Locality, Western Kurdufan State of Sudan" American Journal of Zoological Research 6(1-7): 5-6.

Herrera, B. A. Frecuencia de parásitos gastrointestinales en burros criollos (Equus africanus asinus) en el departamento de Córdoba, Colombia Revista Colombiana. INIA.

Ivermectin and Fenbendazole on Cart Horses in Gondar, Northwest Ethiopia" Published 7 February 2017.

Adeppa, J. K. J. A., C. M. Krishna, G. M. Satheesha, "Incidence of gastro-intestinal parasites in horses.

Getachew, M. A., G. Trawford and S. W. J. Feseha. 2009. Reid "Gastrointestinal parasites of working donkeys of Ethiopia", Published online: 23 June 2009.

Getachew, M., G. Feseha, A. Trawford, S. W. J. Reid. 2008. A survey of seasonal patterns in strongyle faecal worm egg counts of working equids of the central midlands and lowlands, Ethiopia. Published online: 21 March 2008.

Mohammed, A. A., A. Bello, M. D. Lawal, M. O. Alayande, A. And Mahmuda. 2017. Incidence of gastrointestinal helminth of Donkeys in Sokoto Metropolis.pp. 90-91.

Morales, A., H. Bello, M. Vallejo y D. Villoria. 2012. Prevalencia de parasitos gastrointestinales en caballos pura sangre de carrera (Equus Caballus) durante el periodo de cuarentena 2011 en el hipódromo "La Rinconada", Caracas Venezuela. Neotropical Helminthology 6(1): 115-119.

Perez, A. *et al*. 2010. Parasitismo por estróngilos en caballos salvajes venezolanos del hato el frío (edo. apure, Venezuela). Estudio preliminar. Revista Cientifica Maracaibo 20(1): 32-36.

Quiroz R. H. 2003: Parasitología y enfermedades parasitarias de los animales domésticos. Limusa. México, DF.

Rodriguez, R., L. Cob-Galera y J. Dominguez. 2001. Frecuencia de parásitos gastrointestinales en animales domésticos diagnosticados en Yucatán, México. Biomed12(1): 19-25.

Rodriguez, W. 2015. Presencia del parasito gastrointestinal *Trichostrongylus* c*olubroformis* en bovinos de la región de Cintalapa de Figueroa, Chiapas. Tesis de licenciatura, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma Antonio Narro Unidad Laguna, Torreón Coahuila México.

Ruiz, A. L. 2007: Diagnóstico inicial de parásitos gastrointestinales a través de los métodos de Flotación, Hakarua Ueno, y Graham modificado, en asnos (Equus asinus) de la aldea Maraxco del municipio de Chiquimula. Tesis de licenciatura, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Sultan, A., G. Ayele, B. Tadesse and A. Ahmed. 2015. Prevalence of gastrointestinal parasites of horses and donkeys in Kurfa Chale District, East Hararghe, Ethiopia. pp 6-7.

Vara, M. 2014: Diagnostico de parásitos gastrointestinales en caballos de la selección ecuestre del heroico colegio militar. Tesis de licenciatura, FMVZ, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México.

Worku, S. and A. Berihun. 2012. Prevalencia de nematodos en equinos en y alrededor del sur de Wollo Kombolcha, Ethiopia. Mekelle University College of Veterinary Medicine13(9): 8-9.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# LA GANADERIA BOVINA EN MEXICO: INVENTARIOS Y RECURSOS A NIVEL MUNICIPAL AL ALCANCE DE TU TELEFONO; EJEMPLOS DE OAXACA Y CHIAPAS

**E. González-Padilla, N. Juárez-López**

FMVZ-UNAM; CNOG; CGG-SADER

## RESUMEN

El Padrón Ganadero Nacional (PGN) fue en su inicio una herramienta administrativa, y a partir de 2007 se modificó incorporando información sobre el productor, características del predio, infraestructura y número de animales de las distintas edades, para organizar y usar esa información para fines de planeación, e instrumentación de diferentes programas y proyectos de desarrollo, sanitarios, de manejo racional y mejoramiento de recursos naturales, atención de emergencias y focalización de distintos tipos de productores. Se presenta un resumen del trabajo sobre 1, 238, 214 Unidades de Producción Pecuaria (UPP's), que permite consultar con facilidad y desde cualquier dispositivo con acceso a internet, la información detallada sobre UPP´s, inventarios de bovinos y calidad de tierras de los predios, por región agroecológica en el país y a nivel estatal y por municipio de cada estado. El sistema que se presenta permite al usuario filtrar la información en función de tamaño de hato y actividad principal de la UPP a nivel municipal, estatal y nacional. La herramienta estará disponible a toda persona interesada en el curso de 2019 vía internet. Este esfuerzo de la CGG-SADER, CNOG y FMVZ-UNAM ha sido posible gracias al talento y esfuerzo de cientos de profesionales y técnicos del sistema SINIIGA, en sus oficinas centrales y en los estados de la república.

## INTRODUCCIÓN

El Padrón Ganadero Nacional (PGN), se comienza a formar para establecer un registro que permitiría identificar a las unidades de producción participantes en el programa de estímulos a la ganadería (PROGAN). Inicialmente era básicamente un documento de carácter administrativo que contenía la ubicación del predio su dimensión y los generales de los propietarios.

En 2007, con la restructuración de PROGAN y de SINIIGA, se decidió convertir al PGN como la base de datos central de referencia para SIINIGA y para el PROGAN; adicionalmente, se incorporó información de cada predio sobre su infraestructura, capacidad productiva, estructura, características del hato y particularidades socioeconómicas del productor. Desde luego, el PGN se migro a un sistema capturado y procesado electrónicamente, donde se mantienen copias de la identificación del productor y las escrituras o documentos de respaldo de la propiedad o tenencia legal del predio. La información de cada unidad de producción (UPP) se entrega firmada bajo protesta de decir verdad por el propietario o representante legal. Con la información anterior y la disponible de la Comisión Técnico-Consultiva de Coeficientes de Agostadero (COTECOCA), se hacia una estimación aproximada de la capacidad de carga animal de cada predio con la que se determinaba el monto de apoyos que podía recibir cada productor en PROGAN.

Se diseñó un formato de captura conteniendo la información descrita. Los formatos de inscripción se entregaban en más de 700 ventanillas en el país, donde el productor o representante legal recibe una constancia de inscripción de la UPP, con una clave de identificación única, de doce dígitos, que no se repite a nivel nacional y que identifica al estado y municipio de ubicación del predio. Actualmente el PGN incorpora tanto UPPs como Prestadores de Servicios Ganaderos (PSG) para todas las especies animales para producción y trabajo, así como para ganadería diversificada. El diseño del PGN, además de cumplir con aspectos administrativos, incorporó la posibilidad de generar información útil para planeación de programas sanitarios, de desarrollo pecuario, de uso racional de recurso naturales, de control de movilización (unido a SINIIGA y REEMO), y en general para fines de investigación socioeconómica y de los distintos aspectos técnicos de producción y productividad pecuarias.

Gracias al esfuerzo y dedicación de cientos de operarios técnicos, en más de dos mil centros de servicios y el esfuerzo de los directivos y técnicos de SINIIGA se ha logrado y mantener actualizado el PGN. Para facilitar el acceso al público en general, de manera simplificada y ordenada, se ha realizado el trabajo de revisión, edición y concatenación de las diferentes bases de datos del sistema y su vaciado en sistemas de cómputo amigables que permitan a los usuarios interesados revisar los compendios de información a nivel municipal, por región agroecológica, estatal o nacional de las unidades de producción de bovinos. Esta metodología y las herramientas para su lectura y análisis desde cualquier dispositivo con acceso a internet son el motivo de esta presentación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Mediante un convenio de colaboración con el PGN, la FMVZ-UNAM se ha abocado a conjuntar las bases de datos, de la información referente a características de cada: productor (omitiendo información sensible de identificación personal), predio, calidad de tierras, infraestructura y características del hato incluyendo finalidad zootécnica principal, grupos genéticos predominantes e inventario por edades.

Se incorpora en este estudio la información de 1, 238, 214 UPPs ubicadas en 2, 458 municipios de todos los estados del país, que han tenido algún movimiento de movilización o identificación de animales entre octubre del 2016 y octubre del 2018.

Para estar en posibilidades de analizar la información en función de la región agroecológica, se asignó cada municipio a una de cinco categorías, con base en la información y con la asesoría de COTECOCA; las regiones se clasificaron como: Árida, Semiárida, Templada, Trópico Seco, Trópico Húmedo.

Las consultas se pueden realizar a nivel municipal, estatal o nacional; el sistema diseñado permite diferenciar:

a) Región agroecológica por estado o nacional (árida, semiárida, templada, trópico seco, trópico húmedo)

b) Estructura del hato a nivel municipal, estatal y nacional (número de: vacas, vaquillas, crías hembras y machos, becerros destetados, novillos y sementales)

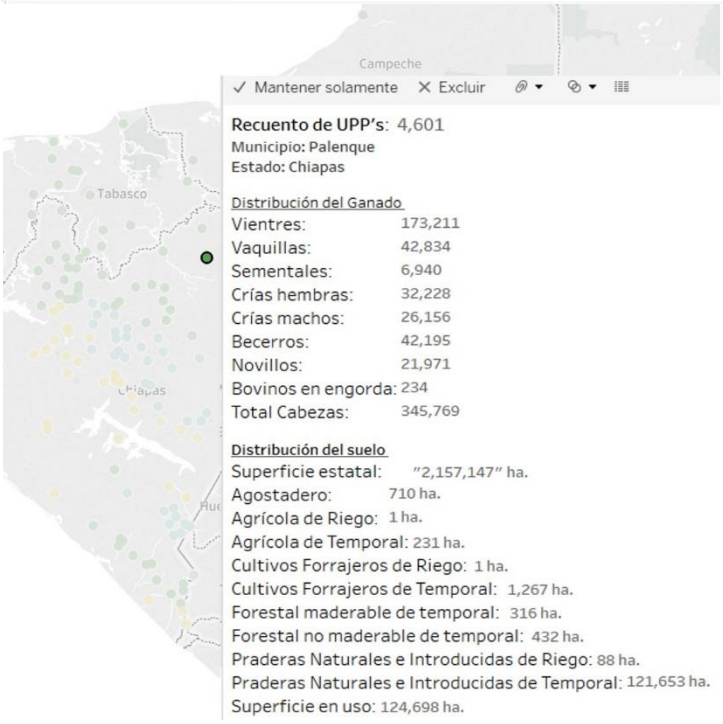
c) Estructura de la tierra en los predios ganaderos a nivel municipal, estatal y nacional (agostadero o acahual; praderas de riego o temporal; superficie agrícola de riego o temporal; cultivos forrajeros; superficies forestales maderables y forestales no maderables)

El usuario puede usar filtros para visualizar a su conveniencia la información referida exclusivamente a una región agroecológica en particular; a los hatos según el número de vacas de cada uno, en diez estratos; visualizar exclusivamente una actividad principal como leche, carne, doble propósito. La información desplegada en cada caso incluye: número de UPPs; estructura del hato referida en números según edad de los animales; y las superficies de cada clasificación de tierras.

Los programas de cómputo usados para la edición, organización, unión y visualización de las distintas bases de datos fueron: **R** 3.5.2 y Tableau 2019.1. Para este último se cuenta con la licencia de uso.

## RESULTADOS

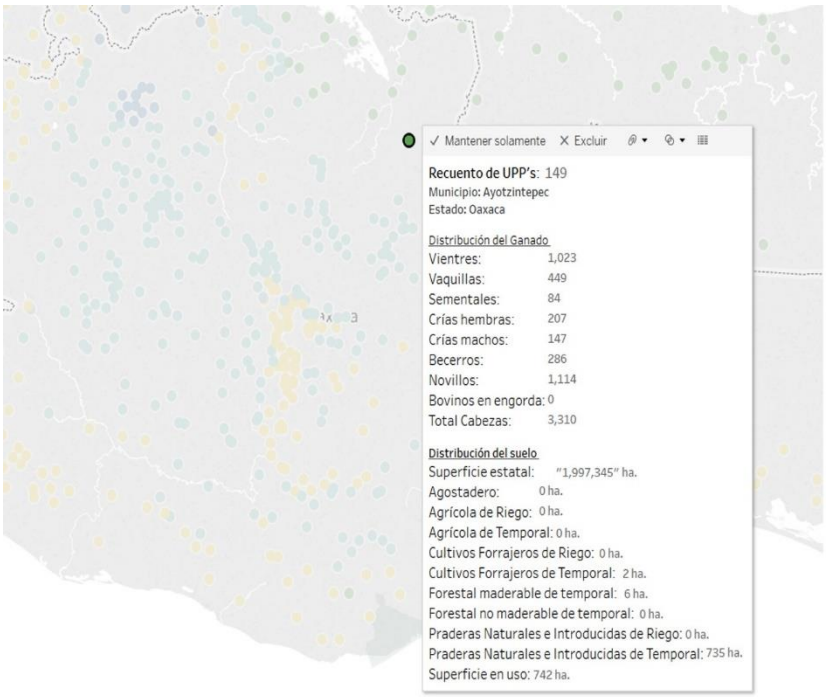
*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**




# UPP´s en Palenque, Chiapas.

Elaboró: **Everardo González Padilla y Noe Orlando Juárez López**, 2019; con información del Padrón Ganadero Nacional (PGN).

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**




UPP´s en Ayotzintepec, Oaxaca.

Elaboró: **Everardo González Padilla y Noe Orlando Juárez López**, 2019; con información del Padrón Ganadero Nacional (PGN).

## DISCUSIÓN

Este trabajo representa un esfuerzo sin precedente, para contar con información actualizada y detallada sobre la ganadería bovina hasta el nivel municipal, que puede ser de gran utilidad para los tomadores de decisiones y estudiosos del tema de ganadería y uso racional de recurso naturales.

Es de destacarse, que finalmente la información en que está basado el trabajo depende de la veracidad de los datos proporcionados por cada productor, avalados por su firma y con la certeza de la tenencia legal de su predio. Si bien se puede poner en duda la veracidad de la información vertida en los distintos formatos, lo mismo se puede decir y argumentar para el caso de los censos, con la ventaja de que el PGN está en constante actualización. Por otro lado, el sistema que se ha desarrollado permitirá hacer accesible la información simplificada en cualquier parte del país y del mundo a quienes requieran consultarla, con la única limitante de contar con señal de internet y con el equipo electrónico adecuado, desde un teléfono inteligente hasta las computadoras fijas.

La información puede ser de utilidad para análisis con diferentes fines, y toma de decisiones de organismos públicos, organizaciones privadas y de productores, empresas, profesores e investigadores, personal de asistencia técnica, extensionistas y estudiantes, a nivel de comunidades, municipios, estados y nacional.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## CONCLUSIONES

Este es un primer esfuerzo de organización de la información del PGN de manera simplificada y seguramente se irán integrando al sistema mayores detalles para el caso de bovinos y paulatinamente se incorporarán otras especies y los aspectos relacionados con los PSG.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# SISTEMAS DE SEPARACIÓN DE TERNEROS DE VACAS LACTANTES Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE UN CELO FÉRTIL

**C. S. Galina, M. Maquívar**

Departamento de Reproducción, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 04510. §Autor para correspondencia: (cgalina@servidor.unam.mx).

## RESUMEN

Uno de los principales problemas a los cuales se enfrentan los productores de carne bovina de las distintas zonas del mundo es el intervalo que transcurre desde el momento del parto hasta la aparición de un estro con ovulación, y por ende el establecimiento del ciclo estral normal de la vaca. Dentro de los principales factores por los cuales el ganado bovino sufre retrasos en el reinicio de la actividad ovárica seguida del parto están la edad del animal, raza, fin zootécnico, manejo, presencia de la cría y frecuencia del amamantamiento, la época del año en que el animal pare, enfermedades posteriores al parto, presencia del toro, condición corporal al momento del parto y su evolución durante los primeros sesenta días y el estado nutricional (Jolly *et al.*, 1995); El problema de anestro es todavía mas arraigado en bovinos dedicados a la producción de carne en climas tropicales, por el efecto negativo que ejerce la presencia del becerro así como la mala nutrición usualmente presente en condiciones de pastoreo. Numerosos autores han puesto de manifiesto que el estado energético del animal pre y post- parto afectan el reinicio de la actividad ovárica. Dicho estado que sufre la vaca posterior al parto repercute sobre la secreción de las gonadotropinas, especialmente en la secreción de LH (Rhodes *et al.*, 1996, Bossis *et al*., 1999)

Existe evidencia suficiente que indica que las vacas antes del parto y después de este sufren una reducción en el consumo de alimento, por lo que la condición corporal se ve reducida, lo cual repercute directamente sobre el metabolismo del animal, y de este modo sobre el intervalo entre partos, Sinclair *et al*. (2002) observaron que la puntuación de la condición corporal al parto es de suma importancia, ya que las vacas que paren con una buena condición corporal (3 en una escala de 0 a 5) presentan el estro con ovulación a los 48 días en promedio, en comparación con las vacas que paren con bajas puntuaciones de condición corporal (2) que ovulan hasta el día 55 post-parto. Una vez que los animales dejan de perder condición corporal y/o peso, el balance energético se equilibra, por lo que la retroalimentación negativa cesa y la secreción de GnRH se establece normalmente por lo que la estimulación hacia la hipófisis se torna normal. Sin embargo se ha observado que los animales después de la primera ovulación, tienen la incapacidad de mantener el ciclo con una duración normal; diversas investigaciones en los 80´s concluyen que el anestro prolongado se debe principalmente a que los folículos dominantes son incapaces de ovular por falta de acumulación de prolactina, pobre desarrollo de receptores en el folículo y falta de apoyo del hipotálamo en la liberación de LH (Walters *et al*., 1982 a,b y c, Hinshelwood *et al.*, 1983). Nuevas investigaciones han llegado a conclusiones similares; Murphy *et al*. (1990) observaron que los animales presentan en el día 14 post-parto la capacidad de presentar un folículo dominante, sin embargo, este sufre atresia en la mayoría de las ocasiones. Por otra parte en un estudio bajo condiciones tropicales Soto *et al.* (2001) observaron el desarrollo de los folículos ováricos en 104

vacas cebuínas por medio de ultrasonografía desde el día 15 hasta el día 90 posparto, sus resultados muestran que solamente el 4% de los animales presenta un folículo dominante entre los 9 a 11 mm en el día 90 posparto sugiriendo que posiblemente el soporte hormonal para el desarrollo de los folículos es de forma inadecuada, asimismo Ruiz-Cortés *et al*. (1999) evaluaron el desarrollo folicular en vacas desde el momento del parto hasta el destete de forma natural (12 meses), observando que durante los primeros 6 meses los folículos solamente llegan a crecer hasta los 8 mm, período que recibe el nombre de interdominancia, no es sino hasta el séptimo mes en el patrón de crecimiento cambia y los folículos crecen más de 9 mm de diámetro, cuando generalmente son capaces de ovular. Todo lo anterior sugiere que existen factores externos a la vaca, como son la estimulación de la cría durante los primeros 6 meses, los cuales interfieren en el crecimiento de folículos con capacidad de ovular. Todo esto aunado al pobre estado nutricional, origina que los animales comiencen a desarrollar folículos tardíamente en el postparto (generalmente no antes de 100 días Galina y Arthur 1989), momento en el cual la frecuencia del amamantamiento disminuye y se equilibra el estado energéticamente negativo.

Existe suficiente evidencia indicando que la presencia del becerro ejerce un efecto negativo sobre la secreción de gonadotropinas, así Montiel y Ahuja (2005) en una revisión de literatura exponen que los principales factores que afectan la duración del período de anestro y el desarrollo de folículos maduros, son la incapacidad de los animales de ovular por la pobre nutrición y el efecto hormonal de la presencia de la cría en la vaca. Así Williams *et al*. (1990) sugieren que el amamantamiento inhibe la producción de GnRH lo que resulta en una deficiente frecuencia en la secreción de LH, debido a esto, los folículos son incapaces de madurar y por lo tanto de ovular, ya que existe una incorrecta síntesis de estrógenos a nivel folicular. En adición, el amamantamiento tiene un efecto positivo sobre la secreción a nivel hipotalámico de un opioide péptido llamado β Endorfina, en respuesta al estímulo de succión, así como los estrógenos producidos en la placenta durante el último tercio de la gestación provocan la inhabilitación en la secreción de la hormona luteinizante a través de la inhibición del hipotálamo. (Day, 2004).

Debido a lo anterior son varios los experimentos probando regímenes de manejo lactacional con la finalidad de reducir el anestro posparto, los cuales han documentado técnicas como el destete precoz (48-72 horas de nacida la cría), destete temporal (por 48-72 horas a partir de los 30 días posparto), el destete temprano (3-5 meses de edad del becerro) y la limitación del amamantamiento una vez al día. Estas prácticas reducen significativamente los días abiertos de las hembras, mejorando con ello los parámetros reproductivos generales de la explotación (Galina y Arthur, 1989).

Williams *et al*. (1996) publica una revisión de literatura en la que propone que el efecto de separación, sea cual fuere este, se ve modificado si la cría se encuentra presente, estos métodos causan estrés sobre la madre y la cría elevándose el cortisol, que actúa como inhibidor de la GnRH. Utilizando el concepto anterior, Quesada y colaboradores (2001) trabajando con vacas cebuínas criadas en condiciones tropicales evaluaron el efecto de la separación de la cría más la administración de un tratamiento sincronizador, sus resultados sugieren que el método de separación de la cría al permitirle tener contacto visual, auditivo y olfativo pero restringida de

amamantar por solo 48 horas, las vacas mostraron una conducta de celo modificada en su presentación e intensidad en comparación con aquellas vacas que no les fue retirada la cría (cuadro 1), sugiriendo que el destete por 48 horas permitiendo el contacto mejora la expresión del estro, ovulación y la continuidad de ciclos estrales normales. Lamb *et al*. (1999) proponen que, para poder tener un efecto homogéneo, la separación de la hembra de su cría tendría que ser por un tiempo mayor de 48 horas, sugiriendo que entre mayor sea el período de separación mejor será la respuesta. Existe controversia en el método de separación, ya que algunos investigadores exponen que es necesario eliminar el efecto de la cría, tanto visual, olfativo y táctil para tener una respuesta favorable, en contraste, otros autores sugieren que la separación de la cría de esta forma causa un estrés en la vaca y en la cría excesivo y que, por lo tanto, las vacas no manifiestan el estro de forma adecuada. Williams *et al*. (1996) concluyen que el efecto de separación del becerro de su madre en cuanto al reinicio de la actividad ovárica posparto es mas dramático mientras mas tiempo se separe el becerro, en efecto separaciones por periodos tan largos como 4-5 días son mas efectivos. Infelizmente, separar a los becerros por más de 72 horas es necesario que estos reciban algún otro tipo de alimento con lo cual aumenta el manejo y los costos.

Al respecto Webb *et al*. (2004) evaluaron distintos tipos de destete en vacas con un promedio de 70 días posparto, sincronizadas y bajo el efecto de la presencia del toro, los destetes realizados fueron con contacto visual y olfativo (CCV), sin contacto alguno (SCV), y el grupo que no se le practico el destete, observando que los animales a los que se les separó la cría y que tenían contacto, presentaban la mejor respuesta reproductiva, ya que el grupo SCV presentan un reinicio de la ciclicidad más rápida con respecto a los otros grupos (Cuadro 2), por lo que en teoría tienen mayor oportunidad de quedar gestantes, asimismo demostraron que el efecto de la separación, más la adición del tratamiento sincronizador y la presencia del macho es una fórmula útil para inducir a las vacas a ciclar. Este estudio hace hincapié en la importancia de la condición corporal, ya que los animales que ganan o mantienen su condición corporal independientemente del tratamiento al que fueron sometidas presentan mayores porcentajes de preñez (Cuadro 3), sugiriendo la importancia de este factor, sin embargo este estudio carece de información acerca de tiempo que tardan los animales en entrar en celo y su relación con el momento en el que ocurre la ovulación así como el desarrollo folicular que ocurre entre el destete y la ovulación; todo esto con el fin de discernir que tratamiento representa un efecto fisiológico de mayor impacto en los animales.

En un estudio reciente Xavier et al. (2005, datos no publicados) trabajando con vacas cebú en el trópico mexicano y bajo el mismo esquema de separación de la cría (72 horas con contacto y sin contacto entre madre y cría), caracterizó el desarrollo folicular y la presentación del estro posterior al retiro del implante. Así demostraron que las vacas a las cuales se les retiró la cría presentan un diámetro de folículo ovulatorio superior a las vacas que no se les retiró, (16.2 ± 2.1 para el grupo SCV, 15.5 ± 3.2 para el grupo CCV y 11.4 ± 3.64, observándose solamente diferencias entre el grupo SCV y el grupo testigo $p < 0.05$), asimismo el 71% de las vacas con contacto visual y olfativo ovularon mientras que en el grupo sin contacto solamente el 57% lo hicieron observándose diferencias entre tratamientos $p < 0.05$, en contraste en el grupo testigo tuvo solamente el 14% de ellas lo hicieron. En adición se presentó que las vacas del grupo CCV ovulan a las 72 ± 9.4 horas de haber retirado el implante, mientras que en las vacas del SCV lo hacen a las 79.5 ± 19.82 horas

y en el grupo testigo la única vaca que ovuló, lo hizo a las 60 horas. Estos resultados sugieren que el efecto del destete es favorable para el reinicio de la actividad ovárica y la ovulación, sin embargo el destete que ha resultado con una mejor respuesta es en el que se mantiene contacto tanto visual como olfativo (Webb *et al*., 2004; Xavier *et al*., 2005). Es necesario evaluar con precisión el mecanismo por el cual este tipo de destete ejerce una respuesta más favorable, probablemente debido al grado de estrés al que son sometidos los animales en el destete sin contacto afecta la secreción de hormona liberadora de gonadotropinas y por ende la homona luteinizante (Dobson y Smith, 2000)

Los sistemas de separación, sea cual fuere este, tienen un importante efecto en la fertilidad del hato, Galina y Arthur (1989) en una revisión de literatura sobre el tema encontraron que los sistemas de separación pueden reducir el anestro posparto en promedio 30 a 40 días en comparación con animales que estén amamantando constantemente. Por otra parte, Pimentel *et al.* (1979), demostraron que el destete temprano (durante los primeros 90 días post-parto) podría incrementar los valores de concepción en un 43% y reducir el anestro post-parto en un 46%, en comparación con vacas destetadas a los 200 días post-parto. Se ha encontrado que el porcentaje de preñez se puede incrementar en un 50% durante los primeros 60 días posparto y que el 82% de las vacas destetadas tempranamente se preñan durante los primeros 30 días luego de parir.

Una alternativa además de la separación de las crías ha sido la utilización de hormonas que permitan inducir la presentación de estros acompañados de la ovulación, generalmente se realiza este tipo de procedimientos en vacas entre los 60-90 días de haber parido, lo anterior con el objetivo de programar interpartos entre 12-13 meses. Existen numerosos productos y regimenes para inducir el estro en bovinos de carne con resultados muy variados. Recientemente, Yavas y Walton (2000) en una revisión de literatura, concluyen que al menos en bovinos de tipo europeo, la utilización de progesterona exógena a partir de la tercera semana posparto se puede inducir la ovulación sin necesidad de manipular a la cría, Bo *et al.* (2003) en una revisión de literatura expone que existen diferencias entre el ganado Bos taurus y Bos indicus, tales como el diámetro del folículo ovulatorio y el cuerpo lúteo así como las características fisiológicas propias de las razas cebuínas tales como la presentación de 2 a 3 oleadas foliculares por ciclo, inconsistencia en el patrón de crecimiento de los folículos y la pobre condición corporal de los animales al momento de recibir el tratamiento hormonal, todo esto hace que se observen pobres respuestas y en consecuencia bajos índices reproductivos.

Al respecto Diaz *et al.* (2002) en un estudio en vacas en el trópico con pobre condición corporal (Cuadro 4) encontraron que la utilización de estrógenos acompañando con la aplicación de un progestágeno promovía la conducta de celo (comparado con un grupo inducido a ciclar solamente con el progestágeno), sin embargo existió hasta un 40% de vacas que mostraron conducta de celo y sin embargo no ovularon, estos resultados sugieren una asincronía entre la aplicación del tratamiento hormonal y el estado ovárico de los animales, ya que la utilización de los estrógenos solamente indujeron la presentación del estro sin respaldo fisiológico. Por lo tanto, se han empleado diversas alternativas para sincronizar el desarrollo folicular, tales como la utilización de estrógenos, hormona liberadora de gonadotropinas entre otras, con el objetivo de inducir la atresia de los

folículos en crecimiento resultando de esta manera en el desarrollo de una nueva onda folicular. En una serie de experimentos en vacas no lactando, se demostró que el tratamiento con progestágenos y estradiol-17β (E-17β) o benzoato de estradiol (EB), administrados en cualquier momento del ciclo estral, inducen el crecimiento sincrónico de una nueva onda folicular, aproximadamente 4 días después de haberse aplicado el tratamiento (Caccia y Bo, 1998). El tratamiento con dispositivos intravaginales a base de progesterona combinados con E-17β, más la adición de una inyección de progesterona administrada por vía intra muscular, resultó en el comienzo sincrónico de una nueva onda folicular 3 a 5 días después de retirado el implante, dando como resultado que todos los animales presentaran un folículo dominante capaz de sintetizar una adecuada cantidad de estrógenos que promuevan la presentación del estro y la ovulación (Bo *et al*., 1995). Este método descrito aprovecha la combinación de la exposición a progesterona para crear de alguna manera un cuerpo lúteo artificial y que el útero y el hipotálamo se vean expuestos nuevamente a la acción de progesterona después del parto y la acción de los estrógenos que actúan a nivel ovárico e hipotalámico.

En resumen, la interacción entre el parto, el amamantamiento, la ingestión de nutrientes, cambios en el peso corporal y condición corporal al parto afectan el intervalo de tiempo transcurrido desde el parto a la primera ovulación, asimismo el uso de forma adecuada de los sistemas de destete, acompañado de una buena condición corporal de los animales al momento de practicado este, puede resultar en el establecimiento de la actividad ovárica y en el reinicio de la actividad estral. Para esto es necesario evaluar la condición reproductiva y nutricional de los animales antes de la implementación del sistema de destete, si es necesario se puede implementar un programa de suplementación alimenticia para reducir la pérdida de peso de la hembra y equilibrar el balance energético y evaluar la viabilidad de la administración de fármacos sincronizadores para manipular la actividad ovárica de los animales. El éxito en la respuesta al destete dependerá de la habilidad para detectar los principales problemas que pueden influenciar la respuesta y la aplicación de sistemas sencillos, fáciles de manipular y sobre todo que resulten económicamente viables para el productor.

**Cuadro 1**. Efecto de la sincronización con Synchro Mate B y los diferentes estímulos del becerro sobre la respuesta a estro, actividad ovárica de vacas zebu anestricas. Adaptado de Quesada et al. (adaptado de Applied Animal Behaviour Science 71 (2001) 183-189).

| | Proporción de animales que muestran receptividad a la monta (%) | Presentación del estro (horas) ± Desv. Est. | Duración del estro (horas) ± Desv. Est. | Montas/ vaca/hora en estro ± Desv. Est | Proporción de vacas que ciclan después del estro conductual |
|---|---|---|---|---|---|
| SMB + CP | 11/22 (50)[a] | 40.4 ± 12.8 [a] | 8.1 ± 4.0 [a] | 1.36 ± 0.21 [a] | 6/11 (54) [a] |
| SMB + CPR | 16/33 (48) [a] | 18.1 ± 4.9 [b] | 7.4 ± 1.8 [a] | 1.28 ± 1.37 [a] | 11/16 (68) [a] |
| SMB + CCR | 13/22 (40) [a] | 26.5 ± 2.6 [b] | 13.0 ± 4.4 [b] | 0.84 ± 0.84 [a] | 11/13 (84) [b] |

[a] Literales diferentes entre columnas difieren ($p < 0.05$) [b] SMB: Synchro-mate B; CP: cría presente; CPR: Cría parcialmente destetada; CCR: Destete complete.

**Cuadro 2.** Presentación de celo y ovulación en los grupos experimentales SS (Crestar sin separción) SCV (Crestar separación con contacto visual) y CCV (Crestar separación con contacto visual).

| GRUPO | Estro con ovulación | Sin estro con ovulación | Estro sin ovulación | Sin estro sin ovulación |
|---|---|---|---|---|
| SS | 10(66.6%) 73.3%(11/15)[a] | 1(6.6%) | 3 (20%) 26.6%(4/15)[a] | 1(6.6%) |
| SCV | 10(50%) 65%(13/20)[a] | 3(15%) | 6(30%) 35%(7/20)[a] | 1(5%) |
| CCV | 13(65%) 70%(14/20)[a] | 1(5%) | 5(25%) 30%(6/20)[a] | 1(5%) |
| TOTAL | 60%%(33/55) 69.1%(38/55) | 9.0%(5/55) | 25.4%(14/55) 30.9%(17/55) | 5.4%(3/55) |

[a]No se observó diferencia ($p$ >0.05). Adaptado de Weeb et al (Archivos de Medicina Veterinaria 36 (2004) 147-154).

**Cuadro 3**. Presentación de estro, duración, número de montas recibidas por hora en celo y promedio de esta actividad. SS (Crestar sin separación) SCV (Crestar separación con contacto visual) y CCV (Crestar separación con contacto visual).

| GRUPO | Presentación de estro postretiro de implante (hr) | Duración del estro | Número de montas | Montas por hora de estro |
|---|---|---|---|---|
| SS | 40.5 ± 10.4[a] | 7.1 ± 4.3[a] | 18.1 ± 14.2[a] | 2.5 ± 1[a] |
| SCV | 45.4 ± 6.6[a] | 6.5 ± 1.9[a] | 10.4 ± 6.6[b] | 1.5± 0.1[b] |
| CCV | 44.6 ± 8.3[a] | 7.2 ± 5[a] | 15 ± 10.6[a] | 2.2 ± 0.5[a] |

Valores con letras diferentes entre columnas varían significativamente ($p$ < 0.05). Adaptado de Webb et al (Archivos de Medicina Veterinaria 36(2004) 147-154).

**Cuadro 4**. Gestación en las vacas sin tratamiento (ST), CIDR-B sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR-B - E) y CIDR-B con inyección de benzoato de estradiol (CIDRB + E).

| | Grupos | | | |
|---|---|---|---|---|
| Gestación (días) | ST (n=10) | CIDR - BE (n=10) | CIDR + BE | TOTAL |
| 0 – 5 | 1/20 (5%) | 6/51 (11.8%) | 6/51 (11.8%) | 13/122 (10.6%) |
| 6 – 26 | 3/10 (30%) | 1/7 (14.3%) | 2/9 (22.2%) | 11/109 (10.1%) |
| 27 – 47 | 0/16 (0%) | 6139 (2.6%) | 1/43 (2.3%) | 2/98 (2%) |
| 48 – 68 | 1/16 (6.2%) | 1/38 (2.6%) | 2/42 (4.8%) | 4/96 (4.2%) |
| 69 - 90 | 0/15 (0%) | 0/37 (0%) | 1/40 (0%) | 1/92 (1.1%) |
| Acumulada | 5/20 (25%) | 14/51 (27.5%) | 12/51 (23.5%) | 31/122 (25.4%) |

No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los grupos en ninguno de los niveles ($p$ > 0.05). (Adapatado de Díaz et al (Archivos de Medicina Veterinaria 34 (2002):235 – 244).

## LITERATURA CITADA

Bo, G. A., G. P. Adams, R. A. Pierson and R. J. Mapletoft. 1995. Exogenous control of follicular wave emergence in cattle. Theriogenology 43: 31-40

Bossis, I., R. P. Wettemann, S. D. Welty, J. A. Vizcarra, L. J. Spicer and M. G. Miskin. 1999. Nutritionally induced anovulation in beef heifers: Ovarian and endocrine fuction preceding cessation of ovulation. Journal of Animal Science 77: 1536-1546

Caccia, M. and G. A. Bo. 1998. Follicular wave emergence following treatment of CIDR-B implanted beef cows with estradiol benzoate and progesterone. Theriogenology 49: 341 abstr

Day, M. L. 2004. Hormonal induction of estrous cycles in anestrous Bos Taurus beef cows. Animal Reproduction Science 82,83: 487-494

Díaz, G. S., C. S. Galina, C. H. Basurto y G. P. Ochoa. 2002. Efecto de la progesterona natural con o sin la adición de benzoato de estradiol sobre la presentación de celo, ovulación y gestación en animales tipo *Bos indicus* en el trópico mexicano. Archivos de Medicina Veterinaria 34: 235-244.

Galina, C. S. and G. H. Arthur. 1989. Review of cattle reproduction in the tropics Part 3. Puerperium Animal Breeding Abstracts 57: 899-910

Hinshelwood, M. M., D. J. Dierschke and E. R. Hauser. 1985. Effect of Suckling on the Hypothalamic-Pituitary Axis in Postpartum Beef Cows, Independent of Ovarian Secretions. Biology of Reproduction 32: 290-300.

Jolly, P. D., C. S. Mc Gwenef, A. C. Selenik and E. M. Hauston. 1995. Reducing postpartum anestrus in first calf *Bos indicus* crossbred beef heifers. III Effect of nutrition an responses fawerning and associated variation in metabolic hormone. Australian Journal of Agricultur Research 47: 927-942.

Lamb, G. C., B. L. Miller, J. M. Lynch, K. E. Thompson, J. S. Heldt, C. A. Loest, D. M. Grieger and J. S. Stevenson. 1999. Twice daily suckling but not milking with calf presence prolongs postpartum anovulation. Journal of Animal Science 77: 2207-2218.

Montiel, F. and C. Ahuja. 2005. Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle: a review. Animal Reproduction Science 85: 1-26.

Murphy, M. G., W. J. Enright, M. A. Crowe, K. McConnell, L. J. Spicer, M. P. Boland and J. F. Roche. 1991. Effect of dietary intake on pattern of growth of dominant follicles during the oestrous cycle in beef heifers. Journal of Reproduction and Fertility 92: 333-338.

Pimentel, C. A., J. C. Deschamps, J. A. F. De Oliveira and R. Cardelino. 1979. Effects of early weaning on reproductive efficiency in beef cows. Theriogenology 11: 412-427.

Quesada, Y., S. Estrada, M. Cubero, M. Garcia, C. S. Galina, R. Molina and A. Orihuela. 2001. A note on the effects of calf stimuli on the response of Zebu cows to Synchro-Mate-B. Applied Animal Behavior Science 71: 183-189

Rhodes, F. M., K. W. Entwistle and J. E. Kinder. 1996. Changes in ovarian function and gonadotrophin secretion preceding the onset of nutritionally induced anoestrus in Bos indicus heifers. Biology of Reproduction 55: 1437-1443.

Ruiz-Cortés, Z. T. and M. Olivera-Angel. 1999. Ovarian follicualrdynamics in suckled zebu (*Bos indicus*) cows monitored by real time ultrasonography. Animal Reproduction Science 54: 211-220.

Short, R. E., R. A. Bellowos, R. B. Staigmiller, J. G. Berardinelli and E. E. Custer. 1990 Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. Journal of Animal Science 68: 799-816.

Sinclair, K. D., G. Molle, R. Revilla, J. F. Roche, G. Quintans, L. Marongiu, A. Sanz, D. R. Mackey and M. G. Diskin. 2002. Ovulation of the first dominant follicle arising after day 21 postpartum in suckling beef cows. Animal Science 75:115-126.

Soto, R., E. Castillo, I. Rubio, C. S. Galina and S. Rojas. 2001. Effect of pre and post-partum feed supplementation on productive and reproductive performance of grazing primiparous Brahman cows. Tropical Animal Health and Production 33: 253-264.

Walters, D. L., C. C. Kaltenbach, T. G. Dunn and R.E. Short. 1982. Pituitary and Ovarian Function in Postpartum Beef Cows. I. Effect of Suckling on Serum and Follicular Fluid Hormones and Follicular Gonadotropin Receptors. Biology of Reproduction 26: 640-646.

Walters, D. L., R. E. Short, E. M. Convey, R. B. Staigmiller, T. G. Dunn and C. C. Kaltenbach. 1982a. Pituitary and Ovarian Function in Postpartum Beef Cows. II. Endocrine Changes Prior to Ovulation in Suckled and Nonsuckled Postpartum Cows Compared to Cycling Cows. Biology of Reproduction 26: 647-654

Walters, D. L., R. E. Short, E. M. Convey, R. B. Staigmiller, T. G. Dunn and C. C. Kaltenbach. 1982b. Pituitary and Ovarian Function in Postpartum Beef Cows. III. Induction of Estrus, Ovulation and Luteal Function with Intermittent Small-Dose Injections of GnRH. Biology of Reproduction 26: 655-662.

Webb C., C. S. Galina, R. Molina, M. Maquivar y S. Estrada. 2004. Efecto de dos tipos de destete y la aplicación de un progestágeno sobre la respuesta a celo y fertilidad en vacas cebuínas (Bos indicus) en el trópico húmedo. Archivos de Medicina Veterinaria de la Universidad Austral de Chile 36: 147-154.

Williams, G. L., O. S. Gazal, G. A. Guzmán-Vega and R. L. Stanko. 1996. Mechanisms regulating suckling-mediated anovulation in the cow. Animal Reproduction Science 42: 289.297.

Xavier, E., E. Gularte., M. Maquivar, C. S. Galina y A. Pulido. 2005. Efecto del tipo de destete y sincronización sobre la presentación del estro, dinámica folicular, hormona luteinizante (LH) y tiempo de ovulación en vacas (Bos indicus) en el trópico húmedo de México.

Yavas, Y. and J. S. Walton. 2000. Postpartum acyclicity in suckled beef cows: a review. Theriogenology 54: 25-55.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# HUELLA DE CARBONO EN LA GANADERÍA: MEDICIÓN E IMPLICANCIA

# [CARBON FOOTPRINT IN LIVESTOCK: MEASUREMENT AND IMPLICATION]

**C. Gómez, M. Fernández, V. Alvarado, D. Ruiz-Llontop**

Universidad Nacional Agraria La Molina.

## RESUMEN

La ganadería representa el 14.5% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel mundial, y la producción de carne y leche constituyen el 41% y 29% de éstas emisiones, respectivamente, por lo que existe la necesidad de evaluar el impacto ambiental que este sector produce. El objetivo de este estudio fue analizar la huella de carbono (HC) de la producción de leche de diferentes sistemas de producción en América Latina, metodologías usadas, así como las implicancias de su determinación. Se han encontrado 14 artículos relacionados a huella de carbono en la producción de leche en Latinoamérica, los cuales hacen uso de la herramienta de análisis de ciclo de vida (ACV), así como de ecuaciones del IPCC de diferentes reportes, uso de distintas unidades funcionales (UF) y tipos de asignación, así como, utilización de factores de emisión (FE) propios para cada país. En el presente estudio se encontró que, en el inventario de emisiones directas el 100% de los trabajos evaluados usaron la metodología del IPCC, y de forma indirecta el 64% de los estudios hacen uso de Bibliografía, mientras que el 21% usa el software Ecoinvent y un 14% usa SIMAPRO. Con respecto al uso de diferentes potenciales de calentamiento global (PCG), el 43% de los trabajos analizados utilizaron 25 para CH4 y 298 para N20, además se encontró que la UF más frecuente fue kg de leche (43%), mientras que, el 21% de los estudios comparados utilizaron por kg de LCE, y otro 21% por kg de LCGP. Con respecto al tipo de asignación el 43% de los estudios no específica asignación, entre tanto el 29% y el 21% de las investigaciones analizadas fueron asignadas por masas y por asignación económica, respectivamente, de modo que el tipo de asignación, así como la UF ejercen influencia en los resultados reportados. Concluyendo que estos factores metodológicos determinaran principalmente una mayor o menor HC de la leche al momento de la evaluación y reporte, por lo que deberían tenerse en consideración.

## ABSTRACT

Livestock represents 14.5% of greenhouse gas (GHG) emissions worldwide, where meat and milk production constitute 41% and 29% of these emissions, respectively. In that sense, there is a need to evaluate the environmental impact of this sector. The aim of this study was to assess the carbon footprint (HC) of milk production of different production systems in Latin America, methodologies used, as well as the implications of their determination. We found 14 articles related to carbon footprint in milk production in Latin America, where the life cycle analysis (LCA) tool was used, as well as IPCC equations of different reports, use of different functional units (UF), types of allocation and the use of emission factors (FE) for each country. In the present research it was

found that, in the direct emissions inventory, 100% of the evaluated studies used the IPCC methodology, and indirect emissions 64% of the studies use bibliography, while 21% use the Ecoinvent software and 14% use SIMAPRO. Regarding to the use of different global warming potential (GWP), 43% of the studies used 25 for CH4 and 298 for N20, in addition it was found that the most frequent UF was kg of milk (43%), while 21% of the studies used only per kg of energy corrected milk, and another 21% per kg of fat and protein corrected milk. In relation to the type of allocation, 43% of the studies do not specify allocation, 29% and 21% of the studies were assigned by masses and by economic allocation, respectively; so that the type of allocation, as well as the UF influence the reported results. We conclude that these methodological factors mainly determine a higher or lower HC of milk at the time of evaluation and reporting, so they should be taken into consideration.

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial se estima que la agricultura (incluida ganadería) es el cuarto contribuyente de gases de efecto invernadero (GEI), después de suministro de energía, industria y silvicultura (IPCC, 2007), y representa el 14.5% de estas las emisiones, y la producción de carne y leche de vacuno contribuyen con el 41% y el 29% respectivamente (Gerber *et al*., 2013). Metano, óxido nitroso y dióxido de carbono son los GEI principales. El $CH_4$ que deriva de la fermentación entérica y de la descomposición de la materia orgánica del estiércol, el $N_2O$ de la desnitrificación y nitrificación de N orgánico de estiércol y orina, y de N de fertilizantes químicos y el $CO_2$ que se emite con la combustión de combustibles fósiles, producción de electricidad y fabricación de fertilizantes, semillas, entre otros.

Debido a esto, existe un creciente interés de investigaciones sobre sostenibilidad ambiental de los sistemas de producción y distribución de alimentos, surgiendo la necesidad de evaluar el impacto ambiental de la producción pecuaria a través de la huella de carbono (HC). Existen diversos métodos para evaluar el impacto ambiental, el análisis del ciclo de vida (ACV) es uno de ellos y es considerado una herramienta poderosa para evaluar los efectos ambientales de un producto, proceso o actividad a lo largo de su ciclo de vida (from-cradle-to-grave). La HC es una versión simplificada de un ACV en la que, en lugar de considerar varias categorías de impacto ambiental al mismo tiempo, se considera únicamente una de ellas, la relativa a Calentamiento Global. Se puede utilizar en la evaluación comparativa internacional, la planificación económica y social, el etiquetado ecológico, la verificación de la innovación técnica o la evaluación de los resultados de la adopción de estrategias de mitigación.

### Objetivo

Analizar la huella de carbono de la producción de leche de diferentes sistemas de producción en América Latina, metodologías usadas, así como las implicancias de su determinación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Identificación de estudios de huella de carbono de leche

Se realizó una exploración exhaustiva de trabajos que han realizado estudios de huella de carbono en la producción lechera en América Latina, haciendo uso de una combinación de búsquedas en la base de datos de Science Direct, latindex (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal), SpringerLink, ResearchGate, Revistas Agropecuarias, Repositorios de Universidades (Bélgica, Argentina). Se consideró sólo los datos con respecto a la granja. Además, se eliminaron aquellos artículos que consideraron secuestro de carbono del suelo.

### Límite de los estudios comparados

"Cradle-to-farm gate", es decir, hasta el punto en que el producto principal generado (leche) es vendido en la finca o establo, no incluyen transporte a las procesadoras lácteas, procesamiento, distribución o consumo.

### Metodología para la clasificación

De acuerdo a una revisión juiciosa de un gran número de artículos, se encontró que los aspectos más importantes a considerar para la comparación de estudios relacionados con huella de carbono, serían los siguientes: De acuerdo al país, inventario de emisiones (directas e indirectas), tipo de alimento, asignación, potencial de calentamiento global (PCG), unidad funcional (UF).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de esta investigación se pueden observar en el Cuadro 1 (Anexo 01), la cual describe los siguientes aspectos nombrados a continuación:

### Selección de estudios:

Se seleccionaron 14 trabajos realizados en países de América Latina: 3 en Argentina, 2 en Brasil, 1 en Chile, 2 en Colombia, 2 en México, 2 en Perú, 1 Uruguay y en el trabajo de Hagemann *et al*. (2011) evaluaron 5 países (Brasil, México, Argentina, Chile y Perú). Los 14 trabajos seleccionados corresponden a 11 publicaciones científicas, 2 tesis y 1 libro.

### Obtención de la información:

La principal fuente a partir de la cual se obtuvo la información fue de granjas reales con un 86%, y sólo el 14% restante fue de granjas representativas simuladas, trabajando con encuestas y bases de datos de granjas representativas de cada zona, para encontrar resultados más cercanos a la realidad.

**Aspectos de clasificación:**

Se encontró lo siguiente:

**Inventario de emisiones:**

Para el inventario de emisiones directas, el 86% (12 trabajos) de los estudios hacen uso de factores de emisión (FE) estimados a través de la metodología del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2006) mientras que sólo el 14% (2 trabajos) hace uso de FE para diferentes sectores y productos tomados de base de datos y softwares declarados en cada estudio (AACREA y GLEAM), sin embargo, estos softwares tienen su base en ecuaciones del IPCC, así que, podría asumirse que se termina usando en un 100% de forma directa la metodología del IPCC.

Con respecto a las emisiones indirectas el 64% de los estudios hacen uso de Bibliografía, el 21% usa el software Ecoinvent, el 14% SIMAPRO, además, se hizo uso de otros softwares como GLEAM, AACREA, CIPIL y IFCN TIPI-CAL. Sin embargo, cabe resaltar que aquellos que usaron Bibliografía también usan algunos de los otros softwares mencionados.

**Tipo de alimento**

En el 50% de los estudios la alimentación de los animales se realizó con pasto más suplementación, el 43% de los trabajos consideró una alimentación intensiva y sólo en uno de los trabajos (el cual representa el 7%) la dieta alimenticia de los animales fue sólo en base a pasto. Los sistemas de producción evaluados incluyen sistemas intensivos o en confinamiento, sistema semi-extensivos, extensivo o pastoreo y sistemas silvopastoriles.

**Asignación**

El 43% de los estudios no especifica asignación, mientras que el 29% fueron asignadas por masas, 21% por asignación económica y 7% por asignación biológica. Cederberg y Stadig (2003) encontraron que la expansión del sistema (forma alterna de producir co-productos), así como otros métodos de asignación (biológica, económica) influían considerablemente en el impacto ambiental de la producción de leche. Por otro lado, la elección de los factores de emisión para calcular las emisiones de metano de la fermentación entérica y óxido nitroso de las excretas podrían generar HC similares aún en sistemas ganaderos muy distintos, así que se recomienda utilizar factores de emisión específicos de la zona (Flysjö *et al.*, 2011).

**Potencial de Calentamiento**

Todos los trabajos utilizan como base de potencial de calentamiento global (PCG) al $CO_2$, el cual es 1. El 43% de los trabajos analizados en este estudio utilizaron PCG: 25 para $CH_4$ y 298 para $N_2O$; mientras que, el 29% de los trabajos consideran: 21 para $CH_4$ y 310 para $N_2O$, y sólo el 21% de los estudios (entre los cuales se encuentra un estudio anterior nuevamente, pues utilizó 2 PCG en su estudio) reportaron con: 34 para metano y 298 para óxido nitroso.

**Unidad Funcional**

El 43% de los estudios analizados consideraron únicamente como UF kg de leche, mientras que el 21% utilizaron solamente kg de leche corregida a energía (LCE), así también otro 21% de los trabajos sólo usaron kg de leche corregida a grasa y proteína (LCGP), entre tanto, el 14% de estudios consideró más de una UF.

En los trabajos analizados se encontró que para kg de $CO_2$ eq/kg de leche el valor más bajo fue de 0.46 (Frank, 2014) y el más alto de 2.3 (Celis *et al.*, 2018). Mientras que, para kg de $CO_2$ eq/kg de LCE los valores fueron de 0.535 y 5.74, el máximo y mínimo, respectivamente. Entre tanto, con respecto a kg de $CO_2$ eq/kg de LCGP el menor valor encontrado fue de 0.95 y el mayor de 2.34. Estos valores están dentro del promedio mundial de 2.3 kg de $CO_2$-eq por kg de leche corregida por grasa y proteína reportado por la FAO (2010). Un estudio llevado a cabo en 27 países de la unión europea por Lesschen *et al.* (2011) reportó una emisión de 1.3 kg de $CO_2$-eq / kg de leche. Mientras que, Hagemann *et al.* (2012) indican valores de 0.98 y 2.69 kg $CO_2$-eq /kg LCGP. Rotz *et al.* (2010) reportan en USA una HC de 0.53 kg $CO_2$-eq /kg de LCE; Basset-Mens *et al.* (2009) en New Zealand calcularon 0.93 kg $CO_2$-eq /kg de LCE y Del Prado *et al.* (2013) reportaron en España 1.2 $CO_2$-eq /kg de LCE.

**Metodología de evaluación de la huella de carbono utilizada en los estudios analizados:**

- Las evaluaciones en todos los casos consideran el uso de la herramienta ACV sólo evaluando el impacto de calentamiento global por tratarse de un análisis de huella de carbono.

- Los inventarios para sus análisis consideraron datos sobre el uso de recursos, consumo de energía, emisiones y productos de cada actividad en los sistemas de producción de leche evaluados. Esto incluye emisiones directas e indirectas de $CO_2$, $CH_4$ y $N_2O$. Emisiones directas como emisiones de $CO_2$ de la combustión de combustible por los motores del tractor y otras máquinas requeridas para el cultivo, la alimentación del ganado, el manejo del estiércol; emisiones de $CH_4$ proveniente de fermentación entérica, almacenamiento de estiércol y estiércol en pastos; emisiones de $N_2O$ proveniente de la producción de cultivos agrícolas y pastizales, del almacenamiento de estiércol, fertilizantes y quema de combustible. Las emisiones indirectas provienen de la producción de combustible, maquinaria, fertilizantes, pesticidas y plásticos utilizados en la producción de alimentos, nutrición de animales y manejo del estiércol.

**Implicancias de la evaluación de la huella de carbono**.

- La evaluación de la HC permitirá identificar y desarrollar estrategias para reducirla.

- La reducción de la HC puede ayudar a disminuir el impacto de la ganadería sobre el calentamiento global, así como, lograr un sistema de producción de leche más eficiente y sostenible.

- Permitirá producir un producto que genere menos intensidad de emisión de GEI, el cual constituye un factor de diferenciación (ingreso a mercado global).

- Comparar y monitorear las emisiones de GEI de los diferentes sistemas de producción entre países y regiones.

## CONCLUSIONES

La evaluación comparativa de la huella de carbono entre países y/o regiones debe realizarse teniendo en consideración que la metodología para su cálculo no siempre es la misma, debido a que utiliza factores de emisión de GEI estandarizados o desarrollados por propios países, así como, diferentes formas de asignación de la carga ambiental a los co-productos de la producción de leche y diferente unidad funcional.

Factores metodológicos como el tipo de asignación y la UF ejercen influencia en los resultados reportados, y son los que determinan principalmente una mayor o menor HC de la leche al momento de la evaluación y reporte, por lo que deberían tenerse en consideración, así también, el uso de diferentes softwares de medición indirecta.

La cuantificación de la huella de carbono de la producción de leche permite evaluar las cargas ambientales de esta actividad, así como identificar e implementar estrategias de mitigación a lo largo del proceso de producción que permitan reducir su impacto ambiental.

## LITERATURA CITADA

Bartl, K., C. A. Gómez and T. Nemecek. 2011. Life cycle assessment of milk produced in two smallholder dairy systems in the highlands and the coast of Peru. Journal of Cleaner Production 19: 1494-1505.

Basset-Mens, C., S. Ledgard and M. Boyes. 2009. Eco-efficiency of intensification scenarios for milk production in New Zealand. Ecol Econ. 68: 1615-1625.

Castro, A. 2014. Estimación de la huella de carbono en la producción de queso fresco para la eco-región pampeana, Argentina. Tesis Ing. Recursos Naturales y Medio Ambiente. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de la Pampa. Argentina.

Cederberg, C. and M. Stadig. 2003. System Expansion and Allocation in Life Cycle Assessment of Milk and Beef Production. The International Journal of LCA. 6: 350-356.

Celis, J. E., L. Mardones and R. Allende. 2013. Empiric aproximation for the carbon footprint determination from a semi intensive dairy farm in Chile. Annals of Agrarian Science 11: 58-62.

Cunha, C. S., N. L. Lopes, C. M. Veloso, LAG. Jacovine, T. R. Tomich, L. G. R. Pereira and M. I. Marcondes. 2016. Greenhouse gases inventory and carbón balance of two dairy system obtained from two methane estimation methods. Science of the Total Environment 571: 744-754.

De Léis, C. M., E. Cherubini, C. Favarini, V. Prudêncio, V. Do Nascimento, A. Spies and S. R. Soares. 2015. Carbon footprint of milk production in Brazil: a comparative case study. Int J Life Cycle Assess 20: 46-60.

Del Prado, A., K. Mas, G. Pardo and P. Gallejones. 2013. Modelling the interactions between C and N farm balances and GHG emissions from confinement dairy farms in northern Spain. Science of The Total Environment 465: 156-165.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2010. Greenhouse Gas Emissions from the Dairy Sector, A Life Cycle Assessment, Rome, Italy.

Flysjö, A., M. Henriksson, C. Cederberg, S. Ledgard and J. Englund. 2011. The impact of various parameters on the carbon footprint of milk production in New Zealand and Sweden. Agricultural Systems104: 459-469.

Frank, F., G. Montero, F. Ricard, V. Sirotiuk y E. Viglizzo. 2014. La huella de carbono en la agroindustria. Editado por Ernesto Viglizzo - 1a ed. Anguil, La Pampa: Ediciones INTA, ISBN 978-987-521-473-6

Gerber, P. J., H. Steinfeld, B. Henderson, A. Mottet, C. Opio, J. Dijkman, A. Falcucci and G. Tempio. 2013. Tackling climate change through livestock: A Global Assessment of Emissions and Mitigation Opportunities. FAO, Rome.

Gimenez, G. D., F. C. Frank y P. R. Marini. 2018. Huellas de carbono y de agua en tambos con diferentes estrategias de intensificación. U.N.R Journal. Año 10 Vol 02. Ciencias Agropecuarias.

Hagemann, M., T. Hemme, A. Ndambi, O. Alqaisi and M. Sultana. 2011. Benchmarking of greenhouse gas emissions systems of bovine milk production for 38 countries. Anim. Feed Sci. Tech. 166-167: 46-58.

IPCC, 2007. Climate change 2007: Synthesis report. Contribution of working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Available from: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/contents.html

IPCC. 2006. Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. IGES, Japón.

Lesschen, J. P., M. Van den Berg, H. J. Westhoek, H. P. Witzke and O. Oenema. 2011. Greenhouse gas emission profiles o European livestock sectors. Anim. Feed Sci. Tech. 166-167:16-28.

Lizarralde, C., V. Picasso, A. Rotz, M. Cadenazzi and L. Astigarraga. 2014. Practices to reduce milk carbon footprint on grazing dairy farms southern uruguay: Case Studies. Sustainable Agriculture Research 3(2).

Rendón-Huerta, J. A., J. M. Pinos-Rodríguez, E. Kebreab, J. C. García López and J. G. Vicente. 2018. Comparison of greenhouse gas emissions from Mexican intensive dairy farms. South African Society for Animal Science 48: 48-55.

Rueda-Quiroz, L. D., J. J. Ojeda-Carrasco, E. Espinosa-Ayala, P. A. Hernández-García. 2018. Avances de la investigación sobre producción animal y seguridad alimentaria en México. 719-724 p. ISBN: 978-607-542-022-6

Rivera, J. E., F. A. Arenas, R. Rivera, L. M. Benavides, J. J. Sánchez y R. Barahona. 2014. Análisis de ciclo de vida en la producción de leche: comparación de dos hatos de lechería especializada. Livestock Research for Rural Development 26 (6).

Rivera, J. E., J. Chara y R. Barahona. 2016. Análisis del ciclo de vida para la producción de leche bovina en un sistema silvopastoril intensivo y un sistema convencional en Colombia. Tropical and Subtropical Agroecosystems 19: 237-251.

Rotz, C. A., F. Montes, D. S. Chianese. 2010. The carbon footprint of dairy production systems through partial life cycle assessment. J. Dairy Sci. 93: 1266-1282.

Van Hyfte, H. 2014. Carbon Footprint of milk produced in extensive and intensive dairy production systems in Peru and potential or mitigation through diet optimization. Thesis Master degree. Faculty of Bioscience Engineering. Ghent University.

Wiedmann, T. 2009. Carbon Footprint and Input-Output Analysis - An Introduction. Economic Systems Research 21: 175-186.

**Anexo 1**

**Cuadro 1.** Estudios de la huella de carbono de la producción de leche en Latinoamérica.

| Autor | País | Inventario de Emisiones | | Comparación | Asignación | Potencial de Calentamiento global | Kg de CO2-eq por kg UF |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Directas | Indirectas | | | | |
| Giménez *et al.*, 2018. | Argentina | Software AACREA | Software AACREA | Pastoreo + suplementación de concentrado | No especificada | CO2=1, CH4= 21, N2O=310 | 0.98/kg Leche |
| | | | | Pastoreo + suplementación de concentrado | | | 0.85/kg Leche |
| | | | | Pastoreo + suplementación de concentrado | | | 0.99/kg Leche |
| | | | | Pastoreo + suplementación de concentrado | | | 0.95/kg Leche |
| Castro, 2014. | Argentina | IPCC (2006) | Bibliografía | Pastoreo + suplementación de concentrado | De masas | CO2=1, CH4= 21, N2O=310 | 0.92/kg Leche |
| Frank, 2014. | Argentina | IPCC (2006) | Bibliografía | Pastoreo + suplementación de concentrado | De masas | CO2=1, CH4= 21, N2O=310 | 0.46/kg Leche |
| Cunha *et al.*, 2018. | Brasil | IPPC (2006) | Bibliografía | Intensivo semi-confinado | No especificada | CO2=1, CH4= 24, N2O=298 | 0.86/kg Leche |
| | | | | Semi-intensivo, pastoreo | | | 1.02/kg Leche |
| Léis *et al.*, 2015. | Brasil | IPCC (2006) | Software SIMAPRO | Intensivo | De masas | CO2=1, CH4= 25, N2O=298 | 0.535/ kg LCE |
| | | | | Semi-intensivo | | | 0.778/ kg LCE |
| Celis *et al.*, 2018 | Chile | IPPC (2006) | Ecoinvent (2010) Bibliografía, IPCC | Pastoreo | No especificada | CO2=1, CH4= 25, N2O=298 | 0.738/ kg LCE |
| | | | | Semi-intensivo (pastoreo + confinamiento) | | | 2.3/kg Leche |
| Rivera *et al.*, 2014. | Colombia | IPCC (2006) Bibliografia | Ecoinvent (2010) | Pastoreo + Suplementación (Holstein) | No especificada | CO2=1, CH4= 23, N2O=298 | 1.61/kg LCGP |
| | | | | Pastoreo + Suplementación (Holstein cruzado) | | | 1.76/kg LCGP |
| Rivera *et al.*, 2016. | Colombia | IPCC (2006) Ecoinvent (2010) | Ecoinvent (2010) Bibliografía | Sistema Silvopastoril intensivo | De masas | CO2=1, CH4= 21, N2O=310 | 1.68/kg LCE, 2.05/kg LCGP |
| | | | | Pastoreo + Suplementación | | | 1.92/ kg LCE, 2.34/kg LCGP |
| Rueda-Quiroz *et al.*, 2018. | México | | GLEAM | Concentrado más suplementación (5 dietas diferentes) | No especificada | CO2=1, CH4= 34, N2O=298 | 1.92/Kg LCGP |
| | | | | | | | 1.8/kg de LCE |

Continuación

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rendón-Huerta *et al*., 2018. | México | COWPOLL, IPCC (2006) | Bibliografía | Intensificación baja<br>Intensificación media<br>Intensificación alta | No especificada | CO2=1, CH4= 34, N2O=298 | 1.40/kg Leche<br>1.02/kg Leche<br>1.00/kg Leche |
| Van, 2014. | Perú | IPCC (2006) | Bibliografía | Intensivo (Costa)<br>Pastoreo + Suplementación (Sierra) | Económica | CO2=1, CH4= 25/34, N2O=298 | 1.05/kg LCGP<br>0.95/kg LCGP |
| Bartl *et al*., 2011. | Perú | IPPC (2006)<br>Bibliografía | Software SIMAPRO | Pastoreo (Sierra)<br>Intensivo (Costa) | Económica | CO2=1, CH4= 25, N2O=298 | 5.74/ kg LCE<br>1.74/ kg LCE |
| Lizarralde, 2014. | Uruguay | IDF (2010)<br>IPCC (2006) | Software CIPIL<br>Bibliografía | Pastoreo más suplementación durante el ordeño | Biológica | CO2=1, CH4= 25, N2O=298 | 0.99/kg LCGP |
| Hagemann *et al*., 2011. | Varios | Bibliografía. IPCC, 2007 | Software IFCN TIPI-CAL. Bibliografía | Pastoreo<br>Pastoreo<br>Pastoreo<br>Pastoreo<br>Pastoreo<br>Pastoreo | Económica | CO2=1, CH4= 25, N2O=298 | 1.3/ kg LCE<br>1.1/ kg LCE<br>1.4/ kg LCE<br>1/ kg LCE<br>0.9/ kg LCE<br>1.6/ kg LCE |

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# RUMIANTES MAYORES

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# PROTOTIPOS PRELIMINARES DE BOLOS INTRARRUMINALES DE LIBERACIÓN CONTROLADA DE MINERALES TRAZA PARA RUMIANTES

# [PRELIMINARY PROTOTYPES OF INTRARRUMINAL BOLUSES OF CONTROLLED RELEASE OF TRACE MINERALS FOR RUMINANTS]

**M. León- Cruz[1§], J. E. Ramírez-Bribiesca[1], L. Jiménez-Miranda[1], R. López-Arellano[2]**

[1]Programa de Ganadería. Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Km 36.5 Carr. México-Texcoco, CP. 56230. México. [2]Facultad de Estudios Superiores, Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México. [§]Autor para correspondencia: (leon.misael@colpos.mx).

## RESUMEN

Como alternativa para suplemento de minerales traza se diseñaron y ensayaron bolos intrarruminales de liberación controlada en fermentación *in vitro*. Se fabricaron tres tipos de bolos con el método de granulación por fusión y consistieron en T1: 20% cutina + 10% DITAB + 0% Fe, T2: 30% cutina + 0% DITAB y T3: 10% cutina + 5% DITAB + 5% Fe. Por cada 100 g de peso contenían 10.8% Cu, 32.4% Zn, 0.11% Co y 0.6% Se. Los bolos con media de peso inicial de 32.174 g se sumergieron por triplicado en solución amortiguadora con pH 6.5 y se incubaron a 39.5 °C en el aparato Daisy Ankom durante siete días. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar. La erosión total y diaria presentó diferencias estadísticas ($p < 0.05$), el T3 tuvo mayor erosión con 0.902 g bolo$^{-1}$ y 0.129 g bolo$^{-1}$ día$^{-1}$, respectivamente. La tasa de liberación teórica también fue mayor ($p < 0.05$) para T3 vs. T1, obteniendo liberaciones de 13.931 mg de Cu, 41.793 mg de Zn, 0.141 mg de Co y 0.773 mg Se día$^{-1}$ bolo$^{-1}$. Se concluye que las fuentes empleadas para formar la matriz de liberación son adecuadas para la fabricación de bolos intrarruminales de liberación controlada de los minerales traza.

**Palabras clave:** Cutina, erosión, granulación por fusión.

## ABSTRACT

As an alternative for trace mineral supplement, intrarruminal controlled release boluses were designed and tested in *in vitro* fermentation. Three types of boluses were manufactured using the melt granulation method and consisted of T1: 20% cutin + 10% DITAB + 0% Fe, T2: 30% cutin + 0% DITAB and T3: 10% cutin + 5% DITAB + 5% Fe. For each 100 g of weight they contained 10.8% Cu, 32.4% Zn, 0.11% Co and 0.6% Se. The boluses with average initial weight of 32.174 g were immersed in triplicate in buffer solution with pH 6.5 and incubated at 39.5 ° C in the Daisy Ankom apparatus for seven days. A completely randomized experimental design was used. Total and daily erosion showed statistical differences ($p < 0.05$), T3 had greater erosion with 0.902 g bolus$^{-1}$ and 0.129 g bolus$^{-1}$ day$^{-1}$, respectively. The theoretical release was also higher ($p < 0.05$) for T3 vs. T1, obtaining releases of 13.931 mg of Cu, 41.793 mg of Zn, 0.141 mg of Co and 0.773 mg Se day$^{-1}$ bolus$^{-1}$. It is concluded that the sources used to form the release matrix are adequate for the manufacture of intrarruminal boluses of controlled release of trace minerals.

**Index words**: Cutin, erosion, melt granulation.

## INTRODUCCIÓN

La deficiencia de minerales traza en rumiantes, como el cobre (Cu), zinc (Zn), cobalto (Co) y selenio (Se), está relacionada con reducción del crecimiento, infertilidad, disminución en la tasa de concepción, estro anormal, aborto, reducción del tamaño testicular y alteración en la formación de los espermatozoides (McDowell y Arthington, 2005), además afectan la salud del animal, que conducen a mayor tasa de mortalidad (Kendall *et al*., 2001; Kendall *et al*., 2012). La deficiencia ocurre con mayor frecuencia en rumiantes en pastoreo donde el uso de suplementos minerales es escaso, a excepción de la sal común, y dependen exclusivamente de los forrajes para cubrir sus requerimientos nutricionales. En México, diversos estudios han revelado deficiencias severas de P, Cu, Zn y Se en suelos, forrajes y suero sanguíneo de bovinos (Ramírez-Orduña *et al*., 2005; Martínez, 2006; Gámez, 2009; Arteaga, 2014), y bajas concentraciones de Se en pequeños rumiantes (Ramírez-Bribiesca *et al*., 2001). Es por ello, que se debe proveer minerales traza a través de métodos eficaces para corregir las deficiencias en los rumiantes.

Los bolos intrarruminales de liberación controlada son la estrategia más indicada para corregir deficiencias de minerales traza en ovinos y bovinos en pastoreo (Blanco *et al*, 2000). Estos proporcionan al animal una dosis constante del mineral durante largo periodo de tiempo, de modo que una sola aplicación asegure la cobertura adecuada del elemento mineral durante seis y hasta doce meses. Entre los beneficios de los bolos de liberación controlada incluye: aumento de la concentración del mineral en plasma (Kendall *et al*., 2001), mejora la calidad del semen de los corderos (Kendall *et al*., 2000), favorece la respuesta inmune humoral (Kendall *et al*., 2012), mejora la calidad del calostro en vacas lecheras (Glauber *et al*., 2010), disminuye la incidencia de infecciones uterinas y aumenta la producción de leche (Pulgar *et al*., 2013), y se obtienen mejoras en los parámetros reproductivos (Moeini *et al*., 2003). Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue diseñar y evaluar en fermentación *in vitro* la erosión de bolos intrarruminales de liberación controlada para suplementar Cu, Zn, Co y Se a rumiantes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los bolos fueron elaborados en el área de Farmacia de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FES-C) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Se fabricaron tres tipos de bolos T1: 20% cutina + 10% DITAB + 0% Fe, T2: 30% cutina + 0% DITAB + 0% Fe y T3: 10% cutina + 5% DITAB + 5% Fe. Las formulaciones incluyeron sulfato de cobre ($CuSO_4$), óxido de zinc (ZnO), óxido de cobalto ($Co_3O_4$) y selenito de sodio ($Na_2SeO_3$). Por cada 100 g contenían 10.8% Cu, 32.4% Zn, 0.11% Co y 0.6% Se. Para la elaboración se utilizó el método de granulación por fusión descrito por Rodríguez (2006) que consistió en fundir la cutina a temperatura entre 80-90 °C, posteriormente se añadió la mezcla de las fuentes minerales, el DITAB y el Fe, y fueron tamizados en una malla # 12 para obtener el granulo adecuado. Finalmente, los bolos se obtuvieron por compresión en una prensa hidráulica empleando 3 t por 30 segundos.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

En la prueba *in vitro* se utilizaron 9 bolos, tres por cada tratamiento distribuidos aleatoriamente en 100 ml de solución amortiguadora con pH 6.5 y se incubaron en el Aparato Daisy Ankom a 39.5 °C durante siete días. La solución amortiguadora consistió en saliva de McDougall y liquido ruminal con una relación 4:1, ajustada al pH deseado con ácido clorhídrico al 2N. El cambio de la solución amortiguadora y el monitoreo del peso de los bolos se realizó a las 72 h en una balanza granataria digital. La erosión total del bolo (ETB) se obtuvo restándole al peso inicial el peso final por tratamiento y repetición y la erosión diaria se calculó dividiendo la ETB entre los días de duración del experimento. Para la liberación teórica de minerales traza se consideraron los valores de erosión diaria de los bolos, de acuerdo a los porcentajes de inclusión de las fuentes minerales. Los datos se analizaron mediante análisis de varianza para un DCA, con el procedimiento GLM del programa SAS versión 9.4. Las medias de los tratamientos se compararon con la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1 presenta los valores promedios de las variables evaluadas. El promedio de la ETB fue diferente ($p < 0.05$) entre T1 (0.275 g bolo$^{-1}$) y T3 (0.902 g). Sin embargo, T2 fue similar a T1 y T3 ($p > 0.05$). Este comportamiento indica que la matriz de liberación constituida con 20% de cutina + 10% de DITAB (T1) le proporcionó mayor firmeza y dureza al bolo. Respecto a los bolos de T3 que incluyó 20% de cutina + 5% DITAB + 5% Fe, presentaron mayor erosión en la superficie y se tornaron a una coloración marrón, esto debido a las reacciones químicas del Fe. Por lo tanto, se cree que el tamaño de la partícula liberada fue mayor respecto a T1 y T2. No obstante, T2 presentó erosión intermedia, pues su matriz de liberación fue constituida solo con 30% de cutina.

**Cuadro 1**. Erosión y liberación teórica de bolos intrarruminales de liberación controlada con minerales traza por fermentación *in vitro.*

| Tratamientos | Peso inicial (g) | Erosión total (g bolo$^{-1}$) | Erosión diaria (g bolo$^{-1}$ día$^{-1}$) | Liberación diaria (mg día$^{-1}$ bolo$^{-1}$) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Cobre | Zinc | Cobalto | Selenio |
| T1 | 32.208 | 0.275$^{b}$ | 0.039$^{b}$ | 4.252$^{b}$ | 12.755$^{b}$ | 0.043$^{b}$ | 0.236$^{b}$ |
| T2 | 31.910 | 0.626$^{ab}$ | 0.089$^{ab}$ | 9.669$^{ab}$ | 29.006$^{ab}$ | 0.098$^{ab}$ | 0.537$^{ab}$ |
| T3 | 32.403 | 0.902$^{a}$ | 0.129$^{a}$ | 13.931$^{a}$ | 41.793$^{a}$ | 0.141$^{a}$ | 0.773$^{a}$ |
| EEM | - | 0.063 | 0.009 | 0.9741 | 2.9224 | 0.0099 | 0.0541 |

Medias de los tratamientos en la misma columna con la misma literal no son diferentes ($p > 0.05$); EEM: Error estándar de la media.

La erosión diaria de los bolos fue mayor ($p < 0.05$) para T3 vs. T1 (0.129 g bolo$^{-1}$ día$^{-1}$ vs. 0.039 g bolo$^{-1}$ día$^{-1}$). T2 no presentó diferencias estadísticas ($p > 0.05$) respecto a T1 y T3. Estos resultados difieren con Jaimes (2009), quien reportó degradaciones de 4.57 g bolo$^{-1}$, posiblemente se deba a que la matriz de liberación estuvo compuesta principalmente por carragenina. La liberación diaria también fue mayor ($p < 0.05$) para T3 vs. T1, obteniendo liberaciones de 13.931 mg de Cu, 41.793 mg de Zn, 0.141 mg de Co y 0.773 mg Se día$^{-1}$ bolo$^{-1}$. Estos valores difieren a los reportados por Hemingway *et al*. (1997), con 62 mg Cu, 55 mg Zn, 1.08 mg Co y 0.56 mg Se

día$^{-1}$. Sin embargo, los bolos utilizados por Hemingway *et al*. (1997) tenían mayor concentración mineral y la liberación correspondió a dos bolos sumergidos en vacas con cánulas. Por lo tanto, podemos suponer que al extrapolar al doble las dimensiones de los bolos y evaluar dos bolos de manera conjunta, las liberaciones aumentarían proporcionalmente. De acuerdo a Telfer *et al*. (1984) la tasa de liberación no debe ser mayor a 25 mg cm$^{-2}$ día$^{-1}$, lo que hace posible que el bolo suministrado al rumiante pueda liberar los minerales traza hasta por más de un año, en el presente trabajo los bolos del tratamiento 3 obtuvieron una tasa de liberación de 3.678 mg cm$^{-2}$ día$^{-1}$.

## CONCLUSIONES

Las formulaciones desarrolladas son adecuadas para la elaboración de bolos intrarruminales de liberación controlada con minerales traza, además cumplen con la densidad superior a 2.0 g cm$^{-3}$ para asegurar su permanencia en el retículo-rumen. Los bolos de T2 y T3 presentaron mejor erosión y liberación de minerales traza con posibilidades de abatir la deficiencia de estos minerales en los rumiantes en pastoreo. Sin embargo, es recomendable realizar pruebas de comportamiento, para medir el efecto de los bolos sobre el perfil mineral de los rumiantes.

## LITERATURA CITADA

Arteaga, C. V. 2014. Estado nutricional del ganado y acumulación de forraje en una unidad de producción de becerros. Tesis de Maestría. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 81 p.

Blanco, O. M. A., S. A. K Spross y M. R. Rosiles. 2000. Evaluación de comprimidos intrarruminales de selenio por concentración sanguínea y lanar de corderas semiestabuladas. Veterinaria México 31(2): 121-127.

Gámez, B. J. R. 2009. Diagnóstico del estado mineral de bovinos en San Juan del Rio, Choapam, Oaxaca. Tesis de Maestría. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 66 p.

Glauber, C. E., A. Recoulat y A. Bernardi. 2010. Efecto de bolos intrarruminales con aporte vitamínico-mineral sobre la respuesta productiva peripartal en vacas lecheras. Vet. Arg. 27(270).

Hemingway, R. G., J. J. Parkins and N. S. Ritchie. 1997. Sustained-release boluses to supply trace elemnts and vitamins to calves. The Veterinary Journal 153:221-224.

Jaimes, M. J. 2009. Evaluación de sales de selenio orgánico y bolos intra-ruminales de sales de selenio inorgánico. Tesis de Maestría. Programa de maestría en ciencias de la Producción y de la Salud Animal. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM. 127 p.

Kendall, N. R., A. M. Mackenzie and S. B. Telfer. 2001. The effect of a copper, cobalt and selenium soluble glass bolus given to grazing sheep. Livestock Production Science 68:31-39.

Kendall, N. R., A. M. Mackenzie and S. B. Telfer. 2012. The trace element and humoral immune response of lambs administered a zinc, cobalt and selenium soluble glass bolus. Livestock Science 148: 81-86.

Kendall, N. R., S. McMullen, A. Green and R. G. Rodway. 2000. The effect of a zinc, cobalt and selenium soluble glass bolus on trace element status and semen quality of ram lambs. Animal Reproduction Science 62: 277-283.

Martínez, C. E. 2006. Diagnóstico y suplementación mineral de ganado bovino en condiciones tropicales. Tesis de Maestría. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 102 p.

McDowell, R. L. y J. D. Arthington. 2005. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. 4ª ed. Universidad de la Florida, Gainesville, Florida. USA.

Moeini, M. M., S. B. Telfer, and M. R. Sanjabi. 2003. The effect of cosecure® supplementation on the copper status and fertility of grazing holstein - friesian dairy cattle. Acta Vet scand Suppl 98:257.

Pulgar, A. R., V. R. Vera y C. E. Serrano. 2013. Efectos de la utilización de bolos intraruminales a base de oligoelementos, sobre indicadores reproductivos y productivos en vacas lecheras de alta producción. Sitio Argentino de Producción Animal. pp. 51-52.

Ramírez-Bribiesca, J. E., J. L. Tórtora, M. Huerta, A. Aguirre and L. M. Hernández. 2001. Diagnosis of selenium status in grazing dairy goats on the Mexican plateau. Small Ruminant Res. 41: 81-85.

Ramírez-Orduña, R., R. G. Ramírez, R. H. González and G. F. W. Haenlein. 2005. Mineral content of browse species from Baja California Sur, México. Small Ruminant Research 57: 1-10.

Rodríguez, G. A. 2006. Validación del proceso de fabricación de bolos intrarruminales de selenio inorgánico. Tesis de Licenciatura, Químico Farmacéutico Biólogo. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM.

Telfer, S. B., G. Zervas and P. Knott. 1984. Water soluble glass articles, their manufacture, and their use in the treatment of ruminant animals. United States Patent (4): 482-541.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS *in vitro* DE CONSORCIOS BACTERIANOS CELULOLÍTICOS OBTENIDOS DE DIFERENTES ESPECIES DE RUMIANTES

## *[In vitro* FERMENTATIVE CHARACTERISTICS OF BACTERIAL CELLULOLYTIC CONSORTIA OBTAINED FROM DIFFERENT SPECIES RUMINANTS]

**Gibran Sánchez-García[1], Paulino Sánchez-Santillán[2§], Nicolas Torres-Salado[2], Elias Hernández-Castro[1], Gregorio Sarabia-Ruiz[1], Liiana Aguilar-Marcelino[3]**

[1]Maestría en Ciencias Agropecuarias y Gestión Local, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Universidad Autónoma de Guerrero. Unidad Tuxpan: Km 2.5 Carretera Iguala-Tuxpan, Iguala, Gro. [2]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2, Universidad Autónoma de Guerrero. Km 197 Carretera Acapulco-Pinotepa Nacional. 41940. Cuajinicuilapa, Guerrero. México. [3]Área de Helmintología, CENID–Parasitología Veterinaria, Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agropecuaria y Ganadera-Helmintología, Jiutepec, Morelos. México. [§]Autor para correspondencia: (sanchezsantillanp@gmail.com).

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar las características fermentativas *in vitro* de consorcios bacterianos celulolíticos obtenidos de diferentes especies rumiantes. Los consorcios bacterianos celulolíticos (CBC) se obtuvieron del fluido ruminal de bovino, ovino, caprino y búfalo al realizar seis transferencias en un medio de cultivo selectivo con base en celulosa para obtener un CBC con capacidad de degradar celulosa. La prueba consistió en evaluar pH, nitrógeno amoniacal ($N\text{-}NH_3$), conteo de bacterias totales y degradación de materia seca (DMS) en medios de cultivo que contenían 0.1 g de celulosa y 9 mL de medio de cultivo inoculados con un tipo de CBC obtenido a las 24, 48 y 72 h incubados a 39 °C. El análisis estadístico fue un arreglo factorial 4x3 dentro de un diseño completamente al azar, usando origen de CBC y tiempos de fermentación como factores. Los resultados muestran una interacción entre factores y entre niveles de los factores ($p \leq 0.05$) para cada variable evaluada. El $CBC_{Caprino}$ mostró mayor DMS, $CBC_{Ovino}$ mayor pH y conteo de bacterias y $CBC_{Búfalo}$ mayor $N\text{-}NH_3$ ($p \leq 0.05$). En tiempo de fermentación la DMS aumentó y el pH disminuyó conforme incremento el tiempo de incubación ($p \leq 0.05$). El pH del medio inoculado con $CBC_{Ovino}$ no mostró diferencias en cada tiempo de incubación ($p > 0.05$). $CBC_{Caprino}$ mostró mayor DMS a partir de las 48 h de fermentación, respecto al resto de los CBC ($p \leq 0.05$). Se concluye, el consorcio bacteriano celulolítico obtenido de un caprino tiene la mayor capacidad de degradación de celulosa sin afectar las características fermentativas o población bacteriana total.

**Palabras clave:** Bovino, búfalo, caprinos, degradación de celulosa, ovinos.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the *in vitro* fermentative characteristics of bacterial cellulolytic consortia obtained from different ruminant species. The bacterial cellulolytic consortia (BCC) were obtained from the bovine, ovine, goat and buffalo ruminal fluid by carrying out six transfers in a selective cellulose-based culture medium to obtain a CBC capable of degrading

cellulose. The test consisted in evaluating pH, ammonia nitrogen (N-$NH_3$), total bacteria count and dry matter degradation (DMS) in culture media containing 0.1 g of cellulose and 9 mL of culture medium inoculated with a BCC type obtained at 24, 48 and 72 h incubated at 39 ° C. The statistical analysis was a 4x3 factorial arrangement within a completely randomized design, using BCC origin and fermentation times as factors. The results show an interaction between factors and between factor levels ($p \leq 0.05$) for each variable evaluated. The $BCC_{Goat}$ showed higher DMD, $BCC_{Ovine}$ higher pH and bacterial count and $BBC_{Buffalo}$ major N-$NH_3$ ($p \leq 0.05$). At the time of fermentation, the DMD increased and the pH decreased as the incubation time increased ($p \leq 0.05$). The pH of the medium inoculated with $BCC_{Ovine}$ showed no difference in each incubation time ($p > 0.05$). $BCC_{Goat}$ showed higher DMD after 48 h of fermentation, with respect to the rest of the BCC ($p \leq 0.05$). It is concluded that the cellulolytic bacterial consortium obtained from a goat has the highest cellulose degradation capacity without affecting the fermentative characteristics or total bacterial population.

**Index words:** Bovine, buffalo, cellulose degradation, goats, sheep.

## INTRODUCCIÓN

La técnica de producción de gas *in vitro* permite medir la degradación de un sustrato en tiempos determinados y los microorganismos ruminales son usados como inóculo para recrear las condiciones del rumen (Váradyová *et al*., 2005). La eficiencia de la degradación de sustratos celulósicos en rumen se debe a las enzimas producidas por bacterias y hongos. Las bacterias celulolíticas cultivadas en laboratorio del rumen son *Ruminococcus albus, Ruminococcus flavefaciens* y *Fibrobacter succinogenes* (Sánchez, 2014). Sin embargo, en la naturaleza los microorganismos coexisten en comunidades diversas y complejas denominadas consorcios que se componen de diferentes especies que interactúan entre sí y su entorno. Así mismo, realizan procesos fisiológicos interdependientes que un sólo organismo no podría efectuar (Torres *et al*., 2019). Los consorcios producen más de un producto y utilizan uno o varios sustratos como los carbohidratos estructurales y podrían ser una solución viable desde el punto de vista ecológico y económico para degradar la celulosa; ya que, consumen los azúcares solubles liberados por hidrólisis de la celulosa para producir ácidos orgánicos, $CO_2$ e $H_2$ (Torres *et al*., 2019). Así, el objetivo de este estudio fue evaluar las características fermentativas *in vitro* de consorcios bacterianos celulolíticos obtenidos de diferentes especies de rumiantes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2 de la Universidad Autónoma de Guerrero ubicado en el municipio de Cuajinicuilapa, Guerrero, México.

Medio de cultivo fluido ruminal (FR): Los componentes del medio fueron: 30 mL de fluido ruminal clarificado [líquido ruminal bovino fresco centrifugado 10 min a 12,857 x g y esterilizado (All American® 1941X, USA) 15 min a 121 °C y 15 psi], 5 mL de solución mineral I [6 g $K_2HPO_4$

(Sigma-Aldrich®) en 1000 mL de agua destilada], 5 mL de solución mineral II [6 g $KH_2PO_4$ (Sigma-Aldrich®) + 6 g $(NH_4)_2SO_4$ (Merck®) + 12 g NaCl (SigmaAldrich®) + 2.45 g $MgSO_4$ (Sigma-Aldrich®) + 1.6 g CaCl-$2H_2O$ (Sigma-Aldrich®) en 1000 mL de agua destilada], 0.1 mL de resarzurina a 0.1 % (Sigma-Aldrich®), 0.2 g de peptona de soya (Merck®), 0.1 g de extracto de levadura (Sigma-Aldrich®), 2 mL de solución cisteína-sulfido [2.5 g L-cisteína (Sigma-Aldrich®) en 15 mL de 2N NaOH (Meyer®) + 2.5 g de $Na_2S$-$9H_2O$ (Merck®) aforado en 100 mL de agua destilada], 5 mL de solución a 8 % de $Na_2CO_3$ (Merck®) y 52.6 mL de agua destilada. El medio se esterilizó 15 min en autoclave a 121 °C y 15 psi (Sánchez *et al.,* 2016).

Consorcios bacterianos celulolíticos (CBC): Previo al muestreo, el bovino, la búfalo, la cordera y la cabra permanecieron en un periodo de adaptación de 60 días en una pradera de pangola (*Digitaria decumbes*) sin recibir suplemento. Los procesos de inoculación y preparación de medios de cultivo selectivos celulolíticos se realizaron bajo flujo continuo de $CO_2$ para conservar condiciones de anaerobiosis. Nueve mL de medio de cultivo estéril se agregaron a tubos de ensaye (Pirex®, México; 18x150 mm) que contenían 0.1 g de celulosa grado técnico (Meyer®) y se mantuvieron en una incubadora (Ecoshel 9082, México) a 39°C por 24 h para verificar esterilidad. El fluido ruminal (FR) se obtuvo de las especies rumiantes antes mencionadas mediante una sonda esofágica. Los fluidos ruminales se centrifugaron 3 min a 1157 x g (Metrix Velocity 14, USA). El sobrenadante del FR se recuperó y en condiciones de una campana de bioseguridad (Labconco®, USA) se utilizó como inóculos. A un tubo (triplicado) con medio celulosa estéril se agregó un mL de un tipo de inóculo y se incubó a 39 °C por 7 d; un mL de este medio inoculado se transfirió a otro tubo con medio y celulosa y se incubó a 39 °C por 7 d, este proceso se repitió seis veces para obtener un consorcio de bacterias celulolíticas (CBC) capaces de degradar la celulosa.

Prueba de producción de gas *in vitro*: En tubos de ensaye (Pirex®, México; 18x150 mm) se pesaron 0.1 g de celulosa (Meyer®) y se adicionaron 9 mL de medio. Los tubos se inocularon con 1 mL de un tipo de consorcio bacteriano celulolítico (bovino, búfalo, caprino y ovino) y se incubaron a 39 °C por 72 h. El pH, el conteo de bacterias, nitrógeno amoniacal (N-$NH_3$) y la degradación de la materia seca (DMS) se determinaron a las 24, 48 y 72 h. El pH se midió con un potenciómetro (Hanna® HI2211, Italia; calibración: pH 7 y 4). Para la medición de la concentración de bacterias totales se mezcló un mL del medio contenido en la parte media del tubo y se colocó en un tubo de ensayo con 0.25 mL de formaldehido al 10 % (Sigma-Aldrich®). La cantidad de bacterias totales se calculó por conteo directo en una cámara Petroff-Hausser, utilizando un microscopio Olympus CX23 (Sánchez *et al*., 2016).

Para determinar N-$NH_3$, 1 mL del medio contenido en los tubos se mezcló con 0.25 mL de ácido metafosfórico (Meyer®) al 25 % (proporción 4:1) y se centrifugó 25 min a 3500 x g y el sobrenadante se recuperó en viales de 2 mL. Un volumen de 20 µL de este sobrenadante se mezcló con 1 mL de solución fenol [10 mg de $Na_2$ (NO) Fe $(CN)_5$. $H_2O$ (Meyer®) + 10 g de cristales de fenol (Meyer®) aforado en 1000 mL de agua destilada] y 1 mL de solución hipoclorito [7.5 g de NaOH (Reasol®) + 21.3 g de $Na_2HPO_4$ (Meyer®) + 15 mL de hipoclorito (5 %; Reasol®) se aforo a 1000 mL con agua destilada]. La mezcla se incubó 30 min a 37°C en baño maría. Posteriormente, 5 mL de agua destilada se adicionaron para diluir y se agitaron con un vórtex (Genie 2 G-560,

USA). La absorbancia se midió a 630 nm en un espectrofotómetro UV-VIS (Jenway® 6850, USA) calibrado con un método ($r^2$ = 0.99999) de concentración de nitrógeno amoniacal según McCullough (1967). Por último, la degradación *in vitro* de la materia seca (DMS) se calculó al recuperar por filtración en papel Whatman No. 541 el sustrato no degradado, se secó a 60 °C por 72 h en una estufa (Felisa® FE-293ª, México) y se pesó para estimar por diferencia el sustrato degradado.

Los resultados de las variables se analizaron con un arreglo factorial 4x3 dentro de un diseño completamente al azar (9 repeticiones independientes por interacción); usando al origen del consorcio bacteriano celulolítico (búfalo, bovino, ovino y caprino) y tiempo de fermentación (24, 48 y 72 h) como factores principales. Los datos se analizaron usando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS® (2011) y las diferencias de medias se analizaron usando la prueba de Tukey ($\alpha$ = 0.05).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los factores origen de los consorcios bacterianos celulolíticos y tiempos de fermentación mostraron diferencias entre niveles ($p \leq 0.05$) para cada variable evaluada en el presente estudio. Además, los factores mostraron interacción ($p \leq 0.05$) para cada una de las variables evaluadas. El $CBC_{Caprino}$ mostró la mayor degradación de materia seca (DMS; $p \leq 0.05$); lo que representó 83.4 % mayor DMS que el $CBC_{Bovino}$ y 300 % que los $CBC_{Búfalo}$ y $CBC_{Ovino}$ (Cuadro 1). La DMS fue incrementando conforme aumento el tiempo de fermentación ($p \leq 0.05$); de modo que, de 24 a 48 h se aumentó la DMS en 7.71 % y 4.22 % de 48 a 72 h (Cuadro 1). Cabe destacar, la interacción $CBC_{Caprino}$ a las 72 h presentó la mayor DMS; y que la interacción $CBC_{Bovino}$ a las 72 h no mostró diferencias ($p > 0.05$) con la interacción de $CBC_{Caprino}$ a las 48 h ($p \geq 0.05$); lo que indica, el $CBC_{Caprino}$ tuvo mayor capacidad de degradación de celulosa en menor tiempo que $CBC_{Bovino}$ (Cuadro 2). Resultados superiores fueron reportados por Sánchez *et al.* (2016); quienes reportaron 32.5 % de DMS en celulosa cristalina inoculada con bacterias celulolíticas conservadas con carbón activado; lo que representa 1.4 veces mayor degradación.

El pH del medio de cultivo mostró diferencias para cada CBC ($p \leq 0.05$). Por otro lado, a medida que aumentó el tiempo de incubación, el valor del pH disminuyo (Cuadro 1; $p \leq 0.05$). El medio de cultivo de la interacción $CBC_{Caprino}$ a las 72 h presentó el menor valor de pH, comparado con el resto de las interacciones (Cuadro 2; $p \leq 0.05$). Sin embargo, estos valores permanecen dentro del rango del pH ruminal, el cual oscila entre 5.5 y 7 (Araujo y Vergara, 2007) por lo que el origen de los CBC ni el tiempo de fermentación alteraría el pH ruminal. Ahora, las bacterias celulíticas requieren pH que no descienda de 6 para que no se inhiba su actividad enzimática (Sánchez y Cobos, 2016) por lo que en el presente estudio el pH no afecto las demás variables evaluadas al oscilar entre 6.46 y 6.89 (Cuadro 1 y 2).

**Cuadro 1.** Características fermentativas de los factores inoculo y tiempo de fermentación.

| Variables | pH | N-$NH_3$ (mg $dL^{-1}$) | [B] ($10^8$ células $mL^{-1}$) | DMS (%) |
|---|---|---|---|---|
| Inóculo | | | | |
| $CBC_{Bovino}$ | $6.68^{c}$ | $7.44^{b}$ | $5.13^{b}$ | $15.12^{b}$ |
| $CBC_{Búfalo}$ | $6.77^{b}$ | $8.85^{a}$ | $4.72^{b}$ | $5.91^{c}$ |
| $CBC_{Caprino}$ | $6.62^{d}$ | $6.98^{c}$ | $5.05^{b}$ | $22.73^{a}$ |
| $CBC_{Ovino}$ | $6.83^{a}$ | $7.23^{bc}$ | $6.65^{a}$ | $7.91^{c}$ |
| Tiempo de incubación | | | | |
| 24 | $6.78^{a}$ | $7.42^{b}$ | $5.54^{a}$ | $6.37^{c}$ |
| 48 | $6.71^{b}$ | $7.54^{b}$ | $5.65^{a}$ | $14.08^{b}$ |
| 72 | $6.68^{c}$ | $7.91^{a}$ | $4.98^{b}$ | $18.30^{a}$ |
| EEM | 0.014 | 0.097 | 0.120 | 1.181 |

a,b,c Medias con diferente literal en la misma columna indican diferencias ($p \leq 0.05$), CBC = consorcio bacteriano celulolítico, DMS = degradación de la materia seca, N-NH3 = nitrógeno amoniacal, [B] = conteo total de bacterias, EEM = error estándar de la media, pH = potencial de hidrogeno, Concentraciones iniciales: CBCBovino = 1.83x109 células mL-1, CBCBufalo = 2.16x109 células mL-1, CBCCaprino = 2.01x109 células mL-1, CBCOvino = 1.77x109 células mL-1.

La concentración de N-$NH_3$ del $CBC_{Caprino}$ es inferior al resto de los CBC ($p \leq 0.05$) y se observó un aumento progresivo conforme aumento el tiempo de fermentación (Cuadro 1). La interacción $CBC_{Ovino}$ a las 48 h fue menor ($p \leq 0.05$), mientras las interacciones del $CBC_{Búfalo}$ a las 48 y 72 h fueron mayores (Cuadro 2; $p \leq 0.05$). La concentración del N-$NH_3$ depende de la degradabilidad de las fracciones nitrogenadas (Torres *et al.*, 2019) y la eficiencia microbiana máxima ocurre entre 5 y 8 mg $dL^{-1}$ (González *et al.*, 2010), por lo que los resultados del presente estudio indican que la concentración de N-$NH_3$ no influyó en el resto de las variables evaluadas. El $CBC_{Ovino}$ presentó el mayor conteo de bacterias totales ($p \leq 0.05$) y la concentración aumento de las 24 a las 48 y se presentó una disminución a las 72 h (Cuadro 1).

La interacción $CBC_{Ovino}$ a las 24 y 48 h presentó el mayor conteo de bacterias totales ($p \leq 0.05$), mientras a los mismos tiempos de fermentación del $CBC_{Búfalo}$ cuantificaron el menor conteo ($p \leq 0.05$). Lo anterior, indica mayor proliferación de bacterias celulolíticas a partir de las 24 h porque se fermentan los carbohidratos estructurales (Herrera *et al.*, 2018) y el inóculo usado en el presente estudio fueron CBC.

**Cuadro 2.** Características fermentativas de la interacción entre inóculos y tiempo de fermentación.

| Inóculo | Tiempo incubación (h) | pH | N-$NH_3$ (mg $dL^{-1}$) | [B] ($10^8$ células $mL^{-1}$) | DMS (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| | 24 | $6.77^{bc}$ | $7.28^{cde}$ | $5.03^{de}$ | $5.34^{e}$ |
| $CBC_{Bovino}$ | 48 | $6.70^{cd}$ | $7.62^{bc}$ | $6.11^{bc}$ | $14.48^{c}$ |
| | 72 | $6.56^{e}$ | $7.42^{cd}$ | $4.25^{e}$ | $25.54^{b}$ |
| | 24 | $6.77^{bc}$ | $8.08^{b}$ | $4.17^{e}$ | $5.23^{e}$ |
| $CBC_{Búfalo}$ | 48 | $6.72^{bc}$ | $8.98^{a}$ | $4.40^{e}$ | $7.39^{de}$ |
| | 72 | $6.81^{ab}$ | $9.49^{a}$ | $5.60^{cd}$ | $5.12^{e}$ |
| | 24 | $6.77^{bc}$ | $7.27^{cde}$ | $5.60^{cd}$ | $6.31^{de}$ |
| $CBC_{Caprino}$ | 48 | $6.63^{de}$ | $6.97^{def}$ | $5.10^{de}$ | $24.20^{b}$ |
| | 72 | $6.46^{f}$ | $6.72^{ef}$ | $4.45^{e}$ | $37.70^{a}$ |
| | 24 | $6.80^{ab}$ | $7.05^{cdef}$ | $7.37^{a}$ | $8.61^{de}$ |
| $CBC_{Ovino}$ | 48 | $6.80^{ab}$ | $6.60^{f}$ | $6.97^{ab}$ | $10.26^{cd}$ |
| | 72 | $6.89^{a}$ | $8.03^{b}$ | $5.60^{cd}$ | $4.86^{e}$ |
| EEM | | 0.014 | 0.097 | 0.120 | 1.181 |

a,b,c,d,e,f Medias con diferente literal en la misma fila indican diferencias ($p \leq 0.05$), CBC = consorcio bacteriano celulolítico, DMS = degradación de la materia seca, N-NH3 = nitrógeno amoniacal, [B] = conteo total de bacterias, EEM = error estándar de la media, pH = potencial de hidrógeno. Concentraciones iniciales: CBCBovino = 1.83x109 células mL-1, CBCBufalo = 2.16x109 células mL-1, CBCCaprino = 2.01x109 células mL-1, CBCOvino = 1.77x109 células mL-1.

## CONCLUSIONES

El consorcio bacteriano celulolítico obtenido del caprino presentó la mayor capacidad de degradación de celulosa sin afectar las características fermentativas o población bacteriana total, lo que indica su capacidad para probarlo como probiótico para mejorar la degradación de forrajes en el trópico mexicano, mediante estudios *in vitro* e *in vivo* para evaluar dicha capacidad.

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el proyecto No. 253275 "Elaboración de un probiótico a partir de bacterias celulolíticas aisladas de búfalos de agua y bovinos para mejorar la degradación *in vitro* de los principales forrajes usados en la alimentación de rumiantes" de Ciencia Básica.

## LITERATURA CITADA

Araujo, F. O. y L. J. Vergara. 2007. Propiedades físicas y químicas del rumiante. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 15(1): 133-140.

González, G. H., R. de la R. Martínez, A. E. Orozco, H. N. Perea, B. M. López, C. L. Holguín, H. E. C. Hernández. 2010. Efecto del tipo de dieta y del grupo racial sobre el comportamiento digestivo en borregos: efecto del nivel de consumo y de la relación forraje, concentrado sobre el comportamiento digestivo en borregos. Colección Reportes Técnicos de Investigación. 2: 41.

Herrera, P., R. L. Vélez, S. P. Sánchez, S. N. Torres, G. A. Rojas y P. M. Maldonado. 2018. Fermentación *in vitro* de consorcios bacterianos celulolíticos ruminales de búfalos de agua en sustratos fibrosos. Revista MVZ Córdova 23(3): 6860-6870.

McCullough, H. 1967. The determination of ammonia in whole blood by a direct colorimetric method. Clínica Chimica Acta 17: 297-304.

Sánchez, S. P. 2014. Aislamiento de una bacteria ruminal celulolítica y su capacidad para mejorar la degradación *in vitro* de sustratos celulolíticos. (Tesis doctoral). Colegio de Postgraduados. Montecillos, Texcoco, Edo de México. 94 p.

Sánchez, S. P. y P. M. A. Cobos. 2016. Producción *in vitro* de ácidos grasos volátiles de bacterias celulolíticas reactivadas y bacterias ruminales totales en sustratos celulósicos. Agrociencia 50(5): 565-574.

Sánchez, S. P., P. M. A. Cobos, S. D. Hernández, A. I. Álvarado, V. D. Espinosa y H. J. G. Herrera. 2016. Uso de carbón activado para conservar bacterias celulolíticas liofilizadas. Agrociencia. 50(5): 575-582.

SAS. 2011. SAS/STAT Sofware. Versión 9.3. Cary, NC SAS, USA: Institute INC.

Torres, S. N., S. P. Sánchez, G. A. R. Rojas, B. I. Almaraz, P. J. Herrera, V. I. Reyes y M. F. J. Mayren. 2019. Producción de gas *in vitro* y características fermentativas de consorcios bacterianos celulolíticos ruminales de búfala de agua (*Bubalus bubalis*) y vaca suiz-bu. Agrociencia 53: 145-159.

Váradyová, Z., M. Baran and I. Zelenák. 2005. Comparison of two *in vitro* fermentation gas production methods using both rumen fluid and fecal inoculum from sheep. Animal Feed Science and Technology 123-124: 81-94.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# ESTIMACIÓN DE LA PARTICIÓN DE LA ENERGÍA BRUTA CONSUMIDA POR BOVINOS A PARTIR DE LA CUANTIFICACIÓN DE SUS EMISIONES DE METANO

# [ESTIMATION OF THE PARTITION OF THE GROSS ENERGY INTAKE IN CATTLE THROUGH METHANE EMISSIONS QUANTIFICATION]

**María Fernanda Vázquez-Carrillo[1], Octavio Alonso Castelán-Ortega[1§], Epigmenio Castillo-Gallegos[2], Hugo Daniel Pérez-Montelongo[1], Eduardo Cardoso-Gutiérrez[1]**

[1]Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México. C.P. 50090. [2]Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical. Km 7.5 Carretera Federal Martínez de la Torre-Tlapacoyan, Veracruz. C.P. 93600. [§]Autor para correspondencia: (oaco2002@yahoo.com.mx).

## RESUMEN

Conociendo el metabolismo de la energía y su fraccionamiento en los bovinos se pueden definir las necesidades energéticas y la capacidad de los alimentos para satisfacerlas, esto facilita el diseño de sistemas de alimentación con los que se puede predecir el balance energético del animal. El objetivo del estudio fue estimar la partición de la energía bruta consumida por el animal, la metabolicidad de la dieta y el factor *Ym* a través de la cuantificación de las emisiones de metano por la técnica de la cámara de respiración de circuito abierto. Se utilizaron cuatro bovinos de 206 ± 39.7 kg de peso vivo inicial; distribuidos en un diseño completamente al azar, asignados a dos dietas o tratamientos: La dieta A estuvo compuesta por 74% de ensilado de maíz + 26% de concentrado y la dieta B de 100% de ensilado de maíz. Se midió el consumo de materia seca (CMS, kg), producción y energía bruta de las heces (EB, MJ $kg^{-1}$ MS) y de metano (MJ $L^{-1}$ $CH_4$ $día^{-1}$), así como la digestibilidad (DIG, %) y EB de las dietas. Con dichos datos se calcularon la densidad energética de la dieta y energía digestible (EDi) y la energía metabolizable (EMi) consumida. Los resultados fueron analizados mediante el uso del programa MINITAB® Versión 14. El CMS, la DIG, la producción de L $CH_4$ $kg^{-1}$ de MS, la ED, la EM y el consumo de éstas fue mayor ($p \leq 0.05$) en la dieta A con respecto a la B. La partición de la energía bruta consumida, la metabolicidad de la dieta y el factor *Ym* se pudieron calcular a partir de medición de las emisiones de metano.

**Palabras clave:** Calorimetría, consumo, digestibilidad, *Ym.*

## ABSTRACT

Knowing the metabolism of energy and its fractionation in cattle can define the energy needs and the ability of food to satisfy them, this facilitates the design of feeding systems with which the energy balance of the animal can be predicted. The aim of the present study was to estimate the partition of the gross energy consumed by the animal, the metabolicity and *Ym* factor through the quantification of methane emissions by the technique of the open circuit respiration chamber. Four bovines of 206 ± 39.7 kg of initial body weight were used; distributed in a completely randomized

design, assigned to two diets or treatments: Diet A consisted of 74% of corn silage + 26% of concentrate and diet B of 100% corn silage. The dry matter intake (DMI, kg), excretion feces and methane production ($CH_4$), as well as the digestibility (DIG, %) and gross energy (GE, MJ/kg DM) of the diets were measured. With these data, the energy density of the diet and digestible energy (DEi) and the metabolizable energy (MEi) intake were calculated. The results were analyzed through the use of the MINITAB® Version 14 program. The DMI, the DIG, the production of L $CH_4$/kg of DM, the DE, the DM and their intake (MEi and DEi) was higher ($p \leq 0.05$) in the diet A with respect to B. The partition of the gross energy, the metabolicity of the diet and the *Ym* factor could be calculated from the measurement of methane emissions.

**Index words:** Calorimetry, dry matter intake, digestibility, *Ym.*

## INTRODUCCIÓN

La información sobre el potencial energético de los alimentos es fundamental para su valoración nutricional y económica. Si bien la energía bruta puede ser medida de forma sencilla y rápida, no es representativa del valor energético de la dieta o ingrediente, siendo necesario conocer cómo se fracciona la utilización de la misma (Posada-Ochoa *et al*., 2017). Uno de los factores determinantes de dicha partición es el *Ym*, el cual es la fracción de la energía bruta del alimento que se transforma en metano ($CH_4$), este último es el producto final de la fermentación que sufren los alimentos en el rumen, aunado a que es una pérdida de energía, es un gas que contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero; el hecho de disminuir su producción conllevaría a hacer un uso más eficiente de la energía transformada en producto y a reducir las emisiones de metano hacia el medio ambiente (IPCC 2006; Bonilla-Cárdenas *et al*., 2011). El *Ym* es una variable de suma importancia, ya que afecta directamente el cálculo del factor de emisión de metano utilizado para la elaboración de inventarios nacionales de emisiones de metano por fermentación entérica en rumiantes, por lo cual es importante tratar de refinar el valor de dicho parámetro (IPCC,2006). Conociendo lo anterior, más las pérdidas de energía en forma de: heces, orina y calor difundido al ambiente se pueden definir las necesidades energéticas del animal y la capacidad de los alimentos para satisfacerlas, como la metabolicidad del alimento (*qm*), la cual es la proporción de la energía bruta del alimento que es energía metabolizable (AFRC 1993). Esto facilita el diseño de sistemas de alimentación con los que se puede predecir el balance energético del animal (Mendoza *et al*., 2008). Estos sistemas se encuentran basados en valores de energía que han sido determinados en ensayos metabólicos y en estudios de sacrificio comparativo, mediante el uso de técnicas calorimétricas directas o indirectas, que establecen valores de energía digestible, metabolizable y/o neta; en éstos se determina, por una parte, la energía suministrada por el alimento y por otra las pérdidas de energía en heces, orina, metano y calor producido; de este tipo de estudios derivan los sistemas energéticos y proteicos, y bases de datos sobre la composición de alimentos (NRC 2000; CSIRO 2007; AFRC 1993).

En México existen diferentes sistemas de producción, que van desde la ganadería de traspatio, hasta sistemas con un alto grado de tecnificación; definidos por una gran diversidad de componentes, entre ellos: la genética animal, la región geo-climática y por consiguiente el tipo de

alimentación; estos factores llegan a impactar en la eficiencia de utilización de la energía de los alimentos, los requerimientos del animal y la producción de carne o leche (Améndola *et al*., 2005; Mendoza *et al*., 2008; Palma 2014). Las necesidades energéticas de los bovinos cambian de acuerdo a la raza, sexo, estado fisiológico, condiciones medioambientales. Además, la composición de los nutrientes y el valor energético de los alimentos varía ampliamente de acuerdo a las diferencias genéticas de la planta dadas por factores como el manejo y la región climática en la que se encuentren (Abas *et al*., 2005 en Mendoza *et al*., 2008). Por lo anterior, el objetivo del estudio fue estimar la partición de la energía bruta consumida por el animal, la metabolicidad (*qm*) de la dieta y el factor *Ym* a través de la cuantificación de las emisiones de metano por la técnica de la cámara de respiración de circuito abierto, empleando alimentos y ganado de origen local, en una región de clima templado de México.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Ganadería, Medio Ambiente y Energías Renovables de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma del Estado de México (FMVZ-UAEMex), ubicada en El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México a una latitud norte de 19 24' 15'', longitud oeste de 99, 41' 06'', y a una altura de 2632 msnm (Google Earth Pro, 2019).

Se utilizaron 4 bovinos F1 (Holstein x Charolais) de 206 ± 39.7 kg peso vivo (PV) promedio inicial, distribuidos en un diseño completamente al azar. Las variables de respuesta medida en los animales y las derivadas del análisis nutritivo de los alimentos se evaluaron con el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_j + \varepsilon_{ij};$$

$Y_{ij}$: es la variable de respuesta medida en la *i-ésima* unidad experimental, perteneciente al *j-ésimo* tratamiento

$\mu$: es la media general común a todas las observaciones.

$T_j$: es el efecto principal del *j-ésimo* tratamiento.

$\varepsilon_{ij}$: error experimental común a todas las observaciones (distribución normal, $\mu = 0$, $\sigma = 1$)

El estudio consistió en dos periodos de 28 días cada uno, de los cuales 24 días correspondieron a la adaptación de la dieta y los siguientes 4 días fueron de muestreo y medición. Al inicio de cada periodo los animales se pesaron previo ayuno de 14 a 16 horas. Previo al experimento los animales fueron vitaminados y desparasitados, y se manejaron constantemente para adaptarlos a las cámaras de respiración.

Se otorgaron dos tratamientos experimentales a los animales: dieta A compuesta por 74% de ensilado de maíz + 26% de concentrado (Cuadro 1) y la dieta B de 100% de ensilado de maíz. Los animales fueron alimentados una vez al día (9:00 am), diariamente se pesaba la dieta ofrecida, el agua se ofreció *ad libitum*.

**Cuadro 1.** Composición química del alimento Fatina Completa, Purina®.

| Contenido (%) | | | |
|---|---|---|---|
| Humedad | 12 | Cenizas | 9 |
| Proteína | 12 | Extractos libres de nitrógeno | 55 |
| Grasa | 2 | Calcio | 0.65 |
| Fibra | 10 | Fósforo | 0.35 |

Determinación de consumo y digestibilidad aparente: En cada periodo experimental se realizaron mediciones de consumo y digestibilidad de la materia seca (MS) de las dietas bajo prueba. Durante ambos periodos los animales se encontraron alojados en corrales, a excepción del último día de medición en el cual se alojaron en las jaulas metabólicas dentro de cámaras de respiración de circuito abierto de forma individual. Durante el periodo de adaptación, las dietas experimentales se pesaron diariamente. Durante el periodo de muestreo se pesó la dieta ofrecida y rechazada, así como la producción total de heces de cada animal. El consumo de materia seca se estimó por diferencia del alimento ofrecido menos el alimento rechazado en el comedero. Se tomaron alícuotas representativas (10% del total) de: dieta ofrecida y heces. A dichas muestras se les determinó: materia seca (%, MS) utilizando una estufa de aire forzado a 60°C por 72 h (AOAC, 1980) y energía bruta (EB, MJ $kg^{-1}$ MS) por medio de una bomba calorimétrica de Parr (Illonois, EEUU).

Con los datos generados del pesaje de los animales y el análisis de MS de las muestras se calculó el CMS del animal; expresándose este como: CMS kg $día^{-1}$ y se calculó la digestibilidad (%) aparente de la dieta.

Cuantificación de la producción de metano: El día 4 de cada periodo de muestreo los animales se trasladaron en parejas a las cámaras de respiración de circuito abierto para realizar la medición de metano (L) por un lapso de 24 h, cuantificado por el equipo Sable Systems International®, USA. El aire dentro de las cámaras fue extraído por un generador de flujo de masas (FK2K) a un flujo de 500L $min^{-1}$; el cual pasa por un filtro de aire, posteriormente una submuestra del aire de 0.5 L $min^{-1}$ es extraída y pasa por un desecador de drierita para después pasar al analizador de metano modelo MA-10 por medio de un multiplexor (RM-8), mediante este último y la interfase modelo UI-2 se va intercalando la medición de las cámaras cada 30 minutos, con una pausa de 1 minuto entre cada cambio para purgar las líneas de conducción del aire proveniente de las cámaras. Finalmente, los resultados fueron derivados al software ExpeData® del cual se obtuvieron los datos de cada medición. Los datos generados por el software son expresados en volts, por lo cual se transformaron a litros de la siguiente manera:

$$CH4 \text{ por corrida (L)} = \sum_{n=1}^{\infty} (CH4 \text{ volts} * 0.2)/(\text{flujo de aire L/seg}))/100$$

Ecuación 1

Una vez realizado el cálculo anterior, se extrapoló la medición a 24 h:

$$CH_4\ L/animal/24h = (24 * CH_4\ L)/(h\ totales\ medidas)$$

Ecuación 2

Partición de la energía, metabolicidad de la dieta y factor *Ym:* El valor calorífico del alimento y heces se obtuvo del valor de combustión dado por la bomba calorimétrica. La producción total de metano se multiplicó por su valor calorífico, asumiendo que 1g de $CH_4$ equivale a 55.5 KJ (Brouwer 1965). El contenido energético de la orina se estimó asumiendo que del total de la ED ingerida (EDi) del 3 al 5% se destina hacia las pérdidas de dicho compuesto (VanSoest, 1994), tomando el 4% como punto medio de dicha pérdida. Con los datos anteriores se estimó la partición de la energía, substrayendo las pérdidas de energía en las heces producidas, la orina excretada calculada y el metano eructado.

La energía digestible consumida se determinó por la diferencia entre la energía bruta ingerida (EBi) menos la energía contenida en las heces. La energía metabolizable ingerida (EMi) fue el resultado de la EDi menos la energía contenida en la orina y el metano; y la metabolicidad de la dieta (*qm*) se calculó por la ecuación 3.

$$qm = EM/EB$$

Ecuación 3

El análisis estadístico se realizó con el programa MINITAB® Versión 14.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se muestran los resultados obtenidos para el consumo y digestibilidad de la materia seca, así como la producción de metano en bovinos F1 y factor *Ym*. La emisión de $CH_4$ depende en gran medida del consumo y de la composición de la dieta (Johson y Johnson, 1995), a medida que el CMS aumenta la emisión de metano es mayor, mientras que al aumentar la calidad de la dieta las pérdidas energéticas en forma de $CH_4$ disminuyen; esto se debe al tipo de fermentación acética existente con dietas basadas en forrajes a diferencia de una fermentación propiónica en dietas basadas en granos, ya que la producción de ácido acético promueve la producción de $CH_4$ al liberar moléculas de carbono, mientras que la producción de ácido propiónico conserva las moléculas de carbono y captura hidrógeno. Esto explica la mayor cantidad de litros de $CH_4$/kg MSi producidos con la dieta B.

En cuanto a la emisión de metano (L $CH_4$ animal día$^{-1}$) y el factor *Ym* (%), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, sin embargo, los resultados obtenidos de dichas variables son similares a los encontrados por Benaouda (2017), las dietas presentaron *Ym* de 5 a 7.41%, y una producción de metano de 21.2 a 32.1 L $CH_4$ kg$^{-1}$ MSi. La misma emisión de metano explica la misma cantidad de energía perdida como metano al día por los bovinos (Cuadro 4).

**Cuadro 2.** Producción de metano en bovinos F1.

| | Dieta A | | Dieta B | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Variable | Media | DS | Media | DS | Valor P |
| CMS kg/día | 6.425 | 0.435 | 4.625 | 0.395 | 0.002 |
| DIG, % | 74.75 | 0.0492 | 57.75 | 0.033 | 0.002 |
| CMS DIG kg/día | 9.7 | 0.548 | 2.55 | 0.342 | 0.001 |
| L $CH_4$/día | 137.7 | 4.8 | 133 | 18.3 | 0.649 |
| L $CH_4$/kg MSi | 21.55 | 1.64 | 28.95 | 4.54 | 0.055 |
| *Ym*, % | 5.73 | 0.588 | 7.37 | 1.18 | 0.068 |

DS = Desviación estándar; CMS = Consumo de materia seca; DIG = digestibilidad, CMS DIG = Consumo de materia seca digestible; L $CH_4$ = Litros de metano; MSi = Materia seca ingerida, *Ym* = factor de partición de la energía bruta consumida hacia metano.

Las dietas presentaron la misma cantidad de energía bruta (Cuadro 3), sin embargo, la disponibilidad de energía metabolizable y digestible en la dieta A fue mayor, como se puede apreciar en el Cuadro 3. La mayor digestibilidad de la dieta A (Cuadro 2) influye directamente sobre la ED y la EM disponible del alimento para el animal; asimismo es el principal determinante de la metabolicidad (*qm*) de la dieta, es decir raciones con mayor digestibilidad se utilizan de modo más eficaz con respecto a las de baja digestibilidad (Blaxter, 1964).

**Cuadro 3.** Densidad energética, metabolicidad de las dietas.

| Variable | A | | B | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Media | DS | Media | DS | Valor P |
| EB, MJ kg/MS | 14.9 | 0.9 | 15.5 | 0.2 | 0.245 |
| ED, MJ kg/MS | 11.2 | 1.1 | 9.2 | 0.6 | 0.030 |
| EM, MJ kg/MS | 9.9 | 1.1 | 7.7 | 0.8 | 0.018 |
| *Qm* | 0.66 | 0.05 | 0.49 | 0.05 | 0.004 |

DS = Desviación estándar; EB = Energía bruta; ED = Energía digestible; EM = Energía metabolizable; MS = Materia seca; *qm* = metabolicidad de la dieta.

El consumo de materia seca y digestibilidad de la dieta A fue mayor con respecto a la dieta B (Cuadro 2), lo cual se explica por los ingredientes de la misma, puesto que la suplementación proteínica favorece la actividad microbiana ruminal, incrementando la digestibilidad, la velocidad de pasaje y por ende el consumo. También influyen las propiedades físicas y químicas del forraje, como un elevado contenido de fibras y lignina, las cuales deprimen el consumo voluntario. Esto explica el consumo mayor de energía bruta, digestible y metabolizable de la dieta con concentrado (Cuadro 4), todos los factores que afecten la digestibilidad, van a impactar el consumo de energía digestible (Mendoza *et al*., 2008), esto concuerda con lo reportado por Posada-Ochoa *et al.* (2017), quienes demostraron que la fibra detergente neutro (FDN) afecta negativamente el consumo de energía digestible. Lo anterior explica la mayor relación existente entre EMi:EDi y EMi:EBi de la dieta A, la cual aumenta en consecuencia a una mayor digestibilidad (NRC, 2000) con respecto a la dieta de solo ensilado.

**Cuadro 4.** Balance de energía en bovinos F1.

| | Dieta A | | Dieta B | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Variable | Media | DS | Media | DS | Valor P |
| EBi, MJ/d | 95.72 | 9.59 | 71.66 | 5.29 | 0.012 |
| Eh, MJ/día | 23.73 | 4.02 | 29.33 | 2.15 | 0.070 |
| EDi MJ/día | 71.99 | 9.93 | 42.34 | 5.27 | 0.006 |
| Eu MJ/día | 3.83 | 0.38 | 2.87 | 0.21 | 0.011 |
| $ECH_4$/día | 5.45 | 0.19 | 5.28 | 0.71 | 0.675 |
| $ECH_4$:EB | 0.06 | 0.00 | 0.07 | 0.01 | 0.069 |
| EMi MJ/día | 62.71 | 9.68 | 34.22 | 5.29 | 0.007 |
| EMi:EBi | 0.65 | 0.05 | 0.48 | 0.05 | 0.004 |
| EMi:EDi | 0.87 | 0.02 | 0.81 | 0.03 | 0.017 |

DS = Desviación estándar; EBi = energía bruta ingerida, Eh = energía perdida en la materia fecal, EDi = energía digestible ingerida, Eu = energía perdida en la orina, $ECH_4$/d = Energía perdida como metano; EMi = energía metabolizable ingerida, EMi: EBi = relación EMi/EBi; EMi:EDi = relación EMi/EDi.

## CONCLUSIONES

Se logró determinar la partición de la energía bruta consumida por los bovinos a partir de la cuantificación de las emisiones de metano, asimismo se determinó la densidad energética, metabolicidad y el factor *Ym* de la dieta.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el financiamiento otorgado para llevar a cabo este trabajo a través del proyecto con clave CB2013-223418-T.

## LITERATURA CITADA

AFRC. 1993. Agricultural Food and Research Council. Energy and protein requirements of ruminants. An advisory manual prepared by the Agricultural Food and Research Council Technical Committee on Responses to Nutrients. CAB International, Wallingford, UK.

Améndola, R., E. Castillo y P. A. Martínez. 2005. Perfiles por país del recurso pastura / Forraje México pp. 1-57.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1990. Official Methods of Analysis. 15th Edition. USA.

Benaouda, M. 2018. Efecto de la calidad de la dieta y el nivel de la fibra en la cinética de digestión y la producción de metano en bovino lechero. Tesis de Doctorado en Ciencias. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Estado de México. 103 p.

Blaxter, K. L. 1964. The energy metabolism of ruminants. London: Hutchinson.

Bonilla-Cárdenas y Lemus-Flores. 2011. Emisión de metano entérico por rumiantes y sucontribución al calentamiento global y al cambioclimático. Revisión. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 3(2): 215-246.

Brouwer. 1965. Report of subcommittee on constants and factors. *In*: Blaxter K. L., ed., Symposium of energy metabolism held at european association for animal production. EAAP. Academic Press, London, UK. pp. 441-443.

CSIRO. 2007. Nutrient Requirements of Domesticated Ruminants. CSIRO Publishing. Australia.

Google Inc. 2019. Google Earth Pro, V. 7.3.0.3832 (32 bit).

IPCC. 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme Intergovernmental Panel on Climate Change, Japan.

Johnson, K. A. and D. E. Johnson. 1995. Methane emission from cattle. Journal of Animal Science 13: 2483-2492.

Mendoza, G., F. Plata, , R. Espinosa y A. Lara. 2008. Manejo nutricional para mejorar la eficiencia de utilización de la energía en bovinos. Universidad y Ciencia 24(1): 75-87.

NRC. 2000. Nutrient requirements of dairy cattle. National Academy Press. Washington, USA.

Palma, G. J. M. 2014. Escenarios de sistemas de producción de carne de bovino en México. Avances En Investigación Agropecuaria 18: 53-62.

Posada-Ochoa, S. L., R. R. Noguera, N. M. Rodríguez, A. L. Costa y R. Reis. 2017. Indirect calorimetry to estimate energy requirements for growing and finishing Nellore bulls. Journal of Integrative Agriculture 16(1): 151-161.

Van Soest, P. J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. Second Edition. Cornell University Press Cornell. New York, U.S. 476 p.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# PROPIONATO, MONENSINA Y *Saccharomyces cerevisiae* EN LA FERMENTACIÓN *in vitro* Y LA EMISIÓN POTENCIAL DE GASES POR BECERROS HOLSTEIN

# [PROPIONATE, MONENSIN AND *Saccharomyces cerevisiae* IN THE *in vitro* FERMENTATION AND THE POTENTIAL GAS EMISSION BY HOLSTEIN CALVES]

**Luis Alberto Miranda-Romero[1§], Maria Teresa Hernández-Aguirre[2], German Buendía-Rodríguez[3], Francisco Alejandro Castrejón-Pineda[2], Luis Corona-Gochi[2]**

[1]Laboratorio de Microbiología Pecuaria, Posgrado de Producción Animal, Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. [2]Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias de la Producción y de la Salud Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. [3]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria Fisiología y Mejoramiento Animal del INIFAP. [§]Autor para correspondencia: (microbiologia.pecuaria08@gmail.com).

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar el propionato de calcio (CaP) solo y combinado con monensina (CaP+Mo) o *Saccharomyces cerevisiae* (CaP+Sc), en la digestibilidad *in vivo* (DAMS), volumen máximo de gas (Vm), digestibilidad *in vitro* estimada por; la desaparición de la MS (DIVMS) y la producción de gas (DIVPG), pH, AGV, protozoarios y la emisión potencial de gases de fermentación ($EPGF_{in\ vivo}$). Doce becerros Holstein (270 kg) fueron adaptados por 35 días a una dieta (16% PC y 3.1 Mcal $kg^{-1}$ ED) sin aditivos (SA) o con CaP (10 g $kg^{-1}$), CaP+Mo (10g y 30 mg $kg^{-1}$), CaP+Sc (10g $kg^{-1}$ y $12.8x10^9$ UFC). Se colectó líquido ruminal por bovino para usarlo por separado, como inóculo en la prueba de producción de gas *in vitro* para alimento y heces, y se midió el consumo de alimento y la producción de heces por día. Los modificadores de la fermentación incrementaron el pH y disminuyeron la población de protozoarios ($p < 0.05$). Las DAMS, DIVMS y DIVPG entre tratamientos fue similar, con valores mayores para la DAMS; mientras que la DIVMS y DIVPG fueron iguales. El CaP mejora la DIVMS ($p < 0.05$) y se potencializa con Sc. Por su parte, la fermentación (Vm) disminuyó ($p < 0.05$) por efecto de CaP+Mo y CaP+Sc y consecuentemente redujo la cantidad de AGV ($p < 0.05$), pero incrementó la proporción de propíonico. El CaP+Mo y CaP+Sc causaron una menor EPGF ($p < 0.05$). Se concluyó que el CaP+Sc puede mejorar la eficiencia de utilización de la energía en rumiantes y tener un menor impacto ambiental debido a que aumenta la digestibilidad y reduce la fermentación de la dieta, disminuye AGV pero incrementa propíonico, y causa una menor emisión potencial de gases de fermentación.

**Palabras clave:** Fermentación de heces, impacto ambiental, técnica de producción de gas.

## ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate calcium propionate (CaP) alone and in combination with monensin (CaP+Mo) or Saccharomyces cerevisiae (CaP+Sc), on apparent digestibility (DAMS), maximum gas volume (Vm), digestibility *in vitro* estimated by the disappearance of the

MS (DIVMS) and the production of gas (DIVPG), pH, AGV, protozoa and the potential emission of fermentation gases ($EPGF_{in\ vivo}$). Twelve Holstein calves (270 kg) were adapted for 35 days to a diet (16% PC and 3.1 Mcal $kg^{-1}$ ED) without additives (SA) or with CaP (10g $kg^{-1}$), CaP + Mo (10g and 30mg $kg^{-1}$), CaP + Sc (10g $kg^{-1}$ and $12.8x10^9$ CFU). Ruminal fluid was collected by cattle for use separately, as inoculum in the in vitro gas production test for food and feces, and food consumption and feces production were measured per day. Fermentation modifiers increased the pH and decreased the protozoan population ($p < 0.05$). The DAMS, DIVMS and DIVPG between treatments was similar, with higher values for DAMS; while the DIVMS and DIVPG were the same. The CaP improved the DIVMS ($p < 0.05$) and was potentialized with Sc. On the other hand, fermentation (Vm) decreased ($p < 0.05$) due to CaP+Mo and CaP+Sc and consequently reduced the amount of AGV ($p < 0.05$), but increased the proportion of propionic. CaP+Mo and CaP+Sc caused a lower EPGF ($p < 0.05$). It was concluded that CaP+Sc can improve the efficiency of energy use by ruminants and have a lower environmental impact, because it increases digestibility and reduces fermentation of food, decreases AGV production but increases the propionic proportion, and cause lower potential emission of fermentation gases.

**Index words**: Environmental impact, feces fermentation, gas production technique.

## INTRODUCCIÓN

La manipulación ruminal busca hacer más eficiente la utilización de la energía y proteína de la dieta para la producción de carne y leche, principalmente al incrementar la proporción molar de ácido propiónico y reducir la producción de $CH_4$ (Bergen y Bates, 1984). Una estrategia alimenticia para incrementar la proporción de ácido propiónico es aumentando la cantidad de carbohidratos no estructurales en la dieta, pero la ingesta excesiva de éstos puede provocar desórdenes metabólicos como acidosis y laminitis (Owens *et al*., 1998). Otra alternativa para alterar la producción de AGV es mediante aditivos modificadores de la fermentación (Osorio *et al.,* 2017), entre los que se encuentran ionóforos, probióticos y precursores de glucosa como glicerol, propilenglicol o propionato de calcio (CaP) (Ferraro *et al*., 2009; Osorio *et al.,* 2017). El propionato de calcio se hidroliza a iones de calcio y ácido propiónico en el rumen y da lugar a un incremento de la concentración de éste en rumen sin que se afecte la concentración de AGV (Liu *et al*., 2009) ni la diversidad bacteriana. Esto lo hace un aditivo idóneo para diseñar estrategias para la manipulación ruminal. Por su parte los ionóforos han sido ampliamente investigados y son ya de uso común en las unidades de producción de rumiantes, ya que resultan ser una buena alternativa para reducir la producción de $CH_4$, hacer más eficiente la fermentación al deprimir el crecimiento de microorganismos que dan como resultado en un incremento en la proporción propionato: acetato (Ellis *et al.,* 2012; Reis *et al.,* 2018). Por otro lado, se ha demostrado que los probióticos a base del cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* mejora las condiciones ruminales al aumentar el pH, favorecer la anaerobiosis, reducir la concentración de amonio e incrementar la síntesis de proteína microbiana (Hirstov *et al.,* 2005), al estimular el crecimiento de ciertas poblaciones bacterianas (Pinloche *et al*., 2013). Sin embargo, no existen suficientes investigaciones que evalúen el efecto asociativo del propionato de calcio con otros moduladores de la fermentación ruminal, por lo que el objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la inclusión de propionato de calcio,

propionato de calcio más monensina sódica y propionato de calcio más *Saccharomyces cerevisiae* en la digestibilidad *in vivo*, la fermentación *in vitro* y la emisión potencial de gases de fermentación por bovinos Holstein.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Animales y tratamientos: Se emplearon 12 bovinos Holstein enteros con un peso de 270±25.85 kg, en un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos consistieron en una dieta testigo sin aditivo (SA) compuesta de maíz, 300 g; de sorgo, 200 g; grano seco de destilería, 200 g; rastrojo de maíz, 200 g; pasta de soya, 5 g; melaza, 40 g; bicarbonato de calcio, 20 g; minerales, 20 g; urea, 15 g, por kg de alimento. Las otras tres dietas variaron solo en la cantidad de maíz (200 g $kg^{-1}$), rastrojo de maíz (300 g $kg^{-1}$) y la inclusión de propionato de calcio (CaP; 10 g $kg^{-1}$), CaP mas monensina sódica (10 g $kg^{-1}$ y 30 mg $kg^{-1}$) y CaP más *S. cerevisiae* (10 g $kg^{-1}$ y $12.8x10^9$ UFC, por tratamiento. Las dietas fueron isoproteícas (16%) e isoenergéticas (3.1 Mcal $kg^{-1}$ ED) de acuerdo con los requerimientos para ganado de carne (NRC, 2001).

Determinación de consumo de alimento, producción de heces y digestibilidad aparente: Para estimar la cantidad diaria de heces y la digestibilidad aparente se cuantificó la concentración de cenizas insolubles en ácido, como marcador (Van Keulen y Young, 1977; Li *et al.*, 2008). Se colectaron muestras de heces directamente del recto y de alimento por tres días continuos (30, 31, 32 d) y el consumo de alimento se midió restando diariamente la cantidad de alimento ofrecido menos el alimento rechazado.

Variables ruminales *in vitro*: Se llevó a cabo la fermentación ruminal *in vitro* mediante la técnica de producción de gas (Theodorou *et al.*, 1994). En frascos de 125 mL de capacidad se colocaron para cada tratamiento, 500 mg de sustrato (alimento o heces) seco y molido (1 mm), 90 mL de inóculo ruminal y un flujo continuo de gas de $CO_2$. Los frascos fueron cerrados herméticamente con un tapón de goma y aro de aluminio, e incubados a 39 °C en baño maría. Posteriormente se midió el volumen de gas (mL $g^{-1}$) generado a las 0, 2, 4, 6, 8, 12, 18, 24, 36, 48 y 72 h. de incubación, con lo que se obtuvo el volumen fraccional de gas para los intervalos de 0 a 8 (Vf0-8), 8 a 24 (Vf8-24) y 24 a 72 (Vf24-72) horas de incubación. El volumen acumulado para cada tiempo de medición se usó para estimar el volumen máximo (Vm; mL $g^{-1}$ MS) de la producción de gas del modelo logístico $Vo= Vm/ (1+e^{(2-4*S*(T-L))})$ (Pitt *et al*., 1999), mediante el procedimiento NLIN (SAS, 1999).

A término de la incubación (72 h), los frascos fueron abiertos e inmediatamente se midió el pH con un potenciómetro (Orion modelo 710-A. Thermo Electron Corporation, 2003) y se tomó una muestra de 750 µL del fluido, el cual se diluyo en 750 µL de formaldehído (18.5%) para el conteo de protozoarios (Dehority, 1984), así como otra muestra de 2.4 mL que fueron fijados con 600 µL de ácido metafosfórico (20%) para cuantificar AGV por cromatografía (Erwin *et al.*, 1961). El residuo fue filtrado en papel filtro de peso conocido y posteriormente fue secado 55°C por 48 h, y pesado para calcular la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS). La digestibilidad *in*

*vitro* mediante la producción de gas (mL $g^{-1}$) se obtuvo por diferencia entre el volumen máximo del alimento ($Vm_{ca}$) y el de heces ($Vm_{He}$): DIVPG= [($Vm_{ca}$-$Vm_{He}$) / $Vm_{ca}$]*100.

Emisión potencial de gases de fermentación: Con las determinaciones de consumo de alimento (g $d^{-1}$), producción de heces (g $d^{-1}$) por bovino y el volumen máximo de alimento ($Vm_{ca}$) y heces ($Vm_{HE}$), se calculó la emisión potencial de gas de fermentación (EPGF; HL bovino$^{-1}$ $d^{-1}$) de acuerdo con la siguiente fórmula: EPGF=(CA*$Vm_{ca}$)-(HE*$Vm_{HE}$).

El diseño fue completamente al azar con tres repeticiones, pero para el caso de la fermentación *in vitro* ésta se hizo tres veces consecutivas (bloques generalizados) para eliminar el efecto animal. Los datos fueron analizados con el procedimiento ANOVA y la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey (SAS, 1999).

## RESULTADOS Y DISCUCIÓN

En el Cuadro 1 se puede apreciar que la digestibilidad en función de los cuatro tratamientos (aditivos), muestra una tendencia similar entre los tres métodos de medición, pero la estimada *in vivo* (DAMS) es mayor a la digestibilidad *in vitro* ya sea medida como desaparición de la MS o bien la producción de gas (Cuadro 1). Estas dos últimas fueron prácticamente iguales, lo que sugiere la posibilidad de estimar la digestibilidad a través de la producción de gas; sin embargo, para confirmar este hecho es necesario investigar más al respecto. El CaP incrementó ($p < 0.05$) en 2.1% la digestibilidad en comparación a la dieta sin aditivos (Cuadro 1). Este efecto se potencializa al combinarse el CaP con monensina (+2.58%) o *S. cerevisiae* (+4.21%). Osorio *et al.* (2017) encontraron también el CaP incrementó la DIVMS, no así la monensina. Orozco *et al.* (2011) consideran el efecto de la monensina depende de la dosis, adaptación y período de administración y que se mejora la digestibilidad de la dieta cuando se usa a nivel bajo (0-90 $mg^{-1}$).

**Cuadro 1.** Efecto de aditivos en la digestibilidad aparente (DAMS) y digestibilidad *in vitro* estimada mediante la desaparición de la materia seca (DIVMS), producción de gas (DIVPG) y la fracción total fermentable.

| Digestibilidad (%) | Aditivos | | | |
|---|---|---|---|---|
| | SA | CaP | CaP+Mo | CaP+Sc |
| DAMS | 73.5$^{d}$ | 75.1$^{c}$ | 75.4$^{b}$ | 76.6$^{a}$ |
| DIVMS | 66.4$^{b}$ | 67.9$^{ab}$ | 70.1$^{ab}$ | 71.3$^{a}$ |
| DIVPG | 66.5$^{d}$ | 68.1$^{c}$ | 69.1$^{b}$ | 70.8$^{a}$ |

Medias con distinta literal en la misma fila son diferentes ($p < 0.05$); SA, sin aditivo; CaP, propionato de calcio; Mo, monensina; Sc, *Saccharomyces cerevisiae*.

En la presente investigación, la monensina combinada con CaP si mejoró la digestibilidad. Es posible que el incremento de la digestibilidad también pueda ser atribuida a un aumento de Ca, pues Baird (2005) indica que se ha observado que el uso suplementos de Ca como el CaP mejora la fermentación debido a una mayor concentración de Ca soluble en el rumen.

El CaP respecto al tratamiento sin aditivo, no afecto el Vm (Cuadro 3), mientras que Osorio *et al.* (2017) y Oliveira *et al.* (2011) hallaron que el CaP (10 g $kg^{-1}$) aumentó Vm. Las combinaciones CaP+Mo y CaP+Sc, deprimieron 18.7 y 21.1 % ($p < 0.05$) la fermentación potencial medida como Vm (Cuadro 3), efecto similar a lo encontrado por Osorio *et al.* (2017) con CaP+Mo. Esto demuestra un efecto contrapuesto en los procesos de utilización de los carbohidratos; digestión y fermentación. La disminución de la fermentación (Vm) puede atribuirse en parte a la inhibición que causa la monensina sobre bacterias, protozoarios y hongos (Bergen y Bates, 1984; Smith *et al*., 2010). Elmasry *et al.* (2016) demostraron que *S. cerevisiae* puede reducir el Vm igual a lo ocurrido en la presente investigación con la mezcla CaP+Sc (Cuadro 3), aunque Plata *et al.* (1994) y Arcos *et al.* (2000), indican que *S. cerevisiae* sola no modifica la fermentación ruminal.

**Cuadro 2.** Efecto de aditivos en la producción de AGV, pH y población de protozoarios por la fermentación ruminal *in vitro*.

| Variable | Aditivos | | | |
|---|---|---|---|---|
| | SA | CaP | CaP+Mo | CaP+Sc |
| AGV mM $L^{-1}$ | 30.65[c] | 41.99[b] | 50.55[a] | 27.97[d] |
| Acét (%) | 49.93b | 57.65a | 60.45[a] | 51.10b |
| Prop (%) | 25.17b | 25.52b | 22.30c | 30.60a |
| Butí (%) | 19.90a | 12.87b | 13.53b | 13.73b |
| pH | 6.64b | 6.78a | 6.77[a] | 6.83a |
| Ptz (x105) | 6.70a | 4.85b | 4.75b | 4.45b |

Medias con distinta literal en la misma fila son diferentes ($p < 0.05$); SA, sin aditivo; CaP, propionato de calcio; Mo, monensina; Sc, *Saccharomyces cerevisiae.*

Por otro lado, el CaP solo o combinado con monensina incrementó ($p < 0.05$) 36.8 y 64.9% la producción de AGV (Cuadro 2), mientras que la combinación de CaP+Sc la disminuyó en 8.7% ($p < 0.05$). Ésta combinación (CaP+Sc) incrementó la proporción de propionato ($p < 0.05$), en tanto que la mezcla CaP+Mo lo disminuyó ($p < 0.05$) y el CaP solo no la afecto ($p > 0.05$), lo cual está relacionado con el incremento ($p < 0.05$) de acético con CaP y CaP+Mo (Cuadro 2). Ali-Haïmoud *et al.* (1995) no observaron cambios en la concentración total de AGV con la inclusión de monensina sódica (11 y 33 $mg^{-1}$ MS) y AlZahal *et al.* (2014) si hallaron cambios en la producción de AGV y las proporciones molares con la inclusión de 2 x $10^{10}$ UFC g $MS^{-1}$ de *S. cerevisiae* en dietas para ganado lechero.

Los aditivos incrementaron ($p < 0.05$) el pH y disminuyeron ($p < 0.05$) la población de protozoarios de manera general (Cuadro 2). Finalmente, la emisión de gases de fermentación en la que se consideró el consumo de alimento y la producción de heces por animal, así como el volumen máximo de gas producido por el alimento y las heces, mostró que los animales que consumieron la dieta conteniendo la combinación de aditivos (CaP+Mo y CaP+Sc), redujeron su emisión de gases de fermentación en 5.9 y 9.1 hectolitros por animal por día (Cuadro 3), lo cual implica un menor impacto ambiental.

**Cuadro 3.** Efecto de aditivos en el consumo de alimento (CA), producción de heces, volumen máximo de gas in vitro de alimento (VmCA) y heces (VmHe) y emisión potencial de gases de fermentación (EPGF).

| Variable | Aditivos | | | |
|---|---|---|---|---|
| | SA | CaP | CaP+Mo | CaP+Sc |
| CA (kg MS $d^{-1}$) | 10.5 | 9.9 | 10.0 | 9.6 |
| $Vm_{CA}$ (mL $g^{-1}$ MS) | $371.4^{a}$ | $361.2^{a}$ | $301.7^{b}$ | $285.5^{b}$ |
| Heces (kg MS $d^{-1}$) | $2.8^{a}$ | $2.5^{ab}$ | $2.5^{ab}$ | $2.2^{b}$ |
| $Vm_{He}$ (mL $g^{-1}$ MS) | 135.5 | 138.1 | 204.1 | 106.8 |
| EPGF *in vivo* (HL $d^{-1}$) | $34.5^{a}$ | $32.4^{ab}$ | $28.6^{bc}$ | $25.4^{c}$ |

Medias con distinta literal en la misma fila son diferentes ($p < 0.05$); SA, sin aditivo; CaP, propionato de calcio; Mo, monensina; Sc, *Saccharomyces cerevisiae.*

## CONCLUSIONES

Se demostró que la combinación de propionato de calcio con monensina y particularmente con *Saccharomyces cerevisiae*, mejoran la digestibilidad del alimento y modifican la fermentación ruminal *in vitro* causando una reducción en la producción de gas (Vm) que va acompañada con la reducción de AGV y un incremento de la proporción de ácido propíonico y del pH *in vitro*. Además, redujo sustancialmente la emisión de gases de fermentación. Lo anterior puede tener implicaciones en la eficiencia de utilización de la energía a nivel ruminal y por el rumiante, con lo cual se pueda reducir la conversión alimenticia y reducir el impacto ambiental.

## LITERATURA CITADA

Ali-Haïmoud, D., M**.** Vernay, C. Bayourthe and R. Moncoulon. 1995. Avoparcin and monensin effects on the digestion of nutrients in dairy cows fed a mixed diet. Can. J. Anim. Sci. 75: 379-385.

AlZahal, O., L. Dionissopoulos, A. H. Laarman, N. Walker and B. W. McBride. 2014. Active dry Saccharomyces cerevisiae can alleviate the effect of subacute ruminal acidosis in lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 97: 7751-7763.

Arcos, J. L., F. A. Castrejón, G. D. Mendoza and E. P. Pérez. 2000. Effect of two commercial yeast cultures with Sacharomyces cerevisiae on ruminal fermentation and digestion in sheep fed sugar cane tops. Livestock Production Science 63: 153-157.

Baird, E. J. 2005. Effect of calcium supplementation on ruminal soluble calcium concentrations and ruminal fermentation. Thesis for the grade of Master of Science at Faculty of North Carolina State University.

Bergen, W. G. and B. D. Bates. 1984. Ionophores: Their effect on production efficiency and mode of action. Journal of Animal Science 58: 1465-1483.

Dehority, B. A. 1984. Evaluation of subsampling and fixation procedures used for counting rumen protozoa. Applied and Enviromental Microbiology 48(1): 182-185.

Ellis, J. L., J. Dijkstra, A. Bannink, E. Kebreab, S. E. Hook, S. Archibeque and J. Franc. 2012. Quantifyng the effect of monensin dose on the rumen volatile acid profile in high-grain-fed beef cattle. Journal of Animal Science 90: 2717-2726.

Elmasry, A. M. A., G. D. Mendoza, L. A. Miranda, G. Vázquez, A. Z. M. Salem and P. A. Hernández. 2016. Effects of types and doses of yeast on gas production and in vitro digestibility of diets containing maize (Zea mays) and lucerne (Medicago sativa) or oat hay. South African Journal of Animal Science 46(4): 391-397.

Erwin, E. S., G. Marco and E. Emery. 1961. Volatile fatty acid analysis of blood and rumen fluid by gas chromatography. J. Dairy Sci. 44: 1768-1771.

Ferraro, S. M., G. D. Mendoza, L. A. Miranda and C. G. Gutiérrez. 2009. *In vitro* gas production and ruminal fermentation of glicerol, propylene glicol and molases. Animal Feed Science and Technology 154: 112-118.

Hirstov, A. N., G. Varga, T. Cassidy, M. Long, K. Heyler, S. K. Karnati and I. Yoon. 2005. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on ruminal fermentation and nutrient utilization in dairy cows. J. Dairy Sci. 93(2): 682-692.

Li, P., K. A. Webb and D. M. Gatlin. 2008. Evaluation of acid-insoluble ash as an indicator for digestibilitu determinatio with red drum, Sciaenops ocellatus, and hybrid striped bass, Morone chrysops x M. saxatilis. J. of the World Aquaculture Society 39(8): 120-125.

Liu, Q., C. Wang, G. Guo, W. Z. Yang, K. H. Dong, Y. X. Huang, X. M. Yang and D. C. He. 2009. Effects of calcium propionate on rumen fermentation, urinary excretion of purine derivates and feed digestibility in steers. Journal of Agricultural Science 147: 201-209.

NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th Edition. USA.

Oliveira, J. S., A. C. Queiroz, H. C. Mantonavi, M. R. Melo, E. Detmann, E. M. Santos and G. F. Viana Bayao. 2011. Effect of propionic and lactic acids on in vitro ruminal bacteria growth. Revista Brasileira de Zootecnia 40: 1121-1127.

Orozco, L., J. J. Martínez, C. Gumaro, F. Izaguirre, G. Martínez y G. Torres. 2011. El efecto de un ionóforo en la productividad de bovinos pastoreando zacate Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*). Rev. Cient. Maracaibo 17(3): 246-254.

Osorio, A. I., G. D. Mendoza, L. A. Miranda, D. Martínez, P. A. Hernández and J. A. Martínez. 2017. Effect of calcium propionate and monensin on *in vitro* digestibility and gas production. R. Bras. Zootec. 46(4): 348-353.

Owens F. N., D. S. Secrist, W. J. Hill and D. R. Gill. 1998. Acidosis in cattle: a review. Journal of Animal Science 76 (1): 275-286.

Pinloche, E., N. McEwan, J. P. Marden, C. Bayourthe, E. Auclair and C. J. Newbold. 2013. The effects of probiotic yeast on the bacterial diversity and population structure in the rumen of cattle. PLoSONE 8(7): e67824. Doi: 0.1371/journal.pone.0067824.

Pitt, R. E., T. L. Cross, A. N. Pell, P. Shofield and P. H. Doane. 1999. Use of *in vitro* gas production models in ruminal kinetics. Mathematical Biosciences 159: 145-163.

Plata, P. F., M. G. Mendoza and M. S. González. 1994. Effect of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on neutral detergent fiber degestion in steer fed oat straw based diets. Anim. Feed Sci. and Technol. 49: 203-210.

Reis, L. F., R. S. Sousa, F. L. Oliveira, F. A. Rodrigues, C. A. Araujo, E. B. Meira, R. A. Barreto, C. S. Mori, A. H. Minervino and E. L. Ortolani. 2018. Comparative assessment of probiotics and monensin in the prophylaxis of acute ruminal lactic acidosis in sheep. BMC Veterinary Research 9.

SAS. 1999. SAS User´s Guide Statistics, System for Windows, SAS Inst. Inc. Cary. North Carloina, USA.

Smith, D. R., N. DiLorenzo, J. Leibovich, M. L. May, M. J. Quinn, J. W. Homm and M. L. Galyean. 2010. Effects of sulphur and monensin concentrations on in vitro dry matter disappearance, hydrogen sulphide production, and volatile fatty acid concentrations in batch culture ruminal fermentations. Journal of Animal Science 88: 1503-1512.

Theodorou, M. K., B. A. Williams, M. S. Dhanoa, A. B. McAllan and J. France. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. Anim Feed Science and Technology 48(2): 185-197.

Van Keulen, J. V. and B. A. Young. 1977. Evaluation of acid insoluble ash as a ruminant digestibility studies. Journal of Animal Science 44: 282.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DEL DESTILADO DE CLAVO (*Syzygium aromaticum*) SOBRE LOS PARÁMETROS DE FERMENTACIÓN RUMINAL *in vitro* Y LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

# [EFFECT OF CLOVE DISTILLATION (*Syzygium aromaticum*) ON THE *in vitro* RUMINAL FERMENTATION PARAMETERS AND THE EMISSION OF GREENHOUSE GASES]

**Cesar Díaz Galván[1], Pedro Abel Hernández García[2§], Enrique Espinosa-Ayala[2], Germán David Mendoza Martínez[3], Gabriela Vázquez-Silva[4], Lucero Abigail Velázquez-Cruz[2], Pablo Benjamín Razo-Ortiz[1], Amada Isabel Osorio-Teran[2]**

[1]Doctorado en Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, Ciudad de México. [2]Centro Universitario UAEM Amecameca, Universidad Autónoma del Estado de México, Amecameca, Estado de México. [3]Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, Cd. de México. [4]Departamento el Hombre y su Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, Ciudad de México. [§]Autor para correspondencia: (pedro_abel@yahoo.com).

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del destilado de clavo (*Syzygium aromaticum*) en la fermentación ruminal y producción de metano *in vitro*. Para lo cual se empleó como sustrato alfalfa molida y se agregó 500 mg en frascos ámbar con una capacidad de 120 ml, a los cuales se les adiciono la dosis correspondiente: 0, 0.5, 1.0 y 1.5 ml, se emplearon cuatro frascos como blancos, incubados a 39 ºC registrando las lecturas de presión y volumen de gas a 0, 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48, 60 y 72 h, posteriormente se tomó una muestra para ser analizada por cromatografía de gases para la determinación de ácido acético, propiónico y butírico. No se presentaron efectos en volumen máximo de gas ni en digestibilidad, en tasa de producción de gas se tiene un efecto cuadrático ($p$ = 0.05), mientras que en fase lag se observa un efecto lineal ($p$ = 0.04) y cuadrático ($p$ = 0.05). Se observó que al emplear 1.0 ml del destilado se presentó menor producción de ácido acético (efecto lineal, $p$ = 0.003 y cuadrático, $p$ = 0.02) y una mayor producción de ácido propiónico en comparación al tratamiento testigo (efecto lineal, $p$ = 0.004 y cuadrático, $p$ = 0.02), sin presentarse efecto significativo en ácido butírico. En cuanto a la producción de $CH_4$ se observó un efecto lineal ($p$ = 0.004) y cuadrático ($p$ = 0.02) obteniendo menor producción de $CH_4$ con el uso del destilado. Por tanto, el empleo del destilado de clavo (*Syzygium aromaticum*) es una alternativa para ser utilizado en la disminución de gas metano; por lo cual se sugiere la realización de futuras investigaciones empleando el mismo aceite con la finalidad de establecer la dosis óptima para la disminución de este gas emitido por la fermentación entérica de los rumiantes.

**Palabras clave:** Extractos de plantas, metano, producción de gas.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of clove distillation (*Syzygium aromaticum*) on ruminal fermentation and in vitro methane production. For which ground alfalfa was used as a substrate and 500 mg were added in amber bottles with a capacity of 120 ml, to which the corresponding dose was added: 0, 0.5, 1.0 and 1.5 ml, four bottles were used as targets, incubated at 39 ° C recording gas pressure and volume readings at 0, 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48, 60 and 72 h, a sample was subsequently taken to be analyzed by gas chromatography for the determination of acetic, propionic and butyric acid. There were no effects on maximum gas volume or digestibility, the gas production rate has a quadratic effect ($p$ = 0.05), while in the lag phase a linear effect ($p$ = 0.04) and quadratic effect ($p$ = 0.05). It was observed that when using 1.0 ml of the distillate there was a lower production of acetic acid (linear effect $p$ = 0.003 and quadratic $p$ = 0.02) and a higher production of propionic acid compared to the control treatment (linear effect $p$ = 0.004 and quadratic $p$ = 0.02) with no significant effect on butyric acid. Regarding the production of $CH_4$, a linear ($p$ = 0.004) and quadratic ($p$ = 0.02) effect was obtained, obtaining lower production of $CH_4$ with the use of the distillate. Therefore, the use of the clove distillate (*Syzygium aromaticum*) is an alternative to be used in the reduction of methane gas, so it is suggested that future investigations be carried out using the same oil to establish the optimum dose for the decrease in this gas emitted by the enteric fermentation of ruminants.

**Index words:** Plant extracts, methane, gas production.

## INTRODUCCIÓN

La ganadería contribuye cerca del 23% del gas metano global que se deriva de la digestión realizada por los microorganismos de los rumiantes; fermentación entérica y en menor medida por la fermentación de las deposiciones ganaderas (Khalil, 2000), siendo los principales generadores de este gas de efecto invernadero, repercutiendo significativamente al calentamiento global (Lassey, 2007). La generación de este gas ocasiona pérdidas de aproximadamente 6% de la energía bruta que consumen liberando este, a la atmósfera a través del eructo (DeRamus *et al.*, 2003), la cual es efectuada por una gran diversidad de microorganismos ruminales, principalmente por bacterias metanógenas, pertenecientes al orden de *Methanobacterial, Methanomicrobial y Methanosarcinal* (Poulsen *et al.*, 2013), Johnson y Johnson (1995) han reportado que el ganado rumiante produce de 250 a 500 litros de $CH_4$ al día contribuyendo al calentamiento global, debido a diferentes factores tales como el tipo y nivel de consumo de alimento, tipo de carbohidratos, lípidos o ionóforos, entre otros, determinando que la manipulación de estos factores puede reducir e incrementar las emisiones de $CH_4$ que genera el ganado.

Actualmente se ha incrementado el interés de los investigadores por utilizar fuentes alternativas en la alimentación de los rumiantes con el objetivo de mitigar la producción de metano entérico, recientes investigaciones sobre los metabolitos secundarios de plantas (Benchaar *et al*., 2008), han mostrado el potencial que tienen algunos aceites esenciales para promover la fermentación microbiana del rumen presentando actividad antimicrobiana disminuyendo de esta forma la

producción de gas metano (Chao y Young, 2000). Por tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del destilado de clavo (*Syzygium aromaticum*) en la fermentación ruminal y producción de metano *in vitro*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Centro Universitario UAEM Amecameca (Laboratorio Multidisciplinario de Investigación) de la Universidad Autónoma del Estado de México, Amecameca, Estado de México, entre las coordenadas geográficas 98° 37' 34" y 98° 49' 10" O y 19° 3' 12" y 19° 11' 2" N.

Destilado de clavo: Para la realización de este estudio se empleó el destilado de clavo (*Syzygium aromaticum*), el cual se obtuvo por procesos de hidrodestilación y utilizado a dosis 0, 0.5, 1.0 y 1.5 ml en un medio de fermentación *in vitro*.

Inóculo ruminal e incubaciones *in vitro*: El inóculo ruminal para las incubaciones *in vitro* fue colectado de dos bovinos Holstein canulados, tres horas antes de su alimentación, la cual estaba comprendida por ensilado de maíz (50%) y una mezcla de ebol con avena (50%). Se extrajeron 500 ml de líquido ruminal y se colocó en un termo a 39 ºC y llevado al laboratorio en donde fue filtrado a través de ocho capas de tela gasa, con la finalidad de obtener únicamente la fracción líquida, e inmediatamente fue saturado con dióxido de carbono ($CO_2$). Para las incubaciones *in vitro* se realizaron en dos ocasiones, para lo cual se llevó a cabo la mezcla de líquido ruminal y solución mineral reducida en una relación 1:9, se utilizaron frascos ámbar con una capacidad de 120 ml, los cuales contenían como sustrato 500 mg de alfalfa molida a un tamaño de partícula de 2 mm; se agregó a cada frasco 90 ml de líquido ruminal estandarizado con un flujo continuo de $CO_2$ y se cerraron herméticamente. Se incluyeron cuatro frascos como blancos, que solo contenían inóculo ruminal. Los frascos se colocaron en un baño maría a 39 ºC y se midió la presión de gas a 0, 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48, 60 y 72 h de incubación empleando un manómetro manual (Theodorou *et al.*, 1994). Los valores de presión se transformaron a volumen de gas empleando una ecuación de regresión lineal. En cada fracción de tiempo fueron estimados tres parámetros de la cinética de producción de gas, los cuales son: fase lag (h), volumen máximo (Vm) y tasa de producción de gas (S) utilizando el modelo propuesto por Menke y Steingass, (1988). La producción de $CH_4$ y $CO_2$ se estimó por estequiometría a través de la ecuación propuesta por Van Soest (1994).

Determinación de ácidos grasos volátiles: Para la determinación de AGV se tomaron 0.8 µl de muestra de cada frasco, la cual fue colocada en una alícuota agregándole 0.2 µl de ácido metafosfórico (25% p/v) en una relación 4:1 y centrifugadas a 11 000 rpm x 20 min determinando la concentración de AGV mediante la técnica de cromatografía de gases (Erwin *et al.*, 1961) empleando un cromatógrafo de gases (Perkin Elmer Clarus 580) utilizando una columna capilar de 30 m x 0.25 mm x 0.25 µm (Agilent Technologies, modelo HP–FFAP) y nitrógeno como gas acarreador.

Los resultados obtenidos fueron analizados empleando un diseño completamente al azar con un nivel de significancia de $p < 0.05$. Además de analizar por polinomios ortogonales entre tratamientos, efecto lineal y cuadrático (Steel *et al*., 1997).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a parámetros de producción de gas, no se presentaron efectos significativos en volumen máximo de gas, sin embargo, en tasa de producción de gas se tiene un efecto cuadrático ($p = 0.05$), mientras que en fase lag se observa un efecto lineal ($p = 0.04$) y cuadrático ($p = 0.05$) siendo el tratamiento testigo con la fase lag más corta en comparación a los demás tratamientos con la inclusión del destilado, a su vez en la digestibilidad *in vitro* no se presentaron efectos significativos. En ácido acético se observó un efecto lineal ($p = 0.003$) y cuadrático ($p = 0.02$), presentando una disminución del 2.2% con la inclusión del 1% de destilado de clavo, presentando a su vez un aumento del 9.8% en ácido propiónico presentando un efecto lineal ($p = 0.004$) y cuadrático ($p = 0.02$), resultados similares a lo reportado por Pawar *et al.* (2014) quienes emplearon aceite esencial de ajo a dosis de 167 µl $L^{-1}$ presentando una disminución del 5.8% en acético y un aumento del 10.8% en propiónico. Por su parte Castillejos *et al.* (2008) en condiciones *in vitro* al emplear 10 mg $L^{-1}$ de monensina y aceite de hojas de clavo a dosis de 5, 50 y 500 mg $L^{-1}$ de fluido ruminal reportaron una disminución en acético del 9 %, del 24 % de butírico y un incremento del 40.6 % en propiónico.

**Cuadro 1.** Efecto del destilado de clavo (Syzygium aromaticum) en parámetros de fermentación *in vitro.*

| | 0 | 0.5 | 1 | 1.5 | EEM | Lin | Cua |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vol max, ml | 172.2 | 159.6 | 164.1 | 150.4 | 8.04 | 0.12 | 0.94 |
| S, %/h | 0.032 | 0.048 | 0.051 | 0.044 | 0.005 | 0.13 | 0.05 |
| Lag, h | 0.4 | 2.2 | 2.4 | 2 | 0.47 | 0.04 | 0.05 |
| DIVMS, % | 72.6 | 71.8 | 69.3 | 74.9 | 1.55 | 0.54 | 0.07 |
| Acético, % | 78.4 | 77.3 | 76.7 | 77 | 0.24 | 0.003 | 0.02 |
| Propiónico, % | 14.3 | 15.5 | 15.7 | 15.6 | 0.23 | 0.004 | 0.02 |
| Butírico, % | 7.3 | 7.2 | 7.5 | 7.3 | 0.09 | 0.23 | 0.54 |
| Determinación de metano y $CO_2$ por estequiometría (Van Soest, 1994). | | | | | | | |
| $CH_4$, Mol | 39 | 38 | 38 | 38 | 0.17 | 0.004 | 0.02 |
| $CO_2$, Mol | 54 | 53 | 54 | 53 | 0.11 | 0.39 | 0.43 |

Vol máx: producción máxima de gas (ml); S: Máxima tasa de producción de gas (ml/h) que se presenta en el punto de inflexión de la curva; L: Fase lag (h); DIVMS: Degradabilidad de la materia seca (%); EEM: error estándar de la media; Lin: lineal; Cua: cuadrático; $p < 0.05$.

En cuanto a la producción de $CH_4$ se presentó un efecto lineal ($p = 0.004$) y cuadrático ($p = 0.02$) con el uso del destilado presentándose una disminución de este gas en comparación al tratamiento testigo, Sallam *et al.* (2010) al emplear hojas frescas y residuos de eucalipto (después de la extracción del aceite esencial) *in vitro*, reportaron una reducción en metano, la cual fue atribuida al contenido de taninos condensados (proantocianidinas), quienes presentan potencial para reducir la metanogénesis ruminal (Tavendale *et al.,* 2005).

## CONCLUSIONES

La inclusión del destilado de clavo mostró efectos positivos ya que incremento la producción de ácido propiónico disminuyendo a su vez la generación de $CH_4$, sin embargo, son requeridas futuras investigaciones con la finalidad de determinar el efecto *in vivo.*

## LITERATURA CITADA

Benchaar, C., S. Calsamiglia, A. V. Chaves, G. R. Fraser, D. Colombatto, T. A. McAllister and K. A. Beauchemin. 2008. A review of plant derived essential oils in ruminant nutrition and production. Anim. Feed. Sci. Technol. 145: 209-228.

Castillejos, L. S. Calsamiglia, J. Martín-Tereso and H. Ter Wijlen. 2008. *In vitro* evaluation of effects of ten essential oils at three doses on ruminal fermentation of high concentrate feedlot-type diets. Anim. Feed Sci. Tech. 145(1): 259-270.

Chao, S. C. and D. G. Young. 2000. Screening for inhibitory activity of essential oils on selected bacteria, fungi and viruses. J. Essent. Oil Res. 12: 639-649.

DeRamus, H. A., T. C. Clement, D. D. Giampola and P. C. Dickison. 2003. Methane emissions of beef cattle on forages: efficiency of grazing management systems. J. Environ. Qual. 32: 269-277.

Erwin, E. M. and E. G. Emery. 1961. Volatile fatty acid analysis of blood and rumen fluid by gas chromatography. J. Dairy Sci. 44(9): 1768-1771.

Johnson, K. A. and D. E. Johnson. 1995. Methane emissions from cattle. J Anim. Sci. 73: 2483-2492.

Khalil, K. R. 2000. Atmospheric methane: An introduction. In: M. A. K. Khalil (Ed.) Atmospheric methane, its role in the global environment. Springer-Verlag. Berlin. pp. 1-8.

Lassey, K. R. 2007. Livestock methane emission: from the individual grazing animal through national inventories to the global methane cycle. Agric. Forest Meteorol. 142: 120-132.

Menke, K. E. and H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. Anim. Res. Development. 27: 7-55.

Pawar, M., D. N. Kamra, N. Agarwal and L. C. Chaudhary. 2014. Effects of essential oils on in vitro methanogenesis and feed fermentation with buffalo rumen liquor. Agric. Res. 3(1): 67-74.

Poulsen, M., C. Schwab, B. B. Jensen, R. M. Engberg, A. Spang, N. Canibe, O. Hojberg, G. Milinovich, L. Fragner, C. Schleper, W. Weckwerth and A. Schramm. 2013. Methylotrophic methanogenic Thermoplasmata implicated in reduced methane emission from bovine rumen. Nat. Commun. 4: 1428.

Sallam, S. M., I. C. Bueno, M. E. Nasser and A. L. Abdalla. 2010. Effect of eucalyptus (*Eucalyptus citriodora*) fresh or residue leaves on methane emission *in vitro*. Ital. J. Anim. Sci. 9(3): 58.

Steel, G. D. R., J. H. Torrie and D. A. Dickey. 1997. Principles and procedures of statistics. A biometrical approach: McGraw-Hill. New York. 637 p.

Tavendale, M. H., L. P. Meagher, D. Pacheco, N. Walker, G. T. Attwood and S. Sivakumaran. 2005. Methane production from in vitro rumen incubations with *Lotus pedunculatus* and *Medicago sativa*, and effects of extractable condensed tannin fractions on methanogenesis. Anim. Feed Sci. Tech. 123: 403-419.

Theodorou, M. K., B. A. Williams, M. S. Dhanoa, A. B. McAllan and J. France. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. Anim. Feed Sci. 48 (3-4): 185-197.

Van Soest, P. J. 1994. Nutritional ecology of the ruminants. Comstock Publishing Associates, Cornell University Press. Ithaca (USA) and London (UK).

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# FERMENTACIÓN *in vitro* DE COMPLEMENTOS PARA BECERROS CON NIVELES CRECIENTES DE VAINA DE PAROTA (*Enterolobium cyclocarpum*)

## *[In vitro* FERMENTATION OF SUPPLEMENTS FOR CALVES WITH INCREASING LEVELS OF POD (*Enterolobium cyclocarpum*)]

**Usiel Carbajal-Márquez[1], Paulino Sánchez-Santillán[2§], Adelaido Rafael Rojas-García[2], Mario Antonio Mendoza-Núñez[2], Marco Ayala-Monter[2], Daniel Hernández-Valenzuela[3]**

[1]Maestría en Producción de Bovinos en el Trópico, Facultad de Medicina Veterinaria No. 2, Universidad Autónoma de Guerrero, México. C.P. 41940. [2]Facultad de Medicina Veterinaria No. 2, Universidad Autónoma de Guerrero, México. C.P. 41940. [3]Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Av. Periférico Poniente s/n, col Villa de Guadalupe, C.P. 40040, Iguala de la Independencia, Gro. [§]Autor para correspondencia: (sanchezsantillanp@gmail.com).

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar la producción de gas y las características fermentativas *in vitro* de complementos para becerros con niveles crecientes de parota (*Enterolobium cyclocarpum*). Los complementos se formularon con base en el NRC (2000) y se caracterizaron por la inclusión creciente de vaina de parota T0 (testigo), T25 (25 % de vaina de parota), T50 (50 % de vaina de parota), T75% (75 % de vaina de parota). El biodigestor consistió en 0.5 g de un tipo de complemento, 45 mL de medio de cultivo y 5 mL de fluido ruminal como inóculo y se incubó a 39 °C. Las variables fueron producción parcial a las 24, 48 y 72 h, así como acumulada de biogás y metano ($CH_4$); además pH, nitrógeno amoniacal ($N\text{-}NH_3$), degradación de materia seca (DMS) y degradación de fibra detergente neutro (DFDN). El análisis estadístico fue un diseño completamente al azar. La producción parcial de biogás a las 24 y 48 h, producción acumulada de biogás y producción parcial a las 24, 48 y 72 h, así como la acumulada de $CH_4$ total no mostraron diferencias ($p > 0.05$) entre complementos. El pH del medio de cultivo a las 72 h de incubación mostró diferencias ($p < 0.05$) entre T75 con T25 y T50. La concentración de $N\text{-}NH_3$ disminuyo conforme se aumentó la concentración de vaina de parota en los complementos ($p < 0.05$). El mayor % DMS fue del complemento T75, 18.2% mayor que el complemento testigo (T0). La DFDN promedió 63.04 %, sin diferencias entre complementos ($p > 0.05$). Se concluye, la fermentación *in vitro* de complementos con niveles crecientes de vaina de parota (*E. cyclocarpum*) mediante la técnica de producción de gas no mostró efectos negativos en el uso de hasta 75% en la elaboración de complementos para becerros en crecimiento.

**Palabras clave:** Degradación fibra detergente neutro, degradación materia seca, leguminosas, nutrición bovina, producción de gas.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the *in vitro* gas production and fermentative characteristics of supplements for calves with increasing levels of parota (*Enterolobium*

*cyclocarpum*). The supplements were formulated based on the NRC (2000) and they were characterized by the growing inclusion of parota pod T0 (control), T25 (25 % pod of parota), T50 (50 % pod of parota), T75 (75 % pod of parota). The biodigester consisted of 0.5 g of a type of complement, 45 mL of culture medium and 5 mL of ruminal fluid as inoculum and incubated at 39 °C. The variables were partial production at 24, 48 and 72 h, as well as accumulated biogas and methane ($CH_4$); also pH, ammonia nitrogen ($N\text{-}NH_3$), dry matter degradation (DMD) and neutral detergent fiber degradation (NDFD). The statistical analysis was a completely random design. The partial production of biogas at 24 and 48 h, accumulated production of biogas and partial production at 24, 48 and 72 h, as well as the accumulated total $CH_4$ showed no differences ($p < 0.05$) between complements. The pH of the culture medium at 72 h of incubation showed differences ($p < 0.05$) between T75 with T25 and T50. The concentration of $N\text{-}NH_3$ decreased as the concentration of parota sheath in the supplements increased ($p > 0.05$). The highest %DMD was of complement T75, 18.2 % greater than the control complement (T0). The NDFD averaged 63.04 %, without differences between complements ($p > 0.05$). It is concluded that the *in vitro* fermentation of supplements with increasing levels of pod of parota (*E. cyclocarpum*) by means of the gas production technique showed no negative effects in the use of up to 75 % in the elaboration of supplements for growing calves.

**Index words:** Neutral detergent fiber degradation, dry matter degradation, legumes, bovine nutrition, gas production.

## INTRODUCCIÓN

El uso de recursos forrajeros arbóreos como suplemento es una práctica común en los sistemas de producción de rumiantes en el trópico. La finalidad es mejorar el aporte de energía y proteína, dado que los sistemas de producción dependen de la cantidad y calidad del forraje disponible (Hernández-Morales *et al.,* 2018). En el trópico seco y húmedo de México existen especies como la parota (*Enterolobium cyclocarpum*), que es considerada como un recurso alimenticio no convencional. La parte utilizable para la alimentación de los rumiantes es el fruto; que consiste en una vaina en forma de oreja, la cual contiene las semillas que están envueltas en una matriz blanda semifibrosa (Serratos-Arévalo *et al.,* 2008). Las vainas contienen un alto porcentaje de proteína 19.5 % (Hernández-Morales *et al.,* 2018) y comparado con zacates y esquilmos agrícolas constituyen una fuente de energía 2.8 Mcal de energía metabolizable (Bonilla-Cárdenas, 1999). En forma natural, la vaina cae al suelo en los meses de abril a junio y es consumida por el ganado (Piñeiro-Vázquez *et al*., 2013). Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar la producción de gas y las características fermentativas *in vitro* de complementos para becerros, con niveles crecientes de vaina de parota.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en el laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2 de la Universidad Autónoma de Guerrero. Geográficamente situado a 16° 08'' Latitud Norte y 98° 23'' de Longitud Oeste, a una altitud de 50 msnm, predominando

un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, con precipitación media anual de 1,200 mm y una temperatura promedio anual de 25 °C (INEGI, 2018).

Complementos alimenticios: Se elaboraron con ingredientes de la región Costa Chica de Guerrero (Cuadro 1). Estos se ajustaron con base en la tasa de crecimiento y la etapa fisiológica de becerros según lo reportado por NRC (2000).

**Cuadro 1.** Composición porcentual y química de los complementos elaborados con dosis crecientes de parota para becerros en crecimiento.

| Ingredientes (%) | T0 | T25 | T50 | T75 |
|---|---|---|---|---|
| Urea | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Maíz | 7 | 7 | 7 | 7 |
| Sal mineral | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Vaina | 0 | 25 | 50 | 75 |
| Heno | 56.2 | 37.7 | 18.8 | 0 |
| Soya | 27.8 | 21.5 | 15.2 | 8.5 |
| Composición química (%) | | | | |
| MS | 97 | 99 | 99 | 98 |
| Ce | 0.67 | 1.13 | 0.34 | 5.93 |
| MO | 96.7 | 97.6 | 98.6 | 92.4 |
| PC | 28.3 | 28.3 | 28.2 | 28.2 |
| FDN | 61.5 | 50.7 | 41.3 | 32.7 |
| FDA | 31.9 | 25.2 | 20.4 | 14.7 |
| EM, Mcal kg | 2.13 | 2.41 | 2.48 | 2.66 |
| Hemicelulosa | 29.5 | 25.5 | 20.9 | 18.0 |

T0 = 0% de inclusión de vaina de parota, T25 = 15 % de inclusión de vaina de parota, T50 = 50 % de inclusión de vaina de parota, T75 = 75 % de inclusión de vaina de parota, MS = materia seca, Ce = cenizas, MO = materia orgánica, PC = proteína cruda, FDN = fibra detergente neutro, FDA = fibra detergente ácido, EM = energía metabolizable Mcal $kg^{-1}$.

Aspectos éticos: La vaquilla Suiz-bu se manejó de acuerdo con el reglamento interno de bioética y bienestar de la Universidad Autónoma de Guerrero según las normas oficiales NOM-062-ZOO-1999.

Medio de cultivo**:** El medio contenía 30 mL de fluido ruminal clarificado [líquido ruminal bovino fresco centrifugado 10 minutos a 12,857 x g y esterilizado por 15 min a 121°C y 15 psi], 5 mL de solución mineral I [6 g $K_2HPO_4$ en 1000 mL de agua destilada], 5 mL de solución mineral II [6 g $KH_2PO_4$ + 6 g $(NH_4)_2SO_4$ + 12 g NaCl + 2.45 g $MgSO_4$ + 1.6 g CaCl-$2H_2O$ en 1000 mL de agua destilada], 0.1 mL de resarzurina a 0.1%, 0.2 g de peptona de soya, 0.1 g de extracto de levadura, 2 mL de solución sulfido-cisteína [2.5 g L-cisteína en 15 mL de 2N NaOH + 2.5 g de $Na_2S$-$9H_2O$ aforado en 100 mL de agua destilada], 5 mL de solución a 8 % de $Na_2CO_3$ y 52.6 mL de agua destilada. (Sánchez-Santillán *et al.*, 2016).

Solución NaOH (2N): En 1 L de agua destilada se disolvieron 80 g de NaOH. La solución se vertió en viales serológicos (60 mL) hasta llenarlos completamente para obtener los viales trampa de NaOH 2N.

Solución salina saturada: En 1 L de agua destilada se disolvieron 370 g de NaCl y se agregaron 5 mL anaranjado de metilo al 0.1 %. El pH se ajustó a 2. La solución se vertió en viales serológicos (120 mL) hasta llenarlos completamente para obtener los viales trampa de solución salina saturada.

Biodigestores: En viales serológicos de vidrío (120 mL) se agregaron 0.5 g de cada complemento y 45 mL de medio de cultivo. Los viales se mantuvieron en condiciones anaeróbicas con $CO_2$, se sellaron herméticamente con un tapón de neopreno (20 mm Ø) y con un arillo de aluminio. Los biodigestores se esterilizaron 15 minutos a 121 °C y 15 psi, y se incubaron 24 h a 39 °C para verificar esterilidad (Herrera-Pérez *et al*., 2018). Los biodigestores se inocularon con líquido ruminal de una vaquilla Suiz-bu alimentada con pasto mulato y se incubaron en baño maría a 39 °C por 72 h.

Producción de biogás: Una manguera Taygon® (2.38 mm Ø interno y 45 cm de longitud) con agujas hipodérmicas (20 G x 32mm) en los extremos se usaron para acoplar el biodigestor con un vial trampa de solución salina saturada. El vial trampa se colocó de manera inversa en una probeta modificada que sirvió para colectar la solución salina desplazada por los gases que se producen durante la incubación mediante una aguja hipodérmica colocada como válvula de salida. La producción de gas se midió a las 24, 48 y 72 h.

Producción de gas metano ($CH_4$): La producción de $CH_4$ se midió a las 24, 48 y 72 h con el mismo procedimiento que gas total; pero, se usó el vial trampa de solución NaOH (2N). La producción de $CH_4$ se tomó como los mL desplazados de la solución NaOH (2N), ya que el $CO_2$ reacciona con el NaOH formando $Na_2CO_3$ (Torres-Salado *et al*., 2019).

Características fermentativas: A las 72 h de incubación, del contenido de los biodigestores después del periodo de incubación se midió pH con un potenciómetro (calibración pH 7 y 4) y se tomó 1 mL de muestra para determinar nitrógeno amoniacal ($N\text{-}NH_3$) según la metodología de McCullough (1967). Posteriormente, el contenido del biodigestor se filtró en bolsas ANKOM® a peso constante y se secaron a 60 °C por 24 h en una estufa. La capacidad de degradación de la materia seca (DMS) se calculó con la fórmula: DMS (%) = (g muestra inicial–g muestra final/g muestra inicial) * 100. Las bolsas ANKOM® se sellaron a calor y se determinó el contenido de FDN (Van Soest *et al.*, 1991). El porcentaje de degradación de la FDN (% DFDN) se calculó con la formula DFDN (%)= (FDN inicial–FDN no degradado/FDN inicial) *100 (Hernández-Morales *et al.*, 2018).

Los resultados de las variables (5 repeticiones independientes por complemento) se analizaron en un diseño completamente al azar. Los datos se analizaron usando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS® (2011) y las diferencias de medias se analizaron usando la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de biogás parcial a las 24 y 48 h, así como el acumulado no presentaron diferencias estadísticas ($p > 0.05$) al incrementar el contenido de vaina de parota en los complementos. Sin

embargo, en la producción parcial a las 72 h, el complemento testigo (T0) mostró mayor producción con respecto a los complementos que incluyen vaina de parota (T25, T50 y T75; $p < 0.05$) (Cuadro 2). Lo anterior, como consecuencia del proceso de fermentación de los carbohidratos, ya que en las primeras 24 h se fermentan los carbohidratos correspondientes al contenido celular y azucares solubles seguido por la fermentación de polisacáridos de la pared celular o de reserva accesibles para los microorganismos y por último los carbohidratos estructurales unidos o cerca de la lignina (Sánchez-Santillán *et al*., 2015; Herrera-Pérez *et al*., 2018). Lo que explica que no se hayan encontrado diferencias, ya que la vaina de parota contiene carbohidratos estructurales poco lignificados altamente digeribles (Cecconello *et al*., 2003). Los resultados de este estudio difieren de los presentados por Hernández-Escobar *et al.* (2017) quienes encontraron producciones acumuladas biogás a las 72 h de 490 mL $g^{-1}$ MS, cuando incluyeron 15 % vaina de parota en dietas integrales para bovinos.

La producción parcial de $CH_4$ a las 24, 48 y 72 h, así como el acumulado no mostraron diferencias entre complementos ($p > 0.05$). Las características bromatológicas de un producto sometido a fermentación ruminal es uno de los principales factores que influyen en la producción de $CH_4$ y la fermentación de carbohidratos estructurales por bacterias celulolíticas también genera mayor producción de $CH_4$, (Torres-Salado *et al*., 2019). Sin embargo, el promedio de FDN estimado para cada complemento en este estudio fue 46.55 % (Cuadro 1) sumado al contenido de carbohidratos solubles de la vaina de parota son factores que influyeron en los niveles de producción $CH_4$. Lo anterior indica, la inclusión de vaina de parota no modifica la producción *in vitro* de $CH_4$ (Cuadro 2). Sin embargo, Hernández-Escobar *et al.* (2017) reportaron valores inferiores al presente estudio con 13.89 mL $g^{-1}$ MS de $CH_4$ en dietas con 15 % de vaina de parota.

El pH del medio de cultivo a las 72 h de incubación mostró diferencias ($p < 0.05$) entre T75 con T25 y T50 (Cuadro 2). Sin embargo, estos valores se mantienen dentro del rango del pH del rumen 5.5 a 7 según Araujo y Vergara (2007); por lo que la constitución de los complementos no altera el pH ruminal. El volumen de producción de $N\text{-}NH_3$, disminuyó a medida que se aumentó la concentración de vaina de parota en los complementos (T25, T50 y T75; $p < 0.05$). Según González *et al.* (2010) la concentración ideal de $N\text{-}NH_3$ en rumen varía entre 5 a 25 mg $dL^{-1}$ de líquido ruminal y que la eficiencia microbiana máxima ocurre cuando la concentración de $N\text{-}NH_3$ ruminal se encuentra entre 5 y 8 mg $dL^{-1}$, por lo que los valores del presente estudio se encuentran en ambos rangos de $N\text{-}NH_3$ reportados.

La degradación de la materia seca (DMS) aumento ($p < 0.05$) conforme se incrementó la inclusión de vaina de parota a los complementos (Cuadro 2), siendo el complemento T75 el de mayor DMS, 18.2 % mayor que el complemento testigo (T0). Esto se puede atribuir a que la vaina de parota contiene 28 % de FDN y 20 % de FDA, propiciando que el contenido de nutrientes degradables aumente durante el tiempo de fermentación en el biodigestor; ya que DMS superiores a 60 % de alimentos para rumiantes se relacionan con bajas concentraciones de fibras detergentes (Hernández-Morales *et al.*, 2018). Los resultados del presente estudio concuerdan con otros autores quienes clasifican a las vainas de leguminosas como alimentos de buena calidad para rumiantes (Velázquez *et al.*, 2011; Delgado *et al.*, 2014).

La degradación de la fibra detergente neutro (DFDN) no mostró diferencias entre complementos ($p > 0.05$). Esto no concuerda con los resultados de DMS del presente estudio. Una razón pueden ser los componentes vegetales involucrados en la autoprotección que limitan su valor nutricional, como las saponinas (Roa y Muñoz, 2012); ya que estas pueden causar una reducción significativa en la degradación del sustrato (Wina *et al.*, 2005; Carmona, 2007) por una disminución en la actividad enzimática. Esto porque T0 contiene 61.5 % de FDN, mientras T75 32.7 % (Cuadro 1), lo que representa la degradación de 384 g $Kg^{-1}$ de FDN para T0 y de 204 g $Kg^{-1}$ de FDN para T75, indicando que la FDN es más degradable en T0 que en T75.

**Cuadro 2.** Producción de biogás, metano y características fermentativas *in vitro* de complementos para becerros, con niveles crecientes de vaina de parota (*Enterolubium cyclocarpum*).

| Variables | T0 | T25 | T50 | T75 | EEM |
|---|---|---|---|---|---|
| $Biogás_{24}^{*}$ (mL $g^{-1}$ MS) | 131.46 | 137.55 | 156.88 | 155.41 | 4.92 |
| $Biogás_{48}^{*}$ (mL $g^{-1}$ MS) | 39.44 | 27.51 | 31.86 | 35.46 | 2.25 |
| $Biogás_{72}^{*}$ (mL $g^{-1}$ MS) | $14.34^{a}$ | $10.96^{b}$ | $9.96^{b}$ | $9.37^{b}$ | 0.52 |
| Biogás acumulado (mL $g^{-1}$ MS) | 184.86 | 175.61 | 198.51 | 198.44 | 4.58 |
| $Metano_{24}^{*}$ (mL $g^{-1}$ MS) | 38.24 | 46.62 | 46.63 | 47.92 | 1.52 |
| $Metano_{48}^{*}$ (mL $g^{-1}$ MS) | 8.76 | 8.96 | 8.77 | 10.16 | 0.26 |
| $Metano_{72}^{*}$ (mL $g^{-1}$ MS) | 5.77 | 5.38 | 5.38 | 5.43 | 0.16 |
| Metano acumulado (mL $g^{-1}$ MS) | 52.77 | 60.96 | 60.78 | 63.52 | 1.66 |
| pH | $6.60^{ab}$ | $6.65^{a}$ | $6.64^{a}$ | $6.55^{b}$ | 0.01 |
| N-$NH_3$ (mg $dL^{-1}$) | $20.83^{b}$ | $22.76^{a}$ | $21.48^{ab}$ | $16.96^{c}$ | 0.52 |
| DMS (%) | $69.74^{d}$ | $74.70^{c}$ | $78.76^{b}$ | $82.42^{a}$ | 1.24 |
| DFDN (%) | 62.46 | 63.34 | 63.86 | 62.52 | 0.39 |

$^{a,b,c,d}$ Medias por fila con diferente letra indican diferencias ($p < 0.05$). $^{*}$Producciones parciales a las 24, 48 y 72 h, N-$NH_3$ = nitrógeno amoniacal, DMS = degradación de materia seca, DFDN = degradación de fibra detergente neutro, EEM = error estándar de la media.

## CONCLUSIONES

La fermentación *in vitro* de complementos con niveles crecientes de vaina de parota (*Enterolobium cyclocarpum*) mediante la técnica de producción de gas mostró que no hay efectos negativos en el uso de hasta 75% en la elaboración de complementos. A nivel laboratorio, el uso de la vaina de parota como parte de las estrategias de alimentación de rumiantes es factible; sin embargo, es necesario hacer estudios *in vivo* para evaluar la respuesta productiva de los becerros a la inclusión de la vaina de parota en la elaboración de los complementos.

## LITERATURA CITADA

Araujo, F. O. y L. J. Vergara. 2007. Propiedades físicas y químicas del rumiante. Archivo Latinoamericano Producción Animal 15(1): 133-140.

Bonilla-Cárdenas, J. A. 1999. Uso de vaina de parota en dietas para finalización de ovinos. 500 Tecnologías Llave en Mano. INIFAP-SAGAR. p. 20.

Carmona, A. J. C. 2007. Efecto de la utilización de arbóreas y arbustivas forrajeras sobre la dinámica digestiva de bovinos. Revista Lasallista de investigación 4 (1): 40-50.

Cecconello, C. G., S. M. Benezra y E. N. Obispo. 2003. Composición química y degradabilidad ruminal de los frutos de algunas especies forrajeras leñosas de un bosque seco tropical. Zootecnia Tropical 21(2): 1-8.

Delgado, D. C., R. Hera, J. Cairo y Y. Orta. 2014. *Samanea saman,* árbol multipropósito con potencialidades como alimento alternativo para animales de interés productivo. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas 48(3): 205-212.

González, G. H., R. R. Martínez, A. E. Orozco, H. N. Perea, B. M. López, C. L. Holguín. Y H. E. C. Hernández. 2010. Efecto del tipo de dieta y del grupo racial sobre el comportamiento digestivo en borregos: efecto del nivel de consumo y de la relación forraje, concentrado sobre el comportamiento digestivo en borregos. Colección Reportes Técnicos de Investigación ISBN. 2: 41.

Hernández-Escobar, M. R., R. Pinto-Ruiz, A. Ley de Coss, D. Raj-Aryal, D. Hernández-Sánchez, J. A. Jimenez y H. Gomez-Castro. 2017. Producción de gas de efecto invernadero de dietas para bovinos con especies arboreas con altos contenidos de metabolites secundarios. *In:* XLIV reunion cientifica AMPA clima y ganaderia productividad sustentable: 447-451.

Hernández-Morales, J., P. Sánchez-Santillán, N. Torres-Salado, J. Herrera-Pérez, R. A. Rojas-García., I. Reyes-Vázquez y M. A. Mendoza-Núñez. 2018. Composición química y degradaciones *in vitro* de vainas y hojas de leguminosas arbóreas del trópico seco de México. Revista Mexicana Conciencias Pecuarias 9(01): 105-120.

Herrera-Pérez, J., L. Velez-Regino, P. Sánchez-Santillán, N. Torres-Salado, R. A. Rojas-García y M. Maldonado-Peralta. 2018. Fermentación *in vitro* de consorcios bacterianos celulolíticos ruminales de búfalos de agua en sustratos fibrosos. Rev. MVZ Córdoba 23(3): 6860-6870.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2018. Anuario estadístico y geográfico de los Estados Unidos Mexicanos. (Acceso el 20 de junio de 2018). URL disponible en: www.beta.inegi. org.mx/app/areasgeografcas/?ag=12023.

McCullough**,** H. 1967. The determination of ammonia in whole blood by a direct colorimetric method. Clinica Chimica Acta 17: 297-304.

NOM-062-ZOO-1999. Norma Oficial Mexicana, Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. SENASICA, México. 22 de agosto de 2001. URL disponible en: https://www.gob.mx/senasica/documentos/nom-062-zoo-1999.

NRC. 2000. Nutrient Requirements of Small Ruminants. Animal Nutrition Series. The National Academies Press. Washington, D.C. 362 p.

Piñeiro-Vázquez, A. T., A. J. Ayala-Burgos, A. J. Chay-Canul and J. C. Ku-Vera. 2013. Dry matter intake and digestibility of rations replacing concentrates with graded levels of *Enterolobium cyclocarpum* in Pelibuey lambs. Tropical Animal Health Production 45: 577-583.

Roa, V. M., y M. J. Muñóz. 2012. Evaluación de la degradabilidad *in situ* en bovinos suplementados con cuatro especies de árboles. Revista MVZ Córdoba 17(1): 2900-2907.

Sánchez-Santillán, P., M. A. Cobos-Peralta, D. Hernández-Sánchez, A. I. Alvarado, V. D. Espinosa y J. G. Herrera-Haro. 2016. Uso de carbón activado para conservar bacterias celulolíticas liofilizadas. Agrociencia 50(5): 575-582.

Sánchez-Santillán, P., M. Meneses-Mayo, L. A. Miranda-Romero, E. Santellano-Estrada y B. Alarcón-Zúñiga. 2015. Actividad fibrolítica y producción de gas por Pleurotus ostreatus-IE8 y Fomes fomentarius-EUM1 en bagazo de caña. MVZ Córdoba 20(supl): 4907-4916.

SAS. 2011. SAS/STAT Sofware. Versión 9.3. Cary, NC SAS, USA: Institute INC.

Serratos-Arévalo, J. C., J. Carreón-Amaya, H. Castañeda-Vázquez, P. Garzón-De la Mora y J. García-Estrada. 2008. Composición químico-nutricional y de factores antinutricionales en semillas de parota (*Enterolobium cyclocarpum*) Interciencia 33 (11): 850-854.

Torres-Salado, N., P. Sánchez-Santillán, R. A. Rojas-García, I. Almaraz-Buendía, J. Herrera-Pérez, I. Reyes-Vázquez y F. J. Mayren-Mendoza. 2019. Producción de gas *in vitro* y características fermentativas de consorcios bacterianos celulolíticos ruminales de búfala de agua (*bubalus bubalis*) y vaca suiz-bu. Agrociencias 53(2): 145-159.

Van Soest, P. J., B. J. Roberton and A. B. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science 74(10): 3583-3597.

Velázquez, A. J., R. M. González, J. Bórquez, I. A. Domínguez y R. Perezgrovas. 2011. Composición química y producción de gas *in vitro* de dietas con vainas de *Acacia farnesiana.* Arch. Zootec. 60 (231): 637-645.

Wina, E., S. Muetzel and K. Becker. 2005. The impact of saponins or saponin-containig plant material son ruminant production-A Review. Journal of Agricultural and Food Chemistry 53: 8093-8105.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# ADICIÓN DE GRASAS PROTEGIDAS EN LA DIETA DE VACAS LECHERAS EN ESTABULACIÓN: DESEMPEÑO PRODUCTIVO Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE

## [ADITION BY PASS FAT IN DIET OF DAIRY COWS: PRODUCTIVE PERFORMANCE AND MILK COMPOSITION]

**Alberto Jorge Rojas González[1], José Armando Gómez Arellanes[1], Edwin Steve Nateras Arroyo, Luis Alberto Mejía Uribe[1], Juan Edrei Sánchez Torres[1], Ignacio Arturo Domínguez-Vara[1], Darwin Heredia-Nava[2], Ernesto Morales-Almaráz[1§]**

[1]Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Departamento de Nutrición Animal. [2]Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de los Altos (CUAltos). Departamento de Ciencias Pecuarias y Agrícolas. [§]Autor para correspondencia: (emoralesa@uaemex.mx).

## RESUMEN

El objetivo fue evaluar la respuesta productiva y la composición química de la leche de vacas alimentadas con dietas completas mezcladas (TMR) adicionando grasas protegidas. Tres vacas Holstein x Pardo Suizo fueron asignadas en un diseño de cuadro latino 3x3 con tres periodos experimentales de 15 días para evaluar la inclusión de grasa protegidas: 1) Testigo, TMR sin grasa protegida; 2) SCUnsat, TMR con sales de calcio de aceite de soya como fuente de ácidos grasos insaturados; 3) GSat, TMR con grasa protegida a base de aceite de palma rica en ácidos grasos saturados. Las dietas se ofertaron en un sistema estabulado. La grasa protegida se suministró a un nivel de 600 g animal $d^{-1}$. El peso vivo no fue afectado por los tratamientos ($p > 0.05$). El consumo de materia seca fue 12.75 y 22.26% mayor ($p < 0.05$) en SCUnsat que el tratamiento testigo y GSat, respectivamente. La adición de grasa protegidas en dietas completas mezcladas para vacas lecheras no afectó ($p > 0.05$) a la composición de la leche. Se concluye que la asignación diaria de 600 g de grasa protegida rica en ácidos grasos insaturados incrementa el consumo de MS y la producción de leche sin afectar la composición química de la leche.

**Palabras clave:** Grasa saturada, producción de leche, sales de calcio.

## ABSTRACT

The objective was to evaluate the productive response and chemical composition of milk from cows fed with total mixed rations adding bypass fat. Three Holstein x Swiss brown cows were assigned in a 3x3 Latin square design with three experimental periods of 15 days each one. Three treatments: 1) Testigo, TMR without bypass fat; 2) SCUnsat, TMR with calcium salts of soybean oil; 3) GSat, TMR with bypass fat of palm oil. The TMR was offered in indoor. The bypass fat was provided at a level of 600 g animal $d^{-1}$. The live weight was not affected by the treatments ($p > 0.05$). Dry matter intake was 12.75 and 22.26% higher ($p < 0.05$) in SCUnsat than the control treatment and GSat, respectively. The addition of bypass fat in TMR for dairy cows did not affect ($p > 0.05$) the milk composition. In conclusión, the daily allocation of 600 g of bypass fat rich in

unsaturated fatty acids increases the dry matter intake and milk production without affecting the milk composition.

**Index words:** Saturated fat, milk production, calcium sales.

## INTRODUCCIÓN

En años recientes, la investigación sobre la composición de la grasa de los productos derivados de los rumiantes (carne y leche) ha recibido especial atención en un esfuerzo unificado por modificarla, porque no solo aporta energía a la dieta, también ejerce un papel importante como promotora de una buena salud en el humano (Parodi, 1994). El reemplazo parcial de cereales por suplementos de grasa, la cual tiene mayor concentración de energía que los suplementos basado en almidón, es una alternativa para incrementar el consumo de energía y de ácidos grasos (AG) de cadena larga en la grasa de la leche de vacas (Agenäs *et al.*, 2002; Schroeder *et al.*, 2002).

Los suplementos de grasa, además de aceites de semillas, han involucrado un amplio rango de suplementos de grasa, incluyendo sebo y algunos productos comerciales como sales de calcio de ácidos grasos, de aceite de palma, sebo, aceite de soja alto en ácido oleico (Moate *et al.*, 2007). Algunos tratamientos tecnológicos son usados para proteger los AG de la dieta contra los microorganismos ruminales o proteger la fermentación ruminal contra los efectos de los lípidos de la dieta (Doreau *et al.*, 1989). El fin es intentar mejorar la transferencia de AG poliinsaturados de la ración a la leche con un bajo contenido de AG saturados (Scott *et al*., 1971).

La grasa añadida en la dieta de rumiantes proporciona ácidos grasos preformados los cuales están directamente disponibles para la síntesis de la grasa láctea en el ganado lechero (Palmquist, 1988) y pequeños rumiantes (Schmidely y Sauvant, 2001). La adición de fuentes de ácidos grasos (saturados e insaturados) en la dieta de vacas lecheras ha demostrado tener efectos sobre la producción de leche (Palmquist y Schanbacher, 1991; Schroeder *et al*., 2003). El propósito del presente trabajo fue evaluar la respuesta productiva y la composición química de la leche en vacas Holstein x Pardo Suizo en estabulación alimentadas con dietas completas mezcladas adicionando grasas protegidas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron tres vacas Holstein x Pardo Suizo de primer parto al inicio de su lactación, las cuales se manejaron de acuerdo con las normas de salud y de bienestar animal establecidas por la institución. Las vacas se colocaron en tres corrales diferentes para su completa estabulación, en un diseño con arreglo de cuadro latino 3x3, con tres periodos experimentales de 15 días (diez de adaptación y cinco de medición). La alimentación de las vacas fue en raciones completas mezcladas (TMR, por sus siglas en inglés), conformada por ensilado de maíz y un concentrado en un sistema estabulado. En el concentrado, elaborado a base de cereales y fuentes proteicas, se adicionará las sales de calcio o grasa de sobrepaso con el fin de suministrar 600 g animal $d^{-1}$. Los tratamientos a evaluar serán los siguientes:

1) Testigo, dieta completa mezclada sin grasa protegida.
2) SCUnsat, dieta completa mezclada con sales de calcio de aceite de soya como fuente de ácidos grasos insaturados.
3) GSat, dieta completa mezclada con grasa protegida a base de aceite de palma rica en ácidos grasos saturados.

Las dietas integrales serán formuladas para que sean isoproteicas e isoenergeticas. La composición de las dietas y su aporte nutricional se observa en el Cuadro 1.

El trabajo experimental en cada periodo comprenderá tres periodos, divididos en dos fases cada uno. La primera fase consistió en la adaptación al manejo y la dieta, la cual fue de 10 días, y en los siguientes cinco días fueron para la medición del consumo de alimento, producción de leche y toma de muestras (leche y alimento). Las vacas se pesaron al inicio y final de la fase de medición. Diariamente las vacas fueron alimentadas dos veces al día, oferta 07:00 h y 16:00 h, respectivamente; se realizarán dos ordeños (06:00h y 15:00h) con ordeñadora mecánica. Finalizado el ordeño matutino, los animales permanecerán en corrales individuales (4x4m) provistos de bebedero y comedero donde se les proporcionó la TMR *ad libitum*, después de ofertar la dieta por la mañana, al medio día (12:00 h) los animales se trasladaron a un área de descanso donde permanecieron hasta el inicio del ordeño vespertino. Concluido el segundo ordeño, los animales se regresaron a los corrales individuales, donde se les ofertó la dieta TMR.

**Cuadro 1**. Composición de las dietas (%, base seca) y composición química.

| Ingrediente | Tratamientos[†] | | |
|---|---|---|---|
| | Testigo | GSat | SCUnsat |
| Harina de Soya | 5.68 | 6.50 | 6.49 |
| Canola | 19.12 | 18.94 | 19.04 |
| Sorgo molido | 15.64 | 10.98 | 10.69 |
| Rastrojo de maíz | 1.72 | 1.75 | 1.75 |
| Jabón de calcio[§] | - | - | 4.18 |
| EnergyVac[∞] | - | 4.18 | - |
| Minerales | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Carbonato de Ca | 1.15 | 0.15 | 0.36 |
| Ensilado de maíz | 55.68 | 56.50 | 56.50 |
| | | | |
| Análisis químico | | | |
| Materia seca, g/kg MF | 42.56 | 42.29 | 42.75 |
| Proteína total, % | 16.0 | 16.0 | 16.0 |
| Energía neta lactación, Mcal/kg | 1.59 | 1.77 | 1.70 |
| Relación F:C | 57:43 | 58:42 | 58:42 |

[§] Jabones de calcio con aceite de soya. [∞] Producto comercial. [†] Tratamientos: Testigo; dieta sin adición de grasa protegida; GSat; grasa protegida comercial rica en ácidos grasos saturados; SCUnsat; sales de calcio de aceite de soya.

La producción láctea y la oferta de alimento se registraron de forma individual. En los cinco días de medición se tomó una muestra de leche en cada ordeño, y se preparó una alícuota

proporcional a la producción, misma que se conservó en refrigeración (2°C) para su posterior análisis en laboratorio. El consumo voluntario de alimento en el corral se determinó por diferencia entre la oferta y rechazo.

Análisis de laboratorio. El análisis químico proximal de las TMR se determinó por los métodos convencionales (Van Soest *et al*., 1991; AOAC, 2012). En leche se medió el contenido de proteína, grasa y lactosa con analizador Lactoscan SL60.

Análisis estadístico. A las variables de respuesta se aplicó en un análisis de varianza para un diseño cuadro latino 3x3 repetido, con el procedimiento mixed (SAS, 1999). Cuando se observó efecto significativo ($p \leq 0.05$) se utilizó la prueba de Tukey para la comparación de medias (SAS, 1999). Se hablará de tendencia estadística cuando la probabilidad sea > 0.05 y < 0.10.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variables dependientes de la respuesta productiva de las vacas en lactación se observa en el Cuadro 2. El peso vivo no fue afectado por los tratamientos ($p > 0.05$). El tratamiento con sales de calcio como fuente de grasa protegida mostró el más alto consumo de materia seca de la TMR, siendo 12.75 y 22.26% mayor que el tratamiento testigo y GSat, respectivamente.

El propósito de la suplementación de lípidos en la dieta del ganado lechero es incrementar la ingesta de energía, esto trae consigo otros efectos, como la disminución de la movilización de reservas corporales durante el período de balance energético negativo, un efecto negativo en la digestión ruminal al inhibir la motilidad del retículo-rumen (Chilliard *et al*., 2003), esto ocurre principalmente cuando los lípidos suplementados son altos en ácidos grasos insaturados (semillas de oleaginosas y aceites vegetales); también se afecta de forma negativa a la fermentación de carbohidratos estructurales debido a que los lípidos forman una película alrededor de las fibras, lo que limita el acceso de los microorganismos ruminales (Maiga y Schingoethe, 1997); por último, existe un efecto tóxico de los ácidos grasos de cadena larga sobre los protozoos y bacterias Gram-positivas, deteriorando la actividad celulolítica (Harfoot y Hazlewood, 1997).

Por lo anterior, se ha generado la utilización de jabones de calcio como una alternativa para evitar alterar el metabolismo y la microbiota ruminal. Al ser esta estrategia el tipo de lípidos suplementados a las vacas en el presente trabajo, no hubo efecto negativo sobre el consumo de alimento en el tratamiento SCUnsat en contraste con el testigo.

La producción de leche fue afectada ($p < 0.05$) por la adición de grasas protegidas en la dieta completa mezclada. Cinco litros más fueron producidos por las vacas alimentadas sales de calcio de aceite de soya rica en ácidos grasos insaturados en comparación con el tratamiento testigo. Mientras que, con respecto al testigo, la producción de leche solo aumentó 1.2 kg al adicionar grasa protegida rica en ácidos grasos saturados.

**Cuadro 2**. Peso vivo (kg) y consumo de alimento (kg MS/d), producción (kg/d) y composición (%) de la leche de vacas lecheras estabuladas alimentadas con grasas protegidas.

| Variable | Tratamiento† | | | EEM | *p* |
|---|---|---|---|---|---|
| | Testigo | GSSat | SCUnsat | | |
| Peso vivo inicial | 445.0 | 443.7 | 454.3 | 18.377 | 0.9063 |
| Peso vivo final | 449.7 | 448.7 | 471.0 | 16.588 | 0.5893 |
| Consumo de materia seca | 15.29[b] | 14.10[b] | 17.24[a] | 0.4259 | <.0001 |
| Producción leche | 19.41[b] | 20.61[b] | 24.49[a] | 0.3935 | <.0001 |
| Composición química | | | | | |
| Proteína | 2.85 | 2.78 | 2.80 | 0.0504 | 0.5954 |
| Grasa | 2.97 | 3.51 | 3.22 | 0.1582 | 0.0650 |
| Lactosa | 4.28 | 4.18 | 4.20 | 0.0732 | 0.6250 |
| Sólidos no grasos | 7.78 | 7.60 | 7.64 | 0.1320 | 0.6159 |

Literales diferentes en la misma fila indican significativa ($p > 0.05$). † Tratamientos: Testigo; dieta sin adición de grasa protegida; GSat; grasa protegida comercial rica en ácidos grasos saturados; SCUnsat; sales de calcio de aceite de soya. EEM. Error estándar de la media. *p*. Significancia estadística.

La adición de grasa protegidas en dietas completas mezcladas para vacas lecheras no tuvo efecto ($p > 0.05$) sobre la concentración de proteína, lactosa y sólidos no grasos de la leche. No obstante, se observó una tendencia ($p = 0.06$) hacia un aumento de la concentración de grasa en la leche por efecto de la alimentación con grasa protegidas. Esto podría tener especial influencia sobre la composición de ácidos grasos de la grasa de la leche, lo cual implica su análisis posterior. Según Chouinard *et al.* (2001), la liberación lenta de los AG insaturados obtenidos a partir de los jabones cálcicos crean unas condiciones favorables para la acumulación de compuestos intermediarios como el ácido vaccénico (C18:1 *trans* 11), el cual favorece el incremento de la concentración de CLA en leche, un componente funcional con potenciales beneficios en la salud humano (McGuire y McGuire, 2000).

## CONCLUSIONES

La grasa protegida suministrada en raciones completas mezcladas, como sales de calcio de aceite de soya rica en ácidos grasos insaturados, a una dosis de 600g/d por animal aumentó el consumo de materia seca y la producción de leche sin afectar la composición de la leche.

## LITERATURA CITADA

Agenäs, S., K. Holtenius, M. Griinari and E. Burstedt. 2002. Effects of turnout to pasture and dietary fat supplementation on milk fat composition and conjugated linoleic acid in dairy cows. Acta Agric.Scand. Sect. A, Animal Sci. 52: 25-33.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2012. Official methods of analysis. 19th ed. AOAC, Arlington, VA, USA.

Chilliard, Y., A. Ferlay, J. Rouel and G. Lamberet. 2003. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. J. Dairy Sci. 86: 1751-1770.

Chouinard, P. Y., L. Corneau, W. R. Butler, Y. Chilliard, J. K. Drackley and D. E. Bauman. 2001. Effect of Dietary Lipid Source on Conjugated Linoleic Acid Concentrations in Milk Fat. J. Dairy Sci. 84: 680-690.

Parodi, P.W. 1994. Conjugated linoleic acid: An anticarcinogenic fatty acid present in milk fat. Aust. J. Dairy Technol. 40: 93-97.

Doreau, M., A. Ferlay, Y. Elmeddah and D. Bauchart. 1989. La "protection" des matikres grasses utilisees dans l'alimentation des ruminants: consequences sur la digestion. Rev. Fr. Corps Gras. 36: 271.

Harfoot, C. G. and G. P. Hazlewood. 1997. Lipid metabolism in the rumen. *In*: The rumen microbial ecosystem. PN Hobson (Ed). London, UK, Elsevier. pp. 382-426.

Maiga, H. A. and D. J. Schingoethe. 1997. Optimizing the utilization of animal fat and ruminal bypass proteins in the diets of lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 80(2): 343-352.

McGuire, M. A. and M. K. McGuire. 2000. Conjugated linoleic acid (CLA): A ruminant fatty acid with beneficial effects on human health. J. Anim. Sci. 77: 1-8.

Moate, P. J., W. Chalupa, R. C. Boston and I. J. Lean. 2007. Milk fatty acids. I. Variation in the concentration of individual fatty acids in bovine milk. J. Dairy Sci. 90: 4730-4739.

Palmquist, D. L. 1988. The feeding value of fats. *In*: Ø´ rskov, E.R. (Ed.), Fats in Animal Nutrition. Elsevier, Amsterdam, Netherlands. pp. 293-312.

Palmquist, D. L. and F. L. Schanbacher. 1991. Dietary fat composition influences fatty acid composition of milk fat globule membrane in lactating cows. Lipids 26: 718.

SAS. 1999. SAS/ STATTM User´s Guide. Statistical analysis system institute Inc. Cary, North Caroline, USA.

Schmidely, P. and D. Sauvant. 2001.Taux butyreux et composition de la matiere grasse du lait chez les petits ruminants: effets de l'apport de matieres grasses ou d'aliment concentre (in French, with English abstract). INRA Prod. Anim. 14: 337-354.

Schroeder, G. F., G. A. Gagliostro, D. Becu-Villalobos and I. Lacau-Mengido. 2002. Supplementation with partially hydrogenated oil in grazing dairy cows in early lactation. J. Dairy Sci. 85: 580-594.

Schroeder, G. F., J. E. Delahoy, I. Vidaurret, F. Bargo, G. A. Gagliostro and L. D. Muller. 2003. Milk fatty acid composition of cows fed a total mixed ration or pasture plus concentrates replacing corn whit fat. J. Dairy Sci. 86: 3237-3248.

Scott, T. W., L. J. Cook and S. C. Mills. 1971. Protection of dietary polyunsaturated fatty acids against microbial hydrogenation in ruminants. J. Am. Oil Chem. Soc. 48: 358-364.

Van Soest, P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition, J. Dairy Sc.74: 3583-3597.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL QUESO FRESCO ELABORADO CON LECHE DE VACAS EN PASTOREO COMPLEMENTADAS CON SEMILLAS DE SOYA Y DE CHÍA

# [PERFORMANCE AND CHEMICAL COMPOSITION OF FRESH CHEESE MADE WITH MILK OF COWS IN GRAZING SUPPLEMENTED WHIT SOYBEAN AND CHIA SEEDS]

**Laura Nallely Aguilar Castillo[1], Alfonso Longinos Muñoz-Benítez[1], Jesús Aarmando Salinas-Martínez[1], Oscar Enrique Del Razo-Rodríguez[1], Juan Carlos Ángeles-Hernández[1], Carlos Manuel Arriaga-Jordán[2], Anastacio García-Martínez[3], Ernesto Morales-Almaráz[4], Ignacio Arturo Domínguez-Vara[4], Rodolfo Vieyra-Alberto[1§]**

[1]Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia del Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. [2]Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales de la UAEMéx. [3]Centro Universitario UAEM Temascaltepec. [4]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UAEMéx. [§]Autor para correspondencia: (rodolfo_vieyra@uaeh.edu.mx).

## RESUMEN

El rendimiento y la composición química del queso está influenciada por la leche utilizada para su manufactura, que, a su vez se modifica por la dieta que reciben los animales. El objetivo fue demostrar un alto rendimiento de queso fresco sin afectar su contenido de humedad y cenizas, elaborado con leche proveniente de vacas en pastoreo y la adición de semillas de chía y soya tostada molida en su dieta. Los tratamientos fueron: TEST = veinte horas de acceso a la pradera, 1 kg de heno y 1 kg de alimento balanceado; SOY = similar al TEST más 200 g de semilla de soya tostada molida; CHÍA = similar al TEST más 200 g de semilla de chía; SOYCH = similar al TEST más 100 g de semilla de soya tostada molida y 100 g de semilla de chía. Los datos fueron analizados con el GLM de SAS (2002) para la producción de leche se utilizó el modelo de Cuadro Latino 4x4 y los datos de rendimiento quesero y composición química se analizaron con un modelo de bloques al azar; las medias fueron comparadas con la prueba de Tukey. No se observó efecto ($p > 0.05$) en ninguna de las variables estudiadas. La producción promedio de leche fue de 12.9 kg día$^{-1}$, el rendimiento de queso fresco fue de 5.77 litros kg$^{-1}$, los quesos mostraron 61.7 % de humedad y 2.8% de cenizas. Se concluye que la adición de semillas en la dieta de vacas con acceso a veinte horas en pastoreo no afecto la producción de leche, ni el rendimiento quesero, ni la composición química del queso fresco, pero el sistema de producción mostró un alto rendimiento de queso.

**Palabras clave:** Manufactura de queso fresco, pastoreo, semilla de chía, semilla de soya.

## ABSTRACT

The performance and chemical composition of cheese is influenced by the milk used for its manufacture, which, is modified by the diet that animals receive. The aim was to demonstrate a high yield of fresh cheese without affecting its moisture and ash content, made with milk from grazing cows and the addition of chia seeds and ground roasted soybeans in their diet. The

treatments were: TEST = twenty hours of access to the meadow, 1 kg of hay and 1 kg of feed; SOY = similar to TEST plus 200 g of ground roasted soybean; CHÍA = similar to TEST plus 200 g of chia seed; SOYCH = similar to TEST plus 100 g of ground roasted soybean and 100 g of chia seed. The data were analyzed with the GLM of SAS (2002) for the milk production, the Latin Square 4x4 was used and the cheese yield and chemical composition were analyzed with a randomized block model; means were compared using the Tukey test. No effect ($p > 0.05$) was observed in any of the variables studied. The milk production was 12.9 kg $day^{-1}$, the yield of fresh cheese was 5.77 L $kg^{-1}$, the cheeses showed 61.7% humidity and 2.8% ashes. It is concluded that the addition of seeds in the diet of cows with access to twenty hours in grazing did not affect milk production, cheese yield, or the chemical composition of fresh cheese, but the production system showed a high cheese yield.

**Index words:** Manufacture of fresh cheese, grazing, chia seed, soybean seed.

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la leche entera fresca de vaca representa el 82.7% de la producción global de leche, seguida por la leche de búfalo (13.3%), cabra (2.3%), oveja (1.3%) y camello (0.4) (FAO, 2018). En México, en los últimos años, la producción de leche ha tenido una tasa de crecimiento de 1.3% anual. En el año 2017 se produjeron alrededor de 11,807 millones de litros de leche, el 19.6% lo aportó el estado de Jalisco, seguido de Coahuila, Durango y Chihuahua con 11.4%, 10.1% y 9.3%, respectivamente (SIAP, 2019). Los productos lácteos varían significantemente de una región a otra y entre los países de la misma región, dependiendo de la disponibilidad de tecnología, hábitos alimenticios y normas culturales. Hasta ahora el consumo per cápita de leche y sus productos ha sido mayor en países de altos ingresos. Pero esta brecha ha disminuido conforme los ingresos se están aumentando en países en desarrollo, las poblaciones están creciendo y más personas se están moviendo a las ciudades. Esta creciente demanda de leche y productos ofrece una oportunidad para los productores para mejorar sus medios de vida a través de una mayor producción (FAO, 2018). Los quesos han sido el principal subproducto obtenido de la leche por su facilidad en el manejo, almacenamiento, transporte y venta. INEGI en el año 2018, a través de la encuesta mensual de industria manufacturera, reporta una producción de 418 mil t de queso, de los cuales el queso fresco representa el 18.9%, seguido del doble crema (16.1%), panela (11.7%), amarillo (11.5%), crema (10%), chihuahua (9.2%), manchego (8.6%) oaxaca (5.8%) y otros (8.1%). Cada componente mayoritario del queso cumple con una o varias funciones, el agua juega un papel importante en el tiempo de conservación, su textura y el rendimiento en el proceso de elaboración (Fox *et al.*, 2006), la caseína tiene influencia sobre la textura y sabor (Law, 2010), la grasa contribuye al desarrollo de aromas y sabores, quesos con contenido bajo en grasa generalmente son altos en humedad y presenta una mayor actividad del agua (Aw) (Troller y Christian, 1978) y el sodio, calcio, potasio, hierro y magnesio influyen en el desuerado y la textura del queso (Gaucheron, 2005). La composición química del queso tiene una alta relación con los componentes de la leche utilizada para su manufactura, que, a su vez tiene una estrecha relación con la dieta (de acuerdo con la época de año) que recibieron los animales de donde se obtuvo esa leche (Montes de Oca-Flores *et al*., 2019). Además, el rendimiento se ve afectado por el tiempo de

coagulación y la firmeza del gel (Fox *et al.,* 2006), La variabilidad de los componentes del queso se observan en las investigaciones de García (2006), Ramírez y Vélez (2012) y Díaz *et al*. (2017) en donde muestran contenidos de humedad entre 42.7 a 66.6%, cenizas de 2.5 a 5.2%, proteína de 16.8 a 26.6% y grasa de 12.0 y 32.0%. Por lo anterior, el objetivo fue demostrar un alto rendimiento de queso fresco sin afectar su contenido de humedad y cenizas, elaborado con leche proveniente de vacas con 20 h de pastoreo y la adición de semillas de chía y soya tostada molida en su dieta.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo se realizó en los meses de febrero, marzo y abril de 2019, en el Rancho Canutillo, ubicado en la localidad de Totoapita, municipio de Acatlán, Hidalgo, en las coordenadas 20°08´44´´ LN y 98°26´24´´ LO. El clima es templado y presenta lluvias en verano. La temperatura media anual es de 14°C y tiene una humedad media de 18.03% y esta localizada a 2120 msnm. La manufactura del queso se llevó en el taller de lácteos, y su análisis químico proximal se realizó en el laboratorio de nutrición animal, ambos espacios están ubicados en el Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, localizado en Tulancingo de Bravo, Hidalgo, en las coordenadas 20°3´24´´ LN y 98°22´53´´LO, a 2160 msnm.

Se seleccionaron 12 vacas multíparas en producción encastadas con los genotipos Holstein, Pardo Suizo y Jersey, con un peso vivo promedio de 543±77 kg y una producción diaria promedio de leche de 12.3±0.8 kg. Se realizaron dos ordeños al día, 07:00 y 16:30 h. La alimentación estuvo constituida de la asignación de 20 h en la pradera y en el momento de la ordeña se administró 1 kg de alimento balanceado (Lechero 16%®) y 1 kg de henificado. La pradera de pastoreo y de corte estuvo constituido por Orchard, Raigrass anual, Raigrass perenne, Trébol rojo y Trébol blanco. Los animales tuvieron en todo momento disponibilidad de agua en la pradera y en el establo. El diseño experimental fue un Cuadrado Latino 4x4 en grupos de tres animales, con periodos experimentales de 20 días, diecisiete días de adaptación y tres de medición. Los tratamientos fueron: TEST = 20 h de acceso a la pradera, 1 kg de heno y 1 kg de alimento balanceado, tal como lo realiza cotidianamente la unidad de producción; SOY = similar al TEST más 200 g de semilla de soya tostada molida; CHÍA = similar al TEST más 200 g de semilla de chía; SOYCH = similar al TEST más 100 g de semilla de soya tostada molida y 100 g de semilla de chía. En los días de medición se registró la producción de leche por grupo y se recolectaron cuatro litros de leche por tratamiento por día. La leche fue trasladada al taller de lácteos del Instituto de Ciencias Agropecuarias del ICAp para la elaboración del queso fresco.

El queso fresco se elaboró de acuerdo con el proceso estandarizado en el taller de lácteos del Instituto, la leche se pasteurizó a una temperatura de 65° C por 30 minutos, posteriormente la temperatura se bajó y se mantuvo a 40° C. Se midieron cuatro litros de leche y se les agrego 1 g de cloruro de calcio disuelto en 10 ml de agua, justo después de mezclar se agregó 1 ml de cuajo comercial (renina), se dejó reposar por 30 minutos para su floculación y coagulación. Pasado ese tiempo, se realizan cortes de 1 $cm^3$ aproximadamente con una lira horizontal y una vertical, la temperatura se mantuvo a 38° C por 15 minutos más sin dejar de agitar suavemente, se desecharon ¾ partes del suero y se agregaron 24 g de sal. Después, el coagulo se depositó en moldes de plástico

y se llevaron a la cámara de refrigeración en donde permanecieron por 12 h a una temperatura de 4° C. Una vez cumplido ese tiempo se sacaron de los moldes y se registró el peso para conocer el rendimiento quesero, cada queso se dividió en 4 partes iguales, se colocaron en bolsas de plástico y se conservaron en congelación a -18° C hasta su posterior análisis. En total se obtuvieron 48 quesos. Por triplicado, se determinó el contenido de humedad y cenizas (AOAC, 2012).

Los datos fueron analizados con el procedimiento GLM de SAS (2002) para la producción de leche el modelo utilizado fue un Cuadro Latino 4x4 como sigue $Y_{ijkl} = \mu + T_i + P_j + G_k + \varepsilon_{ijkl,}$ donde: $Y_{ijkl}$ = es la variable de respuesta, $\mu$ = es la media general, $T_i$ = es el efecto debido al i-ésimo tratamiento, $P_j$ = es el efecto debido al j-ésimo periodo, $G_k$ = es el efecto debido k-ésimo grupo y $\varepsilon_{ijkl}$ = es el error residual, y los datos de rendimiento quesero y composición química se analizaron con un modelo de bloques al azar como sigue $Y_{ijk} = \mu + P_i + G_j + \varepsilon_{ijk,}$ donde: $Y_{ijk}$ = es la variable de respuesta, $\mu$ = es la media general, $P_i$ = es el efecto debido al i-ésimo periodo, $G_j$ = es el efecto debido al j-ésimo grupo y $\varepsilon_{ijkl}$ = es el error residual. En las variables donde se observó efecto significativo ($p \leq 0.05$) se utilizó la prueba de Tukey para la comparación de medias (Steel *et al.*, 1997).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 muestra la producción de leche, el rendimiento quesero, el contenido de humedad y el de cenizas de quesos frescos elaborados a partir de leche de vacas en pastoreo cuando se les adicionó o no semillas de oleaginosas en su dieta. No se observó diferencia ($p > 0.05$) en la producción de leche, rendimiento quesero, contenido de humedad y cantidad de cenizas entre tratamientos. En promedio, las vacas produjeron 12.9 kg día$^{-1}$, los forrajes pueden ser una fuente de nutrientes económica para las vacas lecheras, pero no cubren sus requerimientos nutricionales, la combinación de gramíneas y leguminosas en las praderas pueden aportar de entre 16 y 17% de proteína cruda (Vieyra-Alberto *et al*., 2017; Vieyra-Alberto *et al*., 2018) pero los aportes de energía son insuficientes para maximizar el nivel productivo. Danelon *et al*. (2015) mostraron en promedio 26 kg vaca día$^{-1}$ cuando tenían acceso a 14, 27 y 41 kg forraje día$^{-1}$. Vieyra-Alberto *et al*. (2018) muestran una producción de 21.7 kg vaca día$^{-1}$ cuando se mantuvieron 8 y 12 horas en la pradera; sin embargo, estos animales tuvieron acceso a ensilado de maíz *ad libitum* y 5 kg de alimento balanceado a base de cereales.

El rendimiento del queso fresco es muy alto comparado con otros quesos, la presente investigación tuvo en promedio 5.77 litros kg queso$^{-1}$. Similares estudios demuestran esos rendimientos cuando a la leche se le adiciona pectina, carragenina, grenetina y goma guar (Ochoa *et al*., 2013). Quesos tradicionales elaborados en el Estado de México han mostrado rendimientos de 8.14 litros kg queso$^{-1}$ (Espinoza-Ayala *et al*., 2008). Esta investigación muestra el contenido de 61.7% de humedad en los quesos que se elaboran de manera cotidiana en nuestro Instituto, esto podría afectar la vida de anaquel y ocasionaría grandes pérdidas para la industria (Fox *et al*., 2006). En promedio se tuvo un 2.8% de cenizas, lo cual indica que no existe adulteración alguna durante su manufactura. Díaz *et al*. (2017) reporta 3.9% de cenizas en queso de pasta blanda en el municipio de Toluca, Estado

de México y García (2006) muestra 2.5% en el municipio de Tulancingo, Hidalgo, valores cercanos a los resultados presentes.

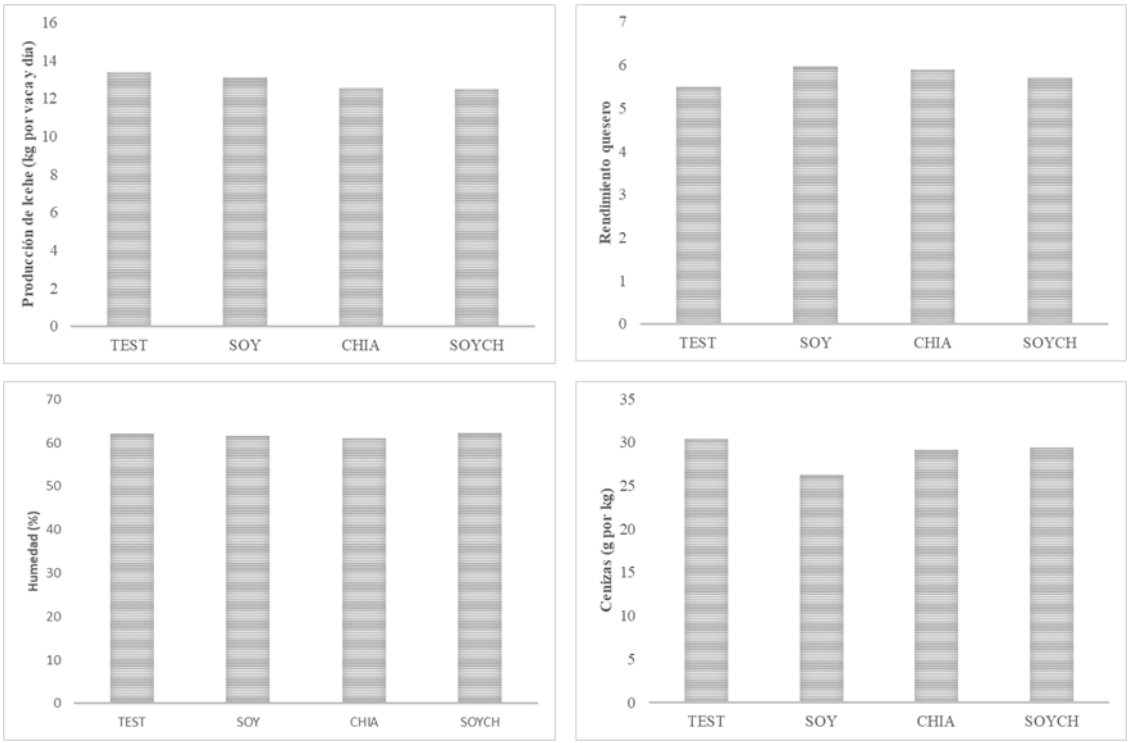



**Figura 1.** Producción de leche, rendimiento quesero y composición química de queso elaborado con leche de vacas en pastoreo adicionadas con semillas de soya y chía en su dieta.

## CONCLUSIONES

La adición de semillas de chía y soya tostada molida en la dieta de vacas con acceso a veinte horas en pastoreo no afectó la producción de leche, el rendimiento quesero y la composición química del queso fresco; sin embargo, el sistema de producción mostró un rendimiento de 5.77 L kg queso fresco$^{-1}$ producido.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la familia Godínez Manzur del Rancho Canutillo por la facilidad prestada a la presente investigación y al taller de lácteos del ICAp-UAEH por el espacio para realizar los quesos frescos. Esta investigación fue financiada por la Secretaría de Educación Pública a través del proyecto PRODEP (511-6/18-8661) con registro interno de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo: UAEH-PTC-803 a cargo de Rodolfo Vieyra Alberto.

## LITERATURA CITADA

AOAC. 2012. Official Methods of Analysis. 19th ed. AOAC. Arlington. VA, USA.

Danelon, J. L., M. Gaggiotti, R. Gallino and R. A. Palladino. 2015. High pasture allowance does not improve animal performance in supplemented dairy cows grazing alfalfa during autumn-winter. Livestock Science 178: 183-186.

Díaz-Galindo, E. P., B. Valladares-Carranza, A. C. Gutiérrez-Castillo, B. Quintero-Salazar, P. Cervantes-Acosta y V. Velázquez-Ordoñez. 2017. Caracterización de queso fresco comercializado en mercados fijos y populares de Toluca, Estado de México. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 8

Espinoza-Ayala, E., C. M. Arriaga-Jordán, F. Boucher y A. Espinoza-Ortega. 2008. Generación de valor en la cadena tradicional leche-queso en el centro de México. *In*: IV Congreso Internacional de la Red SIAL. Argentina. 27 al 31 de octubre 1: 21.

FAO. 2018. Leche y productos lácteos. Recuperado de http://www.fao.org. Fecha de consulta: 03/06/2019.

Fox, P., F. McSweeney, H. P. Cogan and T. Guinée. 2006. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. 3rd. Edition. Elsevier. USA.

García, I. B. 2006. Caracterización fisico-química de diversos tipos de queso elaborados en el valle de Tulancingo, Hidalgo con el fin de proponer normas de calidad. Tesis professional. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Gaucheron, F. 2005. The minerals of milk. Reproduction and Nutrition Development 45: 473-483.

Law, B. A. 2010. Cheese-ripening and cheese flavor technology. *In*: B.A. Law, and A.Y. Tamime, editors, Technology of cheesemaking. Blackwell. USA.

Montes de Oca-Flores, E., A. Espinoza-Ortega y C. M. Arriaga-Jordán. 2019. Propiedades tecnológicas y fisicoquímicas de la leche y características fisicoquímicas del queso Oaxaca tradicional. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 10(2): 367-378.

Ochoa, F. A. A., J. A. Hernández-Becerra, E. López-Hernández y H. S. García-Galindo. 2013. Rendimiento, firmeza y aceptación sensorial de queso panela adicionado con estabilizantes. Universidad y Ciencia 29(3): 277-286.

Ramírez-López, R. y J. F. Vélez-Ruiz. 2012. Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad. Temas selectos de ingeniería de alimentos 6(2): 131-148.

SAS. 2002. SAS/STATTM User´s Guide. Statistical Analysis System Institute, Inc. Cary, North Caroline, USA.

SIAP. 2019. Resumen nacional mensual de la producción pecuaria. Recuperado de http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance_siap_gb/pecResumen.jsp. Fecha de consulta: 26/06/2019.

Steel, R. G. D., J. H. Torrie and D. A. Dickey. 1997. Principles and procedures of statistics a biometrical approach. 3ª ed. McGraw-Hill Series in Prob. and Statistics. USA.

Troller, J. A. and J. H. Christian. 1978. Control of aw and moisture. *In*: Troller, J. A., Christian, J. H. B., editors, Water activity and food. Academic Press, London, GBR.

Vieyra, R. A., J. C. M. Arriaga, V. I. A. Domínguez, G. J. L. Bórquez y A. E. Morales. 2017. Efecto del aceite de soya sobre la concentración de los ácidos grasos vaccenico y ruménico en leche de vacas en pastoreo. Agrociencia 51: 299-313.

Vieyra-Alberto, R., I. A. Domínguez-Vara, H. Castro-Hernández, C. M. Arriaga-Jordán and E. Morales-Almaráz. 2018. Pasture Access times and milk fatty acid profile of dairy cows from central Highland of Mexico. Journal of Livestock Science 9(1): 1-8.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EVALUACIÓN NUTRITIVA DE BLOQUES MULTINUTRICIONALES ELABORADOS CON FRUTOS DE PITAYA *Stenocereus griseus* Y XOCONOSTLE *S. stellatus*, EN SUSTITUCIÓN DE MELAZA DE CAÑA DE AZÚCAR

# [NUTRITIVE EVALUATION OF MULTINUTRITIONAL BLOCKS MADE WITH FRUITS OF PITAYA Stenocereus griseus and XOCONOSTLE S. stellatus, SUBSTITUTING SUGAR CANE SUGAR MOLASSES]

**A. Margarito L.[1], R. R. Soriano[1§], L. G. Rodriguez[2]**

[1]Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Departamento de Biología de la Reproducción. [2]Centro Universitario UAEM Amecameca. [§]Autor para correspondencia: (ramon@xanum.uam.mx).

## RESUMEN

El presente estudio se realizó con el objeto de evaluar la composición química, así como la digestibilidad de la materia orgánica y la FND de bloques multinutricionales (BMN) a base de pitaya (*Stenocereus griseus*) y xoconostle (*Stenocereus stellatus*) en sustitución de melaza de caña de azúcar. Se elaboraron BMN de (*Stenocereus griseus* L.) y (*Stenocereus stellatus*) cuya composición en ambos casos fue: fruto entero 35 %, cemento 3.00 %, cal, 5.00 %, sal 5.00 %, urea 5.00 %, melaza 15.00 %, rastrojo 30.00 %, sal mineral 2 %. Los bloques elaborados a base de pitaya (BMNP) tuvieron, en base seca, 27.98 ± 0.75 % de PC, en comparación con los bloques elaborados con xoconostle (BMNX) (*Stenocereus stellatus*) 27.58 ± 0.78 % de PC. El valor promedio de fibra cruda para BMNP fue de 15.61 ± 2.61 vs. 15.52 ± 1.37 para BMNX y no tuvieron diferencia a ($p > 0.05$). Con respecto a FND los resultados muestran valores (BMNP) de 36.65 ± 1.50 % comparado con BMNX 35.63 ± 0.54 %. Con respecto a la FAD las cantidades para BMNP 25.04 ± 0.74 % y para BMNX 24.32 ± 0.87 %. Los valores de lignina ácido detergente fueron de 5.31 ± 0.91 % y 4.96 ± 0.6 %. En todos los casos no hubo diferencia significativa a ($p > 0.05$). La digestibilidad *in vitro* por medio de la técnica de producción de gases mostró un porcentaje de digestibilidad para BMNP de 50.48 ± 3.85 % y para BMNX de 57.15 ± 2.75 %. La prueba de Tukey mostró diferencia significativa a ($p < 0.05$).

**Palabras clave:** Frutos de pitaya, pared celular, producción de gas *in vitro*, xoconostle.

## INTRODUCCIÓN

En amplias zonas de México la alimentación de rumiantes se sustenta en el pastoreo de especies nativas en una gran diversidad de zonas ecológicas que representan una gran cantidad de ecosistemas con sus componentes de arbustos y pastos, muchos de ellos endémicos. Debido a las inciertas temporadas de lluvias en las zonas de trópico seco del país, se da un insuficiente aporte de biomasa para suplir los requerimientos de los rebaños. Los efectos negativos de la poca disponibilidad del recurso forrajero en la época de sequía sobre la producción animal, pudieran disminuirse con la suplementación de fuentes alternativas utilizando frutos silvestres para los

animales rumiantes en pastoreo. Una buena suplementación puede lograrse utilizando los recursos disponibles en la zona, buscando optimizar la síntesis de proteína microbiana, la utilización del forraje y el consumo a través del control de la actividad de los microorganismos del rumen, así como del suministro oportuno de nutrientes (Combellas, 1994; Osuna *et al*., 1996; Ben y Nefzaoui, 2003). Por otra parte (Soriano *et al.*, 2005) propusieron como alternativa alimenticia para rumiantes de zonas áridas de México, la integración del consumo de especies forrajeras locales con frutos de cactáceas. En este sentido, dos especies promisorias son los frutos de las cactáceas *Stenocereus griseus* y *S. stellatus*, conocidas regionalmente como pitaya de mayo y xoconostle dulce o tunillo, respectivamente, cuya producción se da para *Stenocereus griseus* en el mes de mayo y para *Stenocereus stellatus* en el mes de agosto. Como parte de esa propuesta, el objetivo de este trabajo fue elaborar bloques multinutricionales (BMN) con frutos de cactáceas en sustitución de melaza de caña de azúcar.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el territorio semiárido oaxaqueño caracterizada como región cultural Mixteca Baja. Para llevar a cabo este estudio se contó con la colaboración participativa y el uso del territorio de la comunidad de Cosoltepec, que se encuentra localizado entre los paralelos 18° 08´ 00" latitud norte y 97° 45´ longitud oeste del meridiano de origen. El clima es semi cálido sub húmedo, la temperatura media anual es de 27 °C. La precipitación pluvial anual es de 300 mm, la altura sobre el nivel del mar 1825 m (Martínez, 1994). La vegetación esta compuesta principalmente por matorral xerófilo. Esta asociación incluye cactáceas, arbustivas leguminosas y agaves. La altura de este matorral va desde 15 cm, hasta cuatro metros (Rzedowski, 1978). Su población consta aproximadamente de 931 habitantes (INEGI, 2004), de los cuales una buena parte va y viene constantemente a las ciudades de Oaxaca, Huajuapan de León, Tehuacan y Distrito Federal. La mayoría de la población pertenece a la etnia Mixteca.

Los frutos de cactáceas utilizados en la elaboración de los bloques multinutricionales pitaya (BMNP) y xoconostle (BMNX) fueron proporcionados por la comunidad de Cosoltepec. Los demás ingredientes (urea, sales minerales, rastrojo de maíz, cemento, cal y sal) se adquirieron en la ciudad más próxima (40 km) de Huajuapan de León, Oaxaca, así como en la ciudad de México. La elaboración de los bloques fue de acuerdo a los procedimientos descritos por AriPéreas *et al*. (2005); García y Restrepo (1995); Sansoucy (1986).

Se elaboraron 100 BMN, 50 de pitaya (*Stenocereus griseus*) y 50 de xoconostle (*Stenocereus stellatus*) con un peso promedio para cada BMN de 2 kg. La composición en ambos casos fue: fruto entero 35 %, cemento 3.00 %, cal, 5.00 %, sal 5.00 %, urea 5.00 %, melaza 15.00 %, rastrojo 30.00 %, sal mineral 2 %.

Las cuantificaciones efectuadas fueron: análisis químico proximal (AOAC, 1990), determinaciones de fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) lignina ácido detergente (LAD) y el desglose en celulosa, hemicelulosa, por medio de la técnica descrita por Van Soest (1970) y Van Soest (1994). La determinación de la digestibilidad *in vitro* de la FND y la

materia orgánica (MO), fue por medio de la técnica de producción de gas (Theodorou *et al*., 1994). Las diferencias estadísticas de los parámetros medidos en los BMN fueron analizadas por medio de un análisis de varianza (Reyes, 1999) y un programa de Excel (Pérez, 2002).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis proximal de los ingredientes empleados en la elaboración de BMNP y BMNX se presentan en el Cuadro 1.

**Cuadro 1**. Análisis Proximal de los ingredientes empleados (% Base Seca).

| Ingredientes | % M.S | % Proteína | % Grasa | % Fibra cruda | % Cenizas | % ELN |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Stenocereus griseus* | 24.36 | 8.45 | 5.57 | 7.53 | 7.15 | 71.30 |
| *Stenocereus stellatus* | 18.77 | 8.18 | 5.55 | 9.52 | 6.24 | 70.51 |
| Rastrojo de maíz | 92.62 | 5.80 | 0.82 | 34.65 | 8.38 | 51.44 |
| Melaza de caña de azúcar | 72.06 | 4.90 | 0.07 | 0.00 | 12.37 | 82.66 |
| Urea | 100.00 | 287.59 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 |

En el caso de la urea la estimación como nitrógeno no proteico corresponde al total de nitrógeno (46.01 %)*6.25.

Los resultados del análisis químico de los bloques de pitaya (*Stenocereus griseus)* y xoconostle (*Stenocereus stellatus*) se presentan en el Cuadro 2. Se observa que los contenidos de PC son similares, teniendo como promedio 27.78 ± 0.74 no habiendo diferencia significativa ($p > 0.05$), además, un alto contenido de cenizas debido a los niveles de cemento y cal. La dureza alcanzada llegó a los (4 kg $cm^2$) después de ser expuestos al sol durante 3 semanas por espacio de ocho h diarias, la cual fue tomada con un penetrómetro de suelos.

Por otra parte en el Cuadro 2, se observa que el promedio de la fibra neutro detergente (FND) para *Stenocereus stellatus* es de 35.63 % siendo mayor *Stenocereus griseus* con un 36.65 %, las cantidades reportadas de FND resultaron no significativas ($p > 0.05$) los contenidos de FND de múltiples BMN varían desde 20 % hasta 33 % afectadas generalmente por las proporciones de esquilmos agrícolas y demás fuentes fibrosas que componen los BMN, en nuestro caso la mayor fuente fibrosa es el rastrojo de maíz que nos proporciona mayor cantidad de FND.

La digestibilidad de la FND representaron en promedio *Stenocereus griseus* 50.49 ± 3.85 %, siendo mayor para los BMN de *Stenocereus stellatus* 57.15 ± 2.75 % y resultaron ser significativas ($p < 0.05$), siendo mejor el BMN de *Stenocereus stellatus*. La DIMO (digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica resultó ser no significativa ($p > 0.05$), por otra parte la cantidad de lignina para ambos son de 5.31 ± 0.91 y 4.96 ± 0.60 % siendo no significativos ($p > 0.05$). Ramírez *et al*. (2000), comentaron que el conocimiento de los constituyentes de la pared celular es complejo y la importancia relativa de cada uno de ellos puede variar debido a factores como madurez del forraje, cantidad de lluvias estacionales y la calidad de los suelos.

**Cuadro 2**. Composición química de BMN de *Stenocereus griseus* y *Stenocereus stellatus* (% base seca).

| Contenido (%) | *Stenocereus griseus* | *Stenocereus stellatus* |
|---|---|---|
| M.S | 85.64 | 85.65 |
| Proteína | 27.98 | 27.58 |
| Grasa | 0.54 | 0.60 |
| Fibra Cruda | 15.61 | 15.52 |
| Cenizas | 31.38 | 33.25 |
| ELN | 24.48 | 23.05 |
| FND | 36.65 | 35.63 |
| FAD | 25.04 | 24.32 |
| Celulosa | 16.60 | 17.10 |
| Hemicelulosa | 11.61 | 11.32 |
| LAD | 5.31 | 4.96 |
| DIVMO | 48.28 | 48.67 |
| DIVFDN | 50.49 | 57.15 |

El costo de los BMN fue el mismo para *Stenocereus griseus* y *Stenocereus stellatus* por lo tanto se puede utilizar cualquiera de los dos frutos para elaborar BMN. El costo por kg de BMN equivale a $ 1.770 lo cual resulta bastante accesible para su propuesta económica. Cuadro 3.

**Cuadro 3**. Costo de BMN a base de S. *griseus* y *S. stellatus*, en pesos mexicanos.

| Ingredientes | Pesos $kg^{-1}$ | % de inclusión de ingrediente $kg^{-1}$ | Costo $kg^{-1}$ |
|---|---|---|---|
| Cemento | $2.35 | 3 | 0.70 |
| Cal | $0.82 | 5 | 0.04 |
| Sal común | $1.80 | 5 | 0.09 |
| Urea | $3.6 | 5 | 0.02 |
| Melaza | $1.5 | 15 | 0.23 |
| Rastrojo de maíz | $0.80 | 30 | 0.24 |
| Fruto entero | $2.6 * | 35 | 0.91 |
| Sal mineral | $6.60 | 2 | 0.13 |
| Total | | 100% | 2.36 |

* El costo del fruto fue igual en ambos casos y fue calculado puesto en la comunidad y en base a un precio caja $kg^{-1}$

## CONCLUSIONES

La proporción de los BMN que contenían pitaya (*Stenocereus griseus*) y xoconostle (*Stenocereus stellatus*) fue de 35 % de los frutos, con 5 % de urea y 15 % de melaza fue acuerdo al estudio reportado por (Arias *et al*., 2005) en el cual se demuestra que niveles de 40 y 30 % de pitaya pueden sustituir a la melaza de caña de azúcar, aunque el nivel de melaza fue más alto. Es importante destacar que el suministro de BMN con el uso de recursos locales puede disminuir los costos de producción. Los BMN pueden ser viables para evitar la pérdida de peso en los rebaños de caprinos en la región mixteca baja Oaxaqueña haciendo más sostenible los agostaderos. La fruta de *Stenocereus griseus* y *Stenocereus stellatus* puede remplazar la melaza de caña de azúcar en la preparación de los BMN, pero no totalmente, debido a la porosidad y falta de dureza en los BMN.

## LITERATURA CITADA

AOAC. 1990. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods Analysis, 15 th Edition. Washington, D.C. USA.

Arias, L., R. Soriano, C. González y E. Sánchez. 2005. *In:* XX Reunión nacional sobre caprinocultura, Fundación Produce, Sinaloa A.C.

Arias, L., R. Soriano, R. Losada, J. Rivera and J. Cortés. 2005. Multi-nutrient blocks with fresh fruit of Pitaya (*Stenocereus griseus*) replacing sugar cane molasses. Livestock Research for Rural Development 17(4): s/p.

Ben Salem, H. and A. Nefzaoui. 2003. Feed blocks as alternative supplements for sheep and goats. Small Ruminant Research 49: 275-288.

Dorado, O., M. D. Arias, R. Ramírez y M. Sousa. 2005. Leguminosas de la Sierra de Huautla. Imágenes y Descripciones. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, CEAMISH, CONABIO 1ra Edición. México.

Franco, G. F. J., C. G. A. Gómez, M. G. D. Mendoza, G. R. Barcena, H. J. E. Hernández y L. L. Carreon. 2003. Estado fenológico y selectividad de la dieta por el ganado caprino en bosques del nudo Mixteco bajo condiciones de pastoreo trashumante. Universidad Autónoma de Puebla.

Goering, H. K. and P. J. Van Soest. 1970. Forage Fiber Analysis. Agriculture Handbook No.379. Agriculture Research Service, US Department of Agriculture. Washington.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 2004. Síntesis de información geográfica del Estado de Oaxaca, anexo cartográfico.

Lachmann, M., F. O. Araujo. 2001. La Estimación de la digestibilidad en ensayos con rumiantes, La Universidad del Zulia. Facultad de ciencia veterinarias. Maracaibo, Venezuela.

Pérez, C. L. 2002. Estadística Aplicada a través del Excel. Pearson Educación, S.A.

Martínez, M. 1994. Catalogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de Cultura Económica. México.

Martínez, S. M. 1994. Monografía de Cosoltepec. Breve historia de mi pueblo. Colección Glifo, Secretaria de Desarrollo Económico y social. Dirección General de Cultura y Bienestar social del Gobierno del Estado de Oaxaca.

Reyes, C. 1999. Diseño de experimentos agrícola. Editorial Trillas. Tercera reimpresión. México.

Soriano, R., L. Arias, M. López y H. Losada. 2005. Avances en la integración de la agroforestería y la fruticultura de cactáceas para una ganadería sustentable en la Mixteca baja Oaxaqueña. *In*: Quinto congreso AMER. Asociación Mexicana de Estudios Rurales. Mayo 25 al 28, 2005. Oaxaca, Oaxaca.

Theodorou, M. K., B. A. Williams, M. S. Dhanoa, A. B. McAllan and J. France. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. Animal Feed Science and Technology 48: 185-197.

Van Soest, P. J. 1994. Nutritional Ecology of the Rumiants. 2nd ed. Cornell University Press. New York.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# TIEMPO A LA CICATRIZACIÓN LUEGO DE DOS MÉTODOS DE DESBOTONE EN BECERRAS LECHERAS

# [HEALING TIME AFTER TWO METHODS OF DISBUDDING IN DAIRY CALVES]

**R. Lorenzo Álvarez[§], Bernardo de J. Marín M.**

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia / Universidad Nacional Autónoma de México. [§]Autor para correspondencia: (alorenzo@unam.mx).

## RESUMEN

El proceso de cicatrización luego del desbotone en becerras requiere de varias semanas. Cualquier estrategia para acelerar dicho proceso aportaría beneficios para el bienestar animal. El presente estudio tuvo como objetivo comparar la velocidad de cicatrización en becerras a las que se les retiró o no el botón cauterizado con desbotonador eléctrico. En todos los casos se anestesió utilizando 5 mL de lidocaína al 2% para el bloqueo nervioso por botón. Se registró la evolución de la cicatrización en 12 becerras Holstein (< 1 mes, > 40 kg) en que se removió (R, *n*=6) o no (SR, *n*=6) el botón cauterizado. La cicatrización se evaluó registrando la presencia y duración de tejidos como necrótico cauterizado, necrótico en desprendimiento, exudado, granulación, y nuevo epitelio. La cicatrización tendió a ser más rápida en los animales R (70±5.1, *vs* 81±5.1, días±e;($p$ = 0.1). La remoción del tejido cauterizado después del desbotone parece influir sobre la velocidad de cicatrización, lo que junto con otras estrategias podría representar parte de la práctica con fines de reducir el periodo en que la lesión se encuentra abierta. Esto puede tener consecuencias benéficas en el bienestar animal.

**Palabras clave**: Cauterización, bienestar animal, descorne, dolor, lesión inducida.

## ABSTRACT

The healing process after cautery disbudding in calves requires several weeks. Strategies able to accelerate that process would be beneficial to animal welfare. This study aimed to compare healing time in cautery disbudded calves (<1-month age, >40 kg BW) when the cauterized bud was either removed (R, *n*=6) or not (NR, *n*=6). All animals were properly anaesthetized with 2% lidocaine in cornual nerve blocks. Healing time was evaluated by recording the presence and duration of tissues like necrotic, detached necrotic, exudate, granulation and new epithelium. Healing time tended to be shorter in R animals (70±5.1, *vs* 81±5.1, days±se; ($p$ = 0.1). Removing of the cauterized tissue after disbudding seems to affect the healing time, which along with other strategies could represent part of the practice in order to reduce the period in which the wound is open. This could have beneficial consequences on animal welfare.

**Index words**: Animal welfare, dehorning, iron disbudding, pain, wounds.

## INTRODUCCIÓN

El desbotone es el procedimiento que se realiza para evitar el crecimiento de los cuernos y es práctica común en la industria productora de leche (Cozzi *et al.*, 2015; Winder *et al*., 2016; Staněk *et al.*, 2018). El desbotone representa una preocupación de bienestar animal importante, no sólo durante la práctica misma, sino también durante el periodo de cicatrización de la lesión que se produce (Stock *et al.*, 2013; Adcock y Tucker, 2018). Durante todo ese periodo la sensibilidad o dolor regional está aumentada (Adcock y Tucker 2018; Adcock *et al*., 2019), por lo que cualquier estrategia que permita reducir el proceso de cicatrización será benéfica. Recientemente se ha determinado que la cicatrización completa ocurre en periodos que duran desde 6 y hasta 13 semanas en becerras (Adcock y Tucker, 2018). En reducidos casos se han realizado procedimientos que buscan disminuir el tiempo de cicatrización, utilizando diferentes instrumentos desbotonadores (Adcock *et al*., 2019) o aplicando algún tipo de fármaco local (Huebner *et al.*, 2017). En ninguno de los casos se ha logrado con claridad el objetivo buscado.

El procedimiento más utilizado aplica la cauterización con hierro caliente (Cozzi *et al.*, 2015; Winder *et al*., 2016; Staněk *et al.*, 2018). Consiste en la cauterización del botón germinal del cuerno durante los primeros días o semanas de vida del animal, comúnmente con el uso de un instrumento eléctrico o a gas. Este procedimiento puede tener dos variantes. El tejido germinal del botón cauterizado se mantiene adherido al cráneo del animal hasta que se desprende por sí mismo en el proceso de cicatrización. En la otra, dicho tejido cauterizado suele ser retirado con el desbotonador durante la práctica. En humanos que padecieron quemaduras, la presencia del tejido cauterizado se ha asociado con una cicatrización más lenta y con mayores riesgos de contaminación (David y Chiu, 2018). Aunque se ha sugerido que esta diferencia en el procedimiento podría representar cambios en el tiempo necesario para la cicatrización (Adcock *et al.*, 2019; Alvarez *et al.*, 2019), dichas observaciones no se han realizado en la práctica del desbotone en animales. El objetivo de la presente propuesta fue determinar la duración del proceso de cicatrización y la descripción completa de dicho proceso luego del desbotone en becerras lecheras, cuando el botón cauterizado se mantiene o se retira durante la práctica.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el centro de investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia en Tequisquiapan, Querétaro. Se utilizó un total de 12 becerras de raza Holstein en su primer mes de vida y con un peso corporal mayor a 40 kg. El desbotone se realizó de acuerdo con las prácticas de rutina del módulo, utilizando un desbotonador eléctrico (L&H Branding Irons® EUA, modelo 55CD) con punta metálica de 1.9 cm de diámetro. Diez minutos previos al procedimiento, se aplicó un bloqueo nervioso utilizando 5mL de lidocaína 2% (Pisacaina® 2% PiSA® Agropecuaria México) por cuerno según está recomendado y validado como procedimiento anestésico (Stock *et al.*, 2013; Lyon, 2018).

Luego de verificar la insensibilización y la temperatura del desbotonador, se realizaron contactos cortos sobre el botón, y con una ligera presión y movimientos circulares suaves para

provocar la cauterización total del tejido germinal del cuerno. En un grupo de animales (*n*=6, 12 observaciones) se dejó el tejido cauterizado del botón adherido al cráneo (Sin Retirar, SR), mientras que en el otro (*n*=6, 12 observaciones) el tejido cauterizado se retiró con movimientos apropiados del desbotonador (Retirado, R). Con la finalidad de registrar la duración de la cicatrización sin intervención alguna, no se usó desinfectante o cicatrizante alguno. En sólo un animal, el botón cauterizado se desprendió accidentalmente durante el manejo y se recurrió al uso de aerosoles preventivos de infección; dicho botón no fue considerado más en el estudio desde ese momento.

La asignación del tratamiento a cada animal se realizó de manera aleatoria. Durante el desbotone se registró el tiempo de contacto efectivo del desbotonador con el botón y la temperatura del desbotonador previo a su uso con un termómetro de infrarrojo (FLUKE® EUA, modelo 561).

Luego del desbotone y para determinar el tipo de tejido presente durante la cicatrización, se realizó una evaluación visual directa con una frecuencia de dos veces por semana. Para ello se utilizó el sistema de evaluación de la cicatrización utilizado antes en becerras (Adcock y Tucker, 2018) y en cabritas desbotonadas (Alvarez *et al.*, 2019) considerando la presencia de seis tejidos diferentes. Los tejidos se describieron como sigue: tejido necrótico adherido, los bordes del tejido cauterizado luego del desbotone están firmemente adheridos a la piel del animal; tejido necrótico desprendiéndose, los bordes del tejido cauterizado empiezan a desprenderse desde los bordes u otra parte central; exudado, presencia de sangre fresca o reciente sin secar completamente y sin decolorar en la lesión; granulación, tejido de color rojo claro o rosado opaco, puede ser irregular en su superficie y encontrarse visible debajo del tejido necrótico en desprendimiento; costra, exudado seco y de color rojo oscuro o negro, puede estar visible debajo del tejido necrótico en desprendimiento; nuevo epitelio, capa nueva de tejido translúcido sobre la lesión, ningún otro tejido está presente. Toda la calificación se realizó por un único observador entrenado. Se consideró que el animal había alcanzado la cicatrización completa cuando presentó el nuevo epitelio en ambos botones por dos evaluaciones consecutivas. Con la misma frecuencia se tomaron fotografías de cada botón para registrar con imágenes la evolución de la cicatrización.

En cada animal y para cada tratamiento se registró la latencia a la cicatrización del primer botón, la latencia a la cicatrización de ambos botones, el tiempo de permanencia de cada uno de los tejidos, y la ocurrencia o no del rebrote del cuerno en una supervisión final luego de al menos un mes desde la cicatrización.

Los resultados se analizaron y compararon entre grupos mediante la prueba *t* y el procedimiento PROC GLM de SAS v9.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La edad (19±3, 24.3±3, días±ee, ($p > 0.05$) y el peso corporal al desbotone (44.5±1.8, 43.5±1.8, kg, ($p > 0.05$), R y SR respectivamente) no fueron diferentes entre grupos. El tiempo total de contacto con el desbotonador (R, 13.8±0.7; SR 12.8±0.7 s±ee) y la temperatura de este (R, 466±5; SR, 458±5; °C) tampoco fueron diferentes entre grupos ($p > 0.05$).

En la Figura 1 se observa la evolución general de la cicatrización en cada grupo de acuerdo con la calificación utilizada. El número de días requerido para que el primer botón presentara el nuevo epitelio no difirió entre grupos (R, 64.3±4.7; SR, 67.1±4.7; media±ee; *( p* > 0.05). Sin embargo, el número de días hasta la aparición de nuevo epitelio en ambos botones tendió a ser menor en el grupo R (70±5.1, rango 56-91) que en el SR (81±5.1, rango 53-105; *(p* = 0.1). Sutherland *et al*. (2019) describieron una mayor tendencia a desarrollar infecciones en las becerras a las que no se les retiró el botón cauterizado, lo que podría retrasar el proceso de cicatrización. En humanos (David y Chiu, 2018), la permanencia del tejido cauterizado sobre la quemadura retrasa la formación de nuevo epitelio sano, esto debería considerarse como posible ventaja al elegir entre las dos técnicas de desbotone.

De todos los tejidos considerados en la evaluación (Figura 1), el exudado fue el menos presente, se registró en dos animales R y cuatro SR durante apenas un par de observaciones. El exudado es visible sólo durante algunas horas luego del desprendimiento (probablemente accidental) de alguno de los otros tejidos (necrótico o costra), desaparece rápidamente al coagularse y deshidratarse la secreción. Lo mismo ha sido observado en otros casos en becerras (Adcock y Tucker, 2018) y cabritas (Alvarez *et al*., 2019) en estudios en que no se retiró el botón cauterizado.

El tejido necrótico inicial luego del desbotone permaneció adherido por un periodo similar en ambos grupos (R, 21.7±1.8; SR, 20.8±1.8; días±ee; ( *p* > 0.05). Dicho tejido en desprendimiento se observó durante menos tiempo en el grupo SR (6.8±1.6) que en el R (13.8±1.3; (*p* = 0.004). Esto último parece consecuencia de que, al remover el botón, el tejido remanente es menor, más profundo y ha sido afectado en menor medida por el desbotonador. Dicho tejido sin embargo debe también ser reemplazado durante la cicatrización en un proceso que claramente toma más tiempo en ese grupo de animales. En las primeras etapas luego del desbotone en el grupo R se pudo observar una coloración diferente a la vista en el anillo cobrizo del botón cauterizado. Este tejido remanente claramente requiere de más tiempo para empezar a desprenderse del todo durante la cicatrización. En total, el número de días en que se observó tejido necrótico (tejido necrótico adherido y necrótico desprendiéndose considerados juntos) fue mayor en el grupo R (35.5±1.6) que en el SR (27.6±1.9, (*p* = 0.006). En el grupo R, sin embargo, dicho tejido siempre se observó de menores dimensiones y la parte central abierta más profunda de la lesión presentó parte del tejido caracterizado como capa subcutánea expuesta, lo que pudo contribuir a una mayor oxigenación. Existe amplia evidencia de que la adecuada oxigenación local de lesiones abiertas mejora su reposición epitelial y su contracción, al facilitar la síntesis y maduración de colágeno, contribuyendo con ello a una mejor angiogénesis y granulación y promoviendo una cicatrización más rápida (Kaufman *et al*., 1983; Kalliainen *et al*., 2003; Fries *et al*., 2005; Chandra *et al*., 2015; Li *et al*., 2015).

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

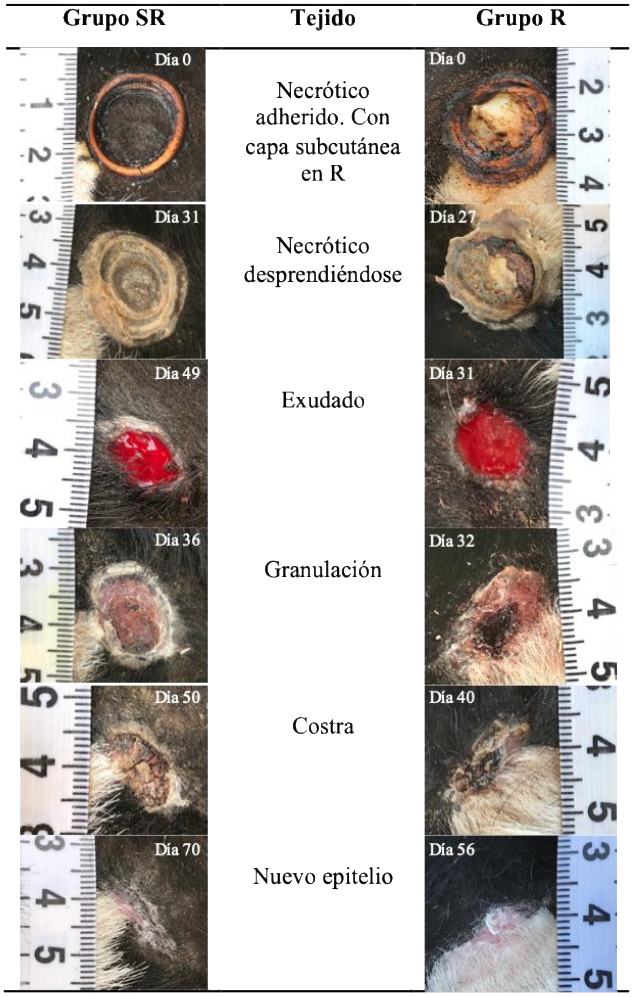



**Figura 1**. Evolución de la cicatrización en los casos en que el botón cauterizado fue retirado (R) o no (SR) luego del desbotone con desbotonador eléctrico, con referencia en el sistema de calificación utilizado.

El tejido de granulación por su parte fue observado durante un tiempo ligeramente menor en el grupo R (6.8±2.4 *vs* 13.1±2, ($p$ = 0.06). En ambos casos, el tejido con mayor presencia durante la cicatrización fue la sangre deshidratada en forma de costra y no difirió entre grupos (R, 33.1±4.5; SR, 42.1±4.7, ($p$ > 0.05).

A la inspección visual, el tejido necrótico que se forma inmediatamente después de retirar el botón cauterizado (grupo R) tiene características físicas distintas al tejido que permaneció en el grupo SR. Al retirar el botón en el grupo R, la lesión abierta está conformada básicamente por una cavidad de 2-4 mm de profundidad y con un fondo que aparenta la capa subcutánea compuesta por grasa y tejido conectivo (Figura 1). Dicho tejido termina por degradarse durante la cicatrización hasta que se desprende dando paso a otra fase del proceso. A pesar de lo que pudiera pensarse, el retiro inicial del tejido y la provocación de la lesión abierta no parece afectar de manera negativa

el proceso de cicatrización. En otros casos se ha considerado que la permanencia del tejido cauterizado inicial puede ser negativa para la velocidad de cicatrización y su higiene (Adcock y Tucker, 2018; Sutherland *et al*., 2019).

En la supervisión final, luego de al menos seis semanas desde la cicatrización, ningún animal mostró indicios de rebrote del cuerno. Es imperativo realizar un mayor número de observaciones para validar este hallazgo con las técnicas utilizadas. Otros autores han descrito la eficacia de ambos métodos en un mayor número de animales (Sutherland *et al*., 2019). En dichas observaciones se ha encontrado que, aunque la remoción del botón luego de su cauterización deja una lesión más evidente, parece más efectiva en eliminar del todo el epitelio germinal que originaría el cuerno. Así, en el trabajo de Sutherland *et al*. (2019) encontraron que la permanencia del tejido cauterizado durante el desbotone se relaciona con un 9% más de cuernos que reaparecen, además de que se incrementa la cantidad de indicios de infección local. En su trabajo, los autores mencionados sugieren que la remoción del botón cauterizado es preferible en el desbotone mediante cauterización con hierro caliente. En nuestro caso, el objetivo principal consistió en determinar la velocidad de cicatrización con cada uno de los métodos, pero es claro que ambos aspectos (cicatrización y posibilidad de infección) deberán ser tomados en cuenta para elegir el mejor procedimiento para la práctica. Evaluaciones similares sobre el proceso de cicatrización pueden utilizarse como herramienta principal para determinar la eficacia de otras estrategias o productos para acelerar la recuperación luego de prácticas como el desbotone.

## CONCLUSIONES

La remoción del botón cauterizado luego del desbotone con hierro caliente tiende a hacer más rápido el proceso de cicatrización. Este hallazgo deberá ser confirmado en un mayor número de observaciones, además de explorar otras estrategias para acelerar la recuperación del tejido.

## LITERATURA CITADA

Adcock, S. J. J. and C. B. Tucker. 2018. The effect of disbudding age on healing and pain sensitivity in dairy calves. Journal of Dairy Science 101: 10361-10373.

Adcock, S. J. J., S. K. Vieira, L. Alvarez and C. B. Tucker. 2019. Iron and laterality effects on healing of disbudding wounds. Journal of Dairy Science. Aceptado en prensa. doi: https://doi.org/10.3168/jds.2018-16121.

Alvarez, L., S. J. J. Adcock and C. B. Tucker. 2019. Sensitivity and wound healing after hot-iron disbudding in goat kids. Journal of Dairy Science. Aceptado en prensa. doi: https://doi.org/10.3168/jds.2018-16062.

Chandra, P. K., C. L. Ross, L. C. Smith, S. S. Jeong, J. Kim, J. J. Yoo and B. S. Harrison. 2015. Peroxide-based oxygen generating topical wound dressing for enhancing healing of dermal wounds. Wound Repair and Regeneration 23: 830-841.

Cozzi, G., F. Gottardo, M. Brscic, B. Contiero, N. Irrgang, U. Knierim, O. Pentelescu, J. J. Windig, L. Mirabito, F. Kling Eveillard, A. C. Dockes, I. Veissier, A. Velarde, C. Fuentes, A. Dalmau and C. Winckler. 2015. Dehorning of cattle in the EU Member States: A quantitative survey of the current practices. Livestock Science 179: 4-11.

David, J. J. and E. S. Chiu. 2018. Surgical debridement. In: Orgill, D.P. (Ed.), Interventional Treatment of Wounds: A Modern Approach for Better Outcomes. Springer International Publishing, Cham, Switzerland, pp. 3-15.

Fries, R. B., W. A. Wallace, S. Roy, P. Kuppusamy, V. Bergdall, G. M. Gordillo, W. S. Melvin and C. K. Sen. 2005. Dermal excisional wound healing in pigs following treatment with topically applied pure oxygen. Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis 579: 172-181.

Huebner, K. L., A. K. Kunkel, C. S. McConnel, R. J. Callan, R. P. Dinsmore and L. S. Caixeta. 2017. Evaluation of horn bud wound healing following cautery disbudding of preweaned dairy calves treated with aluminum-based aerosol bandage. Journal of Dairy Science 100: 3922-3929.

Kalliainen, L. K., G. M. Gordillo, R. Schlanger and C. K. Sen. 2003. Topical oxygen as an adjunct to wound healing: a clinical case series. Pathophysiology 9: 81-87.

Kaufman, T., A. J. Wesley and B. G. MacMillan. 1983. Topical oxygen and burn wound healing: a review. Burns 9: 169-173.

Li, J., Y. Zhang, M. Zarei, L. Zhu, J. O. Sierra, P. M. Mertz and S. C. Davis. 2015. A topical aqueous oxygen emulsion stimulates granulation tissue formation in a porcine second-degree burn wound. Burns 41: 1049-1057.

Lyon, L. 2018. Local anesthesia & analgesia. Available at: https://instruction.cvhs.okstate.edu/vmed5412/pdf/14LocalAnesthesia2006b.pdf. Oklahoma State University.

Staněk, S., R. Šárová, E. Nejedlá, S. Šlosárková, O. Doležal. 2018. Survey of disbudding practice on Czech dairy farms. Journal of Dairy Science 101: 830-839.

Stock, M. L., S. L. Baldridge, D. Griffin and J. F. Coetzee. 2013. Bovine dehorning: Assessing pain and providing analgesic management. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice 29: 103-133.

Sutherland, M., F. J. Huddart, M. Stewart. 2019. Short communication: Evaluation of the efficacy of novel disbudding methods for dairy calves. Journal of Dairy Science 102: 666-671.

Winder, C. B., S. J. LeBlanc, D. B. Haley, K. D. Lissemore, M. A. Godkin and T. F. Duffield. 2016. Practices for the disbudding and dehorning of dairy calves by veterinarians and dairy producers in Ontario, Canada. Journal of Dairy Science 99: 10161-10173.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# ANÁLISIS BIVARIADO PARA INDICADORES DE PESO EN GANADO CHAROLAIS

# [BIVARIATE ANALYSIS IN LIVE WEIGHT ON CHAROLAIS CATTLE]

**Jessica Beatriz Herrera-Ojeda[1§], Gaspar Manuel Parra-Bracamonte[1], Nicolas López-Villalobos[2], Juan Carlos Martínez-González[3], Juan Gabriel Magaña-Monforte[4], Stephen T. Morris, Luis Aristides López-Bustamante**

[1]Centro de Biotecnología Genómica, Instituto Politécnico Nacional. Reynosa, Tamaulipas, México. [2]School of Agriculture, Massey University. Palmerston North, New Zealand. [3]Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Ingeniería y Ciencias. Centro Universitario Adolfo López Mateos. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. [4]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán. Yucatán, México. [§]Autor para correspondencia: (ysika_ho@hotmail.com).

## RESUMEN

Uno de los problemas más comunes en las evaluaciones genéticas de sistemas de producción de carne es la selección de animales jóvenes, produciendo registros incompletos que influencian los datos colectados. Por lo que el objetivo del siguiente trabajo fue estimar los componentes de covarianza y parámetros genéticos de indicadores de peso vivo y examinar el efecto y el sesgo cuando se utilizan análisis multivariados en ganado Charoláis de registro, para estimar el grado de cambio cuando existen datos incompletos. Se compararon mediante el análisis de modelos univariados y multivariados las exactitudes, diferencias esperadas de la progenie (DEP) y errores estándar de predicción (SEP) de pesos al nacimiento (BW) y pesos al año (YW). El análisis multivariado para BW y YW incrementó el 38% las exactitudes y redujo los estimadores SEP ($p <$ 0.001). Los resultados permiten sugerir que el uso de análisis bivariados en indicadores de peso vivo que se registran en etapas tardías del crecimiento del animal puede mejorar la exactitud del análisis genético.

**Palabras clave:** Covarianzas genéticas, heredabilidad directa, varianza fenotípica.

## ABSTRACT

One of the most common issues in genetic evaluations of beef production system is the selection and trade (or culling) of young animals, producing incomplete records that influence the data collected. The objective of this research was to (co) variance components and genetic parameter of live weight traits in Charolais cattle, to estimate the degree of change when there are incomplete records. For that accuracies, expected progeny differences (EPD) and standard errors of prediction (SEP) were compared amongst univariate and bivariate models for birth (BW), and yearling (YW) weights. Joint analysis of BW and YW increased 38% the accuracies and reduced SEP estimators ($p <$ 0.001). YW and WW bivariate analysis might influence the accuracy of genetic evaluations and likely the genetic progress.

**Index words:** Genetic covariances, direct heritability, phenotypic variance.

## INTRODUCCIÓN

El mejoramiento genético en ganado cárnico incluye diversos indicadores de importancia económica, que se encuentran fenotípica y genéticamente relacionados (Kinghorn *et al.*, 2015). El uso de indicadores de pesos vivo (p.e, pesos al nacimiento, destete y al año) como indicadores de producción es algo común, siendo considerados también como objetivos de crianza en estos sistemas (Phocas y Lalöe, 2004; Brumatti *et al.,* 2011).

La evaluación de múltiples caracteres es una metodología que permite visualizar las correlaciones entre indicadores utilizando las correlaciones entre indicadores y la matriz genética de los animales incluidos en el pedigrí. Dicha metodología mejora la exactitud de la evaluación genética y consecuentemente la respuesta a la selección, también puede ayudar con las características particulares de los sistemas de carne bovina mexicanos, ya que la estructura de los datos puede presentar un reto para su análisis e interpretación (Mrode, 2014; Parra-Bracamonte *et al*., 2016).

Uno de los problemas más comunes en el ganado local de registro es la selección y descarte de animales jóvenes, por lo cual datos incompletos son procesados en las evaluaciones genéticas. Se ha sugerido esto como una de las fuerzas de selección que influencian los datos colectados y en consecuencia la respuesta a la selección y/o ranqueo de otros animales (Schaeffer *et al*., 1998). El uso de análisis multivariados puede ayudar a sobrellevar la pérdida de información para aquellos animales con registros incompletos (Meyer, 1991; Mrode, 2014).

En México, los programas de mejoramiento genético utilizan la metodología BLUP (Mejor Predictor Lineal Insesgado), considerando durante la evaluación genética un solo indicador. Con los resultados de esta evaluación se publican las Diferencias Esperadas de la Progenie (DEP) en catálogos de y sumarios publicados principalmente de sementales.

El ganado Charolais es una de las razas más populares y extendidas en el mundo (FAO, 2007); en México fue una de las primeras razas sujetas a las evaluaciones genéticas para indicadores de pesos vivo, circunferencia escrotal e indicadores de la canal por ultrasonido, realizadas por la asociación Charolais Herd Book of México® (Parra-Bracamonte *et al*., 2016). El objetivo del siguiente trabajo fue estimar los componentes de covarianza y parámetros genéticos de indicadores de peso vivo y examinar el efecto y el sesgo cuando se utilizan análisis multivariados en ganado Charolais de registro.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron datos registrados de la raza Charolais desde 1967 al 2016 de animales, en tres hatos del norte de México, manejados de manera extensiva. Los indicadores de peso vivo considerados: BW y YW. Se ajustaron tres modelos usando el programa MTDFREML (Boldman *et al*., 1995). Los modelos incluyeron los efectos fijos del grupo contemporáneo (GC), (hato-año-sexo-temporada de nacimiento) y el efecto lineal y cuadrático de la madre al igual que el efecto al azar del animal. Las temporadas de nacimiento fueron agrupadas de acuerdo al método propuesto por

Herrera-Ojeda *et al*. (2017), definiéndolas en árida, semiárida y subhúmeda. En notación matricial los modelos fueron:

$$y_i = X_1 b_1 + Z_1 a_1 + e_1, \text{ for } \mathbf{i} = 2, \mathbf{y}_1 = \text{BW and } \mathbf{y}_2 = \text{YW}.$$

Para $y_1$ = BW and $y_2$ = YW were,

$$E[y] = Xb, E[a] = 0, E[e] = 0, y$$

$$Var\begin{bmatrix} a \\ p \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_a^2 & 0 & 0 \\ 0 & I_V\sigma_p^2 & 0 \\ 0 & 0 & I_N\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

Donde A= matriz de relaciones; N = número de observaciones; V = número de animal, e I = matriz por orden de identidad.

De manera general los modelos bivariados para BW, WW fueron:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & 0 \\ 0 & X_2 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_1 & 0 \\ 0 & Z_2 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & W_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix}$$

Donde $\mathbf{y}_i$ = Vector de observaciones para el $\mathbf{i}_{th}$ indicador, $\mathbf{b}_i$ = Vector de efectos fijos $\mathbf{i}_{th}$ indicador, $\mathbf{a}_i$ = Vector de efectos al azar, $\mathbf{e}_i$ = Vector de efectos residuales, y $\mathbf{X}_i$, $\mathbf{Z}_i$, y $\mathbf{W}_i$ son matrices de incidencia que relacionan records del $\mathbf{n}^{th}$ tt a los efectos fijos e individuales, respectivamente.

El criterio de convergencia usado fue $\mathbf{e} = 1x10^{14}$, y se realizaron tres reinicios en el programa, hasta que se consideró que no había cambios en el Log likelihood. Los componentes de covarianza analizados fueron la varianza genética aditiva ($\sigma_d^2$) para BW (BWd) y YW (YWd), varianza medioambiental residual ($\sigma_e^2$), varianza fenotípica ($\sigma_p^2$) y las covarianzas genéticas entre los indicadores. Los parámetros genéticos estimados fueron las heredabilidades directas ($h_d^2$ para BW y YW. Para estimar el grado de sesgo en la selección, fueron comparadas las exactitudes, DEP´s y errores estándar de predicción (SEP) entre modelos univariados y multivariados. Posteriormente, se utilizó el 10% de los animales mejor ranqueados de acuerdo a sus DEP´s, se utilizó el procedimiento TTEST usando SAS software v.9.0 (SAS Statistical Analysis System, Cary, NC, USA).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las estadísticas descriptivas para los indicadores analizados en este estudio se presentan en el Cuadro 1. En general todas las medias fueron similares a aquellas reportadas previamente por Ríos *et al*. (2007), aunque el YW fue más alto que el reportado por Ríos-Utrera *et al*. (2012) en otra población Charolais.

**Cuadro 1.** Análisis descriptivo de indicadores de peso vivo usados para el análisis multivariado.

| Indicador | N | Media | DS | Min | Max |
|---|---|---|---|---|---|
| BW (kg) | 4186 | 40.54 | 7.46 | 20 | 80 |
| YW (kg) | 2016 | 375.31 | 72.74 | 166 | 681 |

**Cuadro 2.** Estructura de la población en estudio.

| Indicador | Pedigree | GC | Sementales | Hembras |
|---|---|---|---|---|
| BW | 5629 | 224 | 98 | 1665 |
| YW | 5629 | 131 | 98 | 1580 |

Los estimativos de covarianza se presentan en el Cuadro 3 y la heredabilidad se reporta en el Cuadro 4. La heredabilidad directa para BW fue menor a los reportes de ganado Charolais mexicano (Ríos *et al*., 2007), pero similar a algunos reportes en Alemania (Grotheer *et al*., 1997) y poblaciones francesas (Phocas & Laloë, 2004).

**Cuadro 3.** Variance components for live weight traits in Charolais cattle**.**

| Indicador | $\sigma_d^2$ | $\sigma_e^2$ | $\sigma_p^2$ |
|---|---|---|---|
| BW (kg) | 12.6 | 27.41 | 40.08 |
| YW (kg) | 972.19 | 1917.42 | 2889.42 |

$\sigma_d^2$**:** varianza genética aditiva**,** $\sigma_m^2$**:** varianza materna $\sigma_e^2$**:** varianza residual $\sigma_p^2$**:** varianza fenotípica

El estimador para YW fue similar al valor reportado por Ríos-Utrera *et al*. (2012), usando un modelo genético diferente. Aún que este indicador es uno de los más importantes en los criterios de selección para sementales jóvenes en México, no se encontraron reportes de la heredabilidad de este indicador en ganado Charolais.

Las covarianzas genéticas y correlaciones estimadas por análisis multivariado se presentan en el Cuadro 4. BW mostró correlaciones moderadas con YW, sin embargo, la mayor correlación genética reportada fue con YW (Cuadro 4), sugiriendo una correlación fuerte y positiva de YW con este indicador. Esta alta correlación puede ser el reflejo de lo importante que son los pesos después del destete. Una consecuencia de no realizar esta práctica puede ser la reducción considerable de información disponible en la base de datos utilizado en las evaluaciones genéticas. Como lo documentó Ramírez-Valverde *et al*. (2007), esto es un problema persistente en los sistemas de ganado de carne, donde la eliminación secuencial de animales y reportes selectivos de información sobre indicadores es una práctica frecuente. Como se observa aquí, la base de datos analizada experimentó una reducción de alrededor del 50% de los datos desde BW a YW, posiblemente resultado de la movilización y venta de sementales y vaquillas jóvenes, lo que puede conducir a un sesgo por selección (Mrode, 2014). Esto actualmente es una implicación relevante en el comercio de sementales jóvenes.

**Cuadro 4.** Correlaciones fenotípicas y genéticas en la heredabilidad de indicadores de peso vivo de la población de estudio.

| Indicadores | BW | YW |
|---|---|---|
| BW | 0.32 | 0.27 |
| YW | 0.57 | 0.34 |

El Cuadro 5 presenta DEP, SEP y los valores de las exactitudes estimadas del 10% de los mejores animales ranqueados por modelos univariados y multivariados. El análisis multivariado para YW mejora los parámetros de las exactitudes y el SEP. El análisis para BW incrementó un 38% las exactitudes y redujo los estimadores de SEP ($p < 0.001$). El análisis multivariado de YW permite una mejora significativa en las exactitudes de todos los indicadores y a una reducción substancial del SEP para YW ($p < 0.001$). Teóricamente este incremento en las exactitudes con análisis multivariado ha sido explicado por las conexiones de los datos debido a la covarianza residual entre indicadores (Mrode, 2014).

**Cuadro 5.** Diferencias esperadas de la progenie (DEP), errores estándar de predicción (SEP) y promedios de exactitud (EX), de un análisis univariado y multivariado.

| Indicadores | | BW | YW |
|---|---|---|---|
| BW | DEP | -7.439±2.09 a | -3.644±1.05 b |
| | SEP | 2.79±0.18 a | 2.75±0.18 b |
| | EX | 0.62±0.06 a | 0.63±0.06 b |
| YW | DEP | 22.927±12.73 b | 24.424±8.98 a |
| | SEP | 22.73±1.31 b | 23.99±1.52 a |
| | EX | 0.57±0.06 a | 0.49±0.10 c |

## CONCLUSIONES

Algunas implicaciones derivadas del presente análisis es la heredabilidad alta en los dos indicadores evaluados, lo que sugiere una respuesta positiva y favorable a la selección. Sin embargo, las correlaciones negativas reportadas anteriormente (Ríos-Utrera *et al*., 2012), sugieren que dentro de las proyecciones para indicadores de peso vivo en ganado Charolais, no se planea un incremento para BW. Por lo cual, las predicciones para peso al destete (WW) y YW son necesarias, ya que algunas evidencias muestran que la selección opuesta en indicadores relacionados de manera positiva es posible, esto combinado en un índice de selección para incrementar la eficiencia económica de las unidades de producción.

## LITERATURA CITADA

Boldman, K. G., R. C. Brumatti, J. B. S. Ferraz, J. P. Eler, I. B. Formigonni. 2011. Development of selection index in beef cattle under the focus of a bio-economic model. Archivos de Zootecnia. 60:205-213.

FAO. 2007. The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture, (edited by Barbara Rischkowsky & Dafydd Pilling. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome).

Grotheer, V. V., R. Röhe, E. Kalm. 1997. Entwicklung einer zuchtwertschätzung für fleischrinder in Deutschland. 2. Mitteilung: Schätzung genetischer parameter. Züchtungskunde. 69:349-365.

Herrera-Ojeda. J. B., G. M. Parra-Bracamonte, J. Herrera-Camacho, N. López-Villalobos, J. G. Magaña-Monforte, J. C. Martínez-González, J. F. Vázquez-Armijo. 2018. Información climática asociada a estaciones productivas para el ajuste de modelos estadísticos. Archivos de Zootecnia.

Kinghorn, B. P., G. Simm, R. Fries, A. Ruvinsky. 2015. Genetic Improvement of Beff Cattle. In.DJ Garrick, A. Ruvinsky (Eds.): The Genetics of Cattle, 2nd. Edition. CAB International. Oxfordshire, UK. p. 623.

Meyer, K. 1991. Estimating variances and covariances for multivariate animal models by restricted maximum likelihood. Genetics Selection Evolution. 23: 67-83.

Parra-Bracamonte, G. M., N. Lopez-Villalobos, S. T. Morris, A. M. Sifuentes-Rincón, L. A. Lopez-Bustamante. 2016. Genetic trends for live weight traits reflect breeding strategies in registered Charolais farms in Mexico. Tropical Animal Health ad Production 48:1729-1738.

Phocas, F., D. Lalöe. 2004. Genetic parameters for birth and weaning traits in French specialized beef cattle breeds. Livestock Production Science 89:121-128.

Ramírez-Valverde, R., C. Hernández-Álvarez, R. Núñez-Domínguez, A. Ruíz-Flores, J. G. García-Muñiz. 2007. Análisis univariados vs multivariado en la evaluación genética de variables de crecimiento en dos razas bovinas. Agrociencia. 41:271-282.

Ríos, A., G. Martínez, S. Tsuruta, J. K. Bertrand, V. Vega, M. Montaño. 2007. Estimadores de parámetros genéticos para características de crecimiento de ganado Charolais mexicano. Técnica Pecuaria en Mexico 45:121-130.

Ríos-Utrera, A., G. Martínez, V. E. Vega, M. Montaño. 2012. Efectos genéticos para características de crecimiento de bovinos Charolais y Charbray mexicanos estimados con modelos alternativos. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 3:275-290.

Schaeffer, L. R. 1999. Multiple traits animal models. Available in: http://www.aps.uoguelph.ca/~lrs/Animalz/lesson15/.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# TENDENCIAS GENÉTICAS DE POBLACIONES BOVINAS PARA CARNE EN MÉXICO

## [GENETIC TRENDS OF MEXICAN BEEF CATTLE POPULATIONS]

**Larios-Sarabia N.[1], R. Ramírez-Valverde[1§], J. Domínguez-Viveros[2], R. Núñez-Domínguez[1], J. G. García-Muñiz[1]**

[1]Posgrado en Producción Animal, Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5 carretera México-Texcoco, Chapingo, Méx. 56230. [2]Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Periférico Francisco R. Almada km 1. Chihuahua, Chih., Méx. 31453. [§]Autor para correspondencia: (rodolforv@correo.chapingo.mx).

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue estimar las tendencias genéticas para las razas bovinas productoras de carne Angus (AN), Brangus Negro (BN), Brangus Rojo (BR), Suizo Europeo (SE), Hereford (HE), Limousin (LI) y Salers (SA), a partir de las bases de datos genealógicas y productivas de las asociaciones mexicanas de criadores de ganado de registro. Las características estudiadas fueron peso al nacimiento (PN), peso al destete (PD) y peso al año (PA). Para estimar los parámetros genéticos y predecir los valores genéticos de los animales, se utilizaron modelos mixtos univariados y bivariados con los programas ASReml y MTDFREML. Para PN y PD, además de los efectos directos, se consideraron los maternos y de ambiente permanente de las madres (excepto para PN en AN y SA). Las tendencias genéticas se estimaron con el procedimiento REG de SAS, mediante regresión ponderada (por el número de animales) de los valores genéticos sobre los años de nacimiento. Con excepción de SA para PN directo, las tendencias genéticas estimadas de los efectos aditivos para crecimiento fueron positivas y de baja magnitud; los cambios en BN para PD directo fueron de mayor magnitud; para los efectos maternos las tendencias fueron cercanas a cero para PN (excepto en BN) y negativas de valor bajo para PD (excepto en BN y HE). En estos resultados destaca el comportamiento de la raza BN, con ganancias genéticas en PN materno, PD directo y PD materno de mayor magnitud que las demás razas. En general, las tendencias genéticas para las variables de crecimiento muestran que la selección aplicada por los criadores de ganado de registro en México de las razas estudiadas ha generado progresos genéticos de baja magnitud.

**Palabras clave:** Evaluaciones genéticas, ganancia genética, valor genético.

## ABSTRACT

The objective of this study was to estimate the genetic trends for Angus (AN), Black Brangus (BN), Red Brangus (BR), Braunvieh (SE), Hereford (HE), Limousin (LI) and Salers (SA) beef cattle breeds in Mexico, using the genealogical and performance databases of the cattle breeders associations. The traits studied were birth (PN), weaning (PD) and yearling weight (PA). To estimate the genetic parameters and predict the genetic values of the animals, univariate and bivariate mixed models were fitted with the ASReml and MTDFREML programs. For PN and PD,

in addition to the direct effects, the maternal effects and the permanent environmental of dams were considered (except for PN in AN and SA). The genetic trends were estimated using the REG procedure of SAS, using weighted regression (by the number of animals) of the genetic values over the years of birth. The estimated genetic trends for the additive effects were positive but small, except for PN direct in SA; the changes were larger for PD direct in BN. The genetic trends for maternal effects were very close to zero for PN (except in BN) and negative low values for PD (except in BN and HE). In the BN breed, the genetic gains for PN maternal, PD direct and PD maternal were larger than the other breeds. In general, the genetic trends for growth traits show that the selection applied by breeders of the cattle breeds studied in Mexico has resulted in genetic progress of low magnitude.

**Index words:** Breeding value, genetic evaluations, genetic gain.

## INTRODUCCIÓN

Los criadores de ganado de registro tienen el objetivo de maximizar la ganancia genética por unidad de tiempo, para las características de importancia económica en un programa de mejoramiento genético (Dangar y Pravin, 2018). La implementación de evaluaciones genéticas (EG) en poblaciones bovinas mexicanas para carne como herramienta para identificar a los individuos genéticamente superiores, iniciaron en 2001 para las razas Simmental y Simbrah, actualmente se realizan EG nacionales periódicas para varias de estas poblaciones (CONARGEN, 2016).

La implementación de las EG es un paso importante en el mejoramiento genético de las poblaciones bovinas mexicanas, y a casi dos décadas de llevarlas a cabo se esperarían avances significativos en el progreso genético de estas poblaciones. El progreso genético de una población puede obtenerse estimando la tendencia genética para la característica de interés, en la cual se evalúa el cambio obtenido por el proceso de selección a través de los años. La estimación de tendencias genéticas permite a los criadores evaluar el progreso genético, y en su caso redefinir los objetivos de selección para maximizar el cambio genético, con base en la utilización de los valores genéticos predichos (Domínguez-Viveros *et al*., 2003; Malhado *et al*., 2008).

Los estudios sobre tendencias genéticas en poblaciones bovinas de registro para carne en México, se han realizado en Tropicarne (Domínguez-Viveros *et al.*, 2003), Simmental (Rosales-Alday *et al*., 2004), Brahman (Parra-Bracamonte *et al*., 2007) Brangus, Salers (Domínguez-Viveros *et al*., 2009) y Charolais (Parra-Bracamonte *et al*., 2016). Estos estudios aislados muestran cambios genéticos positivos para características de crecimiento pero marginales (Domínguez-Viveros *et al*., 2003; Gaspar Manuel Parra-Bracamonte *et al*., 2007; Rosales-Alday *et al*., 2004); además de una amplia influencia de material genético importado (Domínguez-Viveros *et al*., 2009; Parra-Bracamonte *et al*., 2016; Parra-Bracamonte *et al*., 2007; Rosales-Alday *et al*., 2004).

Los estudios sobre tendencias genéticas han analizado periodos anteriores a la implementación de las EG, por lo que se desconoce el impacto que han tenido las EG en las poblaciones nacionales. Así, el objetivo de la presente investigación es cuantificar el progreso genético de las poblaciones

bovinas de registro productoras de carne Angus (AN), Brangus Negro (BN), Brangus Rojo (BR), Suizo Europeo (SE), Hereford (HE), Limousin (LI) y Salers (SA).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron bases de datos genealógicos y productivos de cada una de las asociaciones mexicanas de criadores de ganado de registro de las razas AN, BN, BR, SE, HE, LI y SA. La información de pedigrí estuvo conformada por 84,882; 75,532; 16,021; 187,294; 14,650; 56,565; y 16,153 animales para las razas AN, BN, BR, SE, HE, LI y SA, respectivamente. Las características estudiadas fueron PN (kg), PD (kg) ajustado a 205 días (SE a 240 días) y PA (kg). En el Cuadro 1 se presenta el número de registros productivos finales y los grupos contemporáneos (GC) utilizados en la estimación de componentes de (co)varianza, parámetros y valores genéticos para las variables analizadas en cada raza.

**Cuadro 1**. Estadísticos descriptivos y número de grupos contemporáneos (nGC) de las variables analizadas.

| Raza[X] | Var.[Y] | N | Prom.±DE | nGC | Raza[X] | Var.[Y] | N | Prom.±DE | nGC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AN | PN | 40,933 | 33.12±4.38 | 3,601 | SE | PN | 31,586 | 38.12±4.84 | 2,150 |
| | PD | 25,343 | 215.79±39.84 | 2,433 | | PD | 21,817 | 235.32±43.01 | 1,889 |
| | PA | 13,292 | 333.87±64.64 | 1,442 | | PA | 14,961 | 324.48±56.37 | 1,389 |
| BN | PN | 52,156 | 33.63±4.15 | 4,661 | BR | PN | 9,360 | 31.70±4.05 | 1,183 |
| | PD | 40,973 | 216.39±36.75 | 3,874 | | PD | 7,218 | 233.96±38.45 | 879 |
| | PA | 15,393 | 349.59±66.38 | 1,683 | | PA | 3,458 | 335.60±52.37 | 459 |
| HE | PN | 4,414 | 36.19±4.63 | 634 | SA | PN | 8,236 | 34.05±2.92 | 637 |
| | PD | 3,356 | 212.78±45.82 | 463 | | PD | 7,331 | 202.31±31.81 | 564 |
| | PA | 1,730 | 319.45±58.05 | 259 | | PA | 3,008 | 291.34±64.87 | 236 |
| LI | PN | 30,445 | 36.67±4.79 | 5,690 | LI | PA | 15,827 | 340.00±67.43 | 2,795 |
| | PD | 21,096 | 215.83±40.07 | 4,014 | | | | | |

[X] AN: Angus; BN: Brangus Negro; BR: Brangus Rojo; SE: Suizo Europeo; HE: Hereford; LI: Limousin; y SA: Salers.
[Y] PN: peso al nacimiento (kg); PD: peso al destete (kg); y PA: peso al año (kg).

Para estimar los parámetros genéticos y predecir los valores genéticos de los animales, se utilizaron los programas ASReml (Gilmour *et al*. 2009) para AN y SE; y MTDFREML (Boldman *et al*., 1995) para las demás razas. Para el análisis de las características se utilizaron los siguientes modelos univariados y bivariados.

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\boldsymbol{b} + \mathbf{Z}\boldsymbol{a} + \boldsymbol{e} \quad [1]$$

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\boldsymbol{b} + \mathbf{Z}\boldsymbol{a} + \mathbf{M}\boldsymbol{m} + \boldsymbol{e} \quad [2]$$

$$\begin{bmatrix}\mathbf{Y_1}\\ \mathbf{Y_2}\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}\mathbf{X}_1 & 0\\ 0 & \mathbf{X}_2\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\boldsymbol{b}_1\\ \boldsymbol{b}_2\end{bmatrix} + \begin{bmatrix}\mathbf{Z}_1 & 0\\ 0 & \mathbf{Z}_2\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\boldsymbol{a}_1\\ \boldsymbol{a}_2\end{bmatrix} + \begin{bmatrix}\mathbf{M}_1 & 0\\ 0 & 0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\boldsymbol{m}_1\\ 0\end{bmatrix} + \begin{bmatrix}\mathbf{W}_1 & 0\\ 0 & 0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\boldsymbol{p}_1\\ 0\end{bmatrix} + \begin{bmatrix}\boldsymbol{e}_1\\ \boldsymbol{e}_2\end{bmatrix} \quad [3]$$

$$\begin{bmatrix}\mathbf{Y_1}\\ \mathbf{Y_2}\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}\mathbf{X}_1 & 0\\ 0 & \mathbf{X}_2\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\boldsymbol{b}_1\\ \boldsymbol{b}_2\end{bmatrix} + \begin{bmatrix}\mathbf{Z}_1 & 0\\ 0 & \mathbf{Z}_2\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\boldsymbol{a}_1\\ \boldsymbol{a}_2\end{bmatrix} + \begin{bmatrix}\mathbf{M}_1 & 0\\ 0 & 0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\boldsymbol{m}_1\\ 0\end{bmatrix} + \begin{bmatrix}\mathbf{W}_1 & 0\\ 0 & 0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\boldsymbol{p}_1\\ 0\end{bmatrix} + \begin{bmatrix}\mathbf{SGC}_1 & 0\\ 0 & 0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\boldsymbol{i}_1\\ 0\end{bmatrix} + \begin{bmatrix}\boldsymbol{e}_1\\ \boldsymbol{e}_2\end{bmatrix}. \quad [4]$$

Donde **Y** es el vector de registros de comportamiento para cada variable; ***b*** es el vector de efectos

fijos que incluye los efectos de GC, y edad de la madre al parto como covariable lineal y cuadrática; ***a*** es el vector de efectos genéticos aditivos directos; ***m*** es el vector de efectos genéticos aditivos maternos; ***p*** es el vector de efectos de ambiente permanente materno; ***i*** es el vector de efectos de la interacción semental (padre del animal) por GC; ***e*** es el vector de efectos residuales; y **X**, **Z**, **M**, **W** y **SGC** son las matrices de incidencia que asocian los vectores correspondientes con **Y**. En el Cuadro 2 se indican los modelos empleados en las diferentes características y los parámetros genéticos estimados.

Las tendencias genéticas fueron estimadas para las variables en cada raza, con el procedimiento REG del programa SAS (SAS 2002), mediante regresión ponderada (por el número de animales) de los valores genéticos de los animales en las características correspondientes sobre los años de nacimiento.

**Cuadro 2**. Modelos utilizados y heredabilidad directa ($h^2_d$), materna ($h^2_m$) y correlación entre efectos directos y maternos ($r_{dm}$) estimadas en poblaciones bovinas para carne en México.

| Variable[X] | PN | | | | PD | | | | PA | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Raza[Y] | Mod. | $h^2_d$ | $h^2_m$ | $r_{dm}$ | Mod. | $h^2_d$ | $h^2_m$ | $r_{dm}$ | Mod. | $h^2_d$ |
| AN | 1 | 0.19 | | | 4 | 0.15 | 0.05 | -0.50 | 4 | 0.20 |
| BN | 2 | 0.20 | 0.08 | -0.81 | 2 | 0.20 | 0.08 | -0.75 | 1 | 0.22 |
| BR | 2 | 0.20 | 0.08 | -0.75 | 2 | 0.20 | 0.08 | -0.75 | 1 | 0.22 |
| SE | 1 | 0.24 | | | 3 | 0.20 | 0.04 | -0.25 | 3 | 0.15 |
| HE | 2 | 0.40 | 0.07 | -0.64 | 2 | 0.19 | 0.15 | 0 | 1 | 0.25 |
| LI | 2 | 0.13 | 0.15 | -0.67 | 2 | 0.21 | 0.25 | -0.69 | 1 | 0.20 |
| SA | 2 | 0.40 | 0.12 | 0 | 2 | 0.38 | 0.15 | 0 | 1 | 0.27 |

[X] PN: peso al nacimiento; PD: peso al destete; y PA: peso al año. [Y] AN: Angus; BN: Brangus Negro; BR: Brangus Rojo; SE: Suizo Europeo; HE: Hereford; LI: Limousin; y SA: Salers.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las tendencias genéticas para las razas y variables estudiadas se presentan en el Cuadro 3; con excepción de peso al nacimiento materno (PNm) en HE y SA, todas fueron significativas ($p < 0.05$). En el peso al nacimiento directo (PNd) para AN y SE, las ganancias genéticas fueron positivas y pequeñas, entre 6 y 11 g año$^{-1}$, lo que representa entre 0.017 y 0.030% de la media fenotípica, aunque para SA fue negativa (-4 g año$^{-1}$, 0.012%). Por su parte, las tendencias genéticas de PNm fueron muy pequeñas e incluso cero ($p > 0.05$), excepto para el valor obtenido en BN (-9 g año$^{-1}$, -0.028%). Para la característica de PDd, los incrementos anuales fueron positivos y para la mayoría menores que 70 g año$^{-1}$ (0.034%), destacando BN con hasta 258 g año$^{-1}$ (0.119%). Por el contrario, los PDm fueron pequeñas y negativos, excepto en BN con hasta -123 g año$^{-1}$ (-0.057%), y HE con valor positivo (66 g año$^{-1}$; 0.031%). Para PA, las tendencias fueron positivas, de las cuales destacan las razas BN, BR y LI con ganancias mayores a 180 g año$^{-1}$ (0.05%).

Los resultados para las mismas poblaciones BN y SA obtenidos anteriormente para el periodo de 1992 a 2006 por Domínguez-Viveros *et al*. (2009), muestran ganancias genéticas menores en PNd para ambas razas, PDd en SA y PDm en BN, a las de este estudio. Por el contrario, ganancias

genéticas mayores se encontraron en PNm para ambas razas y PDd en BN. Lo anterior muestra el sentido del progreso genético de los últimos años en PDd, reduciendo las ganancias genéticas en BN y aumentando en SA.

**Cuadro 3**. Tendencias genéticas en razas bovinas productoras de carne en México.

| Raza[W] | PNd[X] (b±EE)[Z] | PNd (%)[Y] | PNm[X] (b±EE)[Z] | PNm (%)[Y] | PDd[X] (b±EE)[Z] | PDd (%)[Y] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| AN | 0.006±0.0005*** | 0.017 | | | 0.035±0.002*** | 0.016 |
| BN | 0.007±0.0004*** | 0.021 | -0.009±0.0002*** | -0.028 | 0.258±0.003*** | 0.119 |
| BR | 0.008±0.0010*** | 0.024 | 0.001±0.0004* | 0.003 | 0.059±0.006*** | 0.025 |
| SE | 0.011±0.0002*** | 0.030 | | | 0.065±0.001*** | 0.028 |
| HE | 0.008±0.0020*** | 0.022 | -0.001±0.0010ns | -0.002 | 0.058±0.008*** | 0.027 |
| LI | 0.008±0.0003*** | 0.023 | -0.0022±0.0003*** | -0.006 | 0.110±0.003*** | 0.051 |
| SA | -0.004±0.0010** | -0.012 | -0.0005±0.0005ns | -0.001 | 0.069±0.009*** | 0.034 |
| Raza[W] | PDm[X] (b±EE)[Z] | PDm (%)[Y] | PA[X] (b±EE)[Z] | PA (%)[Y] | | |
| AN | -0.005±0.0010*** | -0.002 | 0.052±0.004*** | 0.015 | | |
| BN | -0.123±0.0020*** | -0.057 | 0.181±0.004*** | 0.052 | | |
| BR | -0.021±0.0030*** | -0.009 | 0.181±0.009*** | 0.054 | | |
| SE | -0.008±0.0002*** | -0.003 | 0.052±0.001*** | 0.016 | | |
| HE | 0.066±0.0070*** | 0.031 | 0.057±0.011*** | 0.018 | | |
| LI | -0.018±0.0030*** | -0.008 | 0.190±0.004*** | 0.056 | | |
| SA | -0.032±0.0040*** | -0.016 | 0.032±0.010** | 0.011 | | |

[W] AN: Angus; BN: Brangus Negro; BR: Brangus Rojo; SE: Suizo Europeo; HE: Hereford; LI: Limousin; SA: Salers. [X] PNd: peso al nacimiento directo; PNm: peso al nacimiento materno; PDd: peso al destete directo; PDm: peso al destete materno; PA: peso al año. [Y] Ganancia genética anual como porcentaje de la media fenotípica. [Z] Coeficiente de regresión y su error estándar (kg año$^{-1}$), y nivel de significancia: * ($p \leq 0.05$), ** ($p \leq 0.01$), *** ($p \leq 0.001$) y ns: no significativo

El peso al nacimiento óptimo es aquel que favorece el crecimiento apropiado del becerro y el aprovechamiento de la leche materna, sin causar dificultades al parto (Domínguez-Viveros *et al*., 2003), por lo que deben evitarse incrementos considerables de la característica. Al igual que en las poblaciones estudiadas, en otras se han encontrado tendencias bajas (cercanas a cero) en Tropicarne (Domínguez-Viveros *et al*., 2003) y Brahman (Parra-Bracamonte *et al*., 2007) de México, e incluso negativas en Charolais de México de -0.016 kg año$^{-1}$ (Parra-Bracamonte *et al*., 2016). Aunque también se reportan tendencias genéticas altas en Nellore de Brasil (0.073 kg año$^{-1}$; Chud *et al*., 2014), y AN, LI y HE de Canadá (Sullivan *et al*., 1999).

El PN está determinado además del potencial genético del becerro por los efectos maternos de la madre (Sahin *et al.*, 2012). Sin embargo, no en todos los estudios es considerado este efecto, y de ellos, frecuentemente se reportan tendencias genéticas no significativas como los obtenidos en HE y SA (Domínguez-Viveros *et al*., 2009; Parra-Bracamonte *et al*., 2007; Rasali *et al*., 2005). Por el contrario, Domínguez-Viveros *et al.* (2009) reportaron en SA un valor positivo considerable (0.03% del promedio fenotípico), similar al encontrado en BN de este estudio (0.028%), pero negativo.

De las características de crecimiento, PD es la más importante y para la cual se estudian ambos efectos (directos y maternos). Para PDd se reportan mayormente tendencias genéticas de baja magnitud, similares a las obtenidas en este estudio: en México para Brahman (Parra-Bracamonte *et al*., 2007), en Brasil para las razas Nellore (Malhado *et al*., 2008; Malhado *et al*., 2010; Zuin *et al*., 2012), y Hereford y Braford (Teixeira *et al*., 2018). También se reportan tendencias mayores en México para Charolais (0.436 kg año$^{-1}$; Parra-Bracamonte *et al*., 2016) y Brasil para Nellore (0.845 kg año$^{-1}$; Chud *et al*., 2014).

Por otra parte, para PDm las tendencias genéticas negativas estimadas en este estudio, sólo en Brasil con las razas Hereford y Braford reportaron una tendencia negativa, aunque no significativa (Teixeira *et al*., 2018). La mayoría de los estudios reportan valores bajos en poblaciones Nellore (Malhado *et al*., 2008, 2010; Zuin *et al.*, 2012) y Tabapuã (Bernardes *et al*., 2015), y en México con Brahman (Parra-Bracamonte *et al*., 2007).

Las tendencias genéticas de PDd y PDm tuvieron comportamientos opuestos para las diferentes razas (excepto en HE). Estos resultados coinciden a los obtenidos para Tabapuã en Brasil (Campos *et al*., 2016) y en BN en México (Domínguez-Viveros *et al*., 2009). Esta situación se explica por las correlaciones negativas y altas entre los efectos aditivos directos y maternos (Araújo *et al*., 2010; Campos *et al*., 2016); y adicionalmente en el caso de poblaciones mexicanas se indica como consecuencia de la fuerte selección de sementales y semen por valores genéticos directos, vía importación, sin contemplar los efectos genéticos maternos (Domínguez-Viveros *et al*., 2009; Rosales-Alday *et al*., 2004). En Brasil, considerando Nellore registran tendencias genéticas positivas en ambos efectos (Malhado *et al*., 2008; Malhado *et al.*, 2010; Zuin *et al*., 2012). Para PA se ha encontrado tendencias similares en Nellore (Brasil) para el efecto directo (Malhado *et al.*, 2008; Malhado *et al.*, 2010; Zuin *et al*., 2012) y México en Tropicarne (0.209 kg año$^{-1}$; Domínguez-Viveros *et al*., 2003) y Brahman (0.262 kg, Parra-Bracamonte *et al.*, 2007); aunque, Parra-Bracamonte *et al.* (2016) encontraron ganancias altas de 0.575 kg año$^{-1}$ en Charolais.

En general, las tendencias genéticas estimadas están dentro del rango de las reportadas en otras poblaciones. En estudios anteriores para poblaciones de México reportan también tendencias genéticas bajas. En ganado Tropicarne (Domínguez-Viveros *et al*., 2003), Simmental (Rosales-Alday *et al.*, 2004), Brahman (Parra-Bracamonte *et al*., 2007), y SA y BN (Domínguez-Viveros *et al*., 2009) encontraron cambios genéticos directos positivos pero de baja magnitud; y para Simmental y Brahman se indican mayores incrementos en los últimos años de estudio. En dichos estudios asocian los mayores incrementos con la importación de material genético del extranjero (Domínguez-Viveros *et al*., 2009; Parra-Bracamonte *et al*., 2007; Rosales-Alday *et al*., 2004). Las respuestas bajas pueden ser atribuidas, entre otros aspectos, a los diferentes criterios de selección por parte de los criadores, de los cuales no todos utilizan los valores genéticos para la selección de reemplazos (Domínguez-Viveros *et al.*, 2003) o a la adquisición de material genético. En este sentido, Parra-Bracamonte *et al*. (2016) indican que las diferencias en criterios y objetivos de selección entre los hatos resultan en ganancias genéticas diferentes, por lo que las tendencias genéticas de la población general pueden mostrar una percepción diluida del progreso genético desde el punto de vista del criador.

## CONCLUSIONES

Las tendencias genéticas de los efectos aditivos para crecimiento están en la dirección correcta, pero son de baja magnitud; para los efectos maternos fueron muy cercanas a cero en PN y negativas de valor bajo en PD. En los resultados destaca el comportamiento de la raza BN, con ganancias genéticas en PNm, PDd y PDm de mayor magnitud que las demás razas. En general, las tendencias genéticas obtenidas en las variables de crecimiento muestran que la selección aplicada por los criadores de ganado de registro en México ha generado progresos genéticos limitados (bajos y moderados).

## LITERATURA CITADA

Araújo, R., P. Nogara, T. Weber, D. Everling, J. Silva and M. Almeida. 2010. Genetic parameters and phenotypic and genetic trends for weight at weaning and visual scores during this phase estimated for Angus-Nellore crossbred young bulls. Revista Brasileira de Zootecnia 39(11): 2398-2408. https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001100012.

Bernardes, P. A., D. A. Grossi, R. P. Savegnago, M. E. Buzanskas, I. Urbinati, L. A. F. Bezerra and D. P. Munari. 2015. Estimates of genetic parameters and genetic trends for reproductive traits and weaning weight in tabapuã cattle. Journal of Animal Science 93(11): 5175-5185. https://doi.org/10.2527/jas.2015-9212.

Boldman, K. G., L. A. Kriese, L. D. Van Vleck, C. P. Van Tassell and S. D. Kachman. 1995. A manual for use of MTDFREML: a set of programs to obtain estimates of variances and covariances. Lincoln: Agricultural Research Service.

Campos, B. M., F. F. M. Silva, R. Filho, C. H. M. Malhado & P. L. S. Carneiro. 2016. Parâmetros e ganhos genéticos em características de crescimento de bovinos Tabapuã da Bahia. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia 68(4): 1043-1052. https://doi.org/10.1590/1678-4162-8288.

Chud, T. C. S., S. L. Caetano, M. E. Buzanskas, D. A. Grossi, D. G. F. Guidolin, G. B. Nascimento, and D. P. Munari. 2014. Genetic analysis for gestation length, birth weight, weaning weight, and accumulated productivity in Nellore beef cattle. Livestock Science 170: 16-21. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.09.024.

CONARGEN. 2016. Página Principal. Retrieved December 10, 2016, from www://conargen.mx

Dangar, N. and V. Pravin. 2018. Reliable methods of estimation of genetic, phenotypic and environmental trend for production traits in gir cattle. Indian Veterinary Journal 95(3): 35-39.

Domínguez-Viveros, J., R. Núñez-Domínguez, R. Ramírez-Valverde y A. Ruíz-Flores. 2003. Evaluación genética de variables de crecimiento en bovinos Tropicarne: II. Tendencias Genéticas. Agrociencia 37: 337-343.

Domínguez-Viveros, J., F. A. Rodríguez-Almeida, J. A. Ortega-Gutiérrez y J. A. Flores-Mariñelarena. 2009. Selección de modelos, parámetros genéticos y tendencias genéticas en las evaluaciones genéticas nacionales de bovinos Brangus y Salers. Agrociencia 43: 107-117.

Gilmour, A. R., B. J. Gogel, B. R. Cullis and R. Thompson. 2009. ASReml user guide release 3.0. VSN Int Ltd. UK.

Malhado, C. H. M., P. L. S. Carneiro, A. C. M. Malhado, R. Martins Filho, R. Bozzi and R. J. Ladle. 2010. Genetic improvement and population structure of the Nelore breed in Northern

Brazil. Pesquisa Agropecuária Brasileira 45(10): 1109-1116. https://doi.org/10.1590/S0100-204X2010001000009.

Malhado, C. H. M., P. L. S. Carneiro, D. G. Pereira & R. Martins Filho. 2008. Progresso genético e estrutura populacional do rebanho Nelore no Estado da Bahia. Pesquisa Agropecuária Brasileira 43(9): 1163-1169. https://doi.org/10.1590/S0100-204X2008000900010.

Parra-Bracamonte, G. M., N. Lopez-Villalobos, S. T. Morris, A. M. Sifuentes-Rincón and L. A. Lopez-Bustamante. 2016. Genetic trends for live weight traits reflect breeding strategies in registered Charolais Farms in Mexico. Tropical Animal Health and Production 48(8): 1729-1738. https://doi.org/10.1007/s11250-016-1150-2.

Parra-Bracamonte, M. G., J. C. Martínez-González, F. J. García-Esquivel, A. González-Reyna, F. Briones-Encinia y E. G. Cienfuegos-Rivas. 2007. Tendencias genéticas y fenotípicas de características de crecimiento en el ganado Brahman de registro de México. FCV-LUZ. 17(3): 262-267.

Rasali, D. P., G. H. Crow, J. N. B. Shrestha and A. D. Kennedy. 2005. Multiple trait estimates of genetic parameters for juvenile growth and calving traits in Canadian Angus cattle. Canadian Journal of Animl Science 85: 309-316. https://doi.org/10.4141/A04-053.

Rosales-Alday, J., M. A. Elzo, M. Montaño-Bermúdez and V. E. Vega-Murillo. 2004. Parámetros y tendencias genéticas para características de crecimiento predestete en la población mexicana de Simmental. Técnica Pecuaria México 42(2): 171-180.

Sahin, A., Z. Ulutas, A. Y. Adkinson and R. W. Adkinson. 2012. Estimates of phenotypic and genetic parameters for birth weight of Brown Swiss calves in Turkey using an animal model. Tropical Animal Health and Production 44(5): 1027-1034. https://doi.org/10.1007/s11250-011-0036-6.

SAS. 2002. User's guide: statistics, version 9.1.3. Cary, NC: SAS Institute.

Sullivan, P. G., J. W. Wilton, S. P. Miller and L. R. Banks. 1999. Genetic Trends and Breed Overlap Derived from Multiple-Breed Genetic Evaluations of Beef Cattle for Growth Traits. Journal of Animal Science 77(8): 2019-2027. https://doi.org/10.2527/1999.7782019x

Teixeira, B. B. M., M. D. MacNeil, R. F. da Costa, N. J. L. Dionello, M. J. Yokoo and F. F. Cardoso. 2018. Genetic parameters and trends for traits of the Hereford and Braford breeds in Brazil. Livestock Science 208: 60-66. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2017.12.008

Zuin, R. G., M. E. Buzanskas, S. L. Caetano, G. C. Venturini, D. G. F. Guidolin, D. A. Grossi and D. P. Munari. 2012. Genetic analysis on growth and carcass traits in Nelore cattle. Meat Science 91(3): 352-357. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.02.018.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DE LA SUPERFICIE CORPORAL Y EL PESO METABÓLICO SOBRE EL INICIO DE LA PUBERTAD EN VAQUILLAS DE DOS GRUPOS GENÉTICOS, NACIDAS EN DOS ESTACIONES Y TRATADAS O NO CON UN β-AGONISTA

# [EFFECT OF BODY SURFACE AND METABOLIC WEIGHT ON PUBERTY ONSET IN HEIFERS OF TWO GENETIC GROUPS, BORN IN TWO SEASONS AND TREATED OR NOT WITH A β-AGONIST]

**Carlos Hernández López[1, 2§], René Carlos Calderón Robles[1, 3], Alejandro Villa Godoy[1, 2], Ángel Ríos Utrera[1, 3], Sergio Iván Román Ponce[1, 3], Everardo González Padilla[1, 2]**

[1]REDGATRO, [2]MVZ-UNAM, [3]INIFAP. [§]Autor para correspondencia: (calderon.rene@inifap.gob.mx).

## RESUMEN

Se estudiaron los efectos de raza (RZ) estación de nacimiento (EN: primavera y otoño) y tratamiento (TX: con y sin β-agonista) a la pubertad (PB), sobre la superficie corporal (SC), peso metabólico (PM), grosor de la grasa dorsal (GD), profundidad del músculo largo dorsal (MD) y concentración sérica de leptina (LEP). Se utilizaron 24 vaquillas Brahman (BHM) y 24 Suizo Europeo (SE). La mitad recibió un β-agonista en el concentrado. El pesaje se realizó cada 14 d. Además, se realizó muestro de sangre para progesterona y LEP, así como ultrasonografía de estructuras ováricas. Se determinó MD y GD. A la PB, BHM tuvo 1.18 m² más SC (32%) que SE. Calculando PPB/SC, la diferencia fue sólo de 5.6%. Utilizando PM en vez de peso a la PB, la diferencia entre BHM y SE desapareció ($p > 0.05$; 1.92 vs 1.97 g/cm², respectivamente), hubo interacciones de RZxEN y de TXxRZ. El MD a la PB fue 24.9% mayor en BHM que en SE, y la GD fue mayor en BHM que en SE (56.6%). Las vaquillas tratadas alcanzaron la PB con 13.1% más MD y 3.8% menos GD que las control. LEP a la PB mostró interacciones de RZxEN y TXxEN. Se concluye que hay efecto de estacionalidad; la SC puede estar asociada con la pérdida de calor y energía de los animales, por lo que requieren una cantidad constante de PM y grasa por unidad de SC, para llegar a la PB. La SC puede estar asociada con diferencias en precocidad del Cebú.

**Palabras clave:** *Bos taurus taurus, Bos taurus indicus,* espesor de la grasa dorsal, músculo dorsal largo, trópico.

## ABSTRACT

The effects of breed (RZ), birth season (EN: spring and autumn) and treatment (TX: with and without β-agonist) on body surface (SC), metabolic weight (MW), thickness of the dorsal fat (GD), depth of the long dorsal muscle (MD) and serum concentrations of leptin (LEP) were studied. Twenty-four Brahman (BHM) and 24 Braunvieh (SE) heifers were used. Half received a β-agonist in the concentrate. Weighing was performed every 14 d. Blood sampling for progesterone and LEP, and ultrasonography of ovarian structures were also carried out. MD and GD were determined. At PB, BHM had 1.18 m² more SC (32%) than SE. Calculating PPB/SC, the difference was only 5.6%.

Using PM instead of PB weight, the difference between BHM and SE disappeared ($p > 0.05$, 1.92 vs 1.97 g/cm², respectively), there were interactions of RZxEN and TXxRZ. The MD at PB was 24.9% higher in BHM than in SE, and the DG was higher in BHM than in SE (56.6%). Treated heifers reached PB with 13.1% more MD and 3.8% less GD than control heifers. LEP at PB showed interactions of RZxEN and TXxEN. It is concluded that there is a seasonality effect; CS can be associated with the loss of heat and energy of animals, so they require a constant amount of PM and fat per unit of SC, to reach PB. CS can be associated with the differences in precocity of Zebu.

**Index words:** *Bos taurus taurus, Bos taurus indicus,* fat thickness, *Longissimus dorsi* muscle, tropics.

## INTRODUCCIÓN

La pubertad es la consecuencia ineludible del desarrollo, maduración e interacción paulatina, del eje hipotálamo-hipofisario-gonadal, que involucra un aumento gradual de la actividad gonadotrófica y de las funciones de esteroidogénesis y de gametogénesis por parte de los ovarios en la hembra. La pubertad representa un aspecto fundamental en el desarrollo de los animales y en la rentabilidad de la industria pecuaria, que trata de ser cada vez más eficiente, aumentando el número posible de crías a obtener por vientre a lo largo de su vida productiva (Prando, 2015).

La reproducción y el balance energético están estrechamente controlados y respaldados por mecanismos redundantes que son críticos para la supervivencia de las especies. El papel de la leptina en la pubertad se ha visto corroborado por el descubrimiento de las neuronas KNDy, sobre las que actúa para tener un efecto indirecto en la secreción de la GnRH (Reynoso *et al*., 2003) y por ende de la liberación de la hormona luteinizante (LH) por gonadotropos hipofisarios (Avelino-Cruz *et al*., 2009).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar los efectos de raza, estación de nacimiento, tratamiento con un β-agonista y sus interacciones, sobre la superficie corporal, grosor de la grasa dorsal, profundidad del músculo largo dorsal y concentraciones séricas de leptina en vaquillas manejadas y alimentadas de manera similar desde el destete hasta el inicio de la pubertad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el sitio experimental Las Margaritas, dependiente del INIFAP, El sitio se encuentra a 19º 51' 03" LN y 97º 12' 48" LO, a 500 msnm. El clima es subtropical húmedo semicálido Af(c), con temperatura promedio anual de 20.8 °C, precipitación pluvial media anual de 3,000 mm y humedad relativa del 90%.

Se utilizaron 48 vaquillas nacidas en dos estaciones del año; primavera [12 Suizo Europeo (SE) y 12 Brahman (BHM)] y otoño (12 SE y 12 BHM). La mitad de las becerras de cada raza recibió uno de dos tratamientos (TX): 1) con β-agonista [clorhidrato de Zilpaterol (ZIL); 0.15 mg/kg de los 220 a los 300 kg de peso vivo del animal, y 0.25 mg/kg de los 301 kg de peso vivo hasta la

primera ovulación], y 2) sin β-agonista (control). La alimentación consistió en forraje (*Saccharum sinense*) fresco, picado, a libertad y concentrado comercial (18% de PC).

Cada 14 días se registró el peso; la superficie corporal (SC) se midió cada 48 días ($m^2$). Se midió el grosor de la grasa dorsal (GD) y la profundidad del músculo largo dorsal (MD), obteniendo imágenes con un ultrasonido. Se colectaron muestras de sangre dos veces por semana hasta que ocurrió la primera ovulación. Las muestras fueron procesadas para obtención de suero. Del suero se determinó la progesterona para confirmar del estado prepuberal. La leptina (LEP) se evaluó con RIA específico para rumiantes. Para identificar la primera ovulación, diariamente se realizó ultrasonografía de ovarios; la primera ovulación se consideró cuando por primera vez se detectó tejido lúteo precedido por la desaparición del folículo dominante.

Se utilizó análisis de varianza, regresión y correlación. El diseño fue completamente al azar en arreglo factorial 2×2×2, se incluyó el peso de entrada al experimento como covariable y como bloque grupo de entrada al experimento anidado en RZ × EN. Se realizó una regresión lineal de leptina sobre los días del inicio del estudio hasta la PB (primer ciclo estral regular), incluyendo los efectos fijos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al iniciar la pubertad (PB), las vaquillas BHM fueron más pesadas y con más edad que las SE; estas diferencias fueron afectadas por la gran diferencia de SC entre razas. Se observó correlación de 0.96 ($p < 0.01$) entre peso a la pubertad (PPB) y SC. Se encontró una correlación alta entre PPB y SC r= 0.96; ($p < 0.01$) y entre LEP y SC fue r=0.37 ($p < 0.01$).

Al inicio de la pubertad, las vaquillas BHM tuvieron 1.18 m² (32%) más de SC que las SE ($p < 0.0001$), mientras que la relación PPB/SC fue 5.6% mayor ($p < 0.001$) en las BHM, diferencia que desapareció cuando la comparación se hizo con base en PM/SC ($p = 0.0668$). El presente estudio muestra que la SC juega un papel muy importante en diferencias reproductivas entre BHM y SE. Independientemente de la raza (RZ), todos los animales requirieron de valores muy parecidos de masa corporal con relación a la SC y un mínimo de reservas energéticas en la forma de tejido graso para desencadenar los mecanismos que determinan la PB. Se ha visto que, en el crecimiento y la composición de la canal, existe una gran variación entre *Bos taurus taurus* (Clarke *et al*., 2009) y *Bos taurus indicus* (Thrift *et al*., 2010). Desde un punto de vista práctico, la mayor superficie de piel en Cebú por un lado le confiere ventajas (disipación de calor y resistencia al estrés térmico), pero esta particularidad aparentemente se asocia con una menor eficiencia en la conversión de alimento y velocidad de crecimiento. El tratamiento tuvo un efecto significativo sobre SC ($p < 0.01$) y PPB/SC ($p < 0.05$); los animales que recibieron ZIL requirieron 7% y 6% más, respectivamente.

Las vaquillas Brahman tuvieron mayor ($p < 0.0001$) MD y GD que las SE al momento de la PB (24.9% y 56.6%, respectivamente), coincidiendo con lo anterior, las vaquillas BHM tuvieron 20%

más ($p$ < 0.0001) LEP al momento de la PB que las SE. La MD a la PB de los animales suplementados con ZIL fue 13.1% mayor ($p$ < 0.001).

Las vaquillas tratadas con ZIL alcanzaron la PB no solo con mayor edad y peso corporal, sino con mayor MD, lo que fue parte de los supuestos del estudio y ha sido reportado por diversos autores Kononoff *et al*., 2013). Las vaquillas nacidas en primavera tuvieron 0.09 cm más GD a la PB que las nacidas en otoño ($p$ < 0.05), mientras que para época de nacimiento (EN), los niveles más elevados de LEP se encontraron en las nacidas en otoño. Para LEP se encontraron 0.46 ng/mL más de LEP en las vaquillas nacidas en otoño que en las nacidas en primavera ($p$ < 0.01).

Se encontró interacción RX x RZ para la variable MD, además se identificó interacción RZ x EN en PM/SC (Figura 1), en la que las SE nacidas en otoño mostraron mayor peso metábolico (PM)/SC a la PB. Para explicar este hecho, se ha que hay un fenómeno de compensación de edad con peso para el establecimiento de la PB (Ferreira *et al.*, 2001). El mismo fenómeno se propone para explicar la interacción TX x RZ para PM/SC (Figura 2), donde las vaquillas con menor EPB, las SE nacidas en otoño, fueron también las de mayor PM/SC, en este caso debido a los efectos del ZIL.

Es importante explorar con mayor detalle las observaciones reportadas y definir si vale la pena incorporar, en los programas de mejoramiento genético para ganado Cebú, variables como SC y estacionalidad reproductiva. Habría que estudiar, hasta donde, y en qué condiciones, deba recomendarse la intensificación de la alimentación de las vaquillas de reemplazo y potencialmente de todo el pie de cría, como remedio zootécnico a limitaciones que puedan mostrar algunas RZ de bovinos, mantener las ventajas de adaptabilidad a características ambientales no modificables y lograr una eficiencia competitiva en sus procesos reproductivos, en las condiciones del trópico de México.

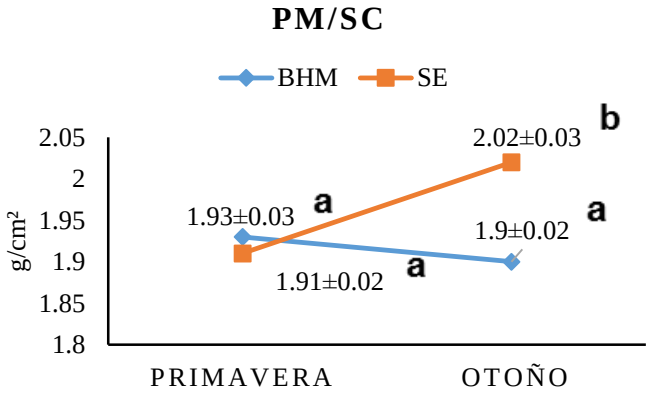



**Figura 1.** Medias de cuadrados mínimos y errores estándar para peso metabólico entre superficie corporal (PM/SC) en la combinación de efectos fijos (raza x estación de nacimiento); Brahman (BHM), Suizo Europeo (SE). Literales distintas (a, b) entre medias indican diferencia ($p$ < 0.05).

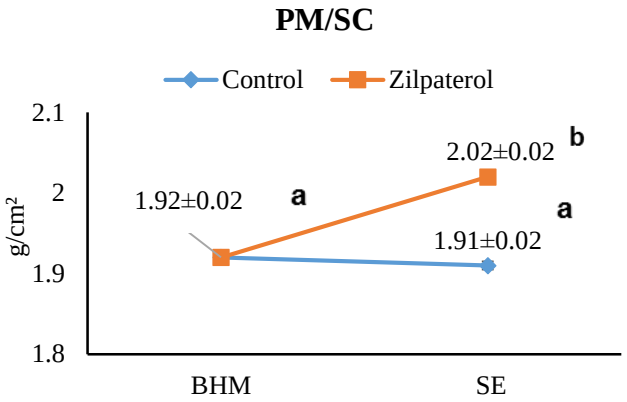



**Figura 2.** Medias de cuadrados mínimos y errores estándar para peso metabólico entre superficie corporal (PM/SC) en la combinación de efectos fijos (tratamiento x raza); Brahman (BHM), Suizo Europeo (SE). Literales distintas (a, b) entre medias indican diferencia ($p < 0.01$).

## CONCLUSIONES

La SC juega un papel importante en el inicio de la PB de vaquillas. Se requiere un mínimo de masa de tejidos metabólicamente activos por unidad de SC y un mínimo de acumulación de grasa para que se detone el inicio de la PB, independientemente de la RZ de que se trate. Además, que el establecimiento de la PB es un fenómeno complejo, que depende de la interacción entre variables y señalizadores internos de los animales y de otros factores de su entorno, como los cambios de las horas luz, que afectan a las vaquillas Cebú. Este trabajo indica que la menor precocidad de las vaquillas BHM puede estar asociada con la mayor SC en comparación con las vaquillas SE y ratifica el efecto de los cambios de horas luz en fenómenos reproductivos en hembras Cebú, aun cuando se elimina el efecto indirecto de estacionalidad a través de la alimentación. Cabe señalar que por primera ocasión se documenta la relación de la SC con un fenómeno reproductivo en bovinos, en este caso con el establecimiento de la PB.

## LITERATURA CITADA

Avelino-Cruz, J. E., A. Flores, J. Cebada, P. L. Mellon, R. Felix and E. Monjaraz. 2009. Leptin increases L-type Ca2C channel expression and GnRH-stimulated LH release in LbT2 gonadotropes. Mol. Cell. Endocrinol. 298: 57-65. (doi:10.1016/j.mce.2008.09.003).

Clarke, A. M., M. J. Drennan, M. McGee, D. A. Kenedy, R. D. Evans and D. P. Berry. 2009. Intake, live animal scores/measurements and carcass composition and value of late-maturing beef and dairy breeds. Livestock Sci. 126: 57-68.

Ferreira, V. C. P., V. M. Penna, J. A. G. Bergmann & R. A. Torres. 2001. Interação genótipo-ambiente em algunas características produtivas de gado de corte no Brasil. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 53: 385-392.

Kononoff, P. J., P. J. Defoor, M. J. Engler, R. S. Swingle, S. T. James, H. M. Deobald, J. L. Deobald, and F. L.S. Marquess. 2013. Impact of a Leptin Single Nucleotide Polymorphism and

Zilpaterol Hydrochloride on Growth and Carcass Characteristics in Finishing Steers. J. Anim. Sci. 91(10): 5011-17. https://doi.org/10.2527/jas2012-5229.

Prando, J. A. 2015. Estudio de asociación entre marcadores genéticos y precocidad sexual en el macho bovino. [Tesis de doctorado], Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de la Plata, [Arg].

Reynoso, R, O. J. Ponzo, B. Szwarcfarb, D. Rondina, S. Carbone, G. Rimoldi, P. Scacchi and J. A. Moguilevsky. 2003. Effect of leptin on hypothalamic release of GnRH and neurotransmitter amino acids during sexual maturation in female rats. Exp Clin Endocr. Diab. 111: 274-277. (doi:10.1055/s-2003-41285).

Thrift, F. A., J. O. Sanders, A. H. Brown, A. D. Herring, D. G. Riley and S. M. DeRouen. 2010. Review: preweaning, postweaning, and carcass trait comparisons for progeny sired by subtropically adapted beef sire breeds at various US locations123. The Professional Animal Scientist 26(5): 451-73. https://doi.org/10.15232/S10 80-7446(15)30633-1.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DE CARACTERÍSTICAS CORPORALES Y LEPTINA SÉRICA SOBRE LA EDAD Y PESO A LA PUBERTAD EN VAQUILLAS *Bos taurus* Y *Bos indicus*

# [EFFECT OF BODY CHARACTERISTICS AND SERUM LEPTIN ON AGE AND WEIGHT AT PUBERTY IN *Bos taurus* AND *Bos indicus* HEIFERS]

**Carlos Hernández López[1, 2§], René Carlos Calderón Robles[1, 3], Alejandro Villa Godoy[1, 2], Ángel Ríos Utrera[1, 3], Sergio Iván Román Ponce[1, 3], Everardo González Padilla[1, 2]**

[1]REDGATRO. [2]FMVZ-UNAM. [3]INIFAP. [§]Autor para correspondencia: (calderon.rene@inifap.gob.mx).

## RESUMEN

Se estudiaron los efectos de raza (RZ), estación de nacimiento (EN: primavera y otoño) y tratamiento (TX: con y sin β-agonista) sobre la edad (EPB) y peso a la pubertad (PPB), condición corporal (CC) y concentración sérica de leptina (LEP). Se utilizaron 24 vaquillas Brahman (BHM) y 24 Suizo Europeo (SE). La mitad recibió β-agonista. La alimentación fue individual para la obtención de GDP similares. El pesaje y la medición de la condición corporal (CC: 1 a 9) se realizaron cada 14 d. Además, se realizó muestro de sangre para progesterona y LEP, así como ultrasonografía de estructuras ováricas. A la PB, las BHM fueron más pesadas y más viejas que las SE (419 vs 301 kg; 665 vs. 437 d). Las vaquillas control fueron más jóvenes a la PB que las tratadas con β-agonista (520 vs 582 d), aunque hubo efecto de RZxEN sobre PB. La CC a la PB fue 0.25 puntos más alta en BHM que en SE, y 0.47 puntos más alta en las tratadas. LEP a la PB fue afectada por RZxEN y TXxEN. Se concluye que el establecimiento de la PB es un fenómeno complejo, que depende de la interacción entre variables y señalizadores internos de los animales y de otros factores de su entorno, como los cambios de las horas luz que afectan a las vaquillas Cebú.

**Palabras clave:** β-agonista, cebú, condición corporal, europeo, estacionalidad, pubertad, suizo.

## ABSTRACT

The effects of breed (RZ), birth season (EN: spring and autumn) and treatment (TX: with and without β-agonist) on age (EPB) and weight at puberty (PPB), body condition (CC) and serum leptin concentration (LEP) were studied. 24 Brahman (BHM) and 24 Braunvieh (SE) heifers were used. Half received β-agonist. Feeding was individual to obtain similar ADG's. Weighing and body condition (CC, 1 to 9) scoring were performed every 14 d. Blood sampling for progesterone and LEP, and ultrasonography of ovarian structures were also carried out. At PB, BHM heifers were heavier and older than SE heifers (419 vs 301 kg, 665 vs 437 d). The control heifers were younger at PB than those treated with β-agonist (520 vs 582 d), although there was an interaction in EPB of RZxEN. CC at PB was 0.25 points higher in BHM than in SE, and 0.47 points higher in those treated. LEP at PB showed interactions of RZxEN and TXxEN. It is concluded that the establishment of PB is a complex phenomenon, which depends on the interaction between variables

and internal signaling of animals and other factors in their environment, such as changes in light hours, which affect Zebu heifers.

**Index words:** β-agonist, Braunvieh, body, condition, puberty, seasonality, zebu,

## INTRODUCCIÓN

La eficiencia reproductiva es un indicador de la habilidad de una hembra bovina para concebir y mantener la preñez cuando ésta es servida en un tiempo apropiado en relación con la ovulación. Asimismo, una baja fertilidad se ve reflejada en la disminución del margen de ganancia, debido a la pérdida de producción de leche o menor número de becerros y aumento en el costo de reemplazo de vacas. Uno de los principales componentes de la baja productividad del ganado en el trópico, lo constituye la edad avanzada a la pubertad y por consecuencia al primer parto. Estudios realizados por (Moriel *et al.,* 2017) indican que el mayor factor limitante para alcanzar el éxito reproductivo de vaquillas *Bos taurus indicus* es la tardanza en alcanzar la pubertad en comparación con vaquillas *Bos taurus taurus*.

La mayoría de los estudios relacionados con la pubertad en vaquillas, generalmente se centran en analizar básicamente el efecto de una variable sobre el fenómeno fisiológico y existen pocos trabajos específicamente diseñados para comparar, en condiciones similares, las interacciones de diferentes variables importantes que se sabe afectan la fisiología del establecimiento de la pubertad (Calderón, 1994). Se diseñó el presente estudio para analizar diferentes variables como las subespecies *Bos taurus taurus* y *Bos taurus indicus* y diversos indicadores que actúan e interactúan como señalizadores de la condición y ambiente interno del animal y otros del medio que lo rodea, que generan interacciones poco estudiadas y que son, finalmente lo que detona el proceso para el establecimiento de la pubertad.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar los efectos de raza, estación de nacimiento, diferente composición corporal y sus interacciones, sobre la edad, el peso, la condición corporal y las concentraciones séricas de leptina en vaquillas al inicio de la pubertad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el sitio experimental Las Margaritas, dependiente del INIFAP, el sitio se encuentra a 19º 51' 03" LN y 97º 12' 48" LO, a 500 msnm. El clima es subtropical húmedo semicálido Af(c), con temperatura promedio anual de 20.8 °C, precipitación pluvial media anual de 3,000 mm y humedad relativa del 90%.

Se utilizaron 48 vaquillas nacidas en dos estaciones del año; primavera [12 Suizo Europeo (SE) y 12 Brahman (BHM)] y otoño (12 SE y 12 BHM). La mitad de las becerras de cada raza recibió uno de dos tratamientos: 1) con β-agonista [clorhidrato de Zilpaterol (ZIL); 0.15 mg/kg de los 220 a los 300 kg de peso vivo del animal, y 0.25 mg/kg de los 301 kg de peso vivo hasta la primera ovulación], y 2) sin β-agonista (control). La alimentación consistió en forraje (*Saccharum sinense*) fresco, picado, a libertad, y concentrado comercial (18% de PC).

Cada 14 días se registró el peso y la condición corporal (CC: 1 a 9, 1 = caquéctica, 9 = obesa). Se colectaron muestras de sangre para obtención de suero hasta finalizar el estudio, para determinar progesterona y confirmar el estado prepuberal. La LEP se evaluó con RIA específico para rumiantes.

Para identificar la primera ovulación, diariamente se realizó ultrasonografía de ovarios; la primera ovulación se consideró cuando por primera vez se detectó tejido lúteo precedido por la desaparición del folículo dominante. La PB se definió como el inicio del primer ciclo estral con la formación de un cuerpo lúteo de duración normal.

Se utilizó análisis de varianza, regresión y correlación. El diseño fue completamente al azar en arreglo factorial 2×2×2, se incluyó el peso de entrada al experimento como covariable y como bloque grupo de entrada al experimento anidado en RZ × EN. Se realizó una regresión lineal de leptina sobre los días del inicio del estudio hasta la PB, incluyendo los efectos fijos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró una correlación positiva entre PPB y EPB *($r= 0.86$; $p < 0.01$)*, para el caso de LEP y PPB se observó una baja correlación *($r = 0.28$; $p < 0.01$)*. Se encontraron interacciones para la variable LEP (TX × EN, RZ × EN; *$p < 0.01$*); además, hubo linealidad *($p < 0.01$)* entre LEP con respecto a los días transcurridos hasta la PB, lo que indica que por cada día que se aproxima a la ovulación, la LEP aumenta 35 pg/mL/d.

Las vaquillas BHM al iniciar la PB fueron 118.5 kg más pesadas que las SE *($p < 0.0001$)*, diferencia relacionada con la edad, ya que las BHM requirieron 227.5 d más que las SE para alcanzar la PB *($p < 0.0001$)*. De igual manera, Pereira *et al.* (2017) afirmaron que, hembras *Bos taurus indicus* requieren mayor peso y edad para iniciar la PB que *Bos taurus taurus*. Las vaquillas BHM (7.90 puntos) mostraron 3.3% más *($p < 0.05$)* CC que las SE (7.65 puntos) a la PB. Coincidiendo con lo anterior, las vaquillas BHM tuvieron 20% más *($p < 0.0001$)* LEP al iniciar la PB que las SE.

La suplementación con ZIL hizo que se aumentara el PPB *($p < 0.01$)* y la EPB *($p < 0.05$)* y las vaquillas control fueron 46.8 kg menos pesadas y 62.2 d más jóvenes a la PB. ZIL modifica la repartición de los nutrimentos, por lo que los animales crecen más rápido y ganan más peso, pero esta ganancia es más magra (Cônsolo *et al.*, 2015).

La CC a la PB de los animales suplementados con ZIL fue 6.2% mayor que la del grupo control ($p < 0.001$). No se registró diferencia significativa *($p > 0.05$)* entre los dos grupos con respecto LEP. La información disponible indica que se requiere un mínimo de grasa corporal para detonar procesos reproductivos como la PB en vaquillas (Zieba *et al.*, 2005) y de CC (Perry, 2012). En vaquillas Nelore, se ha encontrado alta correlación ($r$ = 0.82 a 0.93) de la CC con GD, y afirman que con CC se puede predecir la grasa dorsal en ganado *Bos taurus indicus* en las diferentes etapas del ciclo de producción.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

La interacción RZ x EN afectó EPB *(p* = 0.0687*)*. Las vaquillas BHM alcanzaron la PB a una edad mucho más avanzada que las SE en ambas EN, pero la diferencia fue aún más marcada entre las nacidas en otoño, como se puede observar en la Figura 1. Es manifiesto que en el caso de BHM, por encima de los señalizadores internos relacionados con el peso y composición corporal, prevaleció un efecto de estacionalidad asociado con los cambios de luz; por ello, se observó la interacción RZ x EN para EPB y las diferencias entre razas en los meses de presentación de la PB. El efecto de estacionalidad se manifestó en que las becerras SE iniciaron la PB de manera homogénea a través del año, ya que 12 de ellas iniciaron la PB cuando las horas luz iban en ascenso y otras 12 lo hicieron cuando las horas luz descendían. en tanto que en las BHM 79.2% (19 de 24 vaquillas) iniciaron la PB en los meses en que las horas luz iban en aumento y sólo el 20.8% (cinco vaquillas) lo hizo cuando las horas luz del día decrecían. Esta observación coincide con la de Calderón (1994), quien trabajó con vaquillas SE y BHM, lo que apoya otros resultados donde observaron una tendencia estacional en la actividad reproductiva de ganado Cebú.

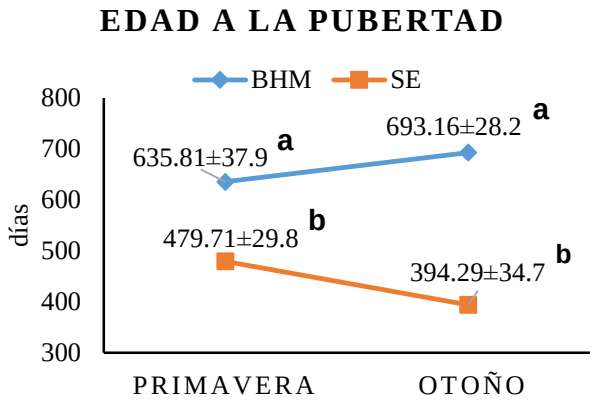



**Figura 1.** Medias de cuadrados mínimos y sus errores estándar para edad a la pubertad (EPB) en la combinación de efectos fijos (raza × estación de nacimiento); Brahman (BHM), Suizo Europeo (SE). Literales distintas (a,b) entre medias indican diferencia (*p* = 0.0687).

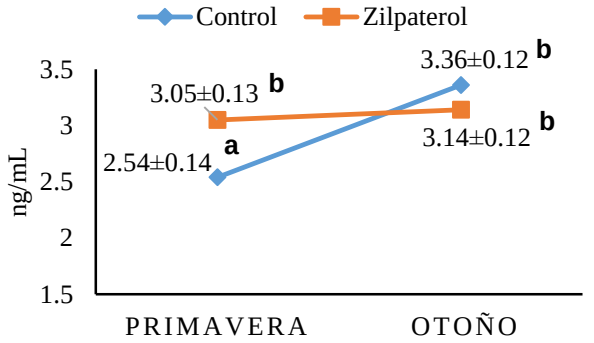



**Figura 2.** Medias de cuadrados mínimos y sus errores estándar para concentraciones séricas de leptina (LEP) en la combinación de efectos fijos (tratamiento × estación de nacimiento). Literales distintas (a,b) entre medias indican diferencia (*p* < 0.01).

Para LEP se encontraron 0.46 ng/mL más de LEP en las vaquillas nacidas en otoño que en las nacidas en primavera *(p* < 0.01*)*. Las vaquillas BHM nacidas en otoño tuvieron mayor LEP (*p* < 0.01) que las BHM nacidas en primavera y que las vaquillas SE nacidas en ambas estaciones. Así mismo, las vaquillas control nacidas en primavera tuvieron menor LEP *(p* < 0.01*)* con respecto al resto de combinaciones (Figura 2). La LEP mostró correlación con PPB y con SC. Locher *et al.* (2015), con vacas *Bos taurus taurus*, también encontraron una correlación positiva de la leptina con peso corporal y CC; además, observaron que un incremento de la CC tendía a estar acompañado por un incremento de adipocitos en tejido adiposo subcutáneo. En el presente estudio, la LEP a la PB fue diferente entre razas y entre estaciones del año, en el cual las vaquillas BHM mostraron una mayor LEP que las SE. También, hay propuestas que por el momento no hay evidencia de una

transición abrupta en las concentraciones plasmáticas prepuberales de leptina y que pueden no ser un desencadenante crítico para la PB en vaquillas de crecimiento rápido, pero aparentemente son esenciales para la PB en vaquillas con tasas de crecimiento normal o restringido.

## CONCLUSIONES

La PB es un fenómeno complejo, que depende de la interacción entre variables y señalizadores internos de los animales y de otros factores de su entorno, como los cambios de las horas luz, que afectan a las vaquillas Cebú.

## LITERATURA CITADA

Calderón, R. R. C. 1994. Cambios dinámicos de las estructuras ováricas y su relación con la progesterona sérica en becerras peripúberes *Bos taurus* y *Bos indicus*, mantenidas en clima tropical. [Tesis de Maestría], [Méx]. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM.

Cônsolo, N. R. B., F. D. Rodriguez, R. S. Goulart, M. O. Frasseto, V. B. Ferrari, and L. F. P. Silva. 2015. Zilpaterol hydrochloride improves feed efficiency and changes body composition in nonimplanted Nellore heifers. Journal of Animal Science 93(10): 4948-55. https://doi.org/10.2527/jas.2015-9291.

Locher, L. S., L. Häussler, S. P. Laubenthal, J. Singh, A. Winkler, Á. Kinoshita, Kenéz *et al*. 2015. Effect of increasing body condition on key regulators of fat metabolism in subcutaneous adipose tissue depot and circulation of nonlactating dairy cows. Journal of Dairy Science 98(2): 1057-68.

Moriel, P., M. P. A. Piccolo,. G. C. Lancaster,. J. Lamb,. Vendramini and J. D. Arthington. 2017. 497 Effects of post-weaning plane of nutrition and estrus synchronization on reproductive performance of-influenced beef heifers. Journal of Animal Science 95 (supp. 4): 242. doi:10.2527/asasann.2017.497.

Pereira, G. R., J. O. J. Barcellos, A. G. Sessim, J. U. Tarouco, F. D. Feijó, J. B. Neto, E. R. Prates and M. E. A. Canozzi. 2017 Relationship of post-weaning growth and age at puberty in crossbred beef heifers. Revista Brasileira de Zootecnia 46(5): 413-20. https://doi.org/10.1590/S1806-92902017000500007.

Perry, G. A. 2012. Physiology and endocrinology symposium: harnessing basic knowledge of factors controlling puberty to improve synchronization of estrus and fertility in heifers. Journal of Animal Science 90(4): 1172-82. https://doi.org/10.2527 /jas.2011-4572.

Zieba, D. A., M. Amstalden and G. L. Williams. 2005. Regulatory roles of leptin in reproduction and metabolism: A comparative review. Domestic Animal Endocrinology 29(1): 166-85. https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2005 .02.019.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# FACTORES QUE INFLUYEN EL COMPORTAMIENTO AL DESTETE DE BECERROS EN UN SISTEMA VACA-CRÍA DEL TRÓPICO MEXICANO

## [INFLUENCE FACTORS ON WEANING PERFORMANCE OF CALVES IN A COW-CALF SYSTEM OF MEXICAN TROPIC]

**Dolores Valentina Mariscal Aguayo[1§], Heriberto Estrella Quintero[1], José Enrique Salas Barboza[2]**

[1]Universidad Autónoma Chapingo. [2]Asesor Independiente. [§]Autor para correspondência: (valmara@hotmail.com).

## RESUMEN

La producción de becerros al destete es la principal actividad del sistema vaca-cría, para la engorda, producción de sementales y becerras para reemplazos, por lo que la rentabilidad de estos sistemas se puede mejorar con el incremento del peso promedio de los becerros destetados o aumentando el número de crías destetadas. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto del número de parto y peso al nacer sobre el peso al destete en becerros en un sistema vaca-cría el trópico mexicano. El trabajo se realizó en un rancho ubicado en Huimanguillo, Tabasco, con ganado bovino cruzado entre Suizo Europeo con Brahman, bajo el sistema vaca-cría, manejado en pastoreo, con suplementación con melaza y pollinaza durante la época seca, a las vacas con cría al pie. Se les aplica desparasitación interna y externa, y vacunación contra enfermedades endémicas. La reproducción es a través de monta natural durante todo el año. La información se obtuvo del reporte generado por el software BECERRO de AGROPEC Star®, utilizando los datos de número de parto (NP), peso al nacer (PN) y al destete (PD) de 35 destetes realizados en el 2018, las vacas tenían de 1 a 6 partos; se realizó un análisis de regresión múltiple para evaluar el PD en función de NP y PN, y de correlación entre PN y PD para determinar el grado de asociación entre estas variables, utilizando el paquete estadístico SAS. Solo el peso al nacer afectó significativamente ($p < 0.01$) al peso al destete, con una correlación positiva entre éstos (0.51). Los pesos promedios al nacimiento y al destete fueron de 32.21 y 189.31 kg, respectivamente. En el sistema de producción estudiado, el peso al nacer es importante y afecta positivamente el peso al destete.

**Palabras clave:** Bovinos, incremento, lactancia, machos, nacimiento, número parto.

## ABSTRACT

The production of calves at weaning is the main activity of the cow-calf system, for fattening, for sires and heifers for replacements, so the profitability of these systems can be improved by increasing the average weight of weaned calves or by increasing the number of weanlings. The objective of the study was to evaluate the effect of calving number and birth weight on weaning weight in calves in a cow-calf system in the Mexican tropic. The work was carried out in a ranch located in Huimanguillo, Tabasco, with bovine cattle crossed between European Swiss with Brahman under the cow-calf system, managed in grazing, with supplementation with molasses and poultry litter during the dry season to cows with calves; internal and external deworming and

vaccination against endemic diseases are applied. Reproduction is carried out by natural mounting throughout the year. The information was obtained from the report generated by the AGROPEC Star® BECERRO software, using the data of number of parturition (NP), birth weight (PN) and weaning weight (PD) of 35 weaned calves carried out in 2018, from cows which had from 1 to 6 calvings; a multiple regression analysis was performed to evaluate the PD as a function of NP and PN, and correlation between PN and PD to determine the degree of association between these variables, using the SAS statistical package. Only the weight at birth affected significantly ($p$ <0.01) the weaning weight, with a positive correlation between these (0.51). The average weights at birth and at weaning were 32.21 and 189.31 kg, respectively. The weight at birth positively affected the weaning weight in this production system.

**Index words:** Bovine, calving, increase, lactation, males, number, parturition.

## INTRODUCCIÓN

El crecimiento está representado por el incremento del peso del animal en diferentes etapas de su vida, el peso al nacer y peso al destete son los caracteres más importantes en la selección de bovinos de carne ya que de ellos dependerá la eficiencia y mejora económica del sistema de producción (Hernández *et al*., 2014); éste último, es un proceso continuo para el productor comercial de los sistemas vaca-cría donde se generan ganancias basándose en el peso total de los becerros que se destetan y venden, por lo que la rentabilidad de estas explotaciones se puede mejorar con el incremento del peso promedio de los becerros destetados o aumentando el número de crías destetadas, por lo que cada vez más productores están buscando incrementar su productividad y obtener mayores ingresos económicos a través de un sistema de cruzamientos estructurado (Vega *et al*., 2015).

Los cruzamientos entre razas pueden contribuir a mejorar las características de importancia económica en el ganado bovino para carne, entre las que se encuentran: tasa de gestación, natalidad, sobrevivencia y destete, lo que ha estimulado la utilización de toros de razas europeas en el trópico mexicano, en este sentido, el ganado tropical *Bos indicus* y en particular el Brahman, es importante para la producción de carne, especialmente en regiones donde el estrés calórico es frecuente, debido a su rusticidad y potencial de cruce con ganado europeo con el cual se aprovechan los altos niveles de heterosis (Plasse *et al*., 2000; Córdova *et al*., 2005).

La principal actividad del sistema vaca-cría es la producción de becerros al destete, ya que de ahí se obtiene los becerros destinados a la engorda, para producción de sementales y las becerras para reemplazos; los parámetros productivos son bajos: destetes a los 8 a 9 meses de edad con pesos promedio de 160 a 170 kg, ganancias diarias de peso de 360 a 400 gramos y mortalidad mayor al 7%; las hembras tienen su primer preñez a los 24 meses, 350 kg de peso y el primer parto de más de 33 meses de edad (Mateos *et al*., 2018).

En los sistemas vaca-cría desarrollados en el trópico mexicano, el manejo de los becerros previo al destete consiste en la aplicación de vitaminas liposolubles, suplementación alimenticia, la

realización de diferentes prácticas de manejo que ayudan al control de parásitos internos y externos, así como la inmunización contra diferentes enfermedades, que ayudan a disminuir el estrés, reducen la incidencia de enfermedades y mejoran el comportamiento de los animales en su desarrollo (Lalman *et al*., 2005; Mathis *et al*., 2008); por lo que, (Guarneros *et al*., 2017) señalan que el acondicionamiento predestete de becerros en el trópico, es una buena opción en el sistema vaca-becerro, principalmente durante la época seca, al evitar una reducción excesiva del peso y la condición corporal de las madres, para mejorar la ganancia de peso y reducir la incidencia de enfermedades en los becerros y, consecuentemente, mejorar el ingreso del productor.

Dada la problemática observada en los sistemas vaca-cría y la importancia del peso al destete para mejorar la eficiencia de los sistemas y aumentar los ingresos económicos de los productores, el objetivo del presente estudio fue evaluar la influencia del número de parto y peso al nacer sobre el peso al destete en becerros bajo un sistema vaca-cría ubicado en el trópico mexicano.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en un rancho dedicado a producción de crías al destete de ganado bovino cruzado entre Suizo Europeo con Brahman bajo el sistema vaca-cría, ubicado en el municipio de Huimanguillo, Tabasco; el clima predominante es cálido húmedo con abundantes lluvias en verano con cambios térmicos en los meses de diciembre-enero, la temperatura media anual es de 26.2°C, siendo la media mensual en mayo con 30.6°C con una máxima de 45 y una mínima de 14. El régimen de precipitación pluvial se caracteriza por un total de 2290 mm anuales. Se encuentra a una altura de 29 msnm.

El sistema vaca-cría en la región de estudio se maneja bajo pastoreo directo de pasto Chontalpo (*Brachiaria decumbens* Stapf.) y Chetumal (*Brachiaria humidicola* (Rendle Schweick), con carga animal de una vaca con o sin su cría al año, suplementación con melaza y pollinaza durante la época seca a las vaca con cría al pie, desparasitación interna a los becerros al destete y contra parásitos externos según el grado de infestación y el uso de vacunas contra enfermedades endémicas como rabia paralítica bovina, carbón sintomático y septicemia hemorrágica. El destete se realizó a los ocho meses. La reproducción es a través de monta natural durante todo el año, con escaso uso de la inseminación artificial; asimismo, el diagnóstico de gestación se realiza muy poco.

La información se obtuvo del reporte global generado por el software BECERRO de AGROPEC Star® (Agropec Star *et al*., 2000), utilizando los datos de número de parto (NP), peso al nacer (PN) y al destete ajustado a 205 días (PDAj205d) de 35 destetes realizados en el 2018, las vacas tenían de 1 a 6 partos; éstos, fueron analizados mediante una regresión múltiple para evaluar el PD en función de NP y PN (Ec. 1). Posteriormente, se realizó un análisis de correlación entre PN y PDAj205d para determinar el grado de asociación entre estas variables. Los análisis se hicieron utilizando el paquete estadístico SAS (2018).

$$Y = a + b*NP + c*PN \quad \text{(Ec.1)}$$

Donde:

Y: Peso al destete ajustado a 2005 días
a,b,c: Constantes derivadas del análisis de regresión múltiple
NP: Número de parto
PN: Peso al nacer

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron efectos significativos en el modelo general utilizado ($p < 0.01$); sin embargo, solo el peso al nacer fue significativamente diferente ($p < 0.01$) por lo que se puede afirmar que el peso al destete varía directamente con éste. La ecuación de predicción (Cuadro 1) obtenida fue: PDAj205d = 41.5 + 2.49 NP + 4.32 PN

Estos resultados son similares a los obtenidos por Osorio y Segura (2008), (Salamanca *et al*. (2011) y Calderón *et al*. (2016) quienes indican que el peso al destete está directamente relacionado con el peso al nacer de los becerros y éste a su vez es el resultado del crecimiento fetal, y su evolución refleja el desarrollo en el periodo prenatal de la condición corporal de la madre en el último tercio de gestación.

El peso al destete refleja la capacidad del becerro para crecer con la leche materna y los forrajes disponibles y la capacidad de los progenitores, especialmente de la madre, para contribuir a producir descendencia con pesos al nacimiento que permiten garantizar un mejor comportamiento predestete y un futuro crecimiento apropiado de las crías (Verde, 2007; Calderón *et al*., 2016). El lento crecimiento predestete varía de acuerdo a las prácticas de manejo a que son sometidos los becerros bajo las condiciones ambientales y socioeconómicas del trópico húmedo (Osorio y Segura, 2008).

Vega *et al*. (2015) indican que el peso promedio de los becerros destetados por vaca es una medida de la productividad de las vacas que se mantienen en el hato y un indicador directo de la eficiencia en la producción de becerros al destete; además, está fuertemente ligado con la rentabilidad de las explotaciones con sistema vaca-cría.

**Cuadro 1.** Indicadores estimados y nivel de significancia de las variables independientes utilizadas para predecir el peso al destete en becerros.

| Indicador | Estimación | Error estándar | Cuadrado de la media | Significancia |
|---|---|---|---|---|
| Constante de la ecuación | 41.50 | 39.78 | --- | ns |
| Número de parto | 2.49 | 1.66 | 645.84 | ns |
| Peso al nacer | 4.32 | 1.21 | 3635.64 | * |

ns. No significativo. * Nivel de significancia: $p < 0.01$

Se observó una correlación positiva entre peso al nacer y al destete con un coeficiente de 0.51, lo que indica un grado de asociación medio entre estas variables y que, al aumentar el peso al nacer, se incrementará el peso al destete (Cuadro 2; Figura 1). Los valores obtenidos en este estudio para peso al nacer fueron de 28 a 38 kg y de 158 a 240 kg para peso al destete con un promedio de 32.21

y 189.31, respectivamente. De acuerdo con (Córdova *et al*., 2005), los pesos promedio al nacimiento y al destete a los 150 días con cuzas de Bos indicus y Bos taurus en el trópico de México son de 50.8 y 175 kg, respectivamente; por su parte (Calderón y Lagunes *et al*., 2013) indican valores de 33.4 y 164.8 kg alcanzado este último a los 260 días; así mismo, (Calderón *et al*., 2016) menciona valores de 32.9 y 141.4 kg para becerros Suizo Pardo x Cebú; por lo tanto, el peso al destete obtenido en este trabajo es bueno pues es mayor del promedio reportado en la literatura, por lo que el cruzamiento que se tiene en el rancho es el adecuado.

El peso al nacimiento refleja el tamaño de la cría y se considera un factor altamente correlacionado con el peso de la madre al parto y aunque la producción de leche es un factor importante que influye en el crecimiento de la cría, el peso al nacer está correlacionado significativamente con el peso al destete en los sistemas vaca-cría y de doble propósito, al igual que se ha considerado un indicador útil de la dificultad al parto en las razas y grupos raciales con riesgos de crías pesadas (Kumazaki y Matsuo *et al*., 1967; Madrid *et al*., 2007; Calderón y Lagunes *et al*., 2013).

Esta correlación puede ser explicada dado que el becerro con mayor peso al nacer tiene más energía para incorporarse, encontrar el ubre de la vaca y consumir más de leche, lo que trae como consecuencia mayor ganancia de peso, menor porcentaje de mortalidad predestete y el consumo de forraje se hace a más temprana edad por lo que la conversión a rumiante se hace más pronto y la dependencia de la leche materna sea cada vez menor por lo que al final, el peso al destete es mayor en estos becerros (Sandoval *et al*., 2005; Martínez *et al*., 2008; Martínez *et al*., 2011; Calderón *et al*., 2016). Por lo que, dadas las características del manejo de estos sistemas extensivos, se recomienda que se generen estrategias de alimentación para mejorar el peso al destete.

**Cuadro 2.** Coeficientes de correlación entre las variables peso al nacer y peso al destete de becerros bajo un sistema vaca-cría.

Coeficientes de correlación Pearson, N = 35
Prob > |r| suponiendo H0: Rho = 0

| | Peso al nacer | Peso al destete |
|---|---|---|
| Peso al nacer | 1.00000 | 0.51438<br>0.0016 |
| Peso al destete | 0.51438<br>0.0016 | 1.00000 |

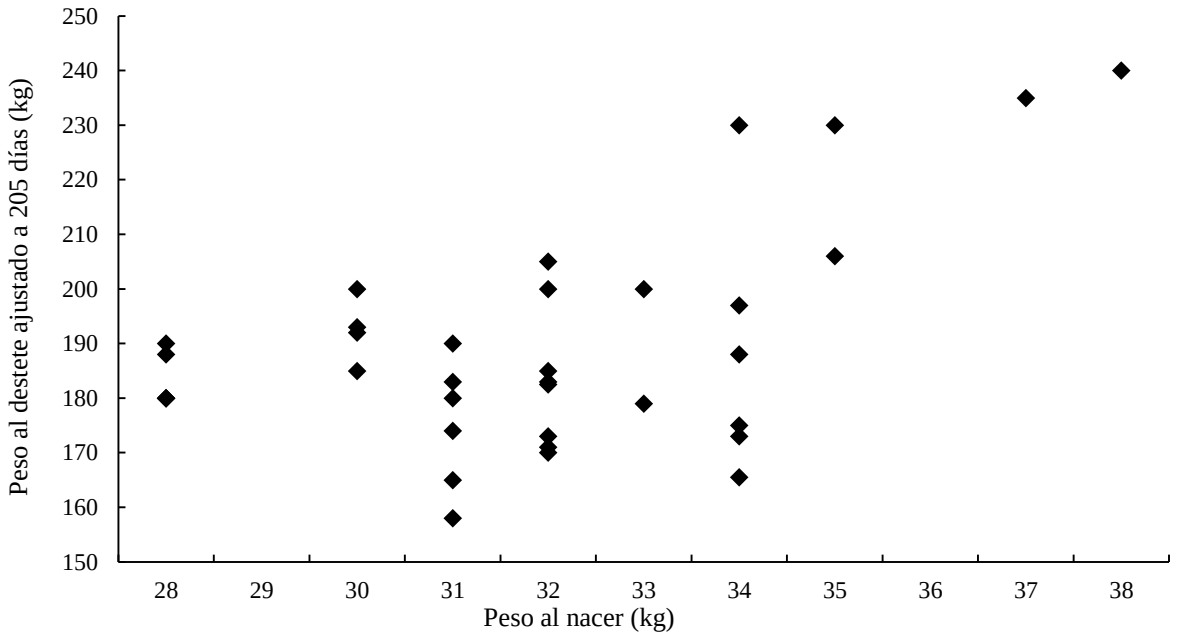



**Figura 1.** Correlación entre las variables peso al nacer y peso al destete de becerros bajo un sistema vaca-cría.

## CONCLUSIONES

El peso al nacer afectó positivamente el peso al destete en este sistema de producción. El peso al destete obtenido está dentro de los rangos citados en el sistema de producción vaca-cría del trópico mexicano. Se sugiere se desarrollen alternativas de alimentación para mejorar este indicador.

## LITERATURA CITADA

AGROPEC Star. 2000. Software para la administración gerencial integral de agroempresas. http://www.agropecstar.com. Consulta realizada el 11 de junio del 2019.

Calderón, R. R. C. y L. J. Lagunes. 2013. Sistema vaca-cría: producción de becerros para engorda en clima subtropical húmedo Rancho "El Paraíso". Desplegable para productores. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. INIFAP, México. No. 64. 2 p.

Calderón, R. R. C., U.A. Ríos, M. V. E. Vega y L. J. Lagunes. 2016. Comportamiento predestete de becerros cebú y sus cruzas con Charolais, Simmental, Suizo Pardo y Angus en un sistema vaca-cría. *In:* Congreso de la Asociación de Médicos Veterinarios Zootecnistas Especialistas en Bovinos del Estado de Veracruz. Boca del Río, Veracruz, México. Mayo. Año 1. 1(1):117-119.

Córdova, A., G. Rodríguez, M. Córdova, Ch. Córdova y J. Pérez. 2005. Ganancia diaria y peso al destete en terneros de cruces *Bos taurus* con *Bos indicus* en trópico húmedo. Revista MVZ Córdova 10(1): 589-592.

Guarneros, A. R., O. E. Gutiérrez, B. H. Bernal, R. R. Ávalos, G. E. Castillo y S. E. Olivares. 2017. Acondicionamiento de becerros previo a la recría bajo pastoreo en el trópico seco: efectos sobre el peso corporal y la condición sanitaria. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 8(4): 341-351.

Hernández, H. N., G. J. C. Martínez, H. M. A. Ibarra, E. F. Briones, B. G. M. Parra, C. P. Saldaña, y R. E. Ortega. 2014. Factores que afectan el peso al nacer y al destete en bovinos de raza Brahman. In: Memorias del Congreso Mundial de Ganadería Tropical. Tampico, Tamaulipas, México. pp. 72-76.

Kumazaki, K. and T. Matsuo. 1967. Genetic and environmental factors affecting birth weight and weaning of beef calves. Agricultural Bulletin of Saga University 24: 61-71.

Lalman, D., A. Hutson, W. Shearhart, C. Ward and S. McKinley, 2005. Preconditioning reduces sickness and death loss in weaned calves. Journal of Animal Science 83: 201-205.

Madrid, B. N., S. C. González, Ll. J. Goicochea, V. D. González, y U. M. A. Rodríguez. 2007. Peso al nacimiento en hembras bovinas doble propósito. Revista de la Facultad de Agronomía [online]. 24(4): 690-708. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037878182007000400006&lng=es&nrm=iso. Consultado: 20 de junio de 2019.

Martínez, G. J. C., M. J. F. Gutiérrez, E. F. Briones, M. F. A. Lucero y R. S. P. Castillo, 2011. Factores genéticos y no genéticos que afectan el peso al nacer y destete de terneros Angus. Zootecnia Tropical 29(2): 51-159.

Martínez, G. J. C., M. A. Azuara, M. J. Hernández, B. G. M. Parra y R. S. P. Castillo. 2008. Características predestete de bovinos Simmental (*Bos taurus*) y sus cruces con Brahman (*Bos indicus*) en el trópico mexicano. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 21: 365-371.

Mateos, R. A. 2018. Crianza de becerros en el trópico mexicano. BM Editores. México. https://bmeditores.mx/ganaderia/articulos/ganado-de-leche/manejo/crianza-de-becerros-en-el-tropico-mexicano-1798. Consulta realizada el 18 junio del 2019.

Mathis, C. P., A. Löest and B. Carter, 2008. Preconditioning beef calves. New Mexico State University and the U.S. Department of Agriculture cooperating. Las Cruces, N.M. Circular 637: 1-8.

Osorio, A. M. M. y C. J. C. Segura. 2008. Factores que afectan el peso al nacer y al destete de becerros de doble propósito en el trópico. Livestock Research for Rural Development 20(1): 15. http://www.lrrd.org/lrrd20/1/osor20015.htm. Consulta realizada el 19 de junio de 2019.

Plasse, D. 2000. Cruzamiento en bovinos de carne en América Latina Tropical: Que sabemos y que nos falta saber. En: Anais do III Simposio Nacional de Melhoramento Animal. I. J. Nunes, F. E. Madalena, y e Silva, M de A. Editores. Escola de Veterinaria (UFMG) Belo Horizonte, Brasil. pp. 165-179.

Salamanca, C. A., V. E. Quintero y M. J. Bentez, 2011. Características de crecimiento predestete en becerros del sistema doble propósito en el municipio de Arauca. Zootecnia Tropical 29(4): 455-465.

Sandoval, E., A. Valle, D. Jiménez y O. Márquez, 2005. Evaluación de pesos al nacer y crecimiento en becerros doble propósito amamantados con vacas nodrizas durante la etapa de lactantes. Zootecnia Tropical. [online]. 23(1): 1-16. Consulta realizada el 19 de junio de 2019. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692005000100001&lng=es&nrm=iso.

Vega, M. V. E., U. A. Ríos, B. M. Montaño, R. R. C. Calderón y F. J. V. Rosete. 2015. Vacas F1 Bos taurus x Bos indicus para incrementar el peso promedio de becerros destetados por vaca en

empadre. Desplegable para productores. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental La Posta. INIFAP, México. 101: 7

Verde, O. 2007. Sistema de producción con bovinos de carne en la Estación Experimental "La Cumaca" II: Peso a los 205 días. Universidad Central de Venezuela. Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias 48(2): 105-110.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CARACTERÍSTICAS DE LA CURVA DE LACTANCIA DE UNA POBLACIÓN DE BÚFALAS MURRAH EN EL ESTADO DE TABASCO

# [CHARACTERISTICS OF THE LACTATION CURVE OF A MURRAH BUFFALO FEMALE POPULATION IN THE STATE OF TABASCO]

**Cintya Christel Moran-Núñez[1], Joel Domínguez-Viveros[2§], Carlos Luna-Palomera[1], Jorge Alonso Peralta-Torres[1], Nadia Florencia Ojeda-Robertos[1]**

[1]División Académica de Ciencias Agropecuarias. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. [2]Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua, [§]Autor para correspondencia: (jodominguez@uach.mx).

## RESUMEN

El objetivo fue caracterizar la curva de lactancia (CL) de búfalas Murrah con modelos no lineales (MNL). Se analizaron 5,334 datos de producción diaria de leche (kg), tomados cada siete días en el intervalo de uno a 250 días en lactancia; correspondientes a 221 lactancias y 145 búfalas, con partos de 2017 a 2019. Los datos procedieron de un hato ubicado en el municipio de Centro, Tabasco. Se evaluaron cinco MNL: Wood (WOD); Wiltmink (WIL); Cobby (COB); Brody (BRO); Sikka (SIK); además, se estimó la producción al inicio de la lactancia (PI), días para alcanzar la producción máxima (DPMAX), producción máxima (PMAX), y la producción total (PTOTAL). La selección del modelo de mejor ajuste se realizó con base en cuatros criterios: error de predicción promedio; varianza del error de predicción; coeficiente de determinación ($R^2$); y, criterio de información Akaike. Todos los MNL presentaron un $R^2$ superior a 0.90, el modelo de mejor ajuste fue WOD, seguido de WIL y COB. La CL fue del tipo continuamente incrementando; PI de 4.83 kg; DPMAX, 26; PMAX, 5.92 kg; y, PTOTAL de 1263 kg.

**Palabras clave:** Ganadería tropical, modelos no lineales, producción de leche

## ABSTRACT

The objective was to characterize the lactation curve (CL) of Murrah buffalo with non-linear models (MNL). 5,334 data on daily milk production (kg) were analyzed, taken every seven days in the range of one to 250 days in lactation; corresponding to 221 lactations and 145 buffaloes, with calving from 2017 to 2019. The data came from a herd located in the municipality of Centro, Tabasco. Five MNLs were evaluated: Wood (WOD); Wiltmink (WIL); Cobby (COB); Brody (BRO); Sikka (SIK); In addition, production at the start of lactation (PI), days to reach maximum production (DPMAX), maximum production (PMAX), and total production (PTOTAL) were estimated. The best fit model was selected based on four criteria: average prediction error; variance of the prediction error; coefficient of determination ($R^2$); and, Akaike information criterion. All MNL had an $R^2$ higher than 0.90, the best fit model was WOD, followed by WIL and COB. The CL was of the type continuously increasing; PI of 4.83 kg; DPMAX, 26; PMAX, 5.92 kg; and, 1263 kg PTOTAL.

**Index words:** Milk production, nonlinear models, tropical livestock.

## INTRODUCCIÓN

El búfalo (*Bubalus bubalis*) es un rumiante perteneciente a la familia Bovidae, tiene origen asiático, donde se encuentra el 98% de la población mundial; las razas de búfalo representan el 3% del total de razas de mamíferos registradas en el mundo y se reporta en 41 países. Se clasifican en tres aspectos productivos (carne, leche y tracción o labores agrícolas) y dos tipos: el búfalo de río (procedente de Asia meridional), que constituye una fuente de productos lácteos destacable en esta zona, y el búfalo de pantano (procedente del este asiático) que desempeñó una función importante en las labores agrícolas (FAO *et al.*, 2010). La contribución del búfalo a la producción lechera es de gran relevancia en la región de Asia y bastante importante en el Cercano y Medio Oriente. La raza Murrah, de carácter lechero es originaria de la India y la más difundida en el mundo; es de color negro azabache, los adultos pueden pesar 800 kg en los machos y 600 kg las hembras; en la producción de leche, la lactancia puede extenderse de 240 a 305 días, con producción promedio diaria de 5 kg y un porcentaje de grasa del 7.3% (Borghese *et al.*, 2005). En México, la producción de búfalos se desarrolla en doce estados de la región tropical y subtropical, principalmente; los criadores están organizados en la Asociación Mexicana de Criadores de Búfalos (AMEXBU *et al.*, 2019).

La evolución de la producción lechera, desde el parto hasta el secado, puede ser representada gráficamente por una curva de lactancia; definida y analizada con modelos lineales o no lineales (MNL), donde los MNL resumen el comportamiento en un reducido número de parámetros o indicadores (Quintero *et al.*, 2007a) que pueden utilizarse en los programas de mejoramiento genético con base en selección. No obstante, para implementar programas de mejoramiento genético en producción de leche, el primer paso es caracterizar los niveles de producción y la curva de lactancia de la población de interés; siendo estos los objetivos del presente estudio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

De búfalas Murrah, se analizaron 5,334 observaciones de producción diaria de leche (kg), tomados cada siete días en el intervalo de uno a 250 días en lactancia; correspondientes a 221 lactancias y 145 búfalas, con partos ocurridos de 2017 a 2019. Los datos procedieron de un hato ubicado en el municipio de Centro, en el estado de Tabasco; con manejo en terrenos inundables y de laguna, alimentación con base en pastoreo de pastos nativos; el clima es cálido húmedo con lluvias en verano (2332 mm media anual) con temperatura promedio anual de 26.1º C. Para analizar y caracterizar la curva de lactancia (CL) se evaluaron cinco modelos no lineales, (MNL), con tres coeficientes de regresión ($\beta_i$) cada uno: Wood (WOD); Wiltmink (WIL); Cobby (COB); Brody (BRO); y, Sikka (SIK); a partir de los $\beta_i$ de cada modelo, se estimó la producción al inicio de la lactancia (PI), días para alcanzar la producción máxima, producción al pico o máxima, y la producción total (PTOTAL) o acumulada a 250 días de lactancia, como indicadores de la CL (Quintero *et al.*, 2007a; García-Muñiz *et al.*, 2008).

La selección del modelo de mejor ajuste se realizó con base en cuatros criterios: el error de predicción promedio (EPP); la varianza del error de predicción (VEP); el coeficiente de determinación ($R^2$); y, criterio de información Akaike (AIC). El EPP analiza la relación que existe entre la producción medida y la producción estimada para el i – ésimo día de lactancia, y en función del signo el MNL sobreestima (+) o subestima (-) las predicciones. Para EPP, VEP y AIC, el modelo con el menor valor se consideró como el de mejor ajuste; a diferencia del $R^2$, el modelo con el valor más alto representa el mejor ajuste (Motulsky y Christopoulos *et al.*, 2003; Palacios-Espinosa *et al.,* 2016). Los análisis se realizaron con el procedimiento NLIN del software para análisis estadístico SAS (SAS *et al.*, 2005).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los resultados de los criterios estadísticos para la selección del modelo de mejor ajuste. Todos los modelos presentaron un $R^2$ superior a 0.90, y con base en el EPP, las predicciones de producción de leche tendieron a subestimar la información analizada. Dado los resultados del AIC el modelo de mejor ajuste fue WOD, seguido de WIL y COB. En otros estudios con poblaciones de búfalas Murrah, reportaron la caracterización de la CL con base en un modelo lineal cuadrático logarítmico (Fraga *et al.*, 2003; Muñoz-Berrocal *et al.*, 2005; Muñoz *et al.*, 2008); con relación a los MNL en búfalas de otras razas, (Quintero *et al.,* 2007b) reportaron que el modelo de mejor ajuste fue SIK, seguido de BRO y WOD; asimismo, (Quintero *et al.,* 2008) publicaron que el MNL de mejor ajuste fue el Papajcsik, comparados con WIL, BRO y WOD.

**Cuadro 1.** Ajuste de modelos no lineales en la caracterización de curvas de lactancia de búfalas Murrah.

| Ítem[§] | WOD | WIL | COB | BRO | SIK |
|---|---|---|---|---|---|
| $\beta_1$ | 4.8459 | 6.4790 | 6.1872 | 6.2702 | 5.9921 |
| $\beta_2$ | 0.0833 | -0.0107 | 0.00885 | 0.00172 | -0.00065 |
| $\beta_3$ | 0.00277 | -1.2055 | 0.9220 | 0.6577 | 0.0000046 |
| AIC | 4266.6 | 4276.3 | 4321.3 | 4328.8 | 4323.1 |
| $R^2$ | 92.6 | 92.6 | 92.5 | 92.5 | 92.4 |
| EPP | -7.5 | -7.6 | -7.7 | -7.8 | -7.9 |
| VEP | 2.14 | 2.15 | 2.16 | 2.18 | 2.18 |
| PI | 4.83 | 5.32 | 3.72 | 3.01 | 5.69 |
| DPMAX | 26 | 35 | 7 | 9 | 3 |
| PMAX | 5.92 | 5.90 | 6.12 | 6.16 | 5.99 |
| PTOTAL | 1263.6 | 1264.3 | 1269.0 | 1270.3 | 1268.3 |

$\beta_1$, $\beta_2$ y $\beta_3$ = coeficientes de regresión que conforman los modelos no lineales evaluados. AIC, criterio de información Akaike. $R^2$, coeficiente de determinación (%). EPP, error de predicción promedio. VEP, varianza del error de predicción. PI, producción al inicio de la lactancia. DPMAX, días para alcanzar la máxima producción o pico. PMAX, máxima producción o producción al pico. PTOTAL, producción total acumulada a 250 días de lactancia. Modelos: WOD, Wood; WIL, Wiltmink; COB, Cobby; BRO, Brody; SIK, Sikka.

Los $\beta_1$, $\beta_2$ y $\beta_3$ de los MNL están asociados a la producción al inicio de la lactancia, a la fase ascendente hasta la producción máxima, así como a la tasa descendente o persistencia, respectivamente; además, permiten derivar otros indicadores de la producción, parcial o total, a

través del tiempo (Landete-Castillejos y Gallego *et al.*, 2000; Macciotta *et al.,* 2011). En la Figura 1 se presentan las CL con base en los modelos de WOD y WIL. Dado la combinación de signos en los $\beta_2$ y $\beta_3$ la CL tiene un patrón de comportamiento (Macciotta *et al.,* 2005); WIL se describe como una CL estándar o típica, y WOD como continuamente incrementando. La CL de este estudio difiere a lo reportado por (Hurtado-Lugo *et al*., 2006) y (Aspilcueta *et al.,* 2009), quienes estimaron el pico de producción en el segundo mes de lactación, y posteriormente una lenta disminución de la producción hasta el final de la lactación. Los niveles de producción de este estudio (PTOTAL) coinciden con los reportados por (Aspilcueta *et al.*. 2009) y (Tonhati *et al.,* 2000); mientras que valores superiores fueron reportados por (Ramos *et al.,* 2006), (Malhado *et al*., 2007), (Rosati y Van Vleck *et al.,* 2002).

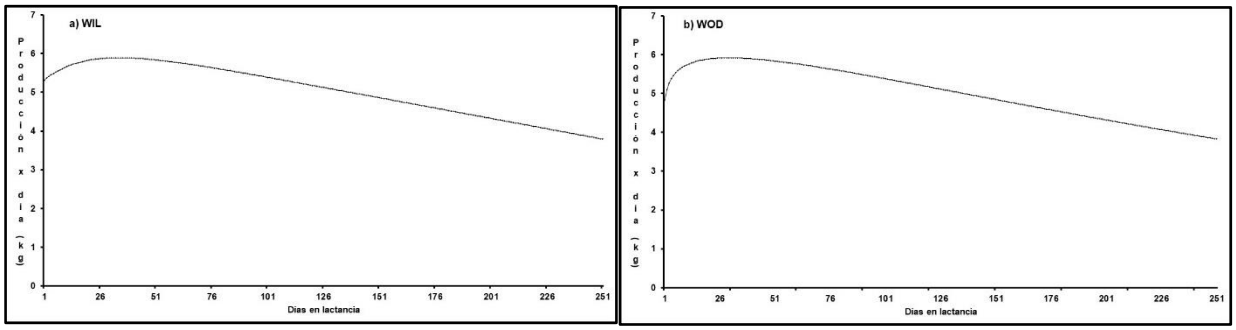



**Figura 1.** Descripción de la curva de lactancia de búfalas Murrah, ajustada a 250 días con base en los modelos de Wiltmink (a; WIL) y Wood (b; WOD).

## CONCLUSIONES

En búfalas Murrah, el modelo de Wood fue el que mejor se ajustó para caracterizar la curva de lactancia a 250 días; presentó una curva continuamente incrementando, con una producción máxima de 5.92 kg a los 26 días, así como una producción total acumulada de 1263 kg.

## LITERATURA CITADA

AMEXBU. 2019. Asociación Mexicana de Criadores de Búfalos. En internet: www.amexbu.org.mx; consultado el 1 de julio de 2019.

Aspilcueta, B., R. J. Ramírez-Díaz, O. L. Seno, B. M. Muñoz, N. Hurtado-Lugo, A. L. Galvao y H. Tonhati. 2009. Evaluación genética de búfalos de la raza Murrah para la producción de leche en el día de control y a los 305 dias de lactancia. Livestock Research for Rural Development. 21(1): 1-8.

Borghese, A. 2005. Buffalo production and research. Consiglio per la ricercar e la sperimentazione in agricoltura. Roma, Italia. 321 p.

FAO. 2010. La situación de los recursos zoo genéticos mundiales para la alimentación y la agricultura. Roma, Italia. 596 p.

Fraga, L., M. M. Gutiérrez, L. Fernández, O. Fundadora y M. E. González. 2003. Estudio preliminar de las curvas de lactancia en búfalas mestizas Murrah. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 37: 151-155.

García-Muñiz, J. G., E. G. Martínez-González, R. Núñez-Domínguez, R. Ramírez-Valverde, R. López-Ordaz y A. Ruiz-Flores. 2008. Comparación de ecuaciones para ajustar curvas de lactancia en bovinos. Revista Científica FCV-LUZ. 18(2): 160-169.

Hurtado-Lugo, N., M. Cerón-Muñoz y A. Gutiérrez-Valencia. 2006 Estimación de parámetros genéticos para la producción de leche en el día de control en búfalos de la Costa Atlántica Colombia. Livestock Research for Rural Development 18(3): 15-25.

Landete-Castillejos, T. L. Gallego. 2000. Technical note: the ability of mathematical models to describe the shape of lactation curves. Journal of Animal Science 78: 3010-3013.

Macciotta, N. P., P. D. Dimauro, S. P. G. Rassu, R. Steri and G. Pulina. 2011. The mathematical description of lactation curves in dairy cattle. Italy Journal of Animal Science 10: 213-224.

Macciotta, N. P., P. D. Vicario and A. Cappio-Borlino. 2005. Detection of different shapes of lactation curve for milk yield in dairy cattle by empirical mathematical models. Journal of Dairy Science 88: 1178-1191.

Malhado, C. H., A. Ramos, P. Carneiro, J. Souza & A. Piccinin. 2007. Parâmetros e tendências da produçao de leite em bubalinos da raça Murrah no Brasil. Revista Brasileira de Zootecnia 37: 376-379.

Motulsky, H. and A. Christopoulos. 2003. Fitting models to biological data using linear and nonlinear regression. A practical guide to curve fitting. Graph Pad Software Inc. 250 p.

Muñoz, B. M., H. Tonhati, B. R. Aspilcueta y N. Hurtado-Lugo. 2008. Uso de modelos lineales y no lineales para el estudio de la curva de lactancia en búfalos Murrah y sus cruces en sistemas de cria extensiva en el estado de Sao Paulo. Livestock Research for Rural Development 20(9): 1-11.

Muñoz-Berrocal, M., H. Tonhati, M. Cerón-Muñoz, M. C. Duarte & R. L. Chabariberi. 2005. Uso de modelos lineares e não lineares para o estudo da curva de lactação em Bufalos Murrah e seus mestiços em sistema de criação semi extensivo, no Estado de São Paulo. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 13: 19-23.

Palacios-Espinosa, A., J. Domínguez-Viveros, Y. Padrón-Quintero, M. Rodríguez-Castro, F. A. Rodríguez-Almeida, J. L. Espinoza-Villavicencio y N. Y. Ávila-Serrano. 2016. Caracterización de la curva de lactancia de bovinos Siboney con modelos no lineales mixtos. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 7: 233-242.

Quintero, V. J. C., J. I. Serna, N. A. Hurtado, N. R. Rosero y M. F. Cerón-Muñoz. 2007a. Modelos matemáticos para curvas de lactancia en ganado lechero. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 20: 149-156.

Quintero, V. J., G. J. Serna y M. Cerón-Muñoz. 2007b. Modelos mixtos no lineales en curvas de lactancia de búfalas en um sistema de produccion orgánica en el Magdalena Medio Antioqueño (Colombia). Livestock Research for Rural Development 19(4): 1-7.

Quintero, V. J. C., G. J. Serna, M. M. Cerón, L. N. Hurtado y G. D. A. Agudelo. 2008. Estimación de la curva de lactancia mediante modelos matemáticos lineales y no lineales en bufalas colombianas. Revista Lasallista de Investigación 5: 34-44.

Ramos, A. A., C. H. M. Malhado & P. L. S. Carneiro. 2006 Caracterização fenotípica e genética da produção de leite e do intervalo entre partos em bubalinos da Raça Murrah. Pesquisa Agropecuária Brasileira 41: 1261-1267.

Rosati, A. and L. D. Van Vleck. 2002 Estimation of genetic parameters for milk, fat, protein and mozzarella cheese production in Italian river buffalo population. Livestock Production Science 74: 185-190.

SAS. 2005. SAS/STAT User's Guide (Release 9.0). Cary NC, USA: SAS Inst. Inc.

Tonhati, H., F. B. Vasconcellos and L. G. Albuqueruqe. 2000. Genetic aspects of productive and reproductive traits in a Murrah buffalo herd in São Paulo, Brazil. Journal of Animal Breeding Genetics 117: 331-336.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DE LA APLICACIÓN DE GONADOTROPINA CORIÓNICA EQUINA (eCG) SOBRE EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO Y SEXUAL DE TORETES HOLSTEIN

# [EFFECT OF THE APPLICATION OF EQUINE CORIONIC GONADOTROPINE (eCG) ON THE REPRODUCTIVE AND SEXUAL BEHAVIOR OF HOLSTEIN BULLS]

**Aniela Alejandra Mota-Díaz, Fernando Sánchez-Dávila[§], Alejandro Sergio del Bosque-González, Hugo Bernal-Barragán, Rogelio Alejandro Ledezma-Torres, Nestor Arce-Vásquez, Nydia Vásquez-Aguilar, Estela Garza-Brenner**

Universidad Autónoma de Nuevo León, Posgrado en Conjunto Agronomía-Veterinaria. Campus de Ciencias Agropecuarias. Francisco Villa s/n, Col. Ex Hacienda El Canadá, General Escobedo, Nuevo León, México, C.P. 66054. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Agronomía. Unidad Académica "Marín", Laboratorio de Reproducción Animal, Marín, N.L., CP 66700. [§]Autor para correspondencia: (fernando_sd3@hotmail.com).

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la gonadotropina coriónica equina (eCG) sobre el comportamiento reproductivo y sexual en toretes Holstein. La investigación tuvo una duración de 4 meses iniciando en noviembre del 2018 y finalizando en febrero de 2019. Se seleccionaron 12 toretes de la raza Holstein de 12 meses de edad y de 350 kg de peso vivo. Se probaron 3 tratamientos ($n$=4) siendo los siguientes: T1= Control; T2= 500UI de eCG, T3= 1000 UI de eCG semanalmente por ocho semanas; asimismo se evaluó el peso vivo (PV) y circunferencia escrotal (CE). Todas las variables fueron analizadas a través de un modelo lineal, donde se tomó como variable independiente la semana, tratamiento y la interacción semana-tratamiento. Asimismo, se usó como covariable el peso inicial para ambos tratamientos. Se presentaron efectos principales sobre el comportamiento sexual tanto el efecto de la dosis de eCG como la semana de evaluación. El número de montas y montas con eyaculado fue diferente ($p < 0.05$) entre los tratamientos, en donde ambas variables muestran un incremento con el tratamiento de 1000 UI durante las 8 semanas. Para el comportamiento sexual se presentó diferencias para intentos de monta entre las semanas ($p < 0.05$), siendo la segunda semana donde se obtuvieron los valores más elevados para esta variable. Asimismo, se presentó un efecto principal de la dosis de eCG y del número de semana para la calidad seminal. Se concluye que la aplicación de eCG afecta positivamente la actividad sexual y la calidad seminal en toretes jóvenes y que se pueden utilizar como referencia para ser aplicados en toretes de carne en las épocas de empadre.

**Palabras clave:** Calidad seminal, circunferencia escrotal, comportamiento sexual.

## ABSTRACT

The present study aimed to evaluate equine chorionic gonadotropin (eCG) on reproductive and sexual behavior in Holstein bulls. The research lasted 4 months, beginning in November 2018 and ending in February 2019. 12 bulls of the Holstein breed of 12 months of age and 350 kg of live

weight were selected. Three treatments were tested ($n$ = 4), the following being: T1 = Control; T2 = 500 IU of eCG, T3 = 1000 IU of eCG weekly for eight weeks; also the live weight (PV) and scrotal circumference (CE) were evaluated. All variables were analyzed through a linear model, where the week, treatment and the week-treatment interaction were taken as an independent variable. Likewise, the initial weight for both treatments was used as a covariate. Main effects on sexual behavior were presented, both the effect of the dose of eCG and the week of evaluation. The number of mounts and ejaculates was different ($p < 0.05$) between treatments, where both variables show an increase with the treatment of 1000 IU during the 8 weeks. For sexual behavior, only for mounts attempts over the weeks ($p < 0.05$), being the second week where the highest values for this variable were obtained. Likewise, a main effect of the eCG dose and the week number for seminal quality was presented. It is concluded that the application of eCG affects sexual activity and seminal quality in young bulls and that they can be used as a reference to be applied to meat bulls in breeding season.

**Index words:** Circumference, sexual behavior, scrotal seminal quality.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los bovinos son considerados de gran importancia en el país ya que depende de ellos gran parte del abastecimiento alimenticio gracias a la producción principalmente de carne y leche (SAGARPA, 2018). De esta manera la producción ganadera es uno de los pilares más importantes de la economía del país. Uno de los factores que determina el éxito de ésta producción dentro de los sistemas productivos es la eficiencia reproductiva, el inicio de la vida reproductiva establece el tiempo en el cual se pueden introducir los animales en programas de monta natural o en el caso exclusivo de hembras, programas de sincronización para inseminación artificial (IA) o transferencia embrionaria, así mismo en el caso de machos, que alcancen la edad para colectar semen para programas IA o para colocarse como reproductor de un hato. Así al obtener una eficiencia reproductiva se logran mejores objetivos productivos propios de la ganadería.

El uso de nuevas técnicas reproductivas como la inseminación artificial han significado un gran avance en las producciones lecheras debido a los beneficios que trae consigo, esta técnica les ha permitido a los productores obtener una mayor eficiencia productiva y reproductiva ya que les ofrece la oportunidad de obtener tasas de gestación y de producción láctea elevadas (Bretzlaff *et al.*, 2001). En contraste con lo anterior, es necesario el uso de reproductores ya que la calidad que poseen el semen que se utiliza en esta técnica (fresco, refrigerado o congelado), proviene de machos que son seleccionados por poseer las mejores características que se atribuyen a una elevada producción y fertilidad, estos machos se seleccionan mediante una evaluación fenotípica, genotípica y de calidad seminal, esto en toretes, y debido a que aún no tienen una descendencia, es de gran importancia tomar en cuenta los valores genéticos de sus progenitores para obtener una habilidad transmisora estimada.

Actualmente se ha visto que el mejoramiento de los programas de reproducción va más orientado a las hembras en donde distintos tipos de hormonas son utilizadas para obtener beneficios

como superovulación, mejoramiento de la fertilidad, etc. En el caso de machos bovinos esta práctica no es común en el ámbito reproductivo sino más bien en el productivo, sin embargo, en otras especies como los caprinos se han utilizado la administración de hormonas gonadotrópicas como la gonadotropina coriónica equina (eCG) para mejorar la fertilidad de los machos (Ungerfeld *et al.,* 2014). En un programa de manejo la ineficiencia reproductiva es sin duda una de las limitantes dentro de las explotaciones ganaderas, por ello es de gran importancia mantener controladas las variables que puedan afectar la fertilidad (medio ambiente, manejo, comportamiento social, nutrición, etc.) además de innovar con técnicas que permitan alcanzar una reproducción optima en los hatos. En la presente investigación se busca comparar el efecto de 2 distintas dosis de eCG sobre la reproducción en el macho bovino de la raza Holstein mediante la evaluacion de la calidad seminal, comportamiento sexual y la medición de niveles de testosterona en sangre, teniendo como hipótesis que el uso de la gonadotropina coriónica equina (eCG) mejorará la calidad seminal y el comportamiento sexual en toretes Holstein.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 1ª Etapa

La investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Reproducción Animal y en el área bovinos productores de leche de la Unidad Académica de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León ubicada en el municipio de Marín, N.L., México (25 ° 50 ' 34 " N, 100 ° 04 ' 21' 'de O) a una altitud de 333 m sobre el nivel del mar. En este municipio la temperatura media anual es de 22° C, la máxima de 40° C y la mínima de 4° C y la temporada calurosa se da en julio y agosto, y en los meses lluviosos (agosto y septiembre) las precipitaciones fluctúan entre 700 y 1200 mm. La parte experimental en campo de la presente investigación tuvo una duración de 4 meses iniciando en noviembre del 2018 y finalizando en febrero de 2019. Para lo anterior se seleccionaron 12 toretes de la raza Holstein de aproximadamente 12 meses de edad y de 350 kg. A cada uno de los toretes, se les realizó un examen clínico general, así como un examen del aparato reproductor en particular (testículos, epidídimo y pene) para descartar la presencia de alteraciones que pudieran afectar la fertilidad del macho.

Se probaron 3 tratamientos siendo los siguientes: 4 toretes Holstein a los cuales se le administró 500UI de eCG, 4 que recibieron una dosis de 1000 UI y 4 toretes a los que se les aplicó 2 ml de solución salina fisiológica (SSF) semanalmente, todos los toretes fueron alimentados y se les proporcionó agua *ad libitum.* Semanalmente se evaluó el desarrollo corporal mediante: peso vivo (PV) y circunferencia escrotal (CE), así como aumento diario de peso (ADP). Para el comportamiento sexual**,** se utilizaron 2 hembras Holstein a las cuales se les administró 2 mg totales de benzoato de estradiol 2 días antes de exponerlas a los toretes y realizar la evaluación del comportamiento sexual de cada uno por semana un día posterior a la administración de cada tratamiento y se tomaron las siguientes variables de forma subjetiva: Tiempo de inicio de cortejo (en segundos), número de olfateos, número de Flehmen, número de acercamientos laterales, número de intentos de monta, número de montas, y número de montas con eyaculado. Todo lo anterior fue en un lapso de 20 minutos. La calidad del semen se determinó semanalmente

obteniendo el eyaculado mediante el uso de un electroeyaculador (21160, Bailey®, Colorado, EEUU), una vez colectado el semen fueron evaluadas de forma inmediata las siguientes características: motilidad masal, concentración espermática, motilidad progresiva, volumen de eyaculado y aspecto. Todas las variables fueron analizadas a través de un modelo lineal, donde se tomó como variable independiente la semana, tratamiento y la interacción semana-tratamiento. Asimismo, se usó como covariable el peso inicial para ambos tratamientos. Se utilizó un valor de ($p$ <0.05).

## RESULTADOS

Se presentaron efectos principales sobre el comportamiento sexual tanto el efecto de la dosis de eCG como la semana de evaluación. El número de montas y montas con eyaculado fue diferente estadísticamente entre los tratamientos (Cuadro 1), en donde ambas variables muestran un incremento con el tratamiento de 1000 UI durante las 8 semanas. El Cuadro 2 muestra el comportamiento sexual de los toretes por semana, en el cual se puede observar que solamente se observó diferencias estadísticas para intentos de monta entre las semanas ($p$ = 0.05). Siendo la segunda semana donde se obtuvieron los valores más elevados para esta variable. Asimismo, se presentó un efecto principal de la dosis de eCG (Cuadro 3) y del número de semana (Cuadro 4) para cada una de las variables; a excepción para la interacción de ambas sobre el volumen de eyaculado.

**Cuadro 1.** Efecto de la dosis de eCG sobre el comportamiento sexual de toretes jóvenes Holstein durante la estación de invierno.

| | Tratamiento: UI eCG | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Variable | 0 | 500 | 1000 | E.E. | p. value |
| Tiempo inicio cortejo (seg.) | 10.595 | 10.526 | 8.015 | 1.449 | 0.371 |
| No. Olfateos | 9.933 | 10.644 | 9.248 | 0.932 | 0.572 |
| No. Flehmen | 2.481 | 2.444 | 2.633 | 0.637 | 0.877 |
| No. Acercamientos laterales | 5.027 | 4.416 | 3.691 | 0.515 | 0.202 |
| No. Intentos monta | 3.121 | 3.428 | 4.569 | 0.496 | 0.108 |
| No. Montas | 1.683 | 2.409 | 3.137** | 0.331 | 0.013* |
| Montas/eyaculado | 0.644 | 0.963 | 1.495** | 0.162 | 0.002* |

*$p$ = < 0.05. ** Incremento de las variables del comportamiento sexual

**Cuadro 2.** Comportamiento sexual a través de las semanas de estudio en toretes Holstein durante la época de invierno.

| | Semanas | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Variable | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | E.E. | p. value |
| Tiempo inicio cortejo (seg) | 16.896 | 8.997 | 8.442 | 9.127 | 9.039 | 10.527 | 7.765 | 6.904 | 2.445 | 0.458 |
| No. Olfateos | 13.066 | 12.172 | 8.165 | 9.619 | 9.176 | 9.416 | 7.687 | 10.232 | 1.572 | 0.328 |
| No. Flehmen | 3.975 | 2.203 | 2.146 | 2.295 | 3.098 | 2.135 | 2.384 | 1.918 | 0.463 | 0.151 |
| No. Acercamientos laterales | 1.715 | 4.807 | 3.922 | 4.731 | 6.048 | 4.413 | 4.914 | 4.473 | 0.868 | 0.17 |
| No. Intentos monta | $1.129^{d}$ | $5.661^{a}$ | $3.493^{c}$ | $3.102^{c}$ | $4.645^{b}$ | $4.462^{b}$ | $3.917^{b}$ | $3.239^{c}$ | 0.838 | 0.051* |
| No. Montas | 1.056 | 2.693 | 3.07 | 1.978 | 1.91 | 3.424 | 2.909 | 2.239 | 0.558 | 0.125 |
| Montas/eyaculado | 0.714 | 1.295 | 0.825 | 0.922 | 0.975 | 1.213 | 1.303 | 1.028 | 0.273 | 0.738 |

*$p$ = < 0.05

**Cuadro 3.** Calidad seminal en toretes Holstein durante un periodo de 8 semanas con respecto a los distintos tratamientos

| | Tratamiento: UI eCG | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 500 | 1000 | E.E. | p. value |
| Variable | | | | | |
| Motilidad masal | $2.4^{b}$ | $3.3^{a}$ | $3.2^{a}$ | 0.194 | 0.003 |
| Motilidad progresiva | $38.2^{b}$ | $54.5^{a}$ | $50.2^{a}$ | 3.3 | 0.002 |
| Concentración | $394.5^{b}$ | $617.3^{a}$ | $512.0^{a}$ | 57.2 | 0.027 |
| Volumen | $5.0^{a}$ | $4.4^{b}$ | $4.5^{b}$ | 0.204 | 0.058* |
| Circunferencia escrotal | $35.5^{b}$ | $36.1^{a}$ | $36.5^{a}$ | 0.259 | 0.020 |

*$p$ = < 0.05

**Cuadro 4.** Variación semanal en la calidad seminal de toretes Holstein tratados con eCG

| | Semana | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Variable | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | E.E. | p. value |
| Motilidad masal | $0.535^{d}$ | $1.611^{c}$ | $2.68^{b}$ | $^{2.842b}$ | $3.669^{a}$ | $3.818^{a}$ | $4.22^{a}$ | $4.125^{a}$ | 0.333 | 0.0001* |
| Motilidad progresiva (%) | $11.20^{e}$ | $28.70^{d}$ | $42.80^{c}$ | $45.10^{c}$ | $54.86^{b}$ | $59.07^{b}$ | $67.10^{a}$ | $72.21^{a}$ | 5.611 | 0.0001* |
| Concentración $x10^{6}$ | $138.75^{d}$ | $461.98^{c}$ | $449.13^{c}$ | $481.59^{b}$ | $516.13^{b}$ | $553.70^{b}$ | $702.63^{a}$ | $759.31^{a}$ | 97.868 | 0.026* |
| Volumen (ml) | $6.195^{a}$ | $4.765^{b}$ | $4.301^{c}$ | $4.339^{c}$ | $4.109^{c}$ | $4.213^{c}$ | $4.758^{b}$ | $4.362^{c}$ | 0.35 | 0.002* |
| Circunferencia escrotal (cm) | $34.342^{c}$ | $34.648^{c}$ | $34.986^{c}$ | $36.049^{b}$ | $36.461^{a}$ | $36.641^{a}$ | $37.205^{a}$ | $37.918^{a}$ | 0.987 | 0.0001* |

*$p$ = < 0.05

## DISCUSIÓN

La importancia del presente estudio radica en que actualmente la eCG ha sido evaluada aun escasamente en especies como los caprinos y ovinos en donde se ha demostrado un efecto positivo sobre la reproducción del macho. Por lo tanto, se planteó el objetivo de evaluar la eCG en bovinos a 2 diferentes dosis en donde se obtuvieron resultados positivos sobre comportamiento sexual y calidad seminal en toros Holstein jóvenes, los cuales, con respecto al primer caso, la administración de eCG a una dosis de 1000 UI demostró un efecto significativo sobre el comportamiento sexual en los toretes Holstein, en donde el número de montas y montas con eyaculado incrementaron su actividad con el uso de este tratamiento. Debido al efecto que la eCG causa sobre la producción de FHS y LH se podría asumir que la aplicación de esta hormona influye sobre la producción de testosterona la cual se describe como la encargada de expresar libido y deseo sexual en el macho (Klein *et al*., 2014). Ya que según (Ungerfeld *et al*., 2014) describen que la administración de eCG a dosis elevadas en carneros utilizados para estimular a las hembras aumenta la capacidad reproductiva en las borregas, esto debido al efecto macho, el cual, en carneros está ligado al comportamiento sexual y la producción de testosterona.

Así mismo, se ha demostrado que el tratamiento con eCG tiene efectos positivos sobre el comportamiento de cortejo en carneros durante las temporadas reproductivas y no reproductivas (Ungerfeld *et al*., 2018). Sin embargo, esto contrasta con un estudio realizado por Alonso y Ceballos (2018) en donde mencionan que la concentración de testosterona antes y después de la administración de GnRH (hormona que posee un efecto similar a la eCG sobre FSH y LH) es similar en los bovinos de alta y baja líbido lo que indica que la concentración de testosterona no es un indicador de la líbido en toros. Con respecto a calidad seminal, en el presente estudio no se observó diferencia significativa entre los tratamientos para las variables que la determinan, no obstante, al comparar las dosis utilizadas contra el grupo control (0 UI eCG) se demuestra que éstos poseen un mayor volumen. Por otra parte, Beracochea *et al*. (2018) demostró que la administración de eCG de forma repetida la especie caprina mejoró la calidad seminal en semen fresco y congelado, en el cual, hubo un aumento en la variable motilidad progresiva. Debida a la escasez de información sobre el uso de esta hormona en machos bovinos, esta investigación marca la pauta para seguir realizando estudios sobre el uso de eCG en machos de la especie bovina y sobre todo en razas especializadas de carne, ya que en otras especies ha demostrado resultados positivos que son aplicables para mejorar la capacidad reproductiva del macho bovino.

## LITERATURA CITADA

Alonso, V. N. y A. Ceballos. 2018. Concentración de testosterona inducida con gnrh. Revista Científica FVC-LUZ. 235-241.

Beracochea, F., V. M. Noel, L. Acevedo, J. S. Moreno and R. Ungerfeld. 2018. Equine Chorionic Gonadotropin (eCG) improves bucks' semen quality during the nonbreeding season. Reproduction in Domestic Animals.

Bertrama, J. D., G. Fordyce, M. R. McGowan, G. A. Jayawardhana , L. A. Fitzpatrick, V. J. Doogan and R. G. Holroyd. 2002. Bull selection and use in northern Australia 3. Serving capacity tests. Animal Reproduction Science 51-56.

Bretzlaff, K. and J. Romano. 2001. Advanced reproductive techniques in goats. Veterinary Clinics: Food Animal Practice 17: 421.

Klein, B. G. 2014. Fisiología Veterinaria. Barcelona, España: EL SEVIER.

SAGARPA. (2018). *www.gob.mx*. Obtenido de https://www.gob.mx/sagarpa/prensa/la-ganaderia-nacional-es-pilar-fundamental-en-el-desarrollo-del-sector-agroalimentario-sagarpa Consultado: 6 de marzo de 2018.

Ungerfeld, R., N. Clemente and A. Orihuela. 2018. Treatments with eCG and courtship behaviour in rams during the breeding and the non-breeding seasons. Animal roduction science A-E.

Ungerfeld, R., N. Clementeb, L. Bonjoura and A. Orihue. 2014. Equine chorionic gonadotrophin administration to ramsimproves their effectiveness to stimulate anoestrous ewes(the "ram effect"). Animal Reproduction Science 194-198.

**RM17**

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DE LA ADICIÓN DE ZINC Y SELENIO ORGÁNICOS SOLOS Y EN COMBINACIÓN SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE BOVINOS EN EL TRÓPICO

# [EFFECT OF THE ADDITION OF ORGANIC ZINC AND SELENIUM ALONE AND IN COMBINATION ON THE PRODUCTIVE BEHAVIOR OF CATTLE IN THE TROPIC]

**Melissa González Salgado[1], Mauricio De los Santos Ramos[1], Ignacio Arturo Domínguez Vara[2], Ernesto Morales Almaráz[2], Alfonso Longinos Muñoz Benítez[3], Juan Carlos Ángeles Hernández[3], Jesús Armando Salinas Martínez[3], Oscar Enrique Del Razo Rodríguez[3], Rodolfo Vieyra-Alberto[3§]**

[1]Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. [2]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UAEMéx. [3]Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia del Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. [§]Autor para correspondencia:(rodolfo_vieyra@uaeh.edu.mx.).

## RESUMEN

La nutrición mineral en rumiantes tiene mayor relevancia cuando se han corregido los requerimientos de proteína y energía. El objetivo fue evaluar el comportamiento productivo de bovinos estabulados adicionando zinc y selenio orgánicos en su alimentación. Se utilizaron 12 animales: cuatro machos menores a seis meses, cuatro machos entre seis y doce meses y, cuatro novillas mayores a doce meses. Se utilizó un diseño de Cuadro Latino 4 x 4 para cada estrato (chicos, medianos y grandes) con periodos experimentales de 21 días. La alimentación, estuvo constituida por forraje de maíz y arvenses *ad libitum* y alimento balanceado, en una relación 50:50. La inclusión de los minerales y el alimento balanceado fue ajustada al inicio de cada periodo experimental de acuerdo al peso de los animales. Los tratamientos fueron: T1 = Forraje y alimento balanceado; T2 = similar al T1 + 33 ppm de Zn; T3 = similar a T1 + 0.3 ppm de Se; T4 = similar a T1 + 33 ppm de Zn y 0.30 ppm de Se. Los datos fueron analizados por separado con el PROC MIXED (SAS, 2002) con el modelo $Y_{ijkl} = \mu + Tx_i + P_j + A_k + \varepsilon_{ijkl}$, las medias se compararon con la prueba de Tukey. En los machos menores a 6 meses, la ganancia diaria de peso fue mayor ($p$ <0.05) en T2, T3 y T4 comparado con T1. La conversión alimenticia de T4 fue mejor ($p$ <0.05) comparada con T1. El comportamiento productivo de los machos mayores a seis meses y el de las novillas no se modificó ($p$ >0.05) con la adición de minerales orgánicos. Se concluye que, la adición de 33 ppm de zinc y de 0.30 ppm de selenio orgánicos en la alimentación de bovinos machos menores a seis meses producidos en el trópico seco mejora su desempeño productivo.

**Palabras clave:** Guerrero, minerales orgánicos, suplementación.

## ABSTRACT

Mineral nutrition in ruminant has greater relevance when protein and energy requirements have been corrected. The aim was to evaluated the productive behavior of growing cattle in stock by adding organic zinc and selenium in their feed. Twelve animals were used: four males under six months, four males between six and twelve months and four heifers older than 12 months, housed

in individual pens. A 4x4 Latin Square desing was used for each stratum with experimental periods of 21 days, 16 days of adaptation and five days of measurement. The feed, according to the production unit, consisted of maize fodder and weeds *ad libitum* and commercial concentrate in a ratio of 50:50. The inclusion of minerals and concentrate was adjusted at the beginning of each experimental period according to the weight of the animals. The treatments consisted: T1 = forage and concéntrate; T2 = similar to T1 plus 33 ppm of Zn; T3 = similar to T1 plus 0.3 ppm of Se; T4 = similar to T1 plus 33ppm of Zn and 0.3 ppm of Se. Data obtained from each stratum were analysed with a Latin Square design using PROC MIXED procedure (SAS, 2002) with the model $Y_{ijkl} = \mu + Tx_i + P_j + A_k + \varepsilon_{ijkl}$, means were compared using the Tukey test. In males under six months, daily weight gain was higher ($p$ <0.05) in T2, T3 y T4 compared with T1. The food conversión of T4 was better ($p$ <0.05) compared with T1. The productive behaviour of males older than six months and heifers was not affected ($p$ >0.05) with the addition of organic minerals. In conclusion, the daily addition of 33 ppm of zinc and 0.3 ppm of organic selenium in the feeding of male cattle less than six months produced in the dry tropics improves their productive performance.

**Index words:** Guerrero. organic minerals, supplementation.

## INTRODUCCIÓN

En nutrición animal, los minerales se han considerado como el tercer grupo limitante para mostrar el máximo potencial productico del ganado (McDowell y Arthington, 2005). Así, una vez que se cubren los requerimientos de proteína y energía, los minerales juegan un papel importante en la transformación de carne, leche, crías, piel, lana, etc., de las especies productivas (Suttle *et al*., 2010). Los minerales son requeridos para el buen funcionamiento de básicamente todos los procesos bioquímicos en el cuerpo, dado que alrededor del 50% de las enzimas requieren de al menos un elemento inorgánico (Waldron *et al*., 2009). El zinc está relacionado con la síntesis de proteínas, metabolismo de carbohidratos y ácidos nucleicos.Su deficiencia tiene efecto negativo sobre el crecimiento y el consumo de alimentos, trayendo como consecuencia bajo índice de eficiencia alimenticia (Underwood y Suttle, 1999; Suttle *et al*., 2010). El selenio está presente en todas las células del cuerpo, sus funciones están vinculadas con la preservación de la salud y mejora de la productividad, su deficiencia se refleja en la enfermedad del músculo blanco, retención placentaria e inmunosupresión (Suttle *et al*., 2010).

Las investigaciones realizadas en México sobre la adición de minerales en la dieta de bovinos de carne son limitadas y los ensayos se enfocan en mostrar la deficiencia que existe, sobre todo en bovinos de carne en pastoreo (Vieyra-Alberto *et al*., 2019). El rango normal de zinc es de 0.80 mg $L^{-1}$ y de selenio es 80 a 300 ng $mL^{-1}$ para bovinos de carne según (Puls *et al*., 1994). (Armienta *et al*., 1995), (Gámez *et al*., 2009), (Ramos *et al*., 2009), (Vieyra-Alberto *et al*., 2013), (Arteaga *et al*., 2014) y (Muñoz *et al*., 2016) han reportado niveles por debajo del rango normal de zinc en suero sanguíneo. La determinación de selenio se hace más difícil, pero (Armienta *et al*., 1995) reporta un contenido de 0.01 ng $mL^{-1}$, muy por debajo del rango normal en bovinos de carne. Por lo anterior, el objetivo del estudio fue evaluar el comportamiento productivo de bovinos en

crecimiento mantenidos en estabulación adicionando zinc y selenio orgánicos solos o en combinación en su alimentación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo y de laboratorio se llevó a cabo en el Centro de Estudios Profesionales del Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero, ubicado a 14.5 km de la carretera Iguala-Cocula del mismo estado. Geográficamente se ubica en una Latitud de 18° 15' 52" y a una Longitud de 99° 8' 52" del meridiano de Greenwich, con una altitud de 630 metros y una precipitación pluvial media anual de 797 mm, con temperatura media anual de 20.7 °C. La región se clasifica de acuerdo con el sistema de Köppen, modificado por (García *et al*., 1988), como $AW_0$ (w) (i) g, que corresponde al clima cálido subhúmedo con lluvias en verano y sin estación invernal definida.

Se utilizaron 12 bovinos encastados con Pardo Suizo, los cuales fueron clasificados en chicos, medianos y grandes como sigue: 4 machos menores a 6 meses de 132.9 ± 21.7 kg; 4 machos de 6 a 12 meses de 206.0 ± 17.3 kg; y, 4 novillas mayores de 12 meses de 323.8 ± 21.2 kg en tres Cuadros Latinos según su peso, con 21 días por periodo, 16 de adaptación y cinco de medición. Los tratamientos fueron: T1 = Forraje y alimento balanceado; T2 = similar al T1 + 33 ppm de Zn; T3 = similar a T1 + 0.3 ppm de Se; T4 = similar a T1 + 33 ppm de Zn y 0.30 ppm de Se. Los animales se mantuvieron en corrales individuales (8 $m^2$) equipados con bebederos y comederos. Antes de iniciar la prueba, los animales se desparasitaron con Ivermectina (IVERGOT®) al 1% en dosis de 200 µg por kg de peso vivo. La alimentación de los animales, de acuerdo con el sistema de producción, estuvo compuesta por forraje de maíz y arvenses (verde, seco y ensilado) *ad libitum* ofertado dos veces al día y alimento balanceado comercial, la oferta de este último se calculó al inicio de cada periodo experimental, de acuerdo con el peso vivo del animal y la capacidad de consumo al 3% del peso vivo. La inclusión de selenio y zinc orgánicos en el alimento balanceado se ajustó al inicio de cada periodo experimental de acuerdo con el peso de los animales. En los días de medición se registró diariamente el consumo de los alimentos por diferencia entre la oferta y el rechazo, en el día 21 de cada periodo se pesaron a todos los animales.

El análisis de laboratorio en los alimentos incluyó el contenido de materia seca y cenizas por desecación de la muestra a 105°C con estufa de aire forzado seguido de la incineración a 450°C por cuatro horas en la mufla, la proteína cruda se calculó de acuerdo al contenido de nitrógeno en la muestra por el método de Kjeldalh.

Los datos fueron analizados utilizando un diseño de Cuadro Latino 4x4 en cada estrato (chicos, medianos y grandes) en el (SAS, 2002) según el modelo $Y_{ijkl} = \mu + T_i + P_j + A_k + \varepsilon_{ijkl,}$ donde: $Y_{ijkl}$ = es la variable de respuesta, $\mu$ = es la media general, $T_i$ = es el efecto debido al i-ésimo tratamiento, $P_j$ = es el efecto debido al j-ésimo periodo, $A_k$ = es el efecto debido k-ésimo animal y $\varepsilon_{ijkl}$ = es el error residual. En las variables donde se observó efecto significativo *($p \leq 0.05$)* se utilizó la prueba de Tukey para la comparación de medias (Steel *et al.*, 1997).

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El forraje tuvo 81.2% de materia seca (MS), 90.5% de materia orgánica (MO) por kg de MS y solo 6.4% de Proteína Cruda (PC) por kg de MS. Los forrajes del trópico de por si tienen una limitada cantidad de PC comparado con los forrajes producidos en climas templados (McDowell y Arthington *et al*., 2005). El alimento balanceado comercial con y sin la adición de minerales orgánicos tuvieron contenidos de 92.4±0.05% de MS, 87.3±0.28% de MO por kg de MS y 13.6±0.26% de PC por kg de MS.

El Cuadro 1 muestra los parámetros productivos de becerros menores a seis meses de edad con la adición de minerales orgánicos en su alimentación. No se observó diferencia *(p >0.05)* entre tratamientos en el consumo de alimento balanceado, consumo de forraje, consumo total y el consumo de materia seca con relación a su peso vivo. Se esperaba una relación forraje con concentrado de 50:50, pero los animales consumieron una mayor cantidad de forraje lo que trajo como consecuencia una relación promedio de 62:38. El consumo voluntario en rumiantes depende, en gran medida, de la ingesta de energía y fibra. Como lo refiere (Mertens *et al*., 2002) el punto óptimo de fibra en la ración es alrededor del 15% de inclusión sobre la materia seca (MS). Tradicionalmente se ha utilizado un 3% del consumo de materia seca con relación a su peso vivo (Shimada *et al*., 2003); en nuestra investigación observamos un 3.7% en promedio, esto se pudo deber al mayor consumo de animales en crecimiento con relación a su peso. La ganancia diaria de peso (GDP) de los animales que se les adicionó minerales traza fue mayor *(p <0.05)* comparado con aquellos que no se complementó. Similarmente, la conversión alimenticia (CA) se vio mejorada *(p<0.05)* cuando se adicionaron estos minerales. Al adicionar zinc y selenio orgánicos en la dieta se asegura el consumo y la asimilación de estos minerales por el organismo animal que en ganado de carne se caracterizan por ser deficientes (Vieyra-Alberto *et al*., 2019).

**Cuadro 1.** Efecto de la adición de minerales orgánicos en la dieta de becerros menores a 6 meses sobre su productividad.

| Variable | T1 | T2 | T3 | T4 | EEM[2] | P< |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Consumo de alimento balanceado (kg MS) | 1.95 | 1.92 | 1.83 | 1.85 | 0.0302 | 0.0962 |
| Consumo de forraje (kg MS) | 2.96 | 3.27 | 3.06 | 3.26 | 0.0808 | 0.0909 |
| Consumo total (kg MS) | 4.92 | 5.19 | 4.89 | 5.11 | 0.0805 | 0.1000 |
| Consumo de MS con relación al peso vivo (%) | 3.69 | 3.84 | 3.71 | 3.86 | 0.0897 | 0.4853 |
| Ganancia diaria de peso (kg) | 0.48 [b] | 0.65 [a] | 0.68 [a] | 0.69 [a] | 0.0309 | 0.0091 |
| Conversión alimenticia | 10.43 [a] | 8.06 [ab] | 7.68 [ab] | 7.41[b] | 0.5838 | 0.0359 |

[ab] Valores promedio con literales diferentes en la misma columna son distintas ($p$ <0.05). [1]Tratamientos: T1 = Forraje y alimento balanceado; T2 = similar al T1 + 33 ppm de Zn; T3 = similar a T1 + 0.3 ppm de Se; T4 = similar a T1 + 33 ppm de Zn y 0.30 ppm de Se. [2]EEM = error estándar de la media.

El Cuadro 2 muestra los parámetros productivos que tuvieron los becerros mayores a seis pero menores a doce meses de edad. No existió diferencia *(p >0.05)* entre tratamientos en ninguna de las variables estudiadas. El alimento balanceado pudo contener los minerales necesarios para mantener un equilibrio eficiente de los elementos inorgánicos circulantes en el cuerpo del animal (Suttle, 2010). El consumo de MS sobre su PV fue similar a los becerros menores de seis meses.

**Cuadro 2.** Efecto de la adición de minerales orgánicos en la dieta de becerros de 6 a 12 meses sobre su productividad.

| | Tratamientos[1] | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| variable | T1 | T2 | T3 | T4 | EEM[2] | P< |
| Consumo de alimento balanceado (kg MS) | 2.99 | 2.98 | 3.01 | 2.94 | 0.0293 | 0.2992 |
| Consumo de forraje (kg MS) | 4.91 | 4.74 | 4.87 | 4.56 | 0.3019 | 0.8418 |
| Consumo total (kg MS) | 7.91 | 7.73 | 7.88 | 7.50 | 0.2910 | 0.7538 |
| Consumo de MS con relación al peso vivo (%) | 3.85 | 3.71 | 3.91 | 3.64 | 0.1286 | 0.4859 |
| Ganancia diaria de peso (kg) | 1.02 | 0.92 | 0.72 | 0.95 | 0.0198 | 0.0777 |
| Conversión alimenticia | 7.84 | 10.51 | 12.68 | 8.56 | 1.2162 | 0.1172 |

[1]Tratamientos: T1 = Forraje y alimento balanceado; T2 = similar al T1 + 33 ppm de Zn; T3 = similar a T1 + 0.3 ppm de Se; T4 = similar a T1 + 33 ppm de Zn y 0.30 ppm de Se. [2]EEM = error estándar de la media.

Beeson *et al*. (1977) realizaron una serie de siete ensayos con ganado de carne en crecimiento, con PV inicial de 217 a 340 kg, con una duración de 112 a 238 días, utilizaron óxido de zinc a distintos niveles desde 0 hasta 620 $mg^{-1}$ kg. Las dietas basales tenían 20 mg de zinc por kg. Las variables estudiadas fueron: ganancia de peso, consumo de MS, conversión alimenticia y contenidos de zinc en suero sanguíneo y pelo. Solo se observó mayor *($p < 0.05$)* ganancia de peso en un solo ensayo, cuando se adicionó 75 mg de zinc por kilogramo de PV, ésta respuesta estuvo acompañada por un ligero aumento del consumo de alimento y una mejora aparente de conversión alimenticia.

El Cuadro 3 muestra los parámetros reproductivos de novillas. El consumo de MS de acuerdo con su PV fue menor comparado con los becerros machos en crecimiento mostrados en el Cuadro 1 y 2. Los tratamientos 3 y 4 tuvieron una gran variabilidad sobre la GDP y la conversión alimenticia, esto afectó al análisis estadístico evitando mostrar diferencias entre los distintos tratamientos. No se registraron las fechas de celos de las novillas; sin embargo, se observaron comportamientos atípicos en algunos días de medición, lo cual pudo afectar los resultados.

**Cuadro 3.** Efecto de la adición de minerales en la dieta de novillas mayores a 12 meses sobre su productividad.

| | Tratamientos[1] | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| variable | T1 | T2 | T3 | T4 | EEM[2] | P< |
| Consumo de alimento balanceado (kg MS) | 4.83 | 4.81 | 4.83 | 4.86 | 0.0670 | 0.9340 |
| Consumo de forraje (kg MS) | 6.21 | 6.29 | 6.42 | 6.21 | 0.1395 | 0.7026 |
| Consumo total (kg MS) | 11.05 | 11.10 | 11.25 | 11.07 | 0.1575 | 0.8092 |
| Consumo de MS con relación al peso vivo (%) | 3.46 | 3.42 | 3.50 | 3.39 | 0.0306 | 0.1630 |
| Ganancia diaria de peso (kg) | 1.34 | 1.35 | 1.08 | 0.77 | 0.1080 | 0.2303 |
| Conversión alimenticia | 8.03 | 8.86 | 11.19 | 22.16 | 4.6287 | 0.4331 |

[1]Tratamientos: T1 = Forraje y alimento balanceado; T2 = similar al T1 + 33 ppm de Zn; T3 = similar a T1 + 0.3 ppm de Se; T4 = similar a T1 + 33 ppm de Zn y 0.30 ppm de Se. [2]EEM = error estándar de la media.

## CONCLUSIONES

La adición diaria de 33 ppm de zinc y de 0.30 ppm de selenio orgánicos en la alimentación de bovinos machos menores a seis meses producidos en el trópico seco mejora su desempeño

productivo. Sin embargo, tales efectos no se observaron en bovinos de entre seis y doce meses y en novillas mayores de doce meses.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la asistencia técnica y profesional de los Ingenieros Agrónomos Zootecnistas Frangy Martínez Jiménez y Víctor Martínez Pedroza. Esta investigación fue financiada por el Centro de Estudios Profesionales del Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero con el proyecto "Concentración e interrelación de minerales en alimentos y suero sanguíneo de rumiantes con la adición de bolos ruminales" de Rodolfo Vieyra Alberto.

## LITERATURA CITADA

Armienta, T. G. T. 1995. Perfil mineral del suelo, forraje y tejidos del ganado en agostaderos del estado de Nuevo León. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Arteaga, C. V. 2014. Estado nutricional del ganado y acumulación de forraje en una unidad de producción de becerros. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo.

Beeson, W. M., T. W. Perry and T. D. Zurcher. 1977. Effect of supplemental zinc on growth and on hair and blood serum levels of beef cattle. Journal Animal Science 45: 160-165.

Gámez, B. J. R. 2009. Diagnóstico del estado mineral de bovinos en San Juan del Rio, Choapam, Oaxaca. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. México.

García, E. 1988. Modificación del sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

McDowell, L. R. and J. D. Arthington. 2005. Minerales para ruminates en pastoreo en regiones tropicales. Universidad de Florida. IFAS. USA.

Mertens, D. R. 2002. Measuring fiber and its effectiveness in ruminant diets. USDA-ARS. USA.

Muñoz, G. J. C. 2016. Evaluación del sistema de producción de bovinos de doble propósito en Catazajá, Chiapas, México. Tesis de doctorado. Universidad Autónoma Chapingo.

Puls, R. 1994. Minerals levels in animal health. Diagnostic Data. Sherpa International. Clarbrook, Canada.

Ramos, M. P. 2009. Diagnóstico del estado mineral de bovinos para carne pastoreando en la región Huasteca Alta. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. México.

SAS. 2002. SAS/STATTM User´s Guide. Statistical Analysis System Institute, Inc. Cary, North Caroline, USA.

Shimada, M. A. 2003. Nutrición animal. Ed. Trillas. México, D. F.

Steel, R. G. D., J. H. Torrie and D. A. Dickey. 1997. Principles and procedures of statistics a biometrical approach. 3ª ed. McGraw-Hill Series in Prob. and Statistics. USA.

Suttle, N. F. 2010. Mineral nutitrion of livestock. 4 ed. CABI. UK.

Underwood, E. J. and N. F. Suttle. 1999. The mineral nutrition of livestock. 4th ed. CABI Publishing. London, England.

Vieyra-Alberto, R., I. A. Domínguez-Vara, M. Huerta-Bravo, E. Ramírez-Bribiesca, E. Morales-Almaráz, J. L. Borquez-Gastelum, D. Trujillo-Gutierrez, O. Del Razo-Rodríguez, J. Mondragon-Ancelmo y E. Sánchez-Torres. 2019. Nutrición mineral de bovinos productores de

carne en pastoreo en México. En: Temas Selectos en la Innovación de las Ciencias Agropecuarias. ALFA OMEGA. México.

Vieyra-Alberto, R., I. A. Domínguez-Vara, G. Olmos-Oropeza, J. F. Martínez-Montoya, J. L Borquez-Gastelum, J. Palacio-Nuñez, J. A. Lugo y E. Morales-Almaráz. 2013. Perfil e interrelación mineral en agua, forraje y Suero sanguíneo de bovinos durante dos épocas en la huasteca potosina. México. Agrociencia 47(2): 121-133.

Waldron, K. J., J. C. Rutherford, D. Ford and N. J. Robinson. 2009. Metalloproteins and metal sensing. Nature. 460: 823-860.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CONTENIDO DE ARSÉNICO, PLOMO Y LITIO EN LECHE Y QUESOS PRODUCIDOS EN ÁREAS IRRIGADAS CON AGUAS RESIDUALES

# [CONTENT OF ARSENIC, LEAD AND LITHIUM IN MILK AND CHEESES PRODUCED IN AREAS IRRIGATED WITH WASTEWATER]

**Jair Castro de Jesús[1§], María Esther Ortega Cerrilla[1], Numa Pompilio Castro González[2], Francisco Calderón Sánchez[3], Reyna Argelia Galicia González[1]**

[1]Colegio de Postgraduados, Campus Montecillos. [2]Facultad de Ingeniería Agrohidráulica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla,[3] Colegio de Postgraduados, Campus Puebla: [§]Autor para correspondencia: (castro.jair@colpos.mx).

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar el contenido de plomo (Pb), arsénico (As) y litio (Li) en leche de vacas alimentadas con forrajes irrigados con aguas residuales, así como durante el proceso de producción de quesos (cuajada, suero, quesos tipo Oaxaca y ranchero) en la región de la sub cuenca de Alto Balsas, estado de Puebla, México. La determinación se hizo mediante espectroscopia de emisión óptica de plasma acoplada inductivamente (ICP - OES Varian 730). No Hubo diferencias significativas entre localidades ($p > 0.05$). La leche muestra valores de As (0.12 mg $kg^{-1}$), Pb (0.03 mg $Kg^{-1}$) y Li (0.21 mg $Kg^{-1}$). El Pb se encontró por encima del límite establecido por el Codex. El Pb y As están por debajo de la norma mexicana. Se mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) durante el proceso de producción de quesos. Para As se encontraron valores en mg $kg^{-1}$ de (0.07, 0.58, 0.17, 0.16), para Pb (0.016, 0.074, 0.054, 0.10) Y para Li (0.206, 0.298, 0.311, 0.645) en cuajo, suero, queso Oaxaca y queso ranchero respectivamente. Se concluye que el contenido existente de As y Pb en la leche y los quesos analizados de ocho localidades del estado de Puebla, está por debajo de la norma oficial mexicana, pero está por encima de las normas internacionales. Lo que sugiere la modificación de las normas mexicanas. Respecto al Li, no se encuentra considerado dentro de las normas nacionales e internacionales. Es necesario seguir monitoreando las diferentes zonas de acopio de leche, para examinar el aumento o la disminución del contenido de metales en leche, de acuerdo a la temporada del año.

**Palabras clave:** Contaminación, leche, metales pesados, queso Oaxaca, queso ranchero.

## ABSTRACT

The objective of this study was to determine the amount of lead (Pb), arsenic (As) and lithium (Li) in milk from cows fed with fodder irrigated with wastewater, as well as during the cheese production process (curd, whey, Oaxaca and ranchero type cheeses) in the region of Alto Balsas, Puebla, Mexico. The determination of these heavy metals was made by optical emission spectroscopy of inductively coupled plasma (ICP - OES Varian 730). There were no significant differences between the different places sampled ($p > 0.05$). Milk values were for As (0.12 mg kg-1), Pb (0.03 mg kg-1) and Li (0.21 mg kg-1). Pb content was above the limit established by the

Codex. However, Pb and As were below the Mexican Norm. Significant differences ($p < 0.05$) were found during the cheese production process. For As, values were found in mg Kg-1 of (0.07, 0.58, 0.17, 0.16), for Pb (0.016, 0.074, 0.054, 0.10) and for Li (0.206, 0.298, 0.311, 0.645) in rennet, whey, cheese Oaxaca and ranchero cheese respectively. It is concluded that the existing content of As and Pb in milk and the products analyzed from eight locations in the state of Puebla, is below the official Mexican standard, but is above international standards. Which suggests the modification of Mexican standards. Regarding Li, it is not considered within national and international standards. It is necessary to continue monitoring the different areas of milk coupling, to increase the amount of metals in the milk, according to the season of the year.

**Index words:** Heavy metals, milk, Oaxaca cheese, pollution, ranchero cheese.

## INTRODUCCIÓN

La presencia de contaminantes en la leche y sus subproductos tiene un origen antropogénico, debido al desarrollo tecnológico y diversas actividades industriales que han causado un aumento significativo de la contaminación ambiental (Licata *et al*., 2004). En particular, la contaminación del agua es relevante, porque la producción agrícola hace uso sistemático de aguas residuales. Esta es ya una práctica común porque representa una ventaja económica (Sridhara *et al*., 2008), principalmente para la producción de forrajes; sin embargo, se debe tomar en cuenta que estas aguas residuales pueden acumulan metales pesados y tienden a permanecer en ésta aun y cuando hayan sido tratadas, siendo retenidos en suelo y plantas, llegando a ser tóxicos (Singh *et al.*, 2010) y repercuten en la cadena alimenticia, vía consumo de plantas por los animales y estos a su vez por el hombre. Los metales pesados que aparecen en leche son el resultado de alimentar a las vacas con forrajes o granos provenientes de suelos irrigados con aguas residuales. Por otra parte, se sabe que personas que consumieron leche de vacas alimentadas con pasturas de una región donde irrigaban con aguas residuales presentaron altos niveles de Pb, Zn, Cr y Ni en la sangre (Sridhara *et al.*, 2008). Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue determinar el contenido de As, Pb y Li en leche de vacas alimentadas con forrajes irrigados con aguas residuales y en quesos producidos a partir de dicha leche en el estado de Puebla.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La región muestreada (Figura 1), forma parte de la sub cuenca hidrológica de Alto Balsas y se ubica en el estado de Puebla, México. La sub cuenca pertenece a la región hidrológica número 18, donde el río Atoyac es colector natural de aguas residuales de origen industrial y urbano, que se utilizan en determinadas épocas del año para producir forraje para ganado. La leche muestreada proviene de ocho localidades y sus alrededores ubicadas en el centro este del estado de Puebla, donde los forrajes utilizados para la alimentación de las vacas son irrigados con aguas residuales provenientes de diferentes industrias, instaladas en el parque industrial Quetzalcóatl, el parque industrial textil y la planta petroquímica. Se producen cerca de 45 t $dia^{-1}$ de leche fresca, la cual es consumida en forma de leche fluida y transformada en queso, principalmente el tipo Oaxaca y ranchero, los cuales son distribuidos hacia la capital del estado y a la CDMX.

Se recolectaron 96 muestras de leche, cuajada y suero. Así como 12 muestras de queso tipo Oaxaca e igual número del queso tipo ranchero, para ello se utilizaron tubos Falcón de 50 ml cada uno, previamente lavados con ácido nítrico al 10% v / v (HNO3) y enjuagados tres veces para eliminar los residuos ácidos, transportándolos en neveras al laboratorio, donde fueron congelados a - 80 ºC posteriormente fueron liofilizados en un equipo LABCONCO 4.5 L, Freezone. Se determinó la concentración de As, Pb y L por espectroscopia de emisión óptica de plasma acoplada inductivamente (ICP - OES Varian 730). Los estándares de calibración para cada metal se prepararon usando una solución estándar XVI multi-elemento para ICP, compuesta de 21 elementos en HNO3 Suprapure 6%, con una densidad de 1.032 g / cm³ y 20 ° C de Merck KGaA, Frankfurter Str. 250, 64293 Darmstadt, Alemania. Los niveles de precisión y exactitud se realizaron con cinco blancos con diez repeticiones.

Los datos obtenidos fueron analizados por medio de un modelo general lineal (GLM), Y para la comparación de medias, se utilizó la prueba de Tukey con el paquete de estadístico SAS (SAS, 2002).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido de As, Pb y Li en la leche no fue significativamente diferente entre las localidades ($p > 0.05$). En el caso de Pb (Figura 2), el valor (0.030) fue superior a los límites máximos permitidos establecidos por la Unión Europea y la FAO / OMS (Comisión del Codex Alimentarius, 2011), que indican un valor de 0,020 mg kg $^{-1}$. En el caso del arsénico (Figura 2), se encontró 0.12 mg kg$^{-1}$ valor muy cercano al máximo permisible de 0.15 mg kg $^{-1}$, por lo que debe tomarse con precaución ya que es un elemento altamente tóxico. Al comparar los valores de Pb y As encontrados en esta investigación con la Norma Oficial Mexicana (NOM-243-SSA1-2010), que considera permisible para Pb 0.1 mg kg $^{-1}$ y 0.2 mg kg $^{-1}$ para As, valores mayores que los detectados en este trabajo.

En Corea se reporta un contenido de Pb en leche de 1.48 µ kg $^{-1}$ (Kim *et al*., 2015), valor inferior al que se detectó en este trabajo. En México se han reportado valores para Pb en leche de 0.065 mg kg$^{-1}$ (6) y 0.046 mg kg$^{-1}$ (Castro *et al*., 2017), la cual fue producida en áreas de riego con aguas residuales domésticas e industriales, valores superiores a los encontrados en este estudio. Durante el proceso de elaboración de quesos se encontró (Figura 1), que el suero, fue el componente que mostro mayor contenido de As, teniendo un comportamiento decreciente; suero> queso Oaxaca> queso ranchero> leche>cuajo.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

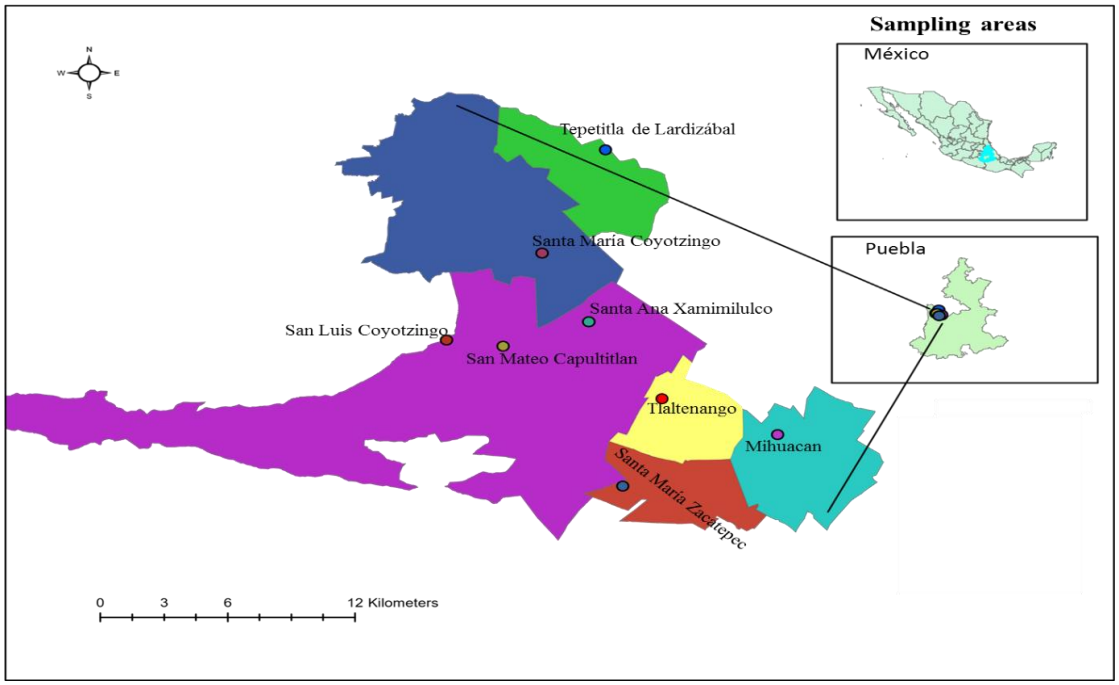



**Figura 1**. Ubicación de las ocho localidades muestreadas.

El As, tiene gran afinidad por los lípidos, y tiende a encontrarse en mayor contenido en el cuajo, aumentando el contenido significativamente en el proceso de fabricación del queso tipo Oaxaca. La fracción que tiene mayor contenido de Pb (Figura 2), es el queso ranchero y tiene un orden ascendente quedando de la siguiente manera; queso ranchero>suero>queso Oaxaca>leche>cuajo. Esto podría ser por que el suero está compuesto principalmente de caseína llegando a presentar de 25-89 % de proteína, siendo precursor del queso ranchero, lo que contribuye a incrementar el contenido de Pb, al incrementar el nivel de proteína incrementa el contenido de este metal, debido a la afinidad de este metal por las proteínas del suero.

En España (Moreno *et al.*, 2010), analizaron 50 variedades de quesos españoles y reportaron un valor promedio de 32.77±19.9 (µg $kg^{-1}$), inferior al valor obtenido en este estudio para las dos variedades de queso (ranchero y Oaxaca). Por otra parte, un estudio donde compararon las diferentes etapas del proceso de elaboración de queso tipo Kasar, evaluaron el contenido de Pb en leche, suero, cuajo y queso en fresco obteniendo 0.045, 0.64. 0.095, 0.21 mg $kg^{-1}$ para Pb en leche, cuajo, suero y queso respectivamente (Yüzbasi *et al.*, 2009). Además, existe diferencia en cuanto a los valores detectados de Pb en el suero, donde en el presente trabajo se obtuvo un contenido mayor que el del resto de las fracciones de la elaboración de los quesos, caso contrario con lo reportado por Yüzbasi *et al.* (2009), donde el suero es el elemento que tiene menor contenido de Pb.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

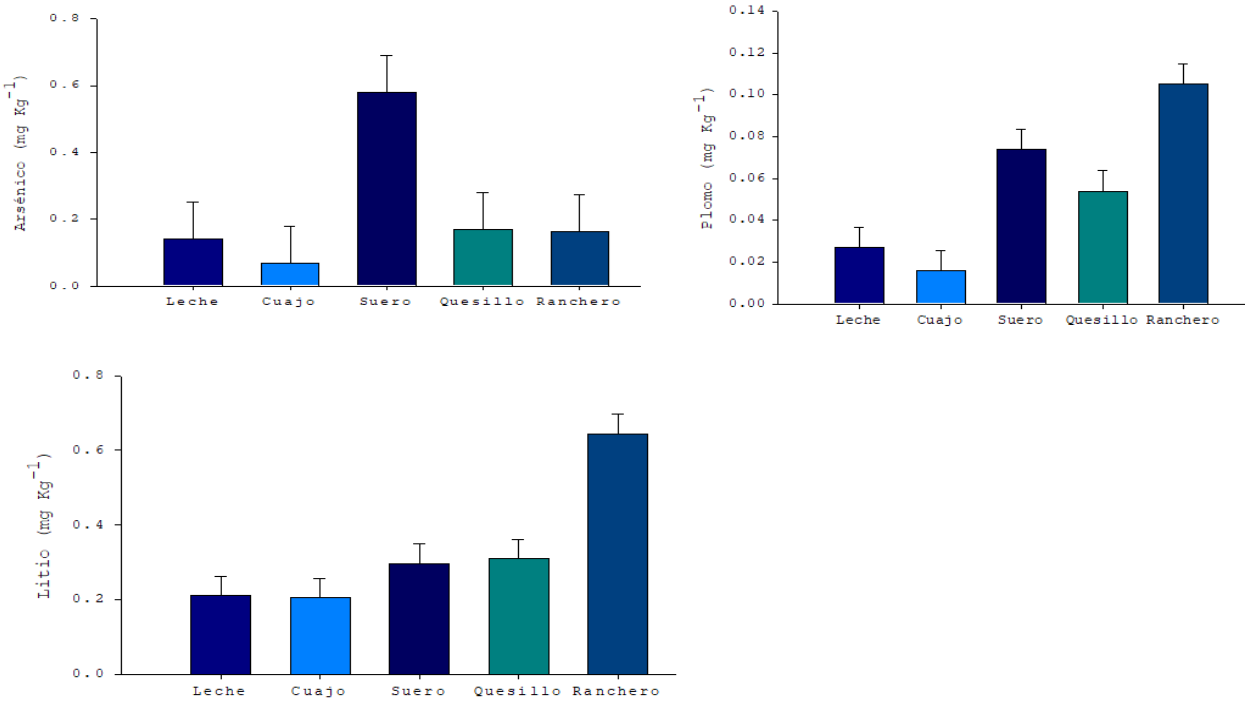



**Figura 2.** Contenido de arsénico (As, Plomo (Pb) y Litio (Li) mg $kg^{-1}$ en las etapas del proceso de elaboración de quesos (Oaxaca y ranchero). Los datos son medias y la línea vertical representa la diferencia mínima significa Tukey *(α* = 0.05*).*

El Li, presenta el contenido más alto es el queso ranchero, comportándose de la siguiente manera; queso ranchero > queso Oaxaca > suero > cuajada > leche>. Son escasos los estudios en lácteos sobre el contenido de Li. Este elemento probablemente tenga el mismo comportamiento que el Pb. Pues el componente que tiene mayor contenido de este metal es el queso ranchero, seguido del queso Oaxaca. Sin embargo, no se han encontrado trabajo alguno al respecto.

## CONCLUSIONES

El contenido existente de As y Pb en la leche y los quesos analizados de ocho localidades del estado de Puebla, está por debajo de la norma oficial mexicana. Sin embargo, dicho contenido está por encima de las normas del Codex. Lo que sugiere la modificación de las normas mexicanas ya que pueden representar peligro a la salud. El Li, no se encuentra considerado dentro de las normas nacionales e internacionales. Es necesario seguir monitoreando las diferentes zonas de acopio de leche, para examinar el aumento o la disminución del contenido de metales en leche, de acuerdo a la temporada del año.

## LITERATURA CITADA

Castro-González, N. P., R. Moreno-Rojas, F. Calderón, A. M. Ortega and M. J. Meneses. 2017. Assessment risk to children' s health due to consumption of cow' s milk in polluted areas in Puebla and Tlaxcala, Mexico. 32 (10): 1-8. doi:10.1080/19393210.2017.1316320

Kim, D. G., M. Kiim, J. Y. Shin and S. W. Son. 2015. Cadmium and lead in animal tissue (Muscle, liver and kidney), cow milk and dairy products in Korea. Food Addit Contam Part B. 9: 33-37. doi: 10.1080/19393210.2015.1114032

Licata, P., D. Trombetta, D. Calo, M. Cristani, F. Giofre, M. Martino and F. Naccari. 2004. Levels of "toxic" and "essential" metals in samples of bovine milk from various dairy farms in Calabria, Italy. Environ. Int. 30: 1-6. doi: 10.1016/S0160-4120(03)00139-9

Moreno-Rojas, R., M. Amaro-López, P. J., F. Cámara-Martos and Sánchez-Segarra. 2010. Heavy metal levels in Spanish cheeses: influence of manufacturing conditions. Food Addit. Contam. Part B 3: 90-100. doi:10.1080/19440049.2010.491838

Singh, A., R. Sharma, K. M. Agrawal and F. M. Marshall. 2010. Health risk assessment of heavy metals via dietary intake of foodstuffs from the wastewater irrigated site of a dry tropical area of India. Food Chem. Toxicol. 48 (2): 611-619. doi: 10.1016/j.fct.2009.11.041

Sridhara Chary, N., C. T. Kamala, R. D. Samuel Suman. 2008. Assessing risk of heavy metals from consuming food grown on sewage irrigated soils and food chain transfer. Ecotoxicol. Environ. Saf. 69: 513-524. doi:10.1016/j.ecoenv.2007.04.013.

Yüzbasi, N., E. Sezgin, Z. Yildirim and M. Yildirim. 2009. Changes in Pb, Cd, Fe, Cu and Zn levels during the production of kas¸ ar cheese. Journal of Food Quality 32: 73-83.doi: 10.1111/j.1745-4557.2007.00167.x.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CONTENIDO MINERAL EN ALIMENTOS Y SUERO SANGUÍNEO DE VACAS LECHERAS DE SISTEMAS DE PEQUEÑA ESCALA EN CELAYA, GUANAJUATO

# [MINERAL CONTENT IN FEEDSTUFF AND BLOOD SERUM OF SMALL-SCALE DAIRY SYSTEMS IN CELAYA, GUANAJUATO]

**Ignacio Arturo Domínguez-Vara[1§], Francisco Martínez-Figueroa[1], Ernesto Morales-Albmaradaz[1], Daniel Trujillo-Gutiérrez[1], Jose Luis Bórquez-Gastelum[1], Rodolfo Vieyra-Alberto [2], Jorge Lugo de la Fuente[3], Maximino Huerta-Bravo[4]**

[1]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia / Universidad Autónoma del Estado de México. [2]Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. [3]Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma del Estado de México. [4]Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. [§]Autor para correspondencia (igy92@hotmail.com).

## RESUMEN

El objetivo fue evaluar el estado mineral en los alimentos y suero sanguíneo de vacas lecheras estabuladas de cinco unidades de producción de lechería familiar en la zona sur de Celaya, estado de Guanajuato, México. Se analizaron los minerales Ca, P, Na, K, Mg, Cu, Fe y Zn en alfalfa, ensilado de maíz, veza, pasto nativo, heno de avena, ebo, concentrado comercial y brócoli, así como en suero sanguíneo de bovinos lecheros de la raza Holstein en las fases de producción y período seco durante el final de la época seca. La determinación de minerales en alimentos y suero se realizó por espectrofotometría de absorción atómica de flama y el P por colorimetría. Se usó un arreglo factorial 5x2 (unidades de producción x estado fisiológico) de tratamientos; las variables fueron las concentraciones de minerales en forraje, alimentos y suero sanguíneo de los bovinos. El análisis estadístico se realizó utilizando el procedimiento GLM (SAS, 2002). En los alimentos se detectó que el Ca y P fueron adecuados, el Mg fue adecuado en el concentrado, alfalfa y ensilado pero deficiente en los forrajes avena, pasto, ebo y brócoli. Mientras que, el Na fue adecuado en el concentrado, alfalfa y ensilado de maíz, pero deficiente en pasto, avena, ebo y brócoli. Además, el K fue adecuado en la alfalfa pero deficiente en el resto de los alimentos; la relación Ca:P sólo fue adecuada en la alfalfa. Sin embargo, no hubo diferencias en la concentración de macro y mico minerales en vacas con diferente etapa fisiológica. Se concluye que hay desequilibrios minerales en el forraje y suplementos alimenticios que pueden afectar el contenido mineral en el suero e influir en la salud, producción y reproducción de las vacas lecheras de la raza Holstein de la zona de estudio.

**Palabras clave**: Alimentos, bovinos, lecheros, minerales.

## ABSTRACT

The objective was to evaluate the mineral status in the food and blood serum of dairy cows stalled from five family dairy production units in the southern area of Celaya, Guanajuato state, Mexico. The minerals Ca, P, Na, K, Mg, Cu, Fe, and Zn were analyzed in alfalfa, corn silage, veza, native

grass, oats hay, ebo, commercial concentrate and broccoli, as well as in blood serum of dairy cattle of the Holstein breed in the production phases and dry period during the end of the dry season. The determination of minerals in food and serum was performed by flame atomic absorption spectrophotometry and P by colorimetry. A 5x2 factorial arrangement (units of production x physiological state) of treatments was used; the variables were the concentrations of minerals in forage, food, and blood serum of cattle. The statistical analysis was performed using the GLM procedure (SAS, 2002). In the food, it was detected that the Ca and P were adequate, the Mg was adequate in the concentrate, alfalfa, and silage but deficient in the forages oats, grass, ebo, and broccoli. While, the Na was adequate in the concentrate, alfalfa, and corn silage, but deficient in the grass, oats, ebo, and broccoli. Also, the K was adequate in the alfalfa but deficient in the rest of the foods; the Ca: P ratio was only adequate in alfalfa. However, there were no differences in the concentration of macro and micro minerals in cows with a different physiological stage. It is concluded that there are mineral imbalances in the forage and food supplements that can affect the mineral content in the serum and influence the health, production, and reproduction of dairy cows of the Holstein breed in the study area.

**Index words**: Cattle, dairy, foodstuff, minerals.

## INTRODUCCIÓN

El sistema de producción de leche de bovino en pequeña escala (SPLPE) demanda alimentos de alta calidad, con nutrimentos disponibles que cubran las necesidades elementales para una óptima salud, reproducción y producción de leche. En los SPLPE, la nutrición animal, y en particular la nutrición mineral, presenta retos y desafíos a los especialistas y productores. Biológicamente los minerales son esenciales a nivel celular debido a que participan en más de 300 rutas metabólicas (NRC, 2005). Los alimentos, agua y suelo aportan minerales para los rumiantes, sin embargo, su concentración y biodisponibilidad difiere entre zonas geográficas, condiciones climáticas, prácticas de manejo, tipo de alimento, entre otros, esto repercute en el rendimiento productivo (Underwood y Suttle, 1999).

La producción de leche de ganado bovino generalmente es afectada por deficiencias de proteína, energía y desequilibrios minerales, a causa de la rápida lignificación de los tejidos vegetales, y a la carencia y biodisponibilidad en el suelo de minerales para la nutrición de los forrajes (Whitehead, 2000). En la producción animal, los minerales son el tercer factor nutricional más limitante; además, es común que los alimentos y forrajes tengan desequilibrios minerales que afectan la salud de la vaca y producción de leche al no cubrir los requerimientos o causar excesos. El objetivo de este trabajo fue evaluar el estado mineral en los alimentos y suero sanguíneo de vacas lecheras estabuladas de cinco unidades de producción de lechería familiar localizadas en la zona sur del municipio de Celaya, estado de Guanajuato, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron los minerales Ca, P, Na, K, Mg, Cu, Fe y Zn en alfalfa, ensilado de maíz, veza, pasto nativo "kikuyo", heno de avena, ebo, concentrado comercial y brócoli, así como en suero sanguíneo de bovinos lecheros de la raza Holstein en las fases de producción y período seco, durante el final de la época seca (abril-mayo de 2014), de cinco unidades de producción (UP) de pequeña escala, localizadas en la zona sur del municipio de Celaya, Guanajuato, México. Localidades: 1) San Isidro del Tajo 1, 2) San Isidro del Tajo 2, 3) San José el Nuevo, 4) Ejido Rincón de Tamayo, y 5) Comunidad de Trojes. Cada muestra de forraje y alimento ($n$=3 por UP) se compuso de cinco muestras primarias; las muestras compuestas se secaron en estufa de aire forzado a 60ºC durante 48 h, se procesaron en molino marca Wiley modelo 4 (Thomas Scientific Swedes-Boro) con malla de 2 mm de diámetro y se almacenaron en frascos para su posterior análisis.

En cada UP se muestrearon 10 mL de sangre, por punción en la vena yugular, de 15 vacas, 10 en etapa de lactación y 5 secas gestantes; el suero obtenido por centrifugación se congeló hasta su posterior análisis. La determinación de minerales en los forrajes, alimentos y suero se realizó por espectrofotometría de absorción atómica de flama, y el P por colorimetría según la metodología descrita por (Fick *et al*., 1979). Se usó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial 5x2 (unidades de producción x estado fisiológico) de tratamientos; las variables de respuesta fueron las concentraciones de minerales en forraje, alimentos y suero sanguíneo de los bovinos. El análisis estadístico se realizó utilizando el procedimiento GLM con apoyo del programa estadístico SAS ver. 9.3. La comparación entre medias en las variables con diferencia significativa ($p < 0.05$) se hizo por la prueba de Tukey.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respecto a los macro minerales en alimentos (Cuadro 1), el Ca tuvo concentraciones normales, el P fue deficiente, excepto en el concentrado; el Mg fue adecuado en el concentrado, alfalfa y ensilado, pero deficiente en los forrajes avena, pasto, ebo y brócoli; el Na fue adecuado en el concentrado, alfalfa y ensilado de maíz, pero deficiente en pasto, avena, ebo y brócoli; el K fue adecuado en la alfalfa, pero deficiente en el resto de los alimentos; la relación Ca:P tuvo niveles normales en alfalfa. Morales *et al*. (2007) determinaron que ryegrass en la zona del valle de Toluca tuvo niveles adecuados de Ca en la época seca, pero en la de lluvias el contenido fue inferior a 0.45%, también observaron que el grano y rastrojo de maíz fueron deficientes en Ca; en cambio, el concentrado, la pollinaza y el ensilado de maíz tuvieron concentraciones de Ca superiores al requerimiento de vacas en SPLPE del valle de Toluca, México. Referente al P, el suplemento cubrió el requerimiento de las vacas lecheras en producción, el resto de los alimentos analizados fueron deficientes en P, por lo que se esperaría que la relación Ca:P no fuera adecuada en la dieta y tampoco en el suero sanguíneo de las vacas. Respecto a micro minerales, el Cu fue adecuado en el concentrado, pero deficiente en el resto; el Fe tuvo niveles muy altos y superiores al requerimiento de vacas en producción; el concentrado y brócoli cubren el requerimiento de Zn de vacas, pero el resto de alimentos mostraron nivel bajo de Zn.

Los análisis de Na indican que el concentrado, la alfalfa y el ensilado de maíz si cubren los requerimientos de las vacas lecheras (> 0.18 % MS), en contraste, la avena con pasto, ebo con pasto y el brócoli tuvieron concentraciones inferiores al requisito de las vacas. Las concentraciones de Na reportadas por Castro (2006) en forraje ryegrass del altiplano mexicano cubren los requerimientos de vacas en producción (13 kg leche/día) (NRC 2001). Otros autores reportan concentraciones de Na de 0.11% para la misma región (Morales *et al*., 2007; Domínguez-Vara y Huerta, 2008).

**Cuadro 1.** Concentración de macro (%) y micro minerales (ppm) en alimentos suministrados a vacas lecheras de cinco UP de la zona sur del municipio de Celaya, Guanajuato.

| | Alimentos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Mineral (%, ppm)[1] | Concentrado | Alfalfa | Ensilado de maíz | Avena y pasto | Ebo y pasto | Brócoli |
| Calcio | 0.459 | 0.345 | 0.494 | 0.217 | 0.147 | 1.270 |
| Fósforo | 0.339 | 0.142 | 0.094 | 0.144 | 0.107 | 0.228 |
| Ca:P | 1.353 | 2.429 | 5.255 | 1.506 | 1.373 | 5.570 |
| Magnesio | 0.493 | 0.226 | 0.535 | 0.114 | 0.099 | 0.225 |
| Sodio | 0.525 | 0.892 | 0.288 | 0.085 | 0.123 | 0.075 |
| Cobre | 10.61 | 3.71 | 2.92 | 2.73 | 5.41 | 1.97 |
| Hierro | 420.8 | 198.1 | 92.2 | 175.1 | 99.2 | 84.7 |
| Zinc | 80.89 | 19.58 | 13.37 | 26.33 | 15.29 | 37.28 |

[1]Requerimiento para vaca lechera Holstein (400 kg PV) con producción de 16 kg de leche por día (NRC, 2001): %BS Ca 0.51, P 0.33, Mg 0.20, Na, 0.18, K 0.90, Ca:P 2:1, ppm, Cu 10, Fe 50, Zn 40.

Hubo diferencias ($p < 0.05$) en las concentraciones de Ca, P, Mg, Na, K y relación Ca:P en el suero sanguíneo de las vacas entre UP (Cuadro 2). Los niveles de Ca en el suero no fueron deficientes en ninguna UP, incluso hubo exceso de Ca en dos UP, lo cual afecta la relación Ca:P en el suero. El P en suero no fue deficiente en ninguna UP, incluso hubo niveles altos de P en las vacas de las 5 UP, lo cual también puede afectar la relación Ca:P. El contenido de Mg en suero fue adecuado en las vacas de las cinco UP. El Na mostró deficiencias en tres UP ($p <0.05$) en las cuales estuvo en el límite marginal, pero apenas arriba del nivel crítico. El K fue marginal en 2 UP, apenas arriba del nivel crítico. Morales *et al.* (2007) encontraron que en suero de vacas lecheras del valle de Toluca el Ca fue alto, además, en la misma zona se encontró exceso de Ca en suelo, pastos nativos y suero de ovinos (Domínguez-Vara y Huerta, 2008).

Hubo diferencias ($p < 0.05$) en las concentraciones de Cu, Fe y Zn en el suero sanguíneo de las vacas entre las UP estudiadas (Cuadro 2). Los niveles de Cu en el suero fueron deficientes en las 5 UP; el contenido de Fe en el suero de vacas en las localidades estudiadas fue alto, esto puede interferir con el Cu y empeorar su deficiencia. El contenido de Zn fue deficiente en 3 UP.

No hubo diferencias ($p > 0.05$) en la concentración mineral entre etapas fisiológicas de las vacas; sin embargo, el Ca estuvo dentro del rango normal en ambos estados fisiológicos, el P estuvo en concentración alta, en ambas categorías de vacas y la relación Ca:P fue inferior a 2:1 en ambas etapas. En tanto que el Na y K estuvieron dentro del rango normal en ambos estados productivos.

El Cu mostró deficiencia severa en ambas categorías de vacas; el Fe tuvo niveles muy altos, y el Zn mostró valores normales en ambas etapas productivas. En vacas lecheras del valle de Toluca detectaron deficiencias de Cu en el suero, estas fueron menores al valor crítico y estuvieron asociadas a valores bajos de Cu en los forrajes con menos de 10 ppm de Cu, lo que predispone a carencias en el animal (Morales *et al*., 2007); Además, hubo efecto ($p < 0.05$) de la interacción UP con estado fisiológico en la concentración sérica de los macro minerales Ca, Mg, Na y K. Por lo tanto, es necesario el diseño de estrategias de complementación mineral en ganado bovino de los SPLPE, a fin de corregir los desbalances encontrados. Además, se requiere el análisis de los elementos minerales contenidos en el agua de bebida y suelo, para comprender su efecto e impacto en la lechería de esta región.

**Cuadro 2.** Contenido de macro (mg $dL^{-1}$) y micro minerales (µg $mL^{-1}$) y nivel crítico en suero sanguíneo de vacas lecheras en cinco UP de la zona sur del municipio de Celaya, Guanajuato.

| Mineral | Unidades de producción | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | JT[1] | LM[2] | M[3] | MM[4] | TM[5] | EEM[6] | P < | [7]Nivel crítico |
| Calcio | 16.12[a] | 9.21[b] | 14.34[a] | 9.67[b] | 9.61[b] | 0.9436 | 0.0001 | 8.0 |
| Fósforo | 13.09[a] | 10.34[b] | 11.29[ab] | 10.41[ab] | 9.17[b] | 0.6765 | 0.0023 | 4.0 |
| Ca:P | 1.26 | 1.07 | 1.29 | 0.99 | 1.13 | 0.1444 | 0.5607 | 1.1:1 |
| Magnesio | 1.76[b] | 2.84[a] | 2.40[ab] | 2.82[a] | 2.55[a] | 0.1861 | 0.0001 | 1.8 |
| Sodio | 438[a] | 306[b] | 443[a] | 309[b] | 333[b] | 21.025 | 0.0001 | 303 |
| Cobre | 0.77[a] | 0.47[b] | 0.62[ab] | 0.61[ab] | 0.41[b] | 0.0712 | 0.0067 | 0.8 |
| Hierro | 3.67 | 3.54 | 5.20 | 3.08 | 3.63 | 0.5347 | 0.0558 | 1.3 |
| Zinc | 1.38[a] | 0.78[b] | 1.49[a] | 0.76[b] | 0.52[b] | 0.1162 | 0.0001 | 0.8 |

[abc]Valores medios en la misma hilera con distinta literal, son diferentes ($p < 0.05$). Localidades: [1]San Isidro del Tajo 1, [2]San Isidro del Tajo 2, [3]San José el Nuevo, [4]Ejido Rincón de Tamayo, [5]Comunidad de Trojes. [6]Error estándar de la media, [7]Nivel crítico macro minerales (mg $dL^{-1}$), micro minerales (µg $mL^{-1}$) (NRC, 2001).

## CONCLUSIONES

Se concluye que hay desequilibrios minerales en el forraje y otros alimentos que pueden afectar el contenido mineral en el suero e influir en la salud, producción y reproducción de las vacas en ambos estados fisiológicos.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Autónoma del Estado de México y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, especialmente al Departamento de Nutrición y Producción Animal por su apoyo en la realización de esta investigación.

## LITERATURA CITADA

Castro, H. H. 2006. Digestilidad *in vitro* y contenido mineral del forraje Rye grass (*Lolium perenne*) en diferentes épocas del año. Tesis de Licenciatura, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México. México.

Domínguez-Vara, I. y B. M. Huerta. 2008. Concentración e interrelación mineral en suelo, forraje y suero de ovinos durante dos épocas en el valle de Toluca, México. Agrociencia. 42:173-183

Fick, K. A., J. R. H. Conrad, J. D. Funk, L. McDowell, P. H. Miles, S. R. Valdivia y N. Wilkinson. 1979. Métodos de análisis de minerales para tejidos de plantas y animales. USA: University of Florida.

Morales, A. E., O. O. Castelán, V. I. A. Domínguez, R. M. González, B. M. Huerta, E. G. Jaramillo y S. N. Pescador. 2007. Diagnóstico mineral en forraje y suero sanguíneo de bovinos lecheros en dos épocas en el valle central de México. Técnica Pecuaria México 45: 329-344.

Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 2001. 7a ed. Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition, Committee on Animal Nutrition, National Research Council. USA.

National Research Council. 2005. Mineral Tolerance of Animals. 2ª ed. National Academic Press, Washington, D. C. USA

Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 2001. 7ª ed. Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition, Committee on Animal Nutrition, National Research Council. USA.

Underwood, E. J. and N. F. Suttle. 1999. The mineral nutrition of livestock. 3ª ed. CABI Publishing, London, England.

Whitehead, C. D. 2000. Nutrient elements in grassland. Soil-Plant-Animal Relationships. CABI Publishing International. University Press, Cambridge. U.K.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO ACARICIDA DE HONGOS *Metarhizium anisopliae* NATIVOS DE SUELOS GANADEROS CONTRA *Rhipicephalus microplus*

# [ACARICIDAL EFFECT OF *Metarhizium anisopliae* NATIVE FROM CATTLE FARMS SOILS AGAINST *Rhipicephalus microplus* TICKS]

**Agustín Fernández-Salas[1§], Miguel Ángel Alonso-Díaz[1], Rogelio Alejandro Alonso-Morales[2]**

[1]Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical/Universidad Nacional Autónoma de México, [2]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. [§]Autor para correspondencia: (mvz_salasuv@hotmail.com).

## RESUMEN

Existe la necesidad de encontrar métodos alternativos de control de garrapatas en bovinos, ya que se han reportado poblaciones resistentes a todas las familias químicas usadas para su control. Los hongos entomopatógenos han sido sugeridos como un método promisorio para este fin. Los objetivos del presente estudio fueron: evaluar el efecto acaricida de 55 cepas de *M. anisopliae* aisladas UPB tropicales sobre la mortalidad, ovoposición y eclosión de huevos de garrapatas hembras ingurgitadas de dos poblaciones de *R. microplus*; una resistente y una susceptible a los acaricidas químicos y determinar las concentraciones letales para eliminar al 50% (CL50) y 99% (CL99) de las garrapatas utilizando aquellas cepas con alta eficacia acaricida. Se utilizó la técnica de inmersión de adultas para evaluar el efecto acaricida de las cepas de *M. anisopliae*. Basado en la mortalidad y en el efecto sobre oviposición y eclosión de huevos de *R. microplus*, nueve cepas de *M. anisopliae* fueron seleccionadas para determinar su CL50 y CL99. Las cepas MaV22, MaV26 y MaV55 mostraron una mortalidad del 100% sobre *R. microplus* al día 14. MaV05, MaV09 y MaV22 alcanzaron mortalidades superiores al 90% desde el día 12 post-tratamiento. MaV55 inhibió la postura de huevos de *R. microplus* en 54.86% y 55.86% en garrapatas resistentes y susceptibles, respectivamente. Nueve de 55 cepas (16.36%) demostraron un alto efecto acaricida contra esta garrapata y su reproducción. No hubo diferencias en la respuesta a los HE de las cepas de garrapatas resistentes y susceptibles a los químicos, demostrando que las cepas de *M. anisopliae* evaluadas en este estudio podrían ser una alternativa promisoria para controlar garrapatas resistentes en campo. La evaluación de las propiedades acaricidas de estas cepas bajo condiciones naturales en campo está en proceso.

**Palabras clave:** Bovinos, control biológico, entomopatógenos. garrapatas.

## INTRODUCCIÓN

*Rhipicephalus microplus* es una de las mayores amenazas para la industria ganadera en zonas tropicales y subtropicales La necesidad de métodos alternativos para controlar las poblaciones de garrapatas se ha incrementado debido a su elevada resistencia a los químicos y a que el uso excesivo de estos productos provoca daños ambientales (Fernández-Salas *et al.*, 2012a). El control biológico basado en hongos entomopatógenos (HE) es una de las opciones más promisorias para el control

de garrapatas (Polar *et al.,* 2005). *Metarhizium anisopliae* ha sido extensivamente reconocido como un regulador fundamental de insectos plaga, incluyendo garrapatas, en los ecosistemas donde coexisten naturalmente. Sin embargo, la eficiencia acaricida de los HE se ve comprometida por factores ambientales como la temperatura, humedad y rayos UV (Samish *et al.,* 2004), aunque algunas cepas de HE han sido mencionadas como tolerantes a estos factores y esto está influenciado directamente por su lugar de origen debido a su adaptabilidad evolutiva (Rangel *et al*. 2005). Los objetivos del presente estudio fueron: 1) evaluar el efecto acaricida de 55 cepas de *M. anisopliae* aisladas UPB tropicales sobre la mortalidad, ovoposición y eclosión de huevos de garrapatas hembras ingurgitadas de dos poblaciones de *R. microplus*; una resistente y una susceptible a los acaricidas químicos y 2) determinar las concentraciones letales para eliminar al 50% (CL50) y 99% (CL99) de las garrapatas utilizando aquellas cepas con alta eficacia acaricida.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT-FMVZ-UNAM) localizado en Martínez de la Torre. El clima es tropical húmedo con temperatura media anual de 23.4±0.5°C, precipitación pluvial de 1991 ± 392 mm y humedad relativa de 85%.

Fueron obtenidas 55 cepas de *M. anisopliae* de la colección micológica del CEIEGT-FMVZ-UNAM. Estas cepas fueron aisladas en suelos de UPB en Veracruz. Los hongos fueron crecidos en agar papa y dextrosa y los conidios fueron obtenidas por raspado. Las concentraciones de conidios se ajustaron a $1x10^8$ conidio/ml en Tween 80 y agua destilada. Cuatro becerros machos Holstein x Zebu (3/4) fueron infestados artificialmente con garrapatas *R. microplus*. Dos becerros fueron infestados con garrapatas susceptibles (Media Joya [cepa de referencia para Latinoamérica y evaluada por la Unidad de Artrópodos del CENID-PAVET-INIFAP, Jiutepec, Morelos]) y dos con garrapatas resistentes (CLAR [resistencia determinada por Fernández-Salas *et al*., 2012b]). Cada becerro fue infestado 5 veces. Las garrapatas ingurgitadas fueron colectadas, transportadas y utilizadas inmediatamente en los bioensayos de inmersión de adultas.

Se utilizó la técnica de inmersión de adultas descrita por Drummond *et al*. (1967) para evaluar el efecto acaricida de las cepas de *M. anisopliae*. Un grupo de 10 garrapatas fue tratado con $1 \times 10^8$ conidios/ml y 10 garrapatas fueron expuestas solo a agua destilada (grupo control) durante un minuto. Se realizaron tres réplicas por cada tratamiento. Las garrapatas fueron incubadas y examinadas cada dos días para detectar algún signo de infección fúngica durante 20 días. La masa de huevos de cada garrapata en todos los grupos fue colectada y pesada. Después, los huevos fueron depositados en viales de cristal e incubados para permitir la eclosión de los huevos. Basado en la mortalidad y en el efecto sobre oviposición y eclosión de huevos de *R. microplus*, nueve cepas de *M. anisopliae* fueron seleccionadas para determinar su CL50 y CL99.

El efecto del tratamiento sobre la mortalidad de adultas e inhibición de la eclosión de huevos se analizó mediante la prueba de Kruskal-Wallis. Se utilizó ANOVA de un factor para determinar las

diferencias de la susceptibilidad entre las poblaciones de garrapatas y el IER. El calculó de las CL50 y CL99 se obtuvo mediante análisis probit.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Veintiun cepas de HE mostraron ≥ 90%de mortalidad en contra de garrapatas resistentes y susceptibles a los 20 días o menos. Las cepas MaV22, MaV26 y MaV55 mostraron 100% de mortalidad en ambas cepas de garrapatas al día 14 (< 0.05). Las cepas MaV05, MaV09 y MaV22 causaron mortalidades superiores a 90% contra ambas cepas de garrapatas a partir del día 12 ($p$ < 0.05) Cuadro 1. El uso de HE nativos de la misma región donde son utilizados para el control de garrapatas, podrían mejorar los objetivos de control biológico *in vivo*. Los resultados son similares a lo reportado por Ojeda-Chi *et al*. (2010). Sin embargo, otros porcentajes menores de mortalidad se han reportado; Arguedas *et al*. (2008), mencionaron 52.33% de mortalidad en *R. microplus* al día 13 usando una cepa de *M. anisopliae*. Las diferencias en la virulencia y patogenicidad entre cepas de *M. anisopliae* podrían estar relacionadas al origen del aislamiento y/o factores inherentes al tipo u origen de las garrapatas. La virulencia de *M. anisopliae* varía dependiendo de su habilidad para penetrar la cutícula de los insectos.

MaV55 redujo la postura de huevos en 54.86% y 55.86% en garrapatas resistentes y susceptibles, respectivamente. La cepa MaV31 inhibió la postura de huevos en 35.71% y 40.54% en garrapatas resistentes y susceptibles, respectivamente. Siete cepas (MaV04, MaV05, MaV08, MaV25, MaV29, MaV35 y MaV57) redujeron la ovoposición entre 20.29% y 38.19% (Cuadro 2). Ninguna de las cepas de hongos mostró efecto significativo sobre la eclosión de huevos de *R. microplus*. La reducción de la masa de huevos obtenida con MaV55 es superior a la reportada por Camargo *et al*. (2012) quien menciona una reducción de huevos en 50.64% usando la cepa Ma959. La inhibición de la postura de huevos es uno de los puntos más importantes en los HE, ya que esto representaría una disminución de las garrapatas en los potreros. El propósito del control biológico no es exterminar a las garrapatas por sí mismo, sino reducir sus poblaciones a niveles inhábiles para causar pérdidas económicas.

No hubo diferencia en la mortalidad causada por los HE entre las cepas de garrapatas susceptibles y resistentes al día 20 ($p$ > 0.05). Esto es importante debido a que los mecanismos de resistencia utilizados por las garrapatas para evitar el efecto tóxico de los químicos, parecen no afectar los mecanismos de acción de las cepas de HE.

La cepa MaV35 mostró la mejor relación dosis-efecto en contra de las garrapatas *R. microplus*. Los valores mostrados de CL50 y CL99 para esta cepa fueron de $5x10^5$ y $1x10^8$, respectivamente. Las cepas MaV04 y MaV55 mostraron valores de CL50 de $3.3x10^6$ y $1.4x10^6$, respectivamente, y valores de CL99 de $3.5x10^8$ y $3.7x10^8$, respectivamente. Onofre (2001) reportó valores similares de CL50 utilizando la cepa E6S1 de *M. anisopliae* contra *R. microplus* y Zhioua (1997) menciona CL50 inferiores con las cepas CG-46 y Mada de *M. anisopliae*.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

**Cuadro 1.** Porcentaje de mortalidad de las cepas de *M. Anisopliae* sobre garrapatas resistentes y susceptibles de *R. microplus* a lo largo de 20 días post-tratamiento ($1x10^8$ conidios/ml) (solo se muestran las que presentaron mortalidades superiores al 50%).

| | Días post-tratamiento Mortalidad media% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 | | 6 | | 8 | | 10 | | 12 | | 14 | | 16 | | 18 | | 20 | |
| Cepas | R | S | R | S | R | S | R | S | R | S | R | S | R | S | R | S | R | S |
| Control | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.3 | 3.3 | 6.7 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| MaV01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.3 | 0 | 6.7 | 3.3 | 20 | 16 | 43 | 26 | 63 | 50 | 83 | 80 | 100 | 100 |
| MaV02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.3 | 0 | 16 | 6.7 | 26 | 16 | 43 | 40 | 53 | 56 | 73 | 70 | 100 | 96 |
| MaV03 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6.7 | 0 | 30 | 16 | 46 | 36 | 66 | 60 | 90.0 | 86 |
| MaV04 | 0 | 0 | 6.7 | 0 | 26 | 13 | 46 | 30 | 86 | 53 | 100 | 86 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| MaV05 | 0 | 0 | 33 | 16 | 70 | 46 | 73 | 63 | 93 | 90 | 100 | 96 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| MaV06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.3 | 0 | 10 | 6.7 | 70 | 26 | 83 | 43 | 90 | 66 | 96 | 86 | 100 | 96 |
| MaV07 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6.7 | 0 | 6.7 | 0 | 16 | 10 | 36 | 33 | 46 | 56 | 76 | 83 | 96.7 | 93 |
| MaV08 | 0 | 0 | 3.3 | 0 | 16 | 6.7 | 36 | 20 | 93 | 46 | 100 | 60 | 100 | 76 | 100 | 96 | 100 | 100 |
| MaV09 | 0 | 0 | 36 | 23 | 63 | 50 | 73 | 76 | 93 | 90 | 100 | 93 | 100 | 93 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| MaV10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6.7 | 0 | 23 | 13 | 66 | 46 | 83 | 66 | 96 | 90 | 100 | 96 | 100 | 100 |
| MaV11 | 0 | 0 | 16 | 3.3 | 43 | 23 | 66 | 70 | 80 | 80 | 100 | 96 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| MaV12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.3 | 10 | 6.7 | 23 | 53 | 50 | 70 | 66 | 83 | 80 | 96 | 100 | 100 | 100 |
| MaV13 | 0 | 0 | 16 | 13 | 40 | 26 | 80 | 66 | 86 | 80 | 86 | 90 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| MaV14 | 0 | 0 | 30 | 16 | 56 | 33 | 63 | 50 | 100 | 63 | 100 | 80 | 100 | 83 | 100 | 90 | 100 | 93 |
| MaV15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6.7 | 0 | 23 | 10 | 56 | 23 | 70 | 46 | 90 | 66 | 96 | 83 | 100 | 86 |
| MaV20 | 0 | 0 | 13 | 0 | 20 | 6.3 | 56 | 33 | 66 | 50 | 76 | 66 | 76 | 73 | 80 | 83 | 86.7 | 83 |
| MaV21 | 0 | 0 | 0 | 3.3 | 16 | 6.7 | 33 | 20 | 40 | 36 | 56 | 53 | 66 | 66 | 76 | 80 | 90 | 90 |
| MaV22 | 0 | 0 | 0 | 16 | 50 | 46 | 70 | 66 | 90 | 93 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| MaV23 | 0 | 0 | 0 | 10 | 33 | 26 | 56 | 40 | 100 | 76 | 100 | 86 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| MaV25 | 0 | 0 | 6.7 | 3.3 | 16 | 16 | 36 | 26 | 70 | 53 | 80 | 76 | 93 | 93 | 96 | 100 | 100 | 100 |
| MaV26 | 6.6 | 0 | 36 | 13 | 66 | 50 | 93 | 70 | 96 | 80 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| MaV27 | 0 | 0 | 13 | 6.7 | 43 | 23 | 50 | 53 | 53 | 66 | 70 | 73 | 70 | 76 | 70 | 76 | 76.7 | 80 |
| MaV28 | 0 | 0 | 6.7 | 0 | 16 | 6.7 | 33 | 16 | 46 | 30 | 50 | 33 | 60 | 46 | 63 | 50 | 73.3 | 53 |
| MaV29 | 0 | 0 | 6.7 | 0 | 23 | 13 | 43 | 50 | 46 | 63 | 53 | 63 | 70 | 70 | 76 | 80 | 83.3 | 80 |
| MaV30 | 0 | 0 | 13 | 6.7 | 40 | 26 | 66 | 46 | 80 | 66 | 86 | 83 | 86 | 90 | 86 | 90 | 90 | 93 |
| MaV31 | 0 | 0 | 30 | 23 | 53 | 43 | 53 | 56 | 63 | 66 | 66 | 70 | 66 | 73 | 73 | 73 | 76.7 | 83 |
| MaV32 | 16 | 0 | 26 | 13 | 50 | 23 | 66 | 43 | 76 | 63 | 86 | 73 | 90 | 83 | 90 | 83 | 90 | 86 |
| MaV35 | 0 | 3 | 20 | 13 | 36 | 23 | 60 | 50 | 86 | 63 | 90 | 76 | 100 | 83 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| MaV37 | 0 | 0 | 6.7 | 13 | 23 | 26 | 50 | 36 | 56 | 50 | 63 | 70 | 66 | 70 | 73 | 76 | 80 | 76 |
| MaV38 | 0 | 0 | 13 | 0 | 36 | 20 | 60 | 46 | 73 | 63 | 86 | 80 | 86 | 86 | 86 | 93 | 90 | 93 |
| MaV41 | 0 | 0 | 10 | 3.3 | 23 | 16 | 50 | 33 | 60 | 46 | 66 | 60 | 73 | 66 | 80 | 76 | 80 | 83 |
| MaV42 | 0 | 3 | 16 | 13 | 30 | 26 | 53 | 46 | 63 | 56 | 76 | 70 | 80 | 76 | 80 | 83 | 80 | 83 |
| MaV43 | 0 | 0 | 13 | 6.7 | 26 | 20 | 43 | 33 | 53 | 36 | 63 | 46 | 70 | 63 | 80 | 80 | 83.3 | 86 |
| MaV44 | 0 | 0 | 3.3 | 13 | 20 | 23 | 40 | 33 | 50 | 53 | 70 | 63 | 76 | 66 | 80 | 80 | 80 | 83 |
| MaV50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 16 | 10 | 20 | 36 | 30 | 43 | 43 | 60 | 56 | 76.7 | 70 |
| MaV55 | 0 | 0 | 10 | 10 | 26 | 36 | 50 | 53 | 86 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| MaV57 | 0 | 0 | 36 | 6.7 | 70 | 13 | 76 | 46 | 76 | 56 | 76 | 70 | 76 | 70 | 76 | 76 | 80 | 83 |

R=resistente; S=susceptible

**Cuadro 2.** Índice de eficiencia reproductiva (expresado en gramos) de hembras ingurgitadas de *R. microplus* tratadas con *M. anisopliae* ($1x10^8$ conidios/ml) (solo se muestran las que presentaron diferencia estadística con el grupo control).

| Cepas | Control | Resist | Diferencia | % Reducción | Suscep | Diferencia | % Reducción |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MaV02 | 0.65455a | 0.57957b | 0.075 | 11.46 | 0.57420b | 0.080 | 12.28 |
| MaV04 | 0.65455a | 0.51173b | 0.143 | 21.82 | 0.50001b | 0.154 | 23.61 |
| MaV05 | 0.57871a | 0.40521b | 0.173 | 29.98 | 0.42267b | 0.156 | 26.96 |
| MaV06 | 0.65455a | 0.60062b | 0.054 | 8.24 | 0.57873b | 0.076 | 11.58 |
| MaV07 | 0.79693a | 0.79420a | 0.003 | 0.34 | 0.73454b | 0.062 | 7.83 |
| MaV08 | 0.65455a | 0.47562b | 0.179 | 27.33 | 0.49812b | 0.156 | 23.90 |
| MaV09 | 0.57871a | 0.50851b | 0.070 | 12.13 | 0.52736ab | 0.051 | 8.87 |
| MaV10 | 0.65455a | 0.59013b | 0.064 | 9.84 | 0.60232b | 0.052 | 7.98 |
| MaV12 | 0.65455a | 0.57284b | 0.082 | 12.48 | 0.59354b | 0.061 | 9.32 |
| MaV13 | 0.47028a | 0.45814a | 0.012 | 2.58 | 0.40121b | 0.069 | 14.69 |
| MaV15 | 0.65455a | 0.58015b | 0.074 | 11.37 | 0.59056b | 0.064 | 9.78 |
| MaV22 | 0.57871a | 0.51293b | 0.066 | 11.37 | 0.54632a | 0.032 | 5.60 |
| MaV25 | 0.65455a | 0.50340b | 0.151 | 23.09 | 0.52172c | 0.133 | 20.29 |
| MaV26 | 0.57871a | 0.51602b | 0.063 | 10.83 | 0.50321b | 0.075 | 13.05 |
| MaV27 | 0.77176a | 0.69055a | 0.081 | 10.52 | 0.68165b | 0.090 | 11.68 |
| MaV29 | 0.41988a | 0.29666b | 0.123 | 29.35 | 0.30416b | 0.116 | 27.56 |
| MaV31 | 0.47027a | 0.30232b | 0.168 | 35.71 | 0.27961b | 0.191 | 40.54 |
| MaV35 | 0.47027a | 0.29069b | 0.180 | 38.19 | 0.31228b | 0.158 | 33.60 |
| MaV47 | 0.51194a | 0.46894ab | 0.043 | 8.40 | 0.42567b | 0.086 | 16.85 |
| MaV55 | 0.38160a | 0.17225b | 0.209 | 54.86 | 0.16913b | 0.212 | 55.68 |
| MaV56 | 0.38160a | 0.32825ab | 0.053 | 13.98 | 0.30455b | 0.077 | 20.19 |
| MaV57 | 0.77176a | 0.58140b | 0.190 | 24.67 | 0.60521b | 0.167 | 21.58 |
| MaV59 | 0.41205a | 0.35805ab | 0.054 | 13.11 | 0.32145b | 0.091 | 21.99 |

Resist=resistentes; Suscept=susceptibles. Para cada cepa de HE, diferente literal entre columnas indica diferencia estadística significativa.

## CONCLUSIONES

Se reporta por primera vez el efecto de cepas de HE aisladas directamente de suelos de potreros de UPB contra garrapatas adultas ingurgitadas de *R. microplus*. Nueve de 55 cepas (16.36%) demostraron un alto efecto acaricida contra esta garrapata y su reproducción. No hubo diferencias en la respuesta a los HE de las cepas de garrapatas resistentes y susceptibles a los químicos, demostrando que las cepas de *M. anisopliae* evaluadas en este estudio podrían ser una alternativa promisoria para controlar garrapatas resistentes en campo. La evaluación de las propiedades acaricidas de estas cepas bajo condiciones naturales en campo está en proceso.

## LITERATURA CITADA

Camargo, M., P. Gôlo, S. I. Angelo, M. Perinotto, W. A. Sá, F. A. Quinelato and S. E. P. Bittencourt. 2012. Effect of oil-based formulations of acaripathogenic fungi to control *Rhipicephalus microplus* ticks under laboratory conditions. Veterinary Parasitology 188: 140-147.

Drummond, R. O., S. E. Ernest and O. H. Graham. 1967. Evaluation of insecticides for the control of *B. annulatus* (Say) and *B. microplus* (Canestrini) (Acari: Ixodidae) on cattle. *In*: II International Congress on Acarology pp. 493-498.

Fernández-Salas, A., M. Alonso-Díaz, A. H. Basurto-Camberos and R. I. Rodríguez-Vivas. 2012a. Ivermectin resistance status and factors associated with *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae) populations from Veracruz, Mexico. Veterinary Parasitology 190: 210-215.

Fernández-Salas, A., M. A. Alonso-Díaz and R. I. Rodríguez-Vivas. 2012b. First report of a *Rhipicephalus microplus* tick population multi-resistant to acaricides and ivermectin in the Mexican tropics. Veterinary Parasitology 183: 338-342.

Ojeda-Chi, M. M., E. Galindo-Velasco, I. R. Lezama-Gutiérrez and R. Rodríguez-Vivas. 2010. Laboratory and field evaluation of *Metarhizium anisopliae* for the control of *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae) in the Mexican tropics. Veterinary Parasitology 170: 348-354.

Polar, P., T. K. Kairo, M., D. Moore, R. Pegram, D. Petrkin ans S. John. 2005. Assessment of fungal isolates for development of a myco-acaricide for cattle tick control. Vector-Borne and Zoonotic Diseases. 5: 276-284.

Rangel, D. E. N., J. Anderson, A., G. U. L. Braga and D. W. Roberts. 2005. Variability in conidial thermotolerance of *Metarhizium anisopliae* isolates from different geographic origins. Journal of Invertebrate Pathology 88: 116-125.

Samish, M., H. Ginsberg and I. Glazer. 2004. Biological control of ticks. Veterinary Parasitology. 129: 389-403.

Zhioua, E. 1997. Pathogenicity of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* to *Ixodes scapularis*. Journal of Parasitology 83: 815-818.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# IMPACTO DE LA ADICIÓN DE SUERO FERMENTADO EN LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DE QUESOS MADURADOS

# [IMPACT OF FERMENTED WHEY ADDITION IN CHARACTERISTICS PHYSICOCHEMICAL AND SENSORY OF RIPENED CHEESE]

**Saris Ulises Ramos-Gabriel[1§], Narciso Ysac Ávila-Serrano[1], Julieta Karina Cruz-Vázquez[1], José Guadalupe Gamboa-Alvarado[1], Emmanuel de Jesús Ramírez-Rivera[2]**

[1]Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, Oaxaca 71980, México. [2]Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Zongolica, Km. 4 Carretera S/N Tepetlitlanapa. 95005 Zongolica, Veracruz, México. [§]Autor para correspondencia: (saris@zicatela.umar.mx).

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto del suero de leche bovina en las características fisicoquímicas y sensoriales de un queso a 24, 25, 26, 27 y 28 meses de maduración. La variable fisicoquímica evaluada fue pH y de espectrofotometría: L*, b*, C*, h°; las técnicas sensoriales aplicadas fueron: Análisis Cuantitativo Descriptivo (QDA®) y preferencia de consumidor. El potencial de hidrógeno arrojado para quesos madurados fue de 5 a 5.3 pH. El color presentado en los tratamientos fue alto en luminosidad con tonalidades de color amarillo. El estudio sensorial evidenció que los quesos con menor tiempo de maduración se caracterizaron por los términos color blanco, olor vaca, olor leche acidificada, olor leche fermentada, aroma grasa, olor crema acidificada, mientras que los quesos con mayor tiempo de maduración presentador dominancia en atributos descriptivos como olor leche fermentada, olor vaca, olor leche acidificada, olor grasa y aroma grasa. El estudio hedónico de consumidores reveló que los quesos obtuvieron puntuaciones de "me gusta ligeramente", lo que indicó que existe un grado de afinidad por productos madurados por el consumidor local. Los resultados obtenidos demuestran el uso potencial del suero fermentado como alternativa para producir quesos con características fisicoquímicas y sensoriales únicas a través de la maduración.

**Palabras clave:** Análisis cuantitativo descriptivo, espectrofotometría, potencial de hidrogeno, preferencia del consumidor.

## ABSTRACT

The objective of the present investigation was to evaluate the effect of bovine whey in the physicochemical and sensory characteristics of a cheese at 24, 25, 26, 27 and 28 months of maturation. The physicochemical variable evaluated was pH and spectrophotometry: L *, b *, C *, h °; The applied sensory techniques were: Quantitative Descriptive Analysis (QDA®) and consumer preference. The hydrogen potential released for matured cheeses was from 5 to 5.3 pH. The color presented in the treatments was high in luminosity with yellow tones. The sensory study evidenced that the cheeses with the shortest ripening time were characterized by the terms white

color, cow smell, acidified milk smell, fermented milk odor, fat aroma, acidified cream smell, while the cheeses with longer maturation presented dominance in Descriptive attributes such as fermented milk smell, cow smell, acidified milk smell, oily odor and oily aroma. The hedonic study of local consumers revealed that the cheeses obtained "I like slightly" scores, which indicated that there is a degree of affinity for ripened products. The results obtained demonstrate the potential use of fermented whey as an alternative to produce cheeses with unique physicochemical and sensory characteristics through ripening.

**Index words:** Consumer preference, hydrogen potential, spectrophotometry, quantitative descriptive analysis.

## INTRODUCCIÓN

La leche es la materia prima para la transformación láctea, siendo el queso uno de los alimentos de mayor valor nutricional (Moreno-Rojas *et al.*, 2010). Los quesos artesanales son parte del patrimonio cultural otorgando identidad al lugar donde se elaboran (Villegas *et al.*, 2009). México, tan solo en el año 2016 produjo 751, 370 toneladas con un valor de 1, 495 millones de dólares (SIAP, 2017). El suero es un remanente de la producción quesera que más contamina e impacto negativo causa. El uso de cultivos en el lactosuero puede contribuir a producir y conservar quesos a un menor costo con características fisicoquímicas y sensoriales atractivas al consumidor (Leizaola, 2011). Sin embargo, para comprender el impacto del remanente lácteo sobre el queso es necesario conocer: 1) las variables fisicoquímicas pH, L*, b*, C*, h° y 2 ) la caracterización sensorial por técnicas como Análisis cuantitativo descriptivo (QDA®) y preferencia del consumidor. Actualmente no hay investigaciones fisicoquímicas y sensométricas en quesos madurados adicionados con lactosuero fermentado. El objetivo de esta investigación fue evaluar el impacto del suero fermentado en las características fisicoquímicas y sensoriales de los quesos madurados.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La elaboración, maduración, evaluación fisicoquímica y sensorial se realizó en el Laboratorio de Tecnología de Productos Pecuarios (LTPP) de la Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, Oaxaca, México.

El suero de leche fue obtenido de la preparación de un queso fresco pasteurizado, inoculado con *Lactococcus lactis* y *Lactococcus cremoris* (Alcatraz®, México). Posteriormente se dejó fermentar durante 4 días a 27 ± 2°C y una humedad relativa de 85 ± 5%. Después del tiempo de reposo, se filtró el suero usando un colador y se usó para la preparación del queso (Gamboa-Alvarado *et al*., 2012). La acidez de suero fermentado fue de 69 °Dornic. La materia prima fue obtenida del Campo Experimental de la Universidad del Mar, Campus Puerto. La leche fue pasteurizada (APIMAT mod. 304, México) a 63°C por 30 minutos. Después se añadieron 4 g de $CaCl_2$, 4 mL de cuajo comercial (fuerza de cuajado 1:10,000 o 110 IMCU $mL^{-1}$, Industrias Cuamex®, México) diluidos en 30 ml de agua por cada 20 L de leche. Posteriormente, se adicionaron 4 L de suero fermentado.

Ocurrida la coagulación, la cuajada fue cortada y calentada a 50 °C por 30 minutos. Pasado este tiempo, la cuajada se dreno utilizando trozos de manta cielo en los recipientes. La masa fue colocada en moldes de cloruro de polinivilo (PVC) presionada (2 kg de fuerza por 1 kg de queso) durante 24 horas. Consecutivamente los quesos fueron sumergidos en salmuera al 20% (Sal refinada la fina®, México) por 7 horas. Finalmente, los quesos se almacenaron en una cámara de fermentación a temperatura de 23 ± 2 ° C y humedad relativa de 65 ± 5%. Los tiempos de maduración a 24 (QT1), 25 (QT2), 26 (QT3), 27 (QT4) y 28 (QT5) meses fueron seleccionados en base a: 1) los productos pueden conservarse sin refrigeración debido a la inoculación de bacterias acido lácticas (BAL) presentes en el suero fermentado (Villegas, 2012), en base a lo anterior, presentan una mayor cantidad de atributos sensoriales perceptible hasta estos periodos (Romani *et al.,* 2002) y 2) los tiempos de maduración son similares a los presentados en el Parmigiano-Reggiano comercial (Sforza *et al.,* 2012).

El diseño experimental utilizado para el análisis fisicoquímico fue completamente aleatorizado, analizado por ANOVA y comparación de medias por Tukey ($p < 0.05$); mediante el programa estadístico SAS (SAS, 2003). El diseño usado para el estudio sensorial fue un experimental optimizado, teniendo como principal fuente de variación cinco tiempos de maduración implementados con el lenguaje de programación R versión 2.15.3 (Lê-Dien y Worch, 2015).

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

### Evaluación fisicoquímica

Las medias de los cuadrados mínimos (±EE) para las características de pH del queso adicionado con suero por efecto de tiempo de maduración son reportadas en el Cuadro I. El menor pH se encontró a los 24 meses ($p < 0.05$), el cual fue similar a 25 y 26 meses, y estos a su vez fueron similares a los 27 meses, presentándose el mayor ($p < 0.05$) valor de pH a los 28 meses, el cual fue similar a los 27 meses.

Los resultados obtenidos se encuentran dentro del parámetro de 5 a 6 pH, establecido en la NMX-F-092-1970; lo cual coincide con Chacón-Villalobos y Pineda-Castro (2009) quienes reportan valores de 5 a 5.5 pH para quesos sometidos a procesos térmicos ( > 37 °C), de igual manera coincide con lo reportado por Sánchez-Ponte (2003) con valores de 5.3 pH para quesos elaborados con bacterias lácteas atenuadas térmicamente (*Lactococcus sp., Streptococcus sp*.); los factores que explican la obtención de los resultados expuestos, son relacionados con calidad láctea quesera utilizada en procesos de pasteurización e inhibidores bacterianos puesto que niveles altos de lactosa y de glicólisis mantienen una presencia elevada de ácido láctico favoreciendo la maduración (Santos, 2007). El pH obtenido, se debió a la utilización de suero fermentado en un queso (Faría *et al*., 2002), adicionando bacterias ácido lácticas que incrementan su metabolismo acidificante hasta valores de 5.8 pH (Sánchez-Ponte, 2003; Gamboa-Alvarado *et al*., 2012; Ramírez-Rivera *et al*., 2017), obteniéndose valores ligeramente superiores a los reportados en esta investigación.

Las medias de los cuadrados mínimos (x̄±EE) para las características de color del queso adicionado con suero por efecto de tiempo de maduración son reportadas en la Cuadro I. La menor L* se presentó a los 24 meses ($p < 0.05$), el cual fue semejante a los 28 meses, siendo este último similar a los valores más altos de L* a 25, 26 y 28 meses. Las variables a*, b*, C* y h° demuestran que los quesos no presentaron diferencias ($p > 0.05$) por efecto de la maduración en los distintos tratamientos.

Lo anterior concuerdan a lo reportado por Chacón-Villalobos y Pineda-Castro (2009) donde indican que un periodo de maduración prolongado reduce la luminosidad (< 90 L*). Valores de luminosidad presentados en los tratamientos se asemejan a los obtenidos por Deegan *et al*. (2017). Sin embargo, otros autores como Saldo *et al*. (2002) y Álvarez *et al*. (2007) mencionan que los valores de luminosidad elevados, en relación a los presentes (68 a 72 L*) en esta investigación, son debido al poco contenido de humedad en quesos madurados (Sforza *et al*., 2012). Valores encontrados en a y b* son superiores a los reportados por Gamboa-Alvarado *et al*. (2012) en quesos madurados con adición de cultivos bacterianos o ácidos orgánicos encontrando resultados de 17.8 a 21.6, debiéndose esta determinación a la leche utilizada, rica en grasa y tocoferol (prevención de peroxidación de lípidos). Autores como Etchevers *et al*. (2010) y O´Callaghan *et al*. (2017) mencionan que dietas altas en forrajes, presencia de carotenoides y flavonoides en la leche para quesería incrementan los valores de b*.

Evaluar las determinaciones a* y b* permite obtener otros indicadores como C* y h° tal como describe Mathias-Rettig y Ah-Hen (2014) para los criterios de calidad medible. Sin embargo, de acuerdo a CIE (1976) los valores pueden variar de 0 hasta 360 h°, los resultados obtenidos se encuentran cercanos al ángulo de matiz amarillo (+b*) ubicado en los 90 h°; este valor es afectado por la oxidación de los ácidos grasos producida por el periodo de maduración en los distintos tratamientos (mayor a 24 meses), presentándose matices de tonalidad elevados (>80 h°) son valores descritos por Ramírez-Rivera *et al*. (2017) para la evaluación química de un queso elaborado con cultivos lácticos *Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris*.

**Cuadro I.** Efecto de tiempo de maduración en las características fisicoquímicas (media ±Error Estándar) del queso.

| Maduración | | 24 MESES | 25 MESES | 26 MESES | 27 MESES | 28 MESES |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Var | n | x̄ ±EE | x̄ ±EE | x̄ ±EE | x̄ ±EE | x̄ ±EE |
| pH | 32 | 5.07 ±0.04$^{c}$ | 5.14 ±0.03$^{bc}$ | 5.13 ±0.03$^{bc}$ | 5.22 ±0.04$^{ab}$ | 5.30 ±0.03$^{a}$ |
| L$^{*}$ | 32 | 68.43±1.14$^{b}$ | 72.19 ±0.93$^{a}$ | 72.99±.91$^{a}$ | 72.62 ±0.83$^{a}$ | 70.00 ±0.89$^{ab}$ |
| a$^{*}$ | 32 | 5.02 ±0.65$^{a}$ | 3.71 ±0.55$^{a}$ | 3.57 ±0.61$^{a}$ | 3.21 ±0.55$^{a}$ | 4.59 ±0.58 $^{a}$ |
| b$^{*}$ | 32 | 36.19 ±1.10$^{a}$ | 35.81 ±1.23$^{a}$ | 36.97±1.58$^{a}$ | 33.00 ±1.30$^{a}$ | 32.94 ±0.90$^{a}$ |
| C$^{*}$ | 32 | 36.69 ±1.13$^{a}$ | 36.12 ±1.24$^{a}$ | 37.28±1.60$^{a}$ | 33.29 ±1.31$^{a}$ | 33.42 ±0.89$^{a}$ |
| h$^{\circ}$ | 32 | 82.28 ±0.92$^{a}$ | 83.98 ±0.85$^{a}$ | 84.39±0.85$^{a}$ | 84.50 ±0.91$^{a}$ | 81.89 ±1.00$^{a}$ |

Var: Variable, pH: Potencial de hidrogeno, L$^{*}$: Luminosidad, a$^{*}$: Intensidad al color rojo, b$^{*}$: Intensidad al color amarillo, C$^{*}$: Saturación o pureza del color, h$^{\circ}$: Angulo o matiz de tonalidad, $^{a,b,c,d}$: Medias en misma hilera con diferente literal difieren estadísticamente ($p < 0.05$).

## Evaluación sensorial

En la Cuadro 2 se muestran los valores de probabilidad del modelo de ANOVA a tres factores con interacciones para la determinación del desempeño del panel QDA®. El factor queso indicó que el panel fue altamente discriminante ($p < 0.0001$) en todos los atributos evaluados.

**Cuadro 2.** Valores de probabilidad (p) del ANOVA a tres factores con interacciones para la determinación del desempeño del panel QDA®

| Atributo | Queso | Juez | Repetición | Queso x Juez | Queso x Repetición | Juez x Repetición |
|---|---|---|---|---|---|---|
| BLAN-C | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | 0.00 | <0.0001 |
| VACA-O | <0.0001 | <0.0001 | 0.52 | <0.0001 | 0.38 | 0.20 |
| GRAS-O | <0.0001 | <0.0001 | 0.06 | <0.0001 | 0.00 | 0.02 |
| CRAC-O | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | 0.00 | 0.26 |
| FERM-O | <0.0001 | <0.0001 | 0.82 | 0.03 | 0.30 | 0.41 |
| ACID-O | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | 0.00 | 0.08 |
| SALA | <0.0001 | <0.0001 | 0.69 | 0.02 | 0.28 | <0.0001 |
| ACID | <0.0001 | <0.0001 | 0.29 | 0.03 | 0.41 | 0.71 |
| AMAR | <0.0001 | <0.0001 | 0.04 | <0.0001 | 0.31 | 0.88 |
| GRAS-A | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | 0.00 | <0.0001 |
| ACID-RE | <0.0001 | <0.0001 | 0.30 | 0.04 | 0.11 | 0.40 |
| AMAR-RE | <0.0001 | <0.0001 | 0.05 | 0.11 | 0.70 | <0.0001 |

C: color, O: olor vía nasal, A: vía aroma retronasal, RE: Resabio, Diferencia significativa ($p < 0.0001$), BLAN-C: Color blanco, VACA-O: Olor vaca, GRASA-O: Olor grasa, CRAC-O: Olor crema acidificada, FERM-O: Olor leche fermentada, ACID-O: Olor leche acidificada, SALA: Sabor salado, ACID: Sabor acido, AMAR: Sabor amargo, GRAS-A: Aroma grasa, ACID-RE: Resabio acido, AMAR-RE: Resabio amargo.

Los resultados antes mostrados indican que el panel cumple con los criterios de discriminación y repetitividad considerados como fundamentales y de interés en el desempeño de un panel sensorial (Ramírez-Rivera *et al.* (2017).

## Análisis de queso mediante la técnica QDA®

La Figura 1 muestra que los quesos con 24 y 25 meses de maduración (QT1 y QT2, respectivamente) se percibieron con intensidades altas de VACA-O, ACID-O, FERM-O, GRAS-A y BLANC-C. Los quesos con 26 y 27 meses de maduración fueron caracterizados como con BLAN-C, VAC-O, CRAC-O y FERM-O. El queso a 28 meses mostró intensidades altas de FERM-O, VACA-O, ACID-O, GRAS-O y GRAS-A. Los resultados obtenidos muestran que los quesos madurados inoculados con *Lactobacillus* y *Lactococcus* coinciden con las observaciones reportadas por Deegan *et al*. (2013) y Ramírez-Rivera *et al*. (2017), donde exhiben atributos BLANC-C, ACID-O, GRAS-O, VACA-O y GRAS-A para quesos maduros. La dominancia de atributos como VAC-A, FERM-O y GRAS-O lo reporta O´Callaghan *et al*. (2017) para los quesos Cheddar, fundamentándose el efecto en la utilización de leche proveniente de vacas alimentadas con pasto. Los caracteres VAC-A y FERM-O se presentaron en todos los quesos debido al efecto del lactosuero implementado en la elaboración que repercute en la maduración, debido a que el

suero añade grasa butírica e hidratos de carbono (Leizaola 2011; Hernández-Rojas y Vélez-Ruíz 2014). También la adición de cultivos y una prolongada maduración incrementa la presencia de diversos atributos (Cuadro 2) en quesos (Galli *et al*., 2016).

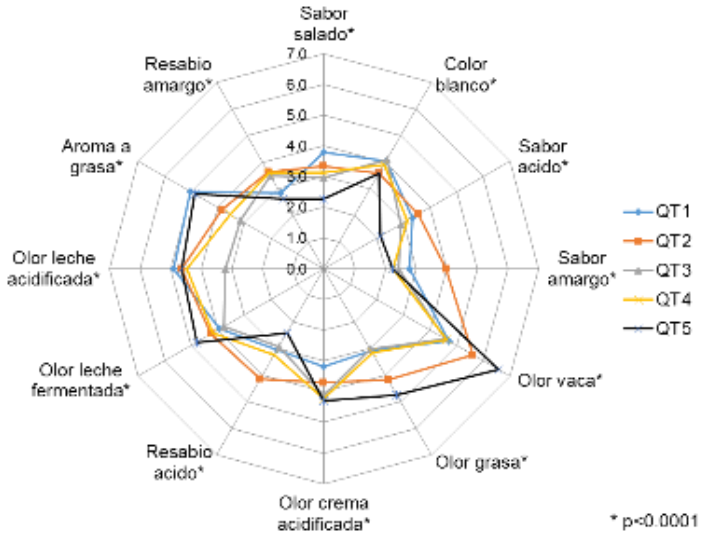



**Figura 1.** Perfil sensorial estático de quesos mediante la técnica QDA.

## Estudio de consumidores

Los resultados determinaron que no existen diferencias significativas ($p > 0.05$) en el resultado de preferencia de los consumidores. Por lo tanto, los quesos fueron categorizados (Figura 2) en la región de la escala hedónica como "me gusta ligeramente" (Cervantes *et al*., 2017).

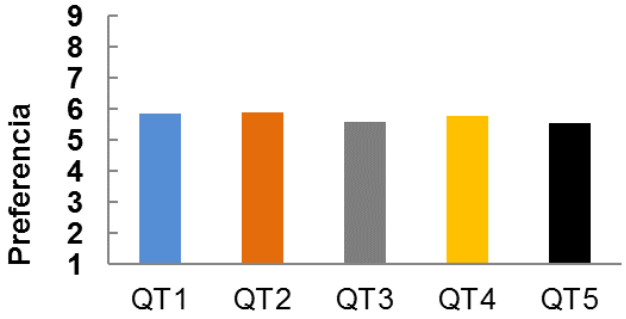



**Figura 2.** Resultado de preferencia de consumo en quesos madurados.

## CONCLUSIONES

Los resultados arrojados en esta investigación indicaron que los quesos madurados elaborados con suero fermentado permitieron la preservación del alimento hasta por 28 meses, caracterizando fisicoquímicamente al queso en pH ligeramente ácidos y con alta luminosidad en tonalidad de color

amarillo. La descripción sensorial delimitó que, a mayor tiempo de maduración, los atributos mayormente percibidos son: Olor leche fermentada, Olor vaca, Olor leche acidificada, Olor grasa y Aroma grasa. Los datos hedónicos indicaron que los consumidores preferían ligeramente los quesos con 24 a 27 meses de maduración. Se recomienda el uso de lactosuero fermentado como medio acidificante e inoculante en la elaboración de quesos, fortaleciendo sus características al ser madurado y reduciendo así el impacto negativo al ser desechado.

## LITERATURA CITADA

Álvarez, S., M. Fresno, V. Rodríguez y E. M. Ruiz. 2007. Correlación de textura y color instrumental con la composición química de quesos de cabra canarios. Archivos de Zootecnia 56: 663-666.

Cervantes, E. F., D. A. L. Patiño, D. A. Cesín y S. V. M. V. González. 2017. Innovando los estudios de mercado de los quesos artesanales. El valor simbólico del queso de poro. Estudios Sociales 27: 67-91.

Chacón-Villalobos, A. y M. L. Pineda-Castro. 2009. Características químicas, físicas y sensoriales de un queso de cabra adaptado del tipo "Crottin de Chavignol". Agronomía Mesoamericana 20: 297-309.

CIE (Commision Internationale pour l'Eclairage). 1976. Colorimétrie - Partie 4: Espace chromatique L*a*b*CIE 1976. Standard colorimetric systems international, Vienna, Austria.

Deegan, K. C., P. Alatossava, T., N. Heikintalo, H. McSweeney, T. Putkonen, J. Rekonen, L., T. Ritvanen and H. Tuorila. 2013. Effects of low-pressure homogenisation on the sensory and chemical properties of Emmental cheese. Innovative Food Science and Emerging Technologies 19: 104-114.

Etchevers, F., E. Zamboni, G. Della, Z. Gieco, A. L. Gervasoni, M. Gerard, G. Lopez, J. Butus y M. Cian. 2010. Calidad microbiológica de leche y quesos según el suministro de diferentes silajes. Ciencia, Docencia y Tecnología 22: 129-143.

Faría, F. J. F., A. Hernández y A. C. G. Urdaneta., 2002. Efecto de la tecnología quesera sobre la composición del suero lácteo. Multiciencias 2: 126-130.

Galli, B. D., S. Fillet, H. M., S. Moreira, P. P., E. Porto, M. J. G. Prado. 2016. Sensory quality of Camembert-type cheese: Relationship between starter cultures and ripening molds. International Journal of Food Microbiology 234: 71-75.

Gamboa-Alvarado, J. G., D. R. Almaraz y D. J. E. Ramírez-Rivera. 2012. Calidad fisicoquímica y sensorial de queso tipo Manchego durante la maduración. Revista Científica UDO Agrícola 12: 929-938.

Hernández-Rojas, M. y J. F. Vélez-Ruíz. 2014. Suero de leche y su aplicación en la elaboración de alimentos funcionales. Temas Selectos de Ingenieria de Alimentación 8: 13-22.

Lê-Dien, S. and T. Worch. 2015. Quantitative descriptive approaches. Analyzing sensory data with R, 1 st. In: Chambers M J, Hothorn T, Temple-Lang D, Wickham H, editors. Taylor & Francis Group, CRC: Press.

Leizaola, C. F. 2011. Suero y requesón, productos poco valorados por los pastores vascos. Zainak: Cuadernos de Antropología-Etnografía 34: 517-528.

Mathias-Rettig, K. y K. Ah-Hen. 2014. El color de los alimentos un criterio de calidad medible. Agro Sur 42: 39-48.

Moreno-Rojas, R., A. Amaro-López, M., F. Cámara-Martos and J. P. Sánchez-Segarra. 2010. Multivariate analysis techniques as tools for categorization of Southern Spanish cheeses: nutritional composition and mineral content. European Food Research and Technology 231: 841-851.

O´Callaghan, F. T., P. T. Beresford, P. Dillon, D. Hennessy, N. K. Kilcawley, N. D. Leeuwendaal, S. McAuliffe, T. Mannion, P. R. Ross, J. J. Sheehan, G. M. O´Sullivan and C. Stanton. 2017. Effect of pasture vesus indoor feeding systems on quality characteristics, nutritional composition, and sensory and volatile properties of full-fat Cheddar cheese. Journal of Dairy Science 100: 6053-6073.

Ramírez-Rivera, E. J., J. M. Juárez-Barrientos, J. Rodríguez-Miranda, P. Díaz-Rivera, L. G. Ramón-Canul, J. A. Herrera-Corredor, M. I. Hernández-Serrano and E. Herman-Lara. 2017. Typification of a goat fresh cheese of Mexico by path models. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences 41: 1605-1666.

Romani, S., G. M. R. Dalla, P. Sacchetti, G. Pinnavaia and G. Pittia. 2002. Physical, chemical, textural and sensorial changes of portioned Parmigiano Reggiano cheese packed under different conditions. Food Science and Technology International 8: 203-211.

Saldo, J., B. Guamis and E. Sendra. 2002. Colour changes during ripening of high pressure treated hard caprine cheese. High Pressure Research 22: 659-663.

Sánchez-Ponte, M. D. 2003. Maduración acelerada de queso con bacterias lácticas atenuadas térmicamente. Revista científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Zulia 13: 299-306.

Santos, M. A. 2007. Leche y sus derivados. 2a ed., Trillas, México.

SAS (Statistical Analysis Software). 2003. SAS User´s Guide (Release 9.0). Statistic SAS Inst. Inc., Cary. NC.

SECOM (Secretaria de Comercio y Fomento Industrial). 1970a. Calidad para quesos procesados. NMX-F-092-1970. Diario Oficial de la Federación, Mexico.

Sforza, S., V. Cavatorta, F. Lambertini, G. Galaverna, A. Dossena and R. Marchelli. 2012. Cheese peptidomics: a detailed study on the evolution of the oligopeptide fraction in Parmigiano-Reggiano cheese from curd to 24 months of aging. Journal of Dairy Science 95: 3514-3526.

SIAP (Secretaria de Información Agroalimentaria y Pesca). 2017. Boletín de Leche abril-junio de 2017. México: Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

Villegas, G. A. 2012. Tecnología quesera. 2a ed., Trillas, México.

Villegas, G. A., M. A. Santos y M. A. Hernández. 2009. Los quesos mexicanos genuinos: contribución a su rescate a través de la vinculación universidad-productores. Revista Claridades Agropecuarias.191:29-35.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# PRESENCIA DE AISLADOS DE *Staphylococcus aureus* FORMADORES DE *BIOFILM* EN LECHE CRUDA DE VACA

# [PRESENCE OF *Staphylococcus aureus* FORMING OF BIOFILM ISOLATED FROM COW RAW MILK]

**Jaqueline Julia Guzmán-Rodríguez[1,2], Estefanía Salinas-Pérez[2], Fabiola León-Galván[1,3], Mauricio Valencia-Posadas[1,4], Alma Arianna Lechuga-Arana[1,4], Diana Angélica Gutiérrez-Arenas[1,4], Oscar Alejandro Martínez Jaime[5], Abner Josué Gutiérrez-Chávez[1, 4§]**

[1]Posgrado en Biociencias, División de Ciencias de la Vida/ Universidad de Guanajuato Campus Irapuato-Salamanca. [2]P.E. Medicina Veterinaria y Zootecnia, División de Ciencias de la Vida, Universidad de Guanajuato Campus Irapuato-Salamanca. [3]Departamento de Alimentos, División de Ciencias de la vida, Universidad de Guanajuato Campus Irapuato-Salamanca. [4]Departamento de Veterinaria y Zootecnia, División de Ciencias de la Vida, Universidad de Guanajuato Campus Irapuato-Salamanca. [5]Departamento de Agronomía, División de Ciencias de la Vida, Universidad de Guanajuato Campus Irapuato-Salamanca. [§]Autor para correspondencia: (guca731023@hotmail.com; ajgutierrez@ugto.mx.).

## RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar la presencia de aislados de *Staphylococcus aureus* formadores de biofilm en leche cruda de vaca. Staphylococcus aureus es un microorganismo que produce Enfermedades de Transmisión por Alimentos (ETA) y representa un problema de salud pública al transmitirse al hombre a través del consumo de leche y productos lácteos contaminados. Se utilizaron 20 aislamientos de *S. aureus* multirresistentes procedentes de muestras de leche de vacas con mastitis subclínica. Para medir la capacidad formadora de biofilm se utilizó el protocolo de tinción cristal violeta, los datos se analizaron con un análisis de varianza (ANDEVA). El ensayo se realizó con 3 experimentos independientes con seis repeticiones. Los resultados mostraron que el 100% de los aislados tuvieron la capacidad de formación de biofilm en diferente grado, al comparar los resultados entre grupos, los *S. aureus* sensibles tuvieron un promedio de 35.6%, mientras que los aislados del grupo resistente mostró un promedio de 61.9%, siendo la diferencia estadísticamente significativamente ($p \geq 0.000$), por lo que se puede inferir que existe una correlación significativa entre la producción de biofilm y el grado de resistencia a los antibiótico

**Palabras clave:** Multirresistencia, *S. aureus*, virulencia.

## ABSTRACT

The aim of the study was to determine the presence of *Staphylococcus aureus* isolates biofilm-forming in raw cow's milk. *S. aureus* is a microorganism responsible to Food-Born Diseases (FBD) and represents a public health problem when is transmitted to humans through the consumption of contaminated milk and milk products. Twenty *S. aureus* multi-resistant isolates from cow' milk samples with subclinical mastitis were used. To measure the formability of biofilm, the crystal violet staining protocol was applied. The data were analyzed with an analysis of variance (ANOVA). The test was performed with three independent experiments with sextuplicate

replications. The results showed that 100% of the isolates had the capacity to form biofilm in different degree, when comparing the results between groups, the sensitive *S. aureus* had an average of 35.6%, while the isolates of the multi-resistant group showed an average of 61.9%, the difference being statistically significant ($p \geq 0.000$), so it can be inferred that there is a significant correlation between the production of biofilm and the degree of resistance to antibiotics.

**Index words:** Antimicrobial multi-resistance, *S. aureus*, virulence factor.

## INTRODUCCIÓN

*Staphylococcus aureus* es un microorganismo que produce Enfermedades de Transmisión por Alimentos (ETA) y representa un problema de salud pública al transmitirse al hombre a través del consumo de leche y productos lácteos contaminados, dado que *S. aureus* es frecuentemente responsable de la mastitis en las vacas lecheras. Actualmente existe un incremento importante en la aparición de cepas de *S. aureus* multi-resistentes, lo cual está relacionado con diversos factores de virulencia presentes en las cepas, uno de ellos es la formación de biofilm, la cual puede facilitar la supervivencia de la bacteria en el medio ambiente y huésped evitando el efecto de los fármacos.

Aunque esta bacteria se destruye fácilmente por altas temperaturas y por casi todos los agentes desinfectantes, la importancia de *S. aureus* radica en que es un microorganismo que representa un problema de salud pública al existir el riesgo de transmitirse al hombre a través del consumo de leche y productos lácteos contaminados.

Los mecanismos de patogenicidad de *S. aureus* en la ubre bovina no está del todo comprendido (Ikawaty *et al.*, 2010; McCarthy *et al*., 2015; Notcovich *et al.*, 2018). La baja o nula eficacia en el tratamiento de cuadros crónicos o recurrentes de mastitis causadas por *S. aureus* se puede deber a la presencia y expresión de diversos mecanismos de virulencia como: formación de biopelícula (Melchior *et al.*, 2006; Notcovich *et al.*, 2018) y la resistencia a antibióticos (Pitkala *et al.*, 2004; Sabour *et al.*, 2004), que le permiten al microorganismo estar protegido en contra de las terapias convencionales, así como de la respuesta de defensa del hospedero. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue determinar la capacidad de formación de biofilm en *S. aureus* aislados de casos subclínicos de mastitis bovina.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección de muestras. Como unidad de estudio se consideraron las glándulas mamarias de los animales seleccionados, mismos que debieron ser positivos al cultivo y aislamiento de *Staphylococcus* spp; y de haber registrado una cuenta de células somáticas superior a 3'000,000 cel/mL.

Pruebas de capacidad de formación de biopelículas "biofilms" de *S. aureus*. Para medir la capacidad formadora de biofilm de los aislados de *S. aureus* se utilizó el protocolo de tinción con cristal violeta, siguiendo la metodología descrita por Chen *et al.* (2016).

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

Análisis Estadísticos. Los datos se analizaron con un análisis de varianza (ANDEVA) con un diseño factorial completamente aleatorio el modelo incluirá dos factores: Grado de resistencia (media y alta), y aislado (10 de cada grado). En el ensayo se realizaron 3 experimentos independientes con seis repeticiones. La base de datos quedó integrada por un total de 360 observaciones. El modelo establecido fue: Y= [μ+Grado de resistencia + aislado + (Grado de resistencia) (aislado)+e]. Se evaluaron las interacciones de primer orden y se compararon las medias mediante el método de Tukey ($p < 0.05$). Los datos fueron analizados con el paquete estadístico Statgraphics Centurion versión 16.1.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Pruebas de capacidad de formación de "biofilms" de *S. aureus*.

De los aislados de *S. aureus* seleccionados para este estudio con base en su grado de susceptibilidad a antimicrobianos (sensible o resistente), se observó que el 100% de éstos tuvieron la capacidad de formar *biofilm* en diferente grado. Lo anterior, se puede apreciar en la Figura 1, donde en la sección "A" se observa a simple vista la presencia de un material mucoide con diferente grado de turbidez, los cuales después de teñirse se observaron con la misma variación en el grado de coloración violácea (sección B).

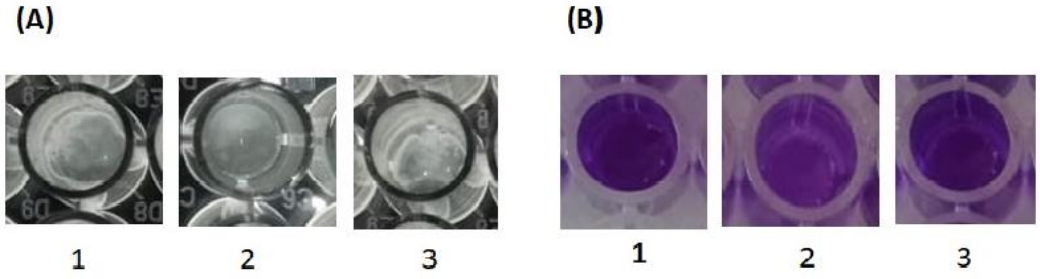
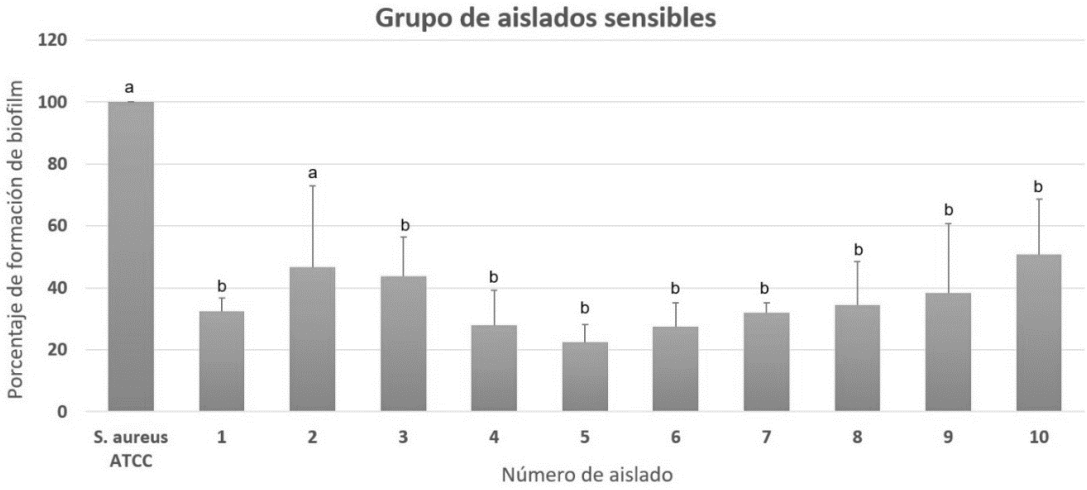



**Figura 1.** Formación de biofilm en los grupos de los asilados de *S. aureus* sensibles, resistentes y control positivo (cepa ATCC) en ensayos de laboratorio.

(A) Aislados sin tinción cristal violeta. (B) Aislados con tinción cristal violeta. La numeración representa: 1. Control positivo formador de biofilm cepa ATCC; 2. Grupo de aislados de *S. aureus* sensible; 3. Grupo de aislados de *S. aureus* resistente.

Por un lado, con relación al grupo de aislados de *S. aureus* sensibles, se pudo apreciar que la capacidad de formación de biofilm osciló de 22.5 a 50.8% con relación a la cepa de *S. aureus* (ATCC) con capacidad formadora de biofilm utilizada como control positivo (Figura 2). En la misma figura se puede observar que con excepción del aislado número dos, el resto de *S. aureus* mostraron una diferencia significativa en comparación al control positivo ($p < 0.000$).

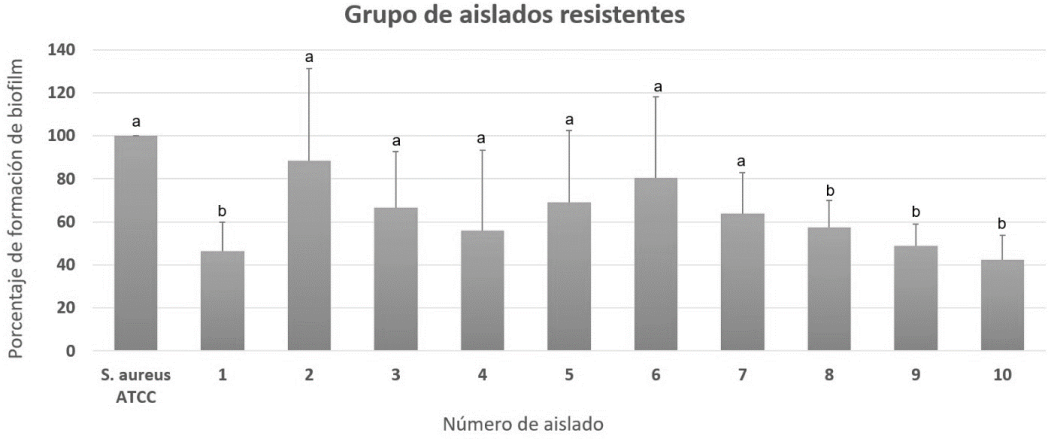
*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**




Literales diferentes representan diferencia significativa ($p < 0.05$).

**Figura 2.** Capacidad de formación de biofilm expresada en porcentaje de aislados de *S. aureus* sensibles a antimicrobianos convencionales.

Por el otro, los aislados de *S. aureus* resistentes a antimicrobianos convencionales presentaron una capacidad de formación de biofilm que osciló de 42.3 a 88.5% (Figura 3). En el caso de los aislados 2 al 7, no se observaron diferencias significativas ($p > 0.05$), lo que indica que los porcentajes de formación de biofilm fueron similares al valor de referencia de la cepa ATCC de *S. aureus* (100%). Para los aislados 1, 8, 9 y 10, éstos sí mostraron una diferencia significativa en comparación a la cepa control positivo ($p < 0.000$).




Literales diferentes representan diferencia significativa ($p < 0.05$).

**Figura 3.** Capacidad de formación de biofilm expresada en porcentaje de aislados de *S. aureus* resistentes a antimicrobianos convencionales.

Finalmente, al comparar los resultados de la capacidad de formación de biofilm entre los grupos de aislados, se observó que el promedio para el grupo de *S. aureus* sensibles el porcentaje promedio fue de 35.6%, mientras que los aislados del grupo de *S. aureus* resistentes mostró un promedio de 61.9%. La diferencia entre ambos grupos fue de 1.7 veces mayor capacidad en la formación de biofilm de los aislados resistentes, en comparación con los *S. aureus* sensibles ($p < 0.000$) (Figura 4).

Literales diferentes representan diferencia significativa ($p < 0.0000$).

**Figura 4.** Capacidad de formación de biofilm expresada en porcentaje promedio de aislados de *S. aureus* sensibles y resistentes.

Con base en los resultados obtenidos para determinar la capacidad de formación de biofilm en los aislados de *S. aureus* seleccionados en el presente estudio, se observó que todos ellos mostraron la capacidad de formar una biofilm. Sin embargo, es necesario mencionar que la comparación de resultados está fuertemente influenciada por múltiples y diversos factores que van desde las condiciones metodológicas para el desarrollo de los ensayos como la evaluación en estática o dinámica, método de medición o categorización de formación de biofilm, el tipo de material utilizado como poliestireno o vidrio lo que influye en la fuerza de adhesión, tiempo de incubación, superficie de crecimiento, cantidad de nutrientes (Stepanović *et al.*, 2001; Vanhommerig *et al*., 2014; Van Kerckhoven *et al*., 2016), hasta las características genotípicas y fenotípicas de los microorganismos en estudio (Mirani *et al*., 2013; Thiran *et al*., 2018).

Como se mencionó con anterioridad, en lo que respecta a la relación entre multirresistencia y formación de biofilm, existen varios escenarios que pueden explicar el contraste en resultados reportados a la fecha. Los resultados obtenidos en este trabajo mostraron una relación entre los aislados de mayor resistencia antibacteriana y una mayor formación de biofilm, esto evidencia que el biofilm es un factor indispensable para que la sensibilidad a antimicrobianos sea cada vez más baja; por lo que se puede inferir que la multirresistencia presentada por los aislados probados en este estudio, se debe a la formación de biofilm. Además de que existe la posibilidad de que se esté presentando un mecanismo combinado con la presencia de genes específicos que confieren resistencia a antibióticos. Sin embargo, se requiere de un estudio más detallado a nivel genético para comprobar esta hipótesis.

## CONCLUSIONES

En el presente trabajo se pudo demostrar que la capacidad de formación de biofilm por S. aureus de aislados de casos de mastitis subclínica bovina está relacionada directamente con el elevado grado de resistencia a los antimicrobianos, lo cual incrementa el riesgo de salud para el consumidor al tener contacto con productos no pasteurizados o procesados térmicamente.

## LITERATURA CITADA

Chen, Y., T. Liu, K. Wang, C. Hou, S. Cai, Y. Huang, Z. Du., H. Huang, J. Kong and Y. Chen. 2016. Balcalein inhibit *Staphylococcus aureus* biofilm formation and the Quorum Sensing System In Vitro. Plos One 11(4): 1-18.

Ikawaty, R., E. C. Brouwer, E. Van Duijkeren, D. Mevius, J. Verhoef and A. C. Fluit. 2010. Virulence Factors of Genotyped Bovine Mastitis *Staphylococcus aureus* Isolates in The Netherlands. International Journal of Dairy Science 5: 60-70.

McCarthy, H., J. K. Rudkin, N. S. Black, L. Gallagher and J. P. O'Gara. 2015. Methicillin resistance and the biofilm phenotype in *Staphylococcus aureus*. Frontiers Cellular Infection Microbiology. 28(5): 1-9.

Melchior, M. B., J. Fink-Gremmels and W. Gaastra. 2006. Comparative assessment of the antimicrobial susceptibility of *Staphylococcus aureus* isolates from bovine mastitis in biofilm versus planktonic culture. Journal of Veterinary Medicine B, Infectious Disease and Veterinary Public Health 53: 326-332.

Mirani, Z. A., M. Aziz, M. N. Khan, I. Lai and S. I. Khan. 2013. Biofilm formation and dispersal of *Staphylococcus aureus* under the influence of oxacillin. Microbial Pathogenesis 61-62: 66-72.

Notcovich, S., G. DeNicolo, S. H. Flint, N. B. Williamson, K. Gedye, A. Grinberg and N. Lopez-Villalobos. 2018. Biofilm-Forming Potential of *Staphylococcus aureus* Isolated from Bovine Mastitis in New Zealand. Veterinary Science 5(1): 1-8.

Pitkälä, A., M. Haveri, S. Pyörälä, V. Myllys and T. Honkanen-Buzalski. 2004. Bovine mastitis in Finland 2001--prevalence, distribution of bacteria, and antimicrobial resistance. Journal of Dairy Science 87(8): 2433-2441.

Sabour, P. M., J. J. Gill, D. Lepp, J. C. Pacan, R. Ahmed, R. Dingwell and K. Leslie. 2004. Molecular typing and distribution of *Staphylococcus aureus* isolates in eastern Canadian dairy herds. Journal of Clinical of Microbiology 42: 3449-3455.

Stepanović, S., D. Vuković, P. Ježek, M. Pavlović and M. Švabic-Vlahović. 2001. Influence of dynamic conditions on biofilm formation by Staphylococci. European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases 20(7): 502-504.

Thiran, E., P. A. Di Ciccio, H. U. Graber, E. Zanardi, A. Ianieri and J. Hummerjohann. 2017. Biofilm formation of *Staphylococcus aureus* dairy isolates representing different genotypes. Journal of Dairy Science 101(2): 1000-1012.

Van Kerckhoven, M., A. Hotterbeekx, E. Lanckacker, P. Moons, C. Lammens, M. Kerstens, M. Ieven, P. Delputte, P.G. Jorens, S. Malhotra-Kumar, H. Goossens, L. Maes and P. Cos. 2016. Characterizing the in vitro biofilm phenotype of *Staphylococcus epidermidis* isolates from central venous catheters. Journal of Microbiological Methods 127: 95-101.

Vanhommering, E., P. Moons, D. Pirici, C. Lammens, J. P. Hernalsteens, H. De Greve, S. Kumar-Singh, H. Goossens and S. Malhotra-Kumar. 2014. Comparison of biofilm formation between major clonal lineages of methicillin resistant *Staphylococcus aureus*. PLoS One 9(8): 1-8.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# DISPONIBILIDAD Y CARACTERÍSTICAS DE BEBEDEROS EN CORRALES DE ENGORDA DE BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE DEL ESTADO DE MÉXICO Y SU RELACIÓN CON EL BIENESTAR ANIMAL

# [AVAILABILITY AND CHARACTERISTICS OF DRINKING FOUNTAINS IN FEEDLOTS OF BOVINE PRODUCERS OF MEAT FROM THE STATE OF MÉXICO AND ITS RELATIONSHIP WITH ANIMAL WELFARE]

**U. Rosas V.[§], María Esther Ortega Cerrilla[1], Paulino Pérez Rodríguez, Julio Miguel Ayala Rodríguez**

Colegio de Postgraduados. [§]Autor para correspondencia: (uriel9633@hotmail.com).

## RESUMEN

Se evaluó la disponibilidad y calidad de los bebederos en corrales de engorda de bovinos en San Miguel Coatlinchán, Estado de México, con el objetivo de dar recomendaciones a los productores para mejorar el bienestar de los animales. Se seleccionaron 53 corrales de ganado bovino y se estratificaron en pequeños, medianos y grandes productores, dependiendo del número de animales que tenían en engorda. La evaluación se realizó de acuerdo al protocolo Welfare Quality® bajo el principio de alimentación y el criterio ausencia de sed prolongada, por lo cual se evaluó la disponibilidad de bebederos por animal, limpieza de bebederos, disponibilidad de al menos dos bebederos por animal, nivel de agua y drenaje en los beberos. Los datos se analizaron con el simulador de Welfare Quality en línea y se aplicó la prueba estadística de ji-cuadrada para conocer si existían diferencias en los tres niveles de producción. Los resultados obtenidos en relación a la limpieza de bebederos en corrales pequeños mostraron que 25 % contenían agua limpia, el 46 % presentaron agua parcialmente limpia. En corrales de medianos productores 20 % de los bebederos contenían agua limpia y el 75 % de los bebederos contenía agua parcialmente limpia, mientras que corrales de grandes productores sólo el 20 % de los bebederos contenía agua limpia y el 80 % agua sucia. En lo referente al nivel de agua en los bebederos el promedio fue de 28, 24 y 22 cm para los pequeños, medianos y grandes productores, respectivamente. Sin embargo, la disponibilidad de drenaje en los bebederos para tener una mejor limpieza de los mismos es baja, observando porcentajes de 38 %, 29 % y 50 % en los pequeños, medianos y grandes productores, respectivamente. En conclusión, la falta de infraestructura adecuada y disponibilidad de bebederos compromete el flujo continuo, nivel y limpieza de agua lo que afecta el bienestar animal y representa pérdidas económicas para el productor.

**Palabras clav**e: Ausencia de sed, disponibilidad de bebederos, limpieza de agua.

## ABSTRACT

The availability and quality of the drinking fountains were evaluated in cattle feedlots in San Miguel Coatlinchán, State of Mexico, with the objective of giving recommendations to producers to improve the welfare of the animals. 53 cattle pens were selected and stratified into small, medium

and large producers, depending on the number of animals that had fattening. The evaluation was carried out according to the Welfare Quality® protocol under the feeding principle and the criterion absence of prolonged thirst, for which the availability of drinking troughs per animal was evaluated, cleaning of drinking troughs, availability of at least two troughs per animal, level of water and drainage in drinking. The data were analyzed with the online Welfare Quality simulator and the chi-square statistical test was applied to know if there were differences in the three levels of production. The results obtained in relation to the cleaning of drinking fountains showed that 46% in the small pens and 75% in the medium pens, noting that only 20% of the pens of large producers have clean water. Regarding the water level in the drinking troughs, the average was 28, 24 and 22 cm for the small, medium and large producers, respectively. However, the availability of drainage in drinking fountains to have a better cleaning of them is low, observing percentages of 38%, 29% and 50% in small, medium and large producers, respectively. In conclusion, the lack of adequate infraestructure and availability of drinking fountains compromises the continuous flow, level and cleanliness of water, which affects animal welfare and represents economic losses for the producer.

**Index words**: Absence of thirst, availability of drinking fountains, cleaning of water.

## INTRODUCCIÓN

En México los problemas relacionados con el bienestar animal en las unidades de producción animal (UPAS) están relacionados con instalaciones, mantenimiento, movilización para manejo, transporte y sacrificio (Izquierdo, 2000). Sin embargo, la falta de capacitación por parte del personal no permite identificar los puntos críticos en donde el bienestar se ve comprometido afectando la producción y la salud animal. El diseño y funcionalidad de los bebederos es un punto que puede afectar la producción y la salud animal al no proveer la cantidad y calidad necesaria de agua comprometiendo el bienestar animal. Se han desarrollados protocolos que permiten evaluar el grado de bienestar dentro de las UPAS y generar y aplicar medidas preventivas que permitan mejorar las condiciones de los animales en confinamiento. El protocolo Welfare Quality® para ganado bovino productor de carne tiene como objetivo la integración del bienestar animal en la cadena alimentaria, por lo que involucra a las especies de mayor relevancia productiva para lograr la integración del bienestar como un componente de los programas de aseguramiento de la calidad de las empresas (Romero *et al*., 2011). Por tal motivo se llevó a cabo la siguiente investigación para evaluar la disponibilidad y características de los bebederos en tres niveles de producción de ganado bovino productor de carne en confinamiento.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en San Miguel Coatlinchán municipio de Texcoco, Estado de México, la localidad se encuentra a una altura de 2300 m.s.n.m. Durante los meses de noviembre-febrero se visitaron a los productores para conocer la localización de las unidades producción para seleccionarlas con base al criterio: número de animales, además de que los productores aceptaran participar de forma voluntaria en la evaluación.

La selección de las unidades de producción fue de manera directa y la estratificación de las explotaciones fue la siguiente: pequeña de 30-100 bovinos, mediana de 101-200 bovinos y grande de 201-300 bovinos. La metodología para evaluar el bienestar animal dentro de los corrales estuvo basada en el protocolo Welfare Quality® (2009) para bovinos de engorda.

Las variables que se evaluaron y registraron fueron en el criterio ausencia de sed prolongada establecido en el Welfare Quality®: disponibilidad de un bebedero por animal, limpieza de bebederos, disponibilidad de tener al menos dos bebederos por animal, nivel de agua y presencia de drenaje en los beberos. Para recabar la información se utilizaron los formatos sugeridos por el Welfare Quality®, la toma de datos se llevó a cabo de lunes a viernes en la mayor parte de los casos, sin embargo, debido a las actividades del personal a cargo de los corrales, la toma de datos se realizó en otros días.

La a evaluación se realizó a las 8:00 am, al ofrecer el primer alimento a los animales dando inicio al registro y observación de las características del tipo de bebedero (pileta o tanque) y el nivel de agua disponible al momento de la evaluación, así como si contaba con drenaje para realizar una limpieza adecuada. Las observaciones fueron realizadas por la misma persona para tener el mismo criterio durante todo el periodo de evaluación. La vestimenta del observador fue de color azul y para llevar a cabo la medición se utilizó un cronometro, termómetro y flexómetro.

**Suministro de agua**

Descripción del método: Los puntos de agua son verificados al momento del de la evaluación, registrando la ausencia de elementos que demeriten la calidad del agua.

Limpieza de agua:

0-Los bebederos y agua limpia al momento de la inspección
1-Parcialmente sucia: los bebederos sucios pero el agua fresca al momento de la inspección
2-Sucio: Bebederos y agua sucia en el momento de la inspección.
Nivel de grupo: número de punto de agua
Los bebederos se consideran limpios cuando no hay evidencia de suciedad o residuos de alimentos en descomposición.

**Ausencia prolongada de sed**

Para cada grupo de animales se debe considerar tres aspectos:

- ¿Si el número de bebederos son suficientes?
- ¿Se encentran limpios los bebederos?
- ¿Existen al menos dos bebederos disponibles por animal?

Los datos se analizaron en el simulador del Welfare Quality en línea y se calculó ji-cuadrada para conocer las diferencias entre los tres estratos de producción (pequeño, mediano y grande).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las proporciones estimadas en los resultados son con base al total de corrales por cada estrato de producción. Dentro de los corrales de ganado productor de carne se observaron principalmente dos tipos de bebederos disponibles, pileta y tambo, el porcentaje del bebedero tipo tambo dentro de los corrales fue 43 % para pequeños, 43 % para medianos y 25 % para grandes productores. Mientras que el porcentaje de bebedero tipo pileta en corrales de pequeños productores fue de 53 %, para los medianos productores representó el 50 % y el 75 % para grandes productores. El porcentaje de bebederos tipo pileta fue mayor en todos los estratos, sin embargo, este tipo de bebedero representa un problema por el volumen de agua que almacena, lo que dificulta su vaciado y lavado, además del desperdicio de agua que representa, por lo que la falta de limpieza compromete el consumo de agua, afectando el de alimento.

Otro punto importante que se debe cuidar al momento de instalar los bebederos es contar con flotador, lo que permite tener un flujo continuo de agua, además de que la temperatura es adecuada para su consumo. Sin embargo, se encontró que en los corrales de pequeños productores sólo el 69 % de los bebederos cuenta con flujo continuo, mientras que para medianos y grandes productores el 79 % y 75 %, respectivamente, de los bebederos que cuentan con flujo continuo de agua. Estos porcentajes muestran que no se tiene 100% de disponibilidad de agua dentro de los corrales, comprometiendo la producción, la salud y el bienestar animal de los bovinos.

Por otra parte, los niveles de agua en los bebederos se encontraron a una altura adecuada, en los pequeños productores la altura fue de 28 cm, medianos 24 cm y grandes 22 cm de altura de agua dentro de los bebederos. Se observaron diferentes grados de limpieza debido a que no todos los bebederos cuentan con drenaje para un lavado rápido y eficiente. La principal consecuencia de no tener un drenaje como mecanismo de desagüe en los bebederos representa una dificultad para el lavado, además, las dimensiones de los bebederos tipo pileta son diversas y por consecuencia el volumen de agua es grande para ser desperdiciada en cada lavado.

### Criterio de ausencia de sed

Los datos que se encontraron al evaluar la disponibilidad de un bebedero dentro de los corrales es 64 % para corrales pequeños, 95 % de disponibilidad para medianos productores y los corrales de grandes productores representa un 100 % de disponibilidad. No se encontraron diferencias entre los diferentes niveles de producción.

La disponibilidad de al menos dos bebederos por animal fue de 32 % y 5 % para corrales de pequeños y medianos productores, mientras que en corrales de grandes productores no se cuenta con dicha disponibilidad. Se encontró que existen diferencias en el porcentaje de disponibilidad de bebederos entre los diferentes productores. La disponibilidad de bebederos dentro de las unidades de producción visitadas es baja debido a que los bebederos tienen gran capacidad para almacenar agua, la recomendación de Rayess y Callejo (2006), es que por cada 100 bovinos se necesitan entre

3-3.5 m de acceso al bebedero y es mejor si se dispone de dos a tres bebederos dentro del corral, para tener un consumo de agua asegurado durante el día.

La limpieza de bebederos y agua en los pequeños productores son los siguientes 25 % contenían agua limpia, 46 % presentaron agua parcialmente limpia y un 29 % de los bebederos contenían agua sucia. En los corrales de medianos productores se encontró que 20 % de los corrales contenía agua limpia, 75 % de los bebederos contenía agua parcialmente limpia mientras que el 5 % contenía agua sucia. En corrales de grandes productores el 20 % de los bebederos contenía agua limpia y el 80 % restante presentó agua sucia. Se encontraron diferencias en el porcentaje de limpieza de agua y bebederos en los diferentes niveles de producción. Estos resultados sobre limpieza de puntos de agua sugieren una mayor disponibilidad del líquido y de consumo, en una investigación sobre el efecto de la calidad del agua sobre el rendimiento del ganado bovino se encontró que el agua limpia, fresca y oxigenada aumenta la ganancia de peso en 3, 8 y 9 % en novillos aumentando el consumo de alimento (Lardner *et al*., 2005). Por su parte, Fernández *et al*. (2010) mencionan que el ganado bovino es capaz de adaptarse al consumo de diferentes tipos de agua, pero una excesiva concentración de sales o elementos químicos producen un impacto en la salud animal. En la presente investigación se preguntó si se cuenta con un programa de limpieza de bebederos a lo que se respondió que no se lleva a cabo una planeación. Se recomienda que el plan de limpieza y desinfección debe considerar la limpieza de los bebederos, los depósitos para el almacenamiento del agua (Gasteiz, 2007).

## CONCLUSIONES

La falta de infraestructura adecuada en los bebederos compromete el flujo continuo de agua y la limpieza al no contar con desagües para una limpieza rápida y eficaz poniendo en riesgo el bienestar de los animales en confinamiento. La disponibilidad de bebederos presentes en los corrales de engorda es un factor determinante dentro de las unidades de producción al disponer de un sólo bebedero aumenta las interacciones de desplazamiento entre los bovinos por el consumo de agua, además, la falta de una rutina de limpieza preventiva puede afectar la potabilidad y presentar diferentes grados de limpieza, lo cual repercute la calidad y cantidad de agua disponible reduciendo el consumo y afectando la ganancia de peso lo que representa una pérdida económica para los productores

## LITERATURA CITADA

Fernández, A., N. Schenone, A. Pérez y A. Volpedo. 2010. Calidad de agua para la producción de especies animales tradicionales y no tradicionales en Argentina. AUGMDOMS. 1: 45-66.

Gasteiz, V. 2007. Guía de buenas prácticas de higiene para explotaciones de vacuno de leche. País Vasco: Servicio del Gobierno Vasco.

Lardner, H., B. Kirychuk, L. Braul, W. Willms and J. Yarotski. 2005. The effect of water quality on cattle performance on pasture. Australian Journal of Agricultural Researchr 56: 97-104.

Izquierdo, E. J. 2000. Manual de prevención de riesgos laborales en el sector agrario. 09-02-19, Instituto Navarro de Salud Laboral Sitio web: http://www.navarra.es/NR/rdonlyres/21EB4483-5498-4457-8C5E-8DF64BF1E024/0/portada.pdf

Rayess, M. y A. Callejo. 2006. El agua y el bienestar animal. Bebederos. Frisona Española. 155: 96-102.

Romero, M., J. Sánchez y C. Gutiérrez. 2011. Evaluación de prácticas de bienestar animal durante el transporte de bovinos para sacrificio. Rev. Salud Pública 13(4): 684-690.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# PRINCIPALES RETOS Y AVANCES EN EL TRANSPORTE DE GANADO EN LATINOAMÉRICA

# [MAIN CHALLENGES AND ADVANCES IN TRANSPORTATION OF LIVESTOCK IN LATIN AMERICA]

**Marcela Valadez-Noriega[1§], Genaro Cvabodni Miranda-De la Lama[2]**

[1]Doctorado en Ciencias de la Producción y de la Salud Animal, FMVZ–UNAM. [2]Departamento de Ciencias de la Alimentación - UAM-Lerma, [§]Autor para correspondencia:(mvz.mvaladez@outlook.com).

## RESUMEN

La industria ganadera tiene como objetivo proporcionar productos inocuos y de calidad al consumidor. En la actualidad, la calidad del producto va más allá de las características organolépticas y nutricionales. En años recientes la decisión de consumidor ha sido influenciada por otros aspectos relacionados con las condiciones brindadas a los animales durante su producción, transporte, matanza, así como el impacto ambiental. La situación política y socioeconómica de los países latinoamericanos, ha impactado negativamente en el desarrollo de mejoras en materia de bienestar animal, incluido el proceso de transporte. El objetivo de este estudio fue recopilar información actualizada sobre la situación del transporte en diferentes países de Latinoamérica, mediante la aplicación de 56 encuestas dirigidas a un grupo de expertos en el área, de febrero a abril de 2019; llevando a cabo un muestreo de "bola de nieve". Los principales problemas percibidos en el transporte de ganado son la falta de capacitación y conocimiento de la gente involucrada en la movilización del ganado (25.4%) y el mal diseño y condiciones de los vehículos (20.9%). Relativo a la existencia de leyes y/o normatividad en materia de transporte, 55.1% aseguraron que la legislación vigente tiene un enfoque principalmente sanitario y de vigilancia epidemiológica y no considera aspectos de bienestar animal. Por su parte, la exportación de ganado en pie es común en estos países y se ha convertido en un tema de interés público en años recientes. Diferentes estudios realizados en cada país de Latinoamérica han permitido caracterizar los principales problemas de cada región, exponiendo áreas que pueden ser mejoradas y que incluso, ya han mostrado un avance importante en la aplicación de recomendaciones en materia de bienestar animal.

**Palabras clave:** Bienestar animal, movilización de ganado, países latinoamericanos.

## ABSTRACT

Livestock industry aims to provide safe and quality products to the consumer. Nowadays, the quality of the product goes beyond the organoleptic and nutritional characteristics. In recent years, the consumer decision has been influenced by other aspects related to the conditions provided to animals during their production, transport, slaughter, as well as the environmental impact. The political and socioeconomic situation of Latin American countries has had a negative impact on

the development of improvements in animal welfare, including transportation. The aim of this study was to collect updated information of the current situation of livestock transportation in different countries of Latin America, by applying 56 surveys aimed at a group of experts from February to April 2019 information, carrying out a "snowball sampling". The main problems perceived in the transport of livestock are the lack of training and knowledge of the people involved in the mobilization of livestock (25.4%) and the poor design and conditions of the vehicles (20.9%). Regarding the existence of laws and /or regulations regarding transport, 55.1% assured that the current legislation has mainly sanitary and epidemiological surveillance approach and does not consider aspects of animal welfare. Meanwhile, the export of live cattle is common in these countries and has become a topic of public interest in recent years. Different studies carried out in each countries of Latin America have allowed the description of the main problems of each region, exposing areas that can be improved and those that have already shown significant progress in animal welfare topics.

**Index words:** Animal welfare, cattle mobilization, Latin America.

## INTRODUCCIÓN

La preocupación por el transporte de animales de granja ha sido de creciente interés para la industria ganadera; interés que parece estar basado principalmente en las pérdidas de ganado y la disminución de la calidad de carne como resultado de las condiciones del viaje. Incluso en las condiciones más favorables, el transporte consta de una serie de diferentes procesos que resultan estresantes para el ganado, por lo que se sabe que el estrés ocasionado por el transporte es multifactorial y no está bien definido. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2013), Latinoamérica (LA) cuenta con un inventario de 402,981,253 cabezas de ganado bovino; siendo Brasil el líder en producción con poco más de 200 millones de bovinos, seguido por Argentina, México y Colombia. Favorecida por sus condiciones geográficas, LA se ha convertido en un importante proveedor de ganado y carne a nivel global, lo que involucra cadenas de suministros más complejas, uso de transportes mixtos para el ganado, lo que inevitablemente ha generado un aumento en las distancias y los tiempos de transporte (Miranda-de la Lama, 2013).

Las diferentes creencia y realidad socioeconómica de la población latinoamericana han sido las principales razones por las cuales el bienestar animal (BA) muchas veces es dejado "de lado"; dirigiendo los recursos disponibles para satisfacer las necesidades básicas de las personas (como salud, educación, seguridad alimentaria, vivienda, etc.); mientras que el bienestar y la producción animal no han sido considerados de gran importancia para el desarrollo de estas sociedades. Por lo tanto, los principales problemas en el transporte de ganado en LA, tienen una estrecha relación con los bajos ingresos de la población, debido a que en la mayoría de los países al productor se le sigue pagando por "peso vivo" y no por la calidad y/o el rendimiento del ganado ofrecido. Por lo anterior, el bienestar del ganado durante el transporte únicamente cobra importancia para aquellos países cuyo objetivo es la exportación. La información disponible sobre el transporte de ganado en LA aún es escasa y dificulta el desarrollo de recomendaciones que tengan aplicabilidad en cada uno de

sus países. Como resultado de lo anterior, la aplicación de la legislación vigente en aquellos países en donde existe, es poca o aplicada de forma incorrecta (Gallo y Tadich, 2008). Con el objetivo de recopilar información actualizada sobre la situación del transporte en LA, se ha llevado a cabo el diseño y la aplicación de una encuesta dirigida a países latinoamericanos y se ha recopilado información publicada en años recientes que permitirán entender de forma más clara los retos, pero también los avances en materia de transporte de animales en LA.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo de febrero a abril de 2019. Con el uso de "Formularios Google" fue elaborada una encuesta auto administrada que constó de 26 reactivos; con 18 preguntas de opción múltiple y el resto preguntas abiertas. Las preguntas fueron elaboradas en base a temas de interés y una revisión previa de literatura en materia de transporte de ganado. Se llevó a cabo un muestreo de "bola de nieve", en donde inicialmente las encuestas fueron enviadas vía correo electrónico a diferentes contactos de personas involucradas en el área de bienestar animal (BA) y personas involucradas de forma cercana en el área de transporte de ganado en diferentes países de LA; de esta manera, los primeros contactos facilitaron el acercamiento de otras personas mediante correo electrónico y redes sociales, lo que permitió ampliar el número de encuestas. Las encuestas se dirigieron a veterinarios, zootecnistas, agrónomos, profesores, investigadores, servidores públicos y estudiantes de posgrado con amplia experiencia en las áreas mencionadas. La información recopilada en las encuestas fue analizada en Excel ®, mediante el cual se obtuvieron estadísticos descriptivos. La información y el material complementario (artículos y fotografías) fueron analizados y clasificados para la su presentación en el presente trabajo. Finalmente, se sostuvieron conversaciones con algunos de los entrevistados vía Skype y Messenger, lo que permitió fortalecer la información dada inicialmente en las encuestas. En total, fueron recibidas y analizadas 56 encuestas de 11 de los 20 países pertenecientes a LA; la mayor respuesta fue representada por México (25%), seguido de Brasil (14.3%) y en tercer lugar Colombia (14.3%); los otros países participantes fueron Ecuador, Chile, Paraguay, Argentina, Uruguay, Costa Rica, Cuba y Perú.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los principales problemas percibidos en el transporte de ganado, 25.4% consideran que el problema radica en la falta de capacitación y conocimiento de la gente involucrada en la movilización del ganado, por lo que existe un creciente interés en el papel de los operadores, ya que el bienestar de los animales durante el transporte puede depender de las actitudes y la capacitación de los manejadores, transportistas y de la disponibilidad de instalaciones adecuadas (Burnard *et al.,* 2015). Se sabe que el desempeño ocupacional se ve afectado por varios factores, que incluyen la personalidad, la satisfacción laboral, la motivación, la autoeficacia, el rendimiento, la fatiga física y psicológica, el entorno y la identificación de la organización (Zhao *et al.,* 2015). Por otra parte, 20.9% consideró el mal diseño y condiciones de los vehículos; un pobre diseño de los vehículos ha sido asociado también como una causa frecuente de accidentes de los trabajadores durante el manejo del ganado (Valadez-Noriega *et al.,* 2018). Otros problemas percibidos se muestran en la Figura 1.

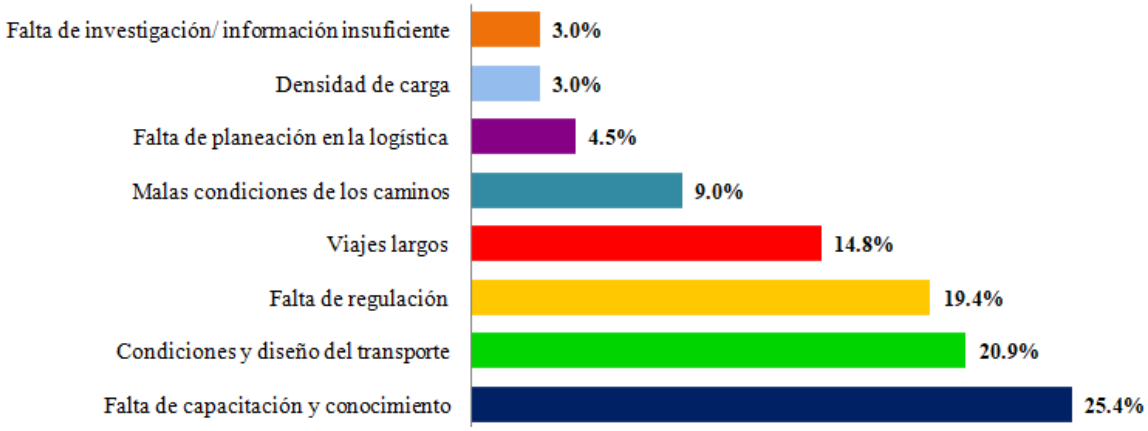



**Figura 1.** Principales problemas percibidos en el transporte de ganado en Latinoamérica.

Relativo a la existencia de leyes y/o normatividad en materia de transporte y BA, 11% de los encuestados desconocen si existe una legislación vigente que regule el tema del transporte de ganado en su país. Los encuestados restantes aseguraron que la legislación vigente tiene un enfoque principalmente sanitario y de vigilancia epidemiológica (55.1%); solo un 4.1% mencionaron que la legislación considera puntos específicos sobre el bienestar del ganado durante el transporte, incluyendo el diseño e infraestructura de vehículos, tiempos de viaje, densidades de carga y capacitación obligatoria de los transportistas (Figura 2). En aquellos países con legislación vigente, la tendencia es que existe poca vigilancia para su cumplimiento (47.95%) o bien, las sanciones no llegan a ser aplicadas (20.8%). A continuación, se citan algunos ejemplos sobre las leyes y normas vigentes sobre transporte en LA. En México, se encuentra vigente La Ley Federal de Sanidad Animal (2012), menciona el "bienestar animal", pero es poco específica sobre la forma de procurarlo; el país cuenta además con la NORMA Oficial Mexicana NOM-051-ZOO-1995- Trato humanitario en la movilización de animales, la cual contiene especificaciones para el transporte de diferentes animales, pero no ha sido actualizada en más de 20 años.

Cuba establece en su Código Penal (1988) sanciones de 4 a 10 años de prisión por robo o matanza ilegal de ganado, pero aún no establece especificaciones sobre BA ni transporte. Se tiene poca información sobre Haití; mientras que República Dominicana cuenta con la LEY No.4030, que declara de interés público la defensa sanitaria de los ganados de la República (1955) que tienen un enfoque zoosanitario. En Colombia, la LEY 84 (1989) Por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Protección de los Animales, establece especificaciones sobre el BA y condiciones de los vehículos; colombianos participantes de esta encuesta tienen conocimiento de esta Ley, pero concuerdan en que pocas veces hay vigilancia. Ecuador cuenta con el Reglamento a la Ley de Control de Ganado Bovino, Prevención y Sanción de su robo, hurto y receptación Nº 37918-MAG-S-SP-MOPT y la LEY 9458 DE BIENESTAR ANIMAL, en las cuales se menciona el BA, pero no especifica las condiciones de transporte. Desde 2016, Perú cuenta con la LEY Nº 30407de Protección y Bienestar Animal (2016) que no contiene puntos concretos sobre el manejo de ganado durante el transporte. El Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal (SENACSA) de La República de Paraguay posee desde 2013, la LEY No.4840 De Protección y Bienestar Animal, con

un capítulo que posee especificaciones sobre el transporte de animales en la que se exige a los transportistas de ganado estar habilitados para ejercer esta actividad. El Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria (SENASAG) posee las Resoluciones Administrativas No.087/01 y 088/01, con respecto a la calidad y registro de vehículos, embarcaciones y vagones utilizados para el transporte de animales. El Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) de Argentina, vigila el cumplimiento de la RESOLUCIÓN-581 (2014), con puntos muy concretos sobre el registro y diseño de los vehículos para transporte de ganado. Finalmente, Brasil cuenta con la Resolución CONTRAN No.675 (2017), que se ocupa del transporte de animales de producción o interés económico, deporte, ocio y exposición; la cual posee recomendaciones técnicas muy específicas sobre el diseño de los vehículos para procurar el BA durante el transporte.

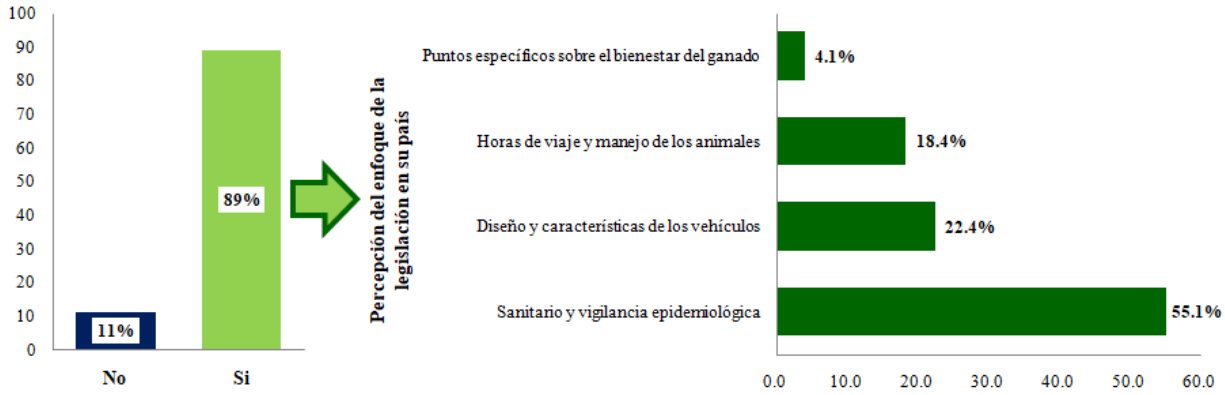



**Figura 2**. Conocimiento sobre legislación y normatividad vigente en materia de transporte y bienestar en diferentes países de Latinoamérica.

De los países que participaron en esta encuesta, únicamente Ecuador y Cuba no realizan exportaciones oficiales de ganado en pie, mientras que el resto mencionaron que en sus países se lleva a cabo la exportación de diferentes especies en pie, principalmente bovinos productores de carne, equinos, bovinos productores de leche, porcinos (primordialmente genética) y caprinos para el caso de Costa Rica. La exportación de ganado vivo, recientemente se ha tornado una posibilidad atractiva para el sector, rindiendo hasta 25% más que en el mercado interno (Beef Point, 2018), siendo especialmente atractiva para los productores de ganado en LA. En el caso de los bovinos productores de carne, los principales importadores de ganado en pie de los países participantes son los países del Medio Oriente, principalmente Turquía, Líbano, Jordania y los Emiratos Árabes. Los encuestados reportaron otras importaciones de menor volumen a los países de Nicaragua, Panamá, Honduras, México, Argentina y Bolivia; lo que concuerda con otras fuentes que afirman la existencia de algunos mercados no oficiales con importaciones ilegales de ganado en pie entre países fronterizos como Ecuador, Venezuela, Perú y Colombia; así como entre Brasil, Paraguay y Argentina (Gallego, 2006; Ponce, 2006). Para el traslado de animales se utilizan principalmente la vía terrestre; pero también la vía fluvial o marítima. La creciente tendencia de ampliación de los flujos comerciales internacionales y la gran cantidad de medios de transporte disponibles en la actualidad, ha generado rutas complejas, y transportes mixtos con trayectos en camión-barco-camión.

En algunos casos el camión sube a un transbordador, y en otros, los animales son descargados del camión y cargados en buques nodriza (Miranda-de la Lama, 2013). Los participantes de Argentina, Brasil, Colombia, Chile, México y Uruguay reportaron que el transporte en barcas o buques tiene lugar en la actualidad. El transporte de ganado en buques crece en importancia, a la vez que la preocupación por el impacto que éste tiene sobre los animales, en estos viajes, los animales son inevitablemente mezclados y confinados en corrales con altas densidades, temperaturas y concentraciones de amoniaco elevadas y expuestos a cambios en el fotoperíodo y la intensidad de la luz (Phillips y Santurtun, 2013). Por su parte, en el caso del traslado por vía pluvial o marítima en menor volumen, se sabe de la importación ilegales de ganado a México desde los países de Honduras, Nicaragua y Guatemala; en este último punto, antes de entrar a México por el municipio de Benemérito de las Américas, en el estado de Chiapas, el ganado es trasladado en barcas conocidas como "pangas" a través del Río Usumacinta (Figura 3) (Comunicación personal), lo que representa no solo un costo biológico elevado que afecta el bienestar del ganado, sino que también afecta el estatus zoosanitario del país y representa una competencia desleal para los productores de ganado del país.

La región de Magallanes en Chile, se especializa en la producción de becerros destetados, transportados por vía terrestre-marítima (en ferry) hacia la zona centro sur del país, en donde las condiciones son favorables para la recría y engorda de bovinos, con un viaje total de 92 horas (Bravo *et al.,* 2018a) (Figura 4) En Brasil, la ruta del "boi" consiste en el transporte de ganado en "balsas" a través del Río Amazonas, desde el estado de Pará hacia los mataderos de Manaos en el estado de Amazonia; las balsas tienen capacidad aproximada para 1,200 bovinos y el viaje se extiende de 3 a 4 días (Figura 5) (Comunicación personal de un encuestado que es trabajador del gobierno en la región de Pará, Brasil). Si bien, los vehículos utilizados para transporte terrestre no alcanzan los volúmenes transportados por vía marítima en grandes buques, son el tipo de transporte más común en LA. De acuerdo con la *Confederacão Nacional de Transportes*, para el abastecimiento de sus mercados internos y externos, el principal productor de ganado bovino en el mundo, Brasil, transporta y lleva a cabo la matanza de más de 45.4 millones de cabezas de ganado cada año; la mayor parte de su ganado destinado a matanza, es transportado por carreteras en diferentes tipos de camiones (Figura 6 y 7) (Gallo y Tadich, 2004).

Los vehículos utilizados en Paraguay, Uruguy y Argentina tienen mucha similitud, siendo de manera general sencillos o con remolques para aumentar su capacidad (Figuras 8, 9 y 10). En este tipo de transporte, 39.3% afirmaron que la mayoría de los vehículos en su país son fabricados especialmente para el transporte de ganado; pero sólo 77.3% de estas personas consideran que el transporte cumple con los requerimientos mínimos para procurar el bienestar del ganado, por lo que debería reconsiderarse el diseño que ofrecen las empresas que fabrican estos vehículos. Por otra parte, el restante 60.7% de los encuestados afirmaron que en su país es más frecuente encontrar vehículos que han sido "adaptados" para poder transportar ganado, como ocurre en el caso de Ecuador (Figura 11). Sobre el material más común para los vehículos de ganado, el metal o fierro es el material de elección (48.4%), seguido por la madera (43.0%), aluminio (7.5%) en el caso de los remolques o jaulas ganaderas utilizadas en México (Figura 12) y otros materiales no

especificados (1.1%). En el caso de Uruguay, en donde existen de 3 a 4 cabezas de ganado por cada ciudadano uruguayo, el principal enfoque son los mercados de exportación.

El diseño de los vehículos, materiales, estado y manejo inadecuado del ganado, pueden causar estrés, lesiones de distintos grados de profundidad y localización, siendo causa de decomisos y pérdidas económicas, por lo que existe un interés creciente por mejorar el diseño de los vehículos para el transporte de ganado a las plantas de faena; por lo que productores e investigadores de este país trabajaron en conjunto para diseñar, construir y probar un dispositivo (PROGAT) (Figura 13) que se coloca dentro de los camiones para proteger el ganado de los bordes del camión que puedan dañarlos, los datos mostraron que los animales transportados en vehículos convencionales tenían 1.6 más probabilidades de presentar al menos un hematoma ($p < 0.001$) (Huertas *et al.*, 2018). La duración del viaje es uno de los tópicos más discutidos en términos de bienestar animal, debido a que se asume que las largas distancias afectan el estatus fisiológico y conductual de los animales (Miranda-de la Lama, 2013), siendo también uno de los retos en el transporte de ganado en LA. Sin importar la vía o tipo de transporte utilizado, se registran viajes de larga duración en varios países. Estudios recientes en México sugieren un aproximado de 40 rutas para transporte y comercialización de ganado por vía terrestre, de las cuales 33 son rutas de larga distancia (>1000km de distancia), Valadez-Noriega *et al*. (2018).

El tiempo de traslado más común recorrido por el ganado en Chile varían de 3 a 12 horas, pero todavía hay algunos viajes de 14, 48 y 92 horas (Manríquez y Gallo 2005); en los casos de los animales comercializados en ferias ganaderas, los traslados hacia y desde las ferias pueden prolongarse, con registros de más de 40 horas en la región de Aysén (Bravo *et al.*, 2018b). De manera similar a Chile, en Colombia, la presencia de varios intermediarios en ferias ganaderas retrasa los procesos relacionados con el transporte y el tiempo de viaje, con recorridos que superan las 24 horas; esta situación ha sido reducida con la apertura de plantas de faena modernas, ya que éstas compran directamente al productor y pagan por rendimiento (Ministerio del Medio Ambiente, 2002). De acuerdo a Delgado (2006), en Colombia, el ganado tiene que viajar por caminos sin pavimentar y luego por caminos principales para llegar a los centros urbanos de consumo más grandes y en muchos casos, el problema es que se excede la capacidad de carga de los vehículos hasta en un 20%.

La red de carreteras de Brasil tiene más de 1.6 millones de km, con 10 carreteras principales que oscilan entre los 2100 y 4600km (CNT, 2004), y las condiciones de las mismas varían dependiendo de la región geográfica. Costa (2006), reportó que los caminos en mal estado incrementaron el tiempo de transporte en Brasil, sobre todo con la presencia de lluvias. En Bolivia, con un inventario menor a los 7 millones de animales, la mayoría del ganado viaja por no más de 8 h, pero aquel proveniente de Beni o Santa Cruz viaja un promedio de 1000 km y al menos durante 16 horas sin descansar, alimentarse y, en algunos casos, ni siquiera beber; el "arreo" también es común sobre todo en áreas donde las carreteras no existen o no son aptas para vehículos, y también en el caso de los pequeños productores que llevan pocos animales a las ferias para su comercialización, siendo la más famosa la de la ciudad de Punata (Figura 14), que comercializa de 1000 a 2500 animales en un solo día (Gallego, 2006).

## CONCLUSIONES

Mediante el desarrollo de investigación en cada uno de los países de LA, se ha logrado un avance al definir la problemática existente en cada uno de ellos. Si bien la situación política, económica, social y/o cultural muchas veces representa un reto para nuevos avances y mejoras en el bienestar animal durante el transporte de ganado, poco a poco se han ido observando resultados y cambios importantes en la legislación; la vigilancia y cumplimiento de la legislación actual se puede mejorar gracias al interés en nuevos mercados, sobre todos aquellos de exportación que exigen mejoras en el manejo y trato de los animales durante su producción, transporte y matanza. Si bien son necesarias mejoras en la capacitación de los operadores y en el diseño de los diferentes tipos de transporte, siempre es importante considerar la opción, cuando sea práctico, de evitar los transportes de larga distancia del ganado, cuando en su lugar sea posible transportar directamente la carne. Cada una de las mejoras que proponen investigadores, productores, comercializadores y el gobierno permiten el avance en materia de BA en LA.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento al Proyecto Básico de Ciencias CB-2015-259327 (CONACyT) por el financiamiento del proyecto y a las Becas por el Consejo Mexicano de Ciencia y Tecnología (CONACyT) del programa de doctorado dela FMVZ de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

## LITERATURA CITADA

Beef Point, 2018. A verdade sobre a exportação de gado vivo, por Alexandre Valente Selistre. Disponible en: https://www.beefpoint.com.br/a-verdade-sobre-a-exportacao-de-gado-vivo-por-alexandre-valente-selistre/. Fecha de consulta: junio de 2019.

Bravo, O. V., O. G. Navarro y S. C. Gallo. 2018a. Efecto de 92 horas de transporte terrestre-marítimo sobre la temperatura máxima del ojo (TMO) y algunas variables sanguíneas indicadoras de estrés en terneros de carne. *In*: Resúmenes del IV Encuentro Internacional de Investigadores en Bienestar Animal. Universidad Austral de Chile, Valdivia, pp. 59. ISBN: 978-956-390-074-3.

Bravo, O. V., H. M. Sánchez, C. S. Larios y S. C. Gallo. 2018b. Condiciones del transporte de terneros comercializados en ferias de ganado. *In*: Resúmenes del IV Encuentro Internacional de Investigadores en Bienestar Animal. Universidad Austral de Chile, Valdivia, pp. 59. ISBN: 978-956-390-074-3.

Burnard, C. L., W. S. Pitchfor, J. H. Edwards y S. J. Hazel. 2015. Facilities, breed and experience affect ease of sheep handling: The livestock transporter's perspective. Animal 9: 1379-1385.

Confederação Nacional de Transportes. 2004. Diponible en: www.cnt.org.br

Delgado, H. 2006. Transport of animals in Colombia. Report for the World Society for the Protection of Animals.

Gallego, J. F. 2006. Farm Animal Transportation in the Andean Region. Report for the World Society for the Protection of Animals.

Gallo, C. B. and T. A. Tadich. 2008. Southamerica; en: Long distance transport and welfare of rarm animals, CABI, Wallingford, UK. pp. 261-287.

Huertas, S. M., P. E. Bobadilla, M. Prieto, F. Vila and J. Lestido. 2018. Evaluation of a protection system for livestock during transport: PROGAT® from the animal welfare point of viewl. Diponible en: https://biomedres.us/abstracts/BJSTR.MS.ID.001386.php.

Manríquez, P. y C. Gallo. 2005. Efecto del transporte marítimo y terrestre prolongado de novillos, sobre la presencia de contusiones en canales, el pH, glucógeno muscular y color de la carne. En: Resúmenes de la XII Congreso Latinoamericano de Buiatría, Universidad Austral de Chile, Valdivia, pp. 348-349.

Ministerio del Medio Ambiente. 2002. Guía Ambiental para las Plantas de Beneficio del Ganado, Mayo 2002. Disponible en: www.ideam.gov.co/apc-aa/img_upload/ccf8a2325cc9292dc1cf8549cc72e8d8/guia_

Miranda-de la Lama, G. C. 2013. Transporte y logística pre-sacrificio: principios y tendencias en bienestar animal y su relación con la calidad de la carne. Veterinaria México 44: 31-56.

López, R. P. y S. Fachelli. 2015. Metodología de la Investigación Social Cuantitativa. Editorial Dipòsit Digital de Documents, España.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2013. World Cattle Inventory: Ranking Of 209 Countries (FAO). Disponible en: http://beef2live.com/story-world-cattle-inventory-ranking-209-countries-fao-0-127843. Fecha de consulta: mazo de 2019.

Phillips, C. J. y E. Santurtun. 2013. The welfare of livestock transported by ship. The Veterinary Journal 196: 309-314.

Ponce, M. 2006. Transport of animals in Argentina, Uruguay and Paraguay. Report for the World Society for the Protection of Animals.

Valadez-Noriega, M., L. X. Estévez-Moreno, A. A. Rayas-Amor, M. S. Rubio-Lozano, F. Galindo and G. C. Miranda-de la Lama. 2018. Livestock hauliers' attitudes, knowledge and current practices towards animal welfare, occupational wellbeing and transport risk factors: A Mexican survey. Preventive Veterinary Medicine 160: 76-84.

Zhao, S., L. Liu and H. Chen. 2015. Factors influencing the occupational wellbeing of experienced nurses. Int. J. Nurs. Midwifery Sci. 2: 378-382.

**Figura 3.** Transporte a México en "pangas". País: México. Fuente: Cornelio (2018).

**Figura 4.** Transporte de ganado en ferry.
País: Chile. Fuente: Gallo y Bravo (2018).

**Figura 5.** Transporte de ganado en balsas. País: Brasil. Fuente: Tavares (2019).

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

**Figura 6.** Embarque de ganado.
País: Brasil. Fuente: Pecuária Brasil (2018).

**Figura 7.** Remolque de dos pisos.
País: Brasil. Fuente: Macitelli (2018).

**Figura 8.** Transporte doble remolque.
País: Paraguay. Fuente: Sánchez (2019).

**Figura 9**. Transporte "simple con zorra"
País: Uruguay. Fuente: Huertas (2019).

**Figura 10.** Camión argentino para ganado
País: Uruguay. Fuente: Bottegal (2019).

**Figura 11.** Camión adaptado para ganado
País: Ecuador. Fuente: Cárdenas (2019).

**Figura 12.** Remolque o jaula ganadera
País: México. Fuente: Valadez (2017).

**Figura 13.** Dispositivo PROGAT. País: Uruguay. Fuente: http://www.bienestaranimal.org.uy/

**Figura 14.** Feria ganadera ciudad de Punata.
País: Bolivia. Fuente: Los tiempos (2003).

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# ASOCIACIÓN DEL SEROESTATUS A *Neospora caninum* CON LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN VACAS DEL SISTEMA FAMILIAR EN EL CENTRO DE MÉXICO

# [ASSOCIATION OF THE SEROESTATUS TO *Neospora caninum* WITH THE PRODUCTION OF MILK IN COWS OF THE FAMILY SYSTEM IN THE CENTER OF MEXICO]

**Raúl Miguel Reyes-Sandoval[1], Enrique Espinosa-Ayala[2], Pedro Abel Hernández-García[2], Virginia Guadalupe García-Rubio[2], Juan José Ojeda-Carrasco[2§]**

[1]Doctorado en Ciencias Agropecuarias, Universidad Veracruzana. [2]Centro Universitario Amecameca, Universidad Autónoma del Estado de México. [§]Autor para correspondencia: (jjojedac@uaemex.mx; mvzojeda@hotmail.com).

## RESUMEN

*Neospora caninum* es el parásito causal de la neosporosis, enfermedad que provoca abortos en vacas, produciendo un efecto negativo en los parámetros reproductivos y en la producción láctea. En nuestro país, no se tiene conocimiento de las pérdidas económicas provocadas por la neosporosis bovina en el sistema de producción de leche familiar; por lo que el objetivo del estudio fue comparar la producción de leche ajustada a 305 días y la asociación del estatus serológico de las vacas frente a *N. caninum*; así como estimar las pérdidas económicas ocasionadas por la disminución en la producción láctea. El estudio se realizó en un hato bovino del municipio de Amecameca, Estado de México; el estatus serológico se determinó utilizando un paquete comercial de la prueba ELISA para *N. caninum,* la producción láctea se registró semanalmente durante 36 meses y se realizó el ajuste de la producción a equivalente maduro a 305 días; agrupando las vacas por número de lactancia y seroestatus. El análisis de los datos se realizó mediante ANOVA; finalmente, el valor económico de la producción de leche se calculó considerando el precio comercial en la zona. El 27 % de las vacas resultó seropositiva a *N. caninum,* se midió la producción de 37 lactancias, el grupo de vacas seropositivas produjo en promedio 3,755.1 kg y 4,390.9 kg el de las seronegativas, el valor económico promedio por lactancia se estimó en $22,530.00 para las vacas seropositivas y en $26,345.40 para las seronegativas; no se encontró diferencia ($p > 0.05$) en las producciones; sin embargo, se concluyó que en las vacas seropositivas a *Neospora caninum* pertenecientes al sistema de producción de leche familiar del municipio de Amecameca, Estado de México, se observa un efecto biológico negativo al producir menor cantidad de leche que las vacas seronegativas.

**Palabras clave:** Infección, pérdidas, producción láctea.

## ABSTRACT

*Neospora caninum* is the causative parasite of neosporosis, a disease that causes abortions in cows, producing a negative effect on reproductive parameters and milk production. In our country, there is no knowledge of the economic losses caused by bovine neosporosis in the family milk production system; so the objective of the study was to compare the milk production adjusted to 305 days and

the association of the serological status of the cows against *N. caninum*; as well as estimate the economic losses caused by the decrease in milk production. The study was conducted in a cattle herd of the municipality of Amecameca, State of Mexico; serological status was determined using a commercial ELISA test package for *N. caninum*, milk production was detected for 36 months and production adjustment was made to mature equivalent at 305 days; grouping cows by lactation number and seroestatus. Data analysis was performed using ANOVA; Finally, the economic value of milk production was calculated based on the commercial price in the area. 27% of the cows were seropositive to *N. caninum*, the production of 37 lactations was measured, the group of seropositive cows was on average 3,755.1 Kg and 4,390.9 Kg that of the seronegative, the average economic value per lactation was estimated at $ 22,530.00 for seropositive cows and at $ 26,345.40 for seronegative cows; no statistical difference ($p$>0.05) was found in the productions; however, it was concluded that in the seropositive cows to *Neospora caninum* belonging to the family milk production system of the municipality of Amecameca, State of Mexico, a negative biological effect was observed by producing less milk than seronegative cows.

**Index words:** Infection, losses, milk production.

## INTRODUCCIÓN

*Neospora caninum* es un parásito protozoario intracelular obligado, perteneciente al Phylum Apicomplexa reconocido por primera vez en perros noruegos que mostraban signología neurológica (Bjerkås *et al.*, 1984); *Neospora caninum* es el agente causal de la neosporosis bovina, enfermedad que puede causar abortos entre el tercer y noveno mes de gestación, además de causar reabsorción embrionaria, muerte fetal temprana, mortinatos y muerte neonatal, provocando un efecto negativo importante en diferentes parámetros reproductivos y en la producción de leche. Aunque afecta principalmente al ganado lechero, el ganado productor de carne también es afectado, (Donahoe *et al*., 2015; Dubey y Shares, 2006). Diversos estudios realizados en vacas del sistema de producción intensivo, han mostrado que la seropositividad al parásito está asociada con la disminución de la producción de leche la cual puede oscilar desde 0.52 a 1.27 kg de leche por vaca al día (Hernández *et al*., 2001). Al respecto, se ha señalado que en una lactancia regular de 305 días se dejan de producir alrededor de 800 libras de leche por vaca (362.8 kg), representando en su momento una pérdida de 128 dólares americanos por cada animal seropositivo; otros autores proponen que, por hato, las pérdidas se calculan en alrededor de 100 dólares por infección o aborto relacionada a *Neospora caninum*, lo cual ha sido observado en el sistema intensivo de producción de leche (Reichel *et al*. 2013). Aunado a las pérdidas que se generan en la producción lechera por los efectos de este parásito, se ha reportado un aumento en la probabilidad de que las vacas seropositivas puedan sufrir aborto (Nogareda *et al.*, 2007).

En México se distinguen diferentes sistemas de producción de leche, desde el sistema de producción intensivo y semi intensivo, el de doble propósito hasta el sistema de traspatio o familiar; a este último, algunos autores lo han denotado como sistema de producción de leche en pequeña escala que aporta el 28% de la producción nacional (Hernández *et al.*, 2013). En nuestro país no se tiene conocimiento de las pérdidas económicas que produce la neosporosis bovina en el sistema de

producción de leche familiar, por lo que el objetivo del presente estudio fue comparar la producción de leche ajustada a 305 días y su asociación a la situación serológica frente a *Neospora caninum*, así como estimar las pérdidas económicas ocasionadas por la disminución de la producción láctea en el sistema de producción familiar.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en un hato ubicado en el municipio de Amecameca, Estado de México, se localiza a una altura de 2400 msnm, presenta un clima templado subhúmedo Cb (w2) y precipitación pluvial promedio de 935 mm anuales (INAFED, 2016). El hato cuenta con las características propias del sistema de producción de leche familiar, todas las vacas fueron de fenotipo Holstein con diferente número de lactancia, el ordeño se realiza de forma mecánica dos veces al día. La dieta ofrecida estuvo basada en ensilado de maíz, forraje de alfalfa, heno de avena y se suplementa con alimento balanceado comercial con 18 % de proteína cruda (P.C.); también se emplea el pastoreo en praderas artificiales de alfalfa principalmente en la época de estiaje, la presencia de otras especies como gallinas, palomas, cerdos, équidos, perros y fauna nociva como ratas fue observada en el establo; se controla la entrada de caninos ajenos.

El manejo reproductivo se realizó sin modificar el protocolo habitual de la unidad de producción mediante el uso de inseminación artificial y dentro del manejo preventivo se aplica un programa de vacunación desde 2012, inmunizando contra Brucelosis, Diarrea Viral Bovina, Rinotraqueítis Infecciosa Bovina, Parainfluenza tipo 3, Virus Sincitial Respiratorio Bovino y Leptospirosis con 5 serovariedades, los cuales son agentes etiológicos relacionados con la producción de aborto en el bovino, a pesar de ello el hato cuenta con historial de abortos.

Para determinar el estatus serológico frente a *Neospora caninum*, todas las hembras en producción fueron muestreadas al inicio del experimento por punción de la vena coccígea utilizando tubos al vacío sin anticoagulante. El suero fue obtenido mediante centrifugación a 1000 x g durante 15 minutos y conservado a -20 ºC hasta su utilización. La detección de anticuerpos anti - *Neospora caninum* se realizó mediante un ensayo inmunoenzimático (ELISA) empleando un paquete comercial (100 % de sensibilidad y 98.9 % de especificidad) usando una dilución de 1:100 de cada uno de los sueros problema los cuales se analizaron por duplicado; la lectura se efectuó en un espectrofotómetro con un filtro de 650 nm; se consideró 0.50 como punto de corte acorde a la información proporcionada por el fabricante.

La producción de leche en el hato fue monitoreada durante 36 meses, registrando la producción láctea matutina y vespertina de cada vaca una vez por semana (los días sábado), estimándose con estos datos la producción semanal, mensual y por lactancia. Se realizó el ajuste de la producción de cada lactancia a equivalente maduro (305 días) de cada una de las lactaciones de las vacas (Mc Dowell, 1975); de acuerdo al estatus serológico de las hembras se conformaron dos grupos de vacas: vacas seropositivas a *Neospora caninum* (G1) y vacas seronegativas (G2); se comparó la producción promedio entre las vacas del G1 y G2; asimismo, entre el número de lactación (primera, segunda, tercera, etc) entre grupos.

La producción promedio de cada grupo fue comparada al igual que el número de lactancias en el cual que se encontraron las vacas incluidas en el estudio. Se empleó el análisis de varianza (ANOVA) para el escrutinio de los datos con la ayuda de un paquete computacional Statgraphics, Centurion MR. Para estimar el valor económico de la leche se multiplicó el promedio de producción de cada grupo por el valor comercial por litro de leche de la zona ($6.00 pesos) al momento de realización del estudio.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El 27 % de las vacas resultó seropositiva a *Neospora caninum* mediante la prueba ELISA (10/37). Fueron registradas 37 lactancias a las cuales se realizó el ajuste al equivalente maduro (305 días) obteniendo un promedio de producción de 3,755.1 kg. de leche/lactancia para el grupo de vacas seropositivas (10) y de 4,390.9 kg para las vacas seronegativas (27) lo que se traduce en 12.31 y 14.39 kg de leche/vaca/día/lactación, respectivamente. Con respecto al valor económico de la producción de leche fue de $22,530.00 pesos por lactancia para el G1 y $26,345.40 pesos para el G2. El análisis estadístico no mostró diferencias significativas para el promedio de producción entre ambos grupos ($p$ = 0.214) lo cual es similar a lo reportado por Hobson *et al*. (2002), en un estudio observacional; por otro lado, al realizar la comparación entre el número de lactancias no fue posible demostrar diferencia estadística ($p$ = 0.057); en ambos casos, es entendible debido al número de observaciones con las que se contó; no obstante, es bien conocido que existe diferencia en la producción de acuerdo al número de lactancia siendo que una vaca al primer parto produce entre el 85% del potencial de su producción, y en el tercer parto puede lograr cerca del 95% de su potencial máximo de producción (Olivera, 2001).

A pesar de que la producción entre grupos (G1) y (G2) no mostró diferencia estadística en la producción láctea, se observa un efecto biológico ya que hay una reducción del 14.46% en la producción de leche entre las vacas seropositivas *vs*. seronegativas; equivale a una disminución de 635.9 kg de leche ($3,815.40 pesos). Los reportes que existen respecto a la disminución de la producción láctea en ganado de alta producción en sistemas intensivos mencionan un descenso de entre 3 y 4 %, representando aproximadamente 362 kg de leche por lactación (Hernández *et al*., 2001), lo que resulta ser poco más de la mitad de lo encontrado en este estudio; de igual forma, con el promedio de producción de leche por día, se ha mencionado una baja de 1.13 kg/vaca/día en vacas seropositivas a *Neospora caninum* con diferente número de lactancia (Hernández *et al*., 2001), y 1.26 kg/vaca/día en vacas seropositivas de primera lactancia (Thurmond y Hietala, 1997); identificando un menoscabo de 2.08 kg/vaca/día para las vacas seropositivas al parásito en vacas del sistema de producción de leche familiar del altiplano mexicano, lo que representa casi el doble de lo reportado.

Entre los factores de mayor importancia relacionadas con un nivel bajo de producción en este sistema de producción se puede considerar la constante variación en la calidad de los alimentos de la dieta a lo largo del año, así como su disponibilidad, ya que no todas las familias dedicadas a producir leche dentro de este sistema cuentan con tierras o infraestructura para su correcta conservación y almacenaje; el manejo del ganado y el tipo de ordeño, además de la calidad genética

de los animales con los que se cuenta, aunado a esto la energía empleada por el animal al desplazarse a los sitios de pastoreo.

Las pérdidas económicas calculadas para el sistema intensivo son de $128 dólares por animal seropositivo ($2,432.00 pesos estimando el precio del dólar en $19.00) cifra menor a la encontrada en este estudio ($3,815.40 pesos Lactación/vaca), a pesar de que las vacas del sistema intensivo producen mayor cantidad de leche debido a las condiciones de mantenimiento y valor genético, la disminución en la producción láctea de las vacas del sistema familiar fue considerablemente superior en las seropositivas a *Neospora caninum*, reforzando la hipótesis de que la infección por este parásito disminuye la producción láctea.

## CONCLUSIONES

Al término de este trabajo no se pudo demostrar que las vacas seropositivas a *Neospora caninum* produzcan menos leche que las seronegativas ya que no se encontró diferencia estadística; no obstante, se observó un efecto biológico y las vacas seropositivas a *Neospora caninum* pertenecientes al sistema de producción lechera familiar del municipio de Amecameca, Estado de México, produjeron menor cantidad de leche que las vacas seronegativas, lo que representa una significante pérdida económica; por lo que se considera necesario realizar más investigaciones con la inclusión de más hatos del mismo sistema para poder afirmar de manera contundente que al igual que en los sistemas de producción intensiva la seropositividad a *Neospora caninum* es un factor por el que la producción de leche se ve disminuido; por otro lado, se sugiere la realización de pruebas de diagnóstico que permitan identificar de manera directa la presencia del parásito.

## LITERATURA CITADA

Bjerkås, I. M., S. F. Mohn and J. Presthus. 1984. Unidentified cyst-forming sporozoon causing encephalomyelitis and miositis in dogs. Zeitshrift für parasitenkunde 70(2): 271-274.

Donahoe, S. L., S. A. Lindsay, M. Krockenberger, D. Phalen and J. Slapeta J. 2015 "A review of neosporosis and pathologic findings of *Neospora caninum* infection in wild life". Int. J. Parasitol. Parasites Wild. 4: 216-238 doi: 10.1016/j.ijppaw.2015.04.002 (Consultada en mayo de 2019).

Dubey, J. P. and G. Schares. 2006. Diagnosis of bovine neosporosis. Vet. Parasitol. 140: 1-34.

Hernández, J. R., C. Risco and A. Donovan. 2001. Association between exposure to *Neospora caninum* and milk production in dairy cows. J. Am. Vet. Med. Assoc. 219(5): 632-635.

Hernández, M. P., F. J. G. Estrada, N. F. Avilés, A. G. Yong, G. F. López, M. A. D. Solís y O. O. A. Castelán. 2013. Tipificación de los sistemas campesinos de producción de leche del sur del Estado de México. Universidad y Ciencia 29(1): 19-31.

Hobson, J. C., T. F. Duffield, D. Kelton, K. Lissemore, S. K. Hietala, K. E. Leslie, B. McEwen, G. Cramer and A. S. Peregrine. 2002. *Neospora caninum* serostatus and milk production of Holstein cattle. Journal of the American Veterinary Medical Association 221(8): 1160-1164.

INAFED, 2016. Amecameca. Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México, En: http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM15mexico/municipios/15009a.html (Consultada en junio de 2019).

Mc Dowell, R. E., J. K. Camoens, D. G. St Louis, F. E. Cabello and E. Chistiansen. 1975. Factors for standardizing lactations records made by Holstein Friesian in México for age and mont. Cornell University AS/IAD, Ithaca, NY, Mimeo 2-75

Nogareda, C., F. López-Gatius, P. Santolaria, I. García-Ispierto, G. Bech-Sabat, M. Pabón, M. Mezo, M. González-Warleta, J. A. Castro-Hermida, J. Yanis and S. Almería. 2007. Dynamics of anti-Neospora caninum infection antibodies during gestation in chronically infected dairy cows. Vet. Parasitol. 148(3-4):193-139.

Olivera, S. 2001. Índices de producción y su repercusión económica para un establo lechero. Rev. Investig. Vet. Perú 12(2) Lima jul./dic. 2001.

Reichel, M. P., M. A. Ayanequi-Alcérreca, L. F. Gondim and J. T. Ellis. 2013. What is the global economic impact of *Neospora caninum* in cattle - The billion-dollar question? Int. J. Parasitol, 43(2):133-142. doi: 10.1016/j.ijpara.2012.10.022. Epub 2012 Dec 12. (Consultada en mayo de 2019).

Thurmond, M. C. and S. K. Hietala. 1997. Effect of *Neospora caninum* infection on milk production in first-lactation dairy cows. J. Am. Vet. Med. Assoc. 210(5): 672-674.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# IMPORTANCIA DEL MANEJO REPRODUCTIVO Y GENÉTICO EN UNIDADES DE PRODUCCIÓN BOVINA EN DOS MUNICIPIOS DE LA COSTA DE OAXACA

# [IMPORTANCE OF THE REPRODUCTIVE AND GENETIC MANAGEMENT IN BOVINE PRODUCTION UNITS IN TWO MUNICIPALITIES FROM THE COAST OF OAXACA]

**J. L. Ponce-Covarrubias, E. C. García y González[§], P. E. Hernández-Ruiz, B. C. Pineda-Burgos, P. I. Romero-Rodríguez, E. Flores-López, T. I. Estrada-Apatiga, G. E. Olivar-Valladolid**

Escuela Superior de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 3, Universidad Autónoma de Guerrero, Tecpan de Galeana, Guerrero, México. [§]Autor para correspondencia:(eth_cat@hotmail.com).

## RESUMEN

El estudio fue diseñado para investigar a través de encuestas la importancia del manejo reproductivo y genético en unidades de producción de ganado bovino de los municipios de San Juan Cacahuatepec y San Pedro Amuzgos, Oaxaca. Las preguntas fueron orientadas hacia las actividades reproductivas y genéticas: sincronización del estro, época de empadre, intervalo parto-preñez, número y criterios para la selección de reemplazos y origen de los sementales. En el presente estudio todos los productores entrevistados mencionan que no utilizan biotecnologías reproductivas en su ganado y empadran con el semental. El 71.2% de los productores practican el periodo de empadre durante la época de secas, el 17% durante la época de lluvias y el 1.3% restante mencionan que no saben. Por su parte, el 88% de los entrevistados mencionan tener en su hato de ganado un intervalo parto-preñez de 1 a 8 meses, el resto de los ganaderos no sabe; asimismo, el 97% de los productores reemplazan al año de 1 a 12 animales y el resto más de 12. Por otra parte, el 80% de los productores mencionan que para seleccionar a los animales de reemplazo utilizan el genotipo y fenotipo de los animales, el 20% restante plantean que no saben. Finalmente, el 80.3% de los productores compra los sementales con el fin de cambiar la genética de su hato, y el 11.3% utilizan toros nacidos de sus vacas. Se concluye que la producción bovina doble propósito en los municipios de San Juan Cacahuatepec y San Pedro Amuzgos Oaxaca, mantiene bajos parámetros reproductivos y escasa selección genética.

**Palabras clave:** Época de empadre, intervalo parto-preñez, selección de reemplazos.

## ABSTRACT

The study was designed to investigate through surveys the importance of the reproductive and genetic management in livestock production units from the municipalities of San Juan Cacahuatepec and San Pedro Amuzgos, Oaxaca. The questions were oriented towards reproductive and genetic activities: estrus synchronization, breeding season, calving-pregnancy interval, number and criteria for the selection of replacements and origin of the bulls. In the present study all the producers interviewed mention that they don't use reproductive biotechnologies in their cattle and they register with the bull. The 71.2% of the producers practice the period of breeding during the

dry season, 17% during the rainy season and the remaining 1.3% mention that they don't know. On the other hand, 88% of the interviewees mention that having a birth-pregnancy interval of 1 to 8 months in their herd of cattle, the rest of the farmers don't know; likewise, 97% of the producers replace to the year with 1 to 12 animals and the rest more than 12. On the other hand, 80% of the producers mention that to select the replacement animals they use the genotype and phenotype of the animals, the remaining 20% state that they don't know. Finally, 80.3% of the producers buy the bulls in order to change the genetics of their herd, and 11.3% use bulls born from their own cows. It's concluded that the double purpose bovine production in the municipalities of San Juan Cacahuatepec and San Pedro Amuzgos Oaxaca, maintains low reproductive parameters and limited genetic selection.

**Index words:** Breeding season, birth-pregnancy interval, replacement selection.

## INTRODUCCIÓN

Las regiones tropicales del mundo son importantes en la producción de ganado bovino doble propósito (carne y leche) (Orantes-Zebadúa *et al.*, 2014). En la región tropical de México se concentra el 31.5% del inventario total de ganado bovino (Román-Ponce *et al*., 2013), y aporta el 25% al mercado de la leche (Pérez *et al.,* 2001), y la carne a través de la venta de becerros y vacas de desecho (Pech *et al.,* 2007). De manera particular el estado de Oaxaca cuenta con 1.6 millones de cabezas de ganado que sustenta la economía local (SIAP, 2016). En el trópico, la eficiencia reproductiva de las vacas se caracteriza por un bajo porcentaje de partos, edad avanzada al primer parto y periodos entre partos muy prolongados; todo esto afecta la producción de los hatos de ganado bovino junto con el limitado potencial genético que los caracteriza (Román-Ponce *et al.,* 2013). Por estas razones es necesario conocer la ganadería bovina a pequeña escala o familiar; identificar la problemática que predomina en la región Costa y Sierra Sur del estado de Oaxaca. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue investigar la importancia del manejo reproductivo y genético en unidades de producción de ganado bovino de los municipios de San Juan Cacahuatepec y San Pedro Amuzgos, Oaxaca.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en los municipios de San Juan Cacahuatepec (región Costa, distrito de Jamiltepec) y San Pedro Amuzgos (región Sierra Sur, distrito de Putla Villa de Guerrero), Oaxaca, México (coordenadas: 16°46'44" LN y 98°09'12"LO). El primer municipio cuenta con una superficie territorial de 189.18 $km^2$ y el segundo con 117.85 18 $km^2$, utilizada principalmente para actividades agropecuarias (INEGI, 2017). Para el estudio se aplicaron 66 encuestas por municipio a productores, enfocadas sobre la frecuencia de las actividades de manejo reproductivo-genético que se practican en las unidades de producción locales. Las preguntas fueron orientadas hacia las actividades reproductivas: sincronización del estro (hormonalmente), época de empadre (secas o lluvias), intervalo parto-preñez (1 a 8 meses, no sabe), número de reemplazos al año (1 a 12 o > 12 animales), criterios para la selección de animales de reemplazos al año (características genéticas, fenotípicas o ambas) y origen de los sementales (compra o hato propio).

Dos personas previamente capacitadas se encargaron de aplicar las encuestas; fueron dirigidas bajo un muestreo no probabilístico a conveniencia. Los análisis estadísticos fueron realizados con una hoja de cálculo de Microsoft office Excel 2013 del programa de Windows 10, se calculó la frecuencia de cada una de las variables estudiadas y los resultados se presentan en porcentaje.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente estudio todos los productores entrevistados mencionan que no utilizan biotecnologías reproductivas en su ganado y empadran con el semental. El 71.2% de los productores practican el periodo de empadre durante la época de secas, el 17% durante la época de lluvias y el 1.3% restante mencionan que no saben. En este sentido Núñez-Olivera *et al.* (2018) mencionan que la sincronización estral con hormonas sintéticas y la inseminación artificial es una alternativa útil para incrementar la eficiencia reproductiva y seleccionar las características genéticas para carne o leche de acuerdo a la conveniencia del productor. Por su parte, Hernández y Zárate (2015) afirman que las condiciones climáticas del trópico en las áreas costeras de México, determinan el crecimiento de los pastos, provocando periodos de escases durante el estiaje y abundancia durante las lluvias. Estas condiciones permiten que el periodo de empadre coincida con la época de secas para que los partos ocurran durante la época de lluvias cuando hay una mayor disponibilidad de alimento.

Es necesario el uso de biotecnologías reproductivas en los hatos de ganado bovino doble propósito, esto permitirá gestar a las vacas en los momentos del año cuando incremente la disponibilidad de forraje y cuando se incremente la demanda tanto de leche como de carne, utilizando el alimento de reserva para dicho propósito. Por su parte, el 88% de los entrevistados mencionan tener en su hato de ganado un intervalo parto-preñez de 1 a 8 meses, el resto de los ganaderos no sabe; asimismo, el 97% de los productores reemplazan al año de 1 a 12 animales y el resto más de 12. Algunos estudios mencionan un intervalo parto-preñez muy prologando (18 meses), aunque esto lo atribuyen algunos factores que contribuyen a dicho suceso; peso, condición corporal, estado metabólico de las hembras bovinas, la presencia del becerro por amamantamiento o lactancia, entre otros (Talavera *et al.*, 1973; Ríos *et al.*, 2010).

Para corregir estos parámetros en los hatos de ganado bovino doble propósito a pequeña escala o familiar es necesario tomar en cuenta todos estos factores para disminuir dicho periodo. Por otra parte, el 80% de los productores mencionan que para seleccionar a los animales de reemplazo utilizan el genotipo y fenotipo de los animales, el 20% restante plantean que no saben. Finalmente, el 80.3% de los productores compra los sementales con el fin de cambiar la genética de su hato, y el 11.3% utilizan toros nacidos de sus vacas. Consistentemente con estos resultados Martínez-Castro *et al.* (2012) coinciden de la importancia de comprar sementales en base al genotipo del animal y no utilizar animales del mismo hato, ya que esto a la larga traerá problemas de consanguinidad y provocar algunas enfermedades. El uso de sementales genéticamente superiores asegura mejores características genotípicas-fenotípicas, así como una mayor producción de leche y carne de las crías de estos animales, consecuentemente que el productor tenga mejores ganancias gracias a la selección del ganado.

## CONCLUSIONES

La producción bovina doble propósito en los municipios de San Juan Cacahuatepec y San Pedro Amuzgos Oaxaca, mantiene bajos parámetros reproductivos y escasa selección genética. Se requiere de un programa de asistencia técnica y capacitación individualizado a nivel de unidad de producción para los productores que practican la ganadería a pequeña escala o familiar.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los M.V.Z Dejanira Jiménez y Mauro Merino por su ayuda en la aplicación de encuestas en los municipios San Juan Cacahuatepec y San Pedro Amuzgos Oaxaca. Asimismo, a todos los productores de ganado bovino que participaron en las encuestas para que este trabajo se llevara a la práctica.

## LITERATURA CITADA

Hernández, H. V. D. y H. J. P. Zárate. 2015. Tecnologías para aumentar la producción de leche y la eficiencia reproductiva en las unidades de producción de bovinos en el trópico. Consultado el 30 de enero de 2019. Disponible en línea: http://www.revistacebu.com/servicios/item/267-tecnologias-para-aumentar-la-produccion-de-leche-y-la-eficiencia-reproductiva-en-las-unidades-de-produccion-de-bovinos-en-el-tropico

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2017. Anuario estadístico y geográfico de Oaxaca. México. 1686 p. Consultado el 03 de febrero de 2019. Disponible en línea: https://www.inegi.org.mx/

Martínez-Castro, C. J., J. Cotera-Rivera y J. Abad-Zavaleta. 2012. Características de la producción y comercialización de leche bovina en sistemas de doble propósito en dobladero, Veracruz. Revista Mexicana de Agronegocios 30: 816-824.

Núñez-Olivera, R., T. de Castro, G. A. Bó, J. Piaggio and A. Menchaca. 2018. Equine chorionic gonadotropin administration after insemination affects luteal function and pregnancy establishment in postpartum anestrous beef cows. Domestic Animal Endocrinology 62: 24-31.

Orantes-Zebadúa, M. A., D. Platas-Rosado, V. Córdava-Avalos, M. C. De los Santos-Lara y A. Córdova-Avalos. 2014. Caracterización de la ganadería doble propósito en una tegión de Chiapas, México. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 1(1): 49-58.

Pech, M. V. C., H. M. Carvajal y P. R. Montes. 2007. Impacto Económico de la mastitis subclínica en hatos bovinos de doble propósito de la zona centro del estado de Yucatán, México. Tropical and Subtropical Agroecosystems 7: 127-131.

Pérez, H. P., M. F. Solaris, W. M. García, A. M. Osorio y S. J. Gallegos. 2001. Comportamiento productivo y reproductivo de vacas de doble propósito en dos sistemas de amamantamiento en el trópico. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 9(2): 79-85.

Ríos, U. A., R. R. C. Calderón, F. J. V. Rosete y L. J. Lagunes. 2010. Estimación de parámetros genéticos para características de fertilidad en ganado Suizo Pardo bajo condiciones subtropicales en México. Veterinaria México 41(2): 117-129.

Román-Ponce, S. I., F. J. Ruíz-López, H. H. Montaldo, R. Rizzid y H. Román-Ponce. 2013. Efectos de cruzamiento para producción de leche y características de crecimiento en bovinos de doble propósito en el trópico húmedo. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 4: 405-416.

SIAP. 2016. Producción ganadera. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. México. Consultado el 01 de febrero de 2019. Disponible en línea: https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-pecuaria

Talavera, U. J. C., F. D. Gonzalo y J. M. Berruecos. 1973. Pérdidas económicas por problemas reproductores. III: Edad y causas por las que son desechadas en México las vacas lecheras estabuladas. Técnica Pecuaria en México 24: 21-32.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EVALUACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO EN PASTOREO INTENSIVO DE GANADO LECHERO EN EL ALTIPLANO MEXICANO, EN RELACIÓN CON LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LECHE

# [EVALUATION OF THE PRODUCTIVE SYSTEM IN INTENSIVE GRAZING OF DAIRY CATTLE IN THE MEXICAN PLATEAU IN RELATION TO PRODUCTION AND MILK QUALITY]

**Marina Hernández-Castañeda[1], Vicente Lemus-Ramírez[1], Edgar Meraz-Romero[1§], Delia Gaspar-Sánchez[1], Aurelio Guevara-Escobar[2]**

[1]Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Animal en Altiplano (CEIEPAA). FMVZ-UNAM. Tequisquiapan, Querétaro, México. 76790. [2]Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ciencias Naturales Querétaro, México. 76230. [§]Autor para correspondencia: (emerazr@yahoo.com.mx).

## RESUMEN

Se realizó un estudio retrospectivo que abarcó un periodo de 10 años (2007-2016), en un hato de ganado lechero en pastoreo tecnificado en praderas de dominancia por alfalfa (*Medicago sativa*) y con varios niveles de suplementación durante todo el año. El sitio de estudio fue el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Animal en el Altiplano (CEIEPAA) de la UNAM ubicado en el altiplano mexicano. El objetivo fue realizar una descripción de la producción y calidad de la leche, analizando los registros técnicos productivos. El ganado constó de vacas de la raza Holstein Friesian, Jersey y cuzas de ellas, donde la Holstein tuvo el mayor porcentaje, con más de 50 % de la población. Se evaluó producción de leche por hato por año, promedio de litros por vaca por día tanto en línea de ordeño como en hato y calidad de la leche. La producción de leche se incrementó gradualmente a través de los años de estudio, de 2007 con 179,945 litros y 386,170 litros para 2016 este incremento se atribuyó principalmente al crecimiento de la población de vacas y al uso creciente de los niveles de suplementación. Los litros producidos por vaca por día en hato disminuyeron a través de los años lográndose valores máximos y mínimos de 14.7 (2008) a 8.9 (2015) y litros por vaca por día en ordeño de 17.3 (2008 y 2009) a 11.1 litros en 2015. La leche en cuanto a calidad, se encontró dentro de la NMX-700-COFOCALEC-2012 y fue clasificada como clase 'A' para grasa y proteína. La grasa tuvo un intervalo de 3.7 a 4.4 %, incrementando al paso de los años; la proteína de 3.2 a 3.6%, también tuvo una tendencia a incrementar. Se concluyó que, aunque la producción de leche tanto por vaca como por hato, fue razonablemente baja en condiciones de pastoreo tecnificado, esa producción mostró alta cantidad y calidad en sólidos lácteos.

**Palabras clave**: Calidad, leche, pastoreo vacas.

## ABSTRACT

A retrospective trial was developed for a period of 10 years (2007-2016), analyzing productive data from a dairy herd under specialized grazing conditions on pasture of Lucern (*Medicago sativa*)

dominance and with varying levels of supplementation through the year. The study was located in the Mexican plateau at the University campus (Centro de Enseñanza, Investigación y Extension en Producción Animal en Altiplano – CEIEPAA; FMVZ; UNAM). The objective was to describe a description of the milk production and quality. The present study included the technical productive analysis from record of the dairy cattle. The dairy herd structure included cows from Holstein Friesian, Jersey breeds and additionally cows cross bred between them, where the Holstein were more than 50% of the total herd. Milk production data was reported in terms of herd production for year and average liter (L) per cow/day (average of total dairy herd and for individual cows). The results indicated that the milk production increased gradually throughout the years included in the study, in 2007 was observed a production of 179,945 L and 386,170 in 2016 but the increase was mainly attributed to increased cow numbers and the use of supplements. Milk yield (L per cow per day) decreased during the study period, averaging values from each cow in the herd of 14.7 L/day (2008) and 8.9 L/day (2015) and per milked cow of 17.3 (2008, 2009) to 11.1 L in 2015. About milk quality; fat was in a range of 3.7 to 4.4% showing an increase over the years; protein from 3.2 to 3.6%, also had a tendency to increase across the time. In conclusion, milk quality was high in milk solids but the herd's milk yield was low for grazing conditions. We think that there is a need to know more information from other herds under similar production conditions, but with different management policies, which allows understanding the advantages or disadvantages and understand the convenience of establishing a production model under grazing conditions.

**Index words**: Cows, grazing, milk, quality

## INTRODUCCIÓN

La producción animal en pastoreo permite disminuir los costos de alimentación y mejorar el bienestar animal; sin embargo, el rendimiento y contenido de nutrientes de la leche tiene fluctuaciones estacionales debido a la disponibilidad y calidad del forraje (Hanrahan *et al*., 2018). La caracterización de la producción de leche en pastoreo es necesaria para comparar sistemas productivos y la toma de decisiones, sobre todo en la cadena productiva (Larios-Sarabia *et al*., 2011). En México la producción e industrialización de leche se basa principalmente en un esquema de producción en todo el año (Cuevas-Reyes *et al*., 2007). De esta manera, el procesamiento de la leche demanda poca variación en la cantidad de leche entregada por el establo y también en la proporción de grasa de la leche; de no ser así, se incumple la normatividad, se incurre en penalizaciones en el precio o en el rechazo de volúmenes de leche por rebasar la cuota pre-establecida.

En este trabajo se examinó anualmente el rendimiento y calidad de la leche; no obstante, la variabilidad a otras escalas temporales también tiene implicaciones prácticas. El pastoreo rotativo y el control de la asignación de forraje son los elementos básicos para administrar la producción animal en pastoreo. Para compensar el efecto climático es posible usar riego en las praderas, la fertilización estratégica y alimentar en el pesebre con complementos, ya sea forraje o compuestos concentrados. En el presente estudio de caso se utilizaron todas estas herramientas para favorecer la productividad en el medio ambiente del Altiplano Mexicano, caracterizado por lluvias muy

estacionales y con temperatura extremosa. La experiencia reportada comprende diez años de producción con genotipos de tipo americano de ganado Holstein, Jersey y su cruza. La hipótesis de trabajo consideró el cumplimento de la norma oficial correspondiente para el contenido de grasa y sólidos en la leche; además de representar la variabilidad anual en la producción de leche.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el CEIEPAA. FMVZ-UNAM, ubicado en el km 8.5 de la carretera federal Tequisquiapan – Ezequiel Montes, en el municipio de Tequisquiapan, Querétaro. Las praderas se establecieron en 2005 con los pastos *Dactylis glomerata* (pasto orchard), *Lolium perenne* (rye grass anual), *Festuca arudinacea* (pasto festuca), *Bromus catharticus* (pasto bromo) y la leguminosa *Medicago sativa* (alfalfa); pero para 2009 la alfalfa dominaba la pradera entre 80 y 90% de la MF (masa forrajera), según consta en los registros de análisis de la composición botánica de las praderas; después de 2009 se establecieron otras áreas de pastoreo con el mismo criterio de fórmula de siembra, y con el tiempo la alfalfa volvió a dominar hasta casi ser un monocultivo (el pastoreo de alfalfa pura ha sido la tendencia de manejo de la alimentación del ganado).

El manejo de la pradera consistió en riego por aspersión (side roll) y el control del pastoreo se realizó con cerco eléctrico, usando el método de pastoreo en franjas, con periodos de 24 horas, saliendo del potrero sólo para ser ordeñadas y para recibir cantidades variables de materia seca (MS), como suplemento en pesebre. En promedio se aplicaron 1.5 riegos por ciclo de pastoreo, pero la lámina de riego no se registró (sólo el tiempo de riego). La pradera se fertilizó con carbonato de hidróxido de fosfato Ca $(H_2PO_4)^2$ a razón de 50 kg $P_2O_5$ $ha^{-1}$ (oxido de fosforo por hectárea), aplicadas dos veces cada año durante primavera (mayo-junio) y principios de otoño (septiembre-octubre). El área de pastoreo fue desde 9.5 ha, hasta 22.2 ha de 2007 hasta 2012, en este último año y hasta 2016 la superficie mencionada fue asignada exclusivamente para ser pastoreada por el hato estudiado; aunque el número de vacas creció, la superficie a pastorear no varió y se tuvo que recurrir a una mayor inclusión de suplementos. En el periodo de 2007 a 2016, el ordeño se llevó a cabo dos veces al día, por la mañana (5:45) y por la tarde (16:00 h). El ordeño fue mecánico y se realizó con un equipo automático tipo "Autorotor" (carrusel) (GEA Westfalia ®) de 16 plazas.

Se realizó un análisis retrospectivo de la información técnico-productiva del hato de bovinos productores de leche los cuales se manejaron bajo un modelo de producción en pastoreo. El periodo estudiado comprendió desde enero de 2007 a diciembre de 2016, la información obtenida consistió en producción de leche diaria total, promedio por vaca en hato y de vacas en ordeño, calidad de la leche (grasa, cantidad de sólidos lácteos, proteína, lactosa). Los datos que se recabaron, se ordenaron en una hoja de cálculo electrónica Excel (Microsoft Office) donde se organizó de acuerdo a la variable de estudio. Después se agruparon los datos anteriores en otra hoja de cálculo electrónica en donde la información se reorganizó de la siguiente manera: número consecutivo del 1 al 3652, fecha, total de litros de leche producidos, número de vacas en ordeño, número total de vacas en el hato, litros de leche producidos en línea, litros de leche producidos en hato, grasa (g/L), sólidos no grasos (g $L^{-1}$) y sólidos lácteos (g $L^{-1}$), lactosa (g $L^{-1}$) y proteína (g $L^{-1}$), para la determinación de estos componente se utilizó el aparato ®Foss Milkoscan Minor. La obtención de

los datos para el número de vacas en ordeño fue de los registros técnico-productivos del CEIEPAA. Los datos de las variables: sólidos totales, sólidos no grasos, grasa, proteína, lactosa, litros producidos en línea y en hato, fueron procesados y analizados por medio de un análisis de varianza de acuerdo al modelo para un diseño completamente al azar, utilizando el PROC GLM del paquete estadístico SAS® (2004) y una prueba de comparación de medias de Tukey (Steel *et al.*, 1997).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los registros técnico-productivos del ganado mostró que el grupo de vacas estuvo compuesto por dos razas y sus cruzas (Holstein, Jersey). En el Cuadro 1, se muestra la estructura del hato para cada año (número de vacas por genotipo y su porcentaje). En el periodo estudiado predominó con más de 50% la raza Holstein. En los años 2007 y 2008, no existieron vientres cruzados ya que a finales de 2008 se realizó una tipificación rigurosa del hato por genotipo, y como consecuencia de esto, se redujo considerablemente el número de vacas Jersey; esto se empezó a reportar a partir de 2009.

**Cuadro 1.** Número y porcentaje racial del hato de bovinos lecheros del CEIEPAA.

| Año | No. vacas en pastoreo | Holstein % | Jersey % | Cruza % |
|---|---|---|---|---|
| 2007 | 35 | 74 | 26 | |
| 2008 | 41 | 69 | 31 | |
| 2009 | 44 | 58 | 6 | 36 |
| 2010 | 53 | 54 | 6 | 40 |
| 2011 | 60 | 56 | 10 | 34 |
| 2012 | 63 | 55 | 12 | 33 |
| 2013 | 60 | 55 | 9 | 36 |
| 2014 | 40 | 50 | 11 | 39 |
| 2015 | 83 | 49 | 13 | 38 |
| 2016 | 76 | 51 | 13 | 36 |

El rendimiento de leche aumentó a lo largo del periodo estudiado, excepto en el año 2014 donde disminuyó desde 9.9% a 26.7% con respecto a los años anteriores (2008-2013). El año 2016 fue cuando más leche se produjo (Cuadro 2), y 2007 el año de menor producción; esto se atribuyó a que el número de vacas en el año 2007 fue 46% menor (35 vacas) que en el año 2016 (76 vacas), y otra razón probablemente sea que la raza Jersey representó 13 % (Cuadro 1). Aunque la producción anual de leche aumentó debido al incremento en la población de vacas, el rendimiento individual (litros: vaca/ hato; vaca/ línea), fueron superiores durante los años 2007, 2008 y 2009 (Cuadro 2).

En la Figura 1 se muestra la producción de leche promedio por vaca/ hato y vacas en línea de ordeño. Se observó diferencia ($p < 0.05$) en la producción de leche litros por vaca en hato al igual que en línea de ordeño a través de los años del estudio. Aunque en 2007 y 2014 la producción anual de leche fueron los más bajos (179, 945 y 198, 925 litros respectivamente), la eficiencia tanto en litros por vaca/ hato como en línea de ordeño fueron casi iguales aun cuando la diferencia en

número de vacas en 2014 fue mayor por 9. No obstante, si se compara la producción anual de 2014 y 2015, en este último año la producción total fue mayor (26%), pero la producción promedio individual (hato y línea) en 2015 fue notablemente inferior, aun cuando en éste mismo año la cantidad de vacas fue 51% más que el anterior. El bajo rendimiento individual pudiera explicase por el ingreso de un gran número de vaquillas tanto de la raza Holstein como Jersey, además a un posible aumento en los días promedio en lactancia del hato (información no analizada).

**Cuadro 2**. Producción anual de leche por todo el hato de bovinos lecheros del CEIEPAA.

| Año | Litros/año | Promedio de Leche (litros/día) | Vacas en Ordeño. | Litros por vaca/ línea | Litros por vaca/ hato |
|---|---|---|---|---|---|
| 2007 | 179,945 | 493 | 29 | 17.0ab | 14.1cb |
| 2008 | 220,095 | 603 | 35 | 17.2a | 14.7a |
| 2009 | 228,855 | 627 | 36 | 17.4a | 14.3ab |
| 2010 | 231,775 | 635 | 44 | 14.4c | 12.0e |
| 2011 | 270,465 | 741 | 50 | 14.8e | 12.4d |
| 2012 | 250,025 | 685 | 50 | 13.7d | 10.9f |
| 2013 | 252,215 | 691 | 48 | 14.4c | 11.5e |
| 2014 | 198,925 | 545 | 32 | 17.0ab | 13.6c |
| 2015 | 269,370 | 738 | 67 | 11.0e | 8.9g |
| 2016 | 386,170 | 1058 | 64 | 16.5b | 13.9cb |

[a, b, c, d e, f, g] medias con distinta literal dentro de columnas son diferentes ($p < 0.05$). EEM: error estándar de la media para litros en línea (0.1293). EEM: error estándar de la media para litros en hato (0.1074).

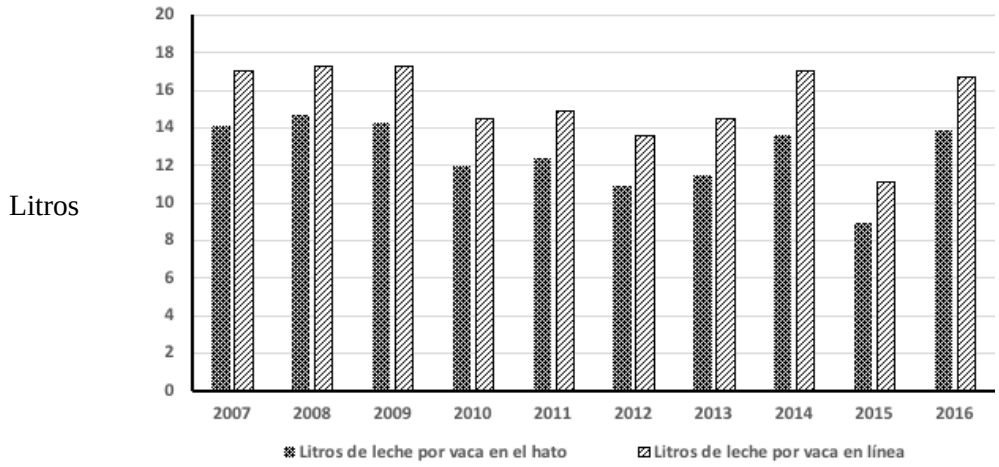



**Figura 1**. Producción de leche por año.

Se observó diferencia en el contenido de grasa en la leche ($p$ <0.05), con valores desde 37.36 g $L^{-1}$ para el año 2007 y hasta llegar en forma ascendente a 44.46 g $L^{-1}$en el año 2016 (Figura 2). En 2013 se observó una baja en la cantidad de grasa promedio, debido probablemente a dificultades

en el manejo general del hato (alimentación y falta de pariciones frecuentes). Todos los valores de grasa en leche durante el periodo estudiado rebasan el límite máximo de la NMX-700-COFOCALEC-2012, la que clasifica a la leche de este periodo dentro de la Clase 'A'.

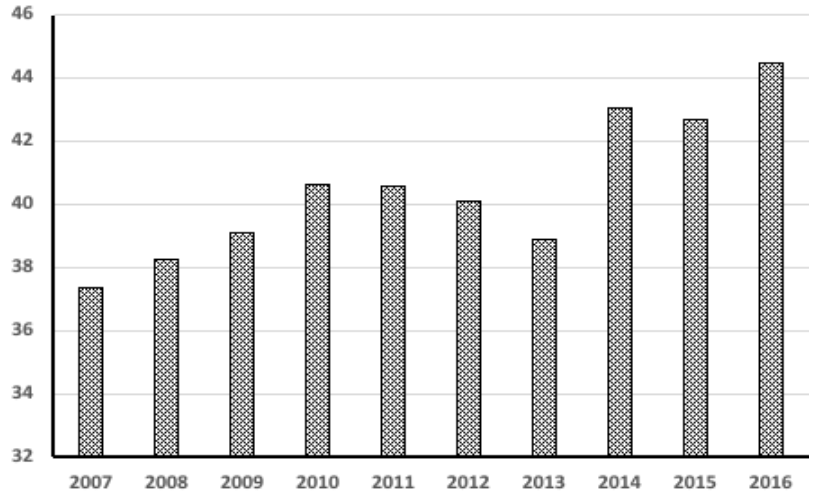



**Figura 2**. Cantidad de grasa butírica promedio anual (g $L^{-1}$) en leche de vaca.

Se observó diferencia ($p < 0.05$) en el contenido de sólidos no grasos en el periodo de 2007 a 2016, siendo 93.19 g $L^{-1}$ el valor más alto en el año 2007 y el valor más bajo 85.78 g $L^{-1}$ en el año 2010 (Figura 3), todos los valores en el periodo estudiado están por arriba del mínimo que indica la norma, que es 83 g $L^{-1}$. Lo cual se atribuye a la alimentación que recibieron las vacas, basada en forrajes, que resulta en una leche más concentrada.

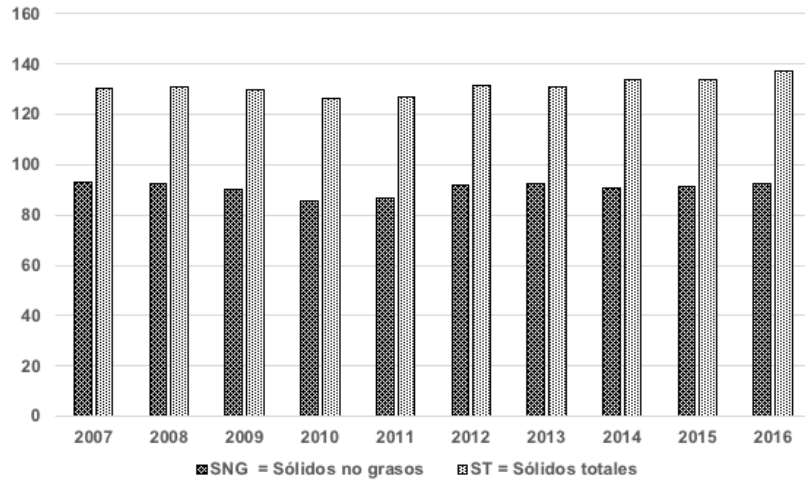



**Figura 3.** Sólidos lácteos no grasos y totales promedio anual (g $L^{-1}$) en leche de vaca.

Los valores de lactosa presentaron diferencia ($p < 0.05$) durante el periodo estudiado, 45.57 g $L^{-1}$ fue el valor más bajo y se observó en el año 2007 y el valor más alto se observó en el año 2015

y fue de 49.53 g $L^{-1}$. Los valores de lactosa fueron estables, aunque tuvieron tendencia a disminuir en el 2010 y 2011. El valor de lactosa es el principal agente osmolar de la leche y es por esto que es muy estable (Figura 4). Todos los valores están dentro del intervalo desde 43 g $L^{-1}$ a 50 g $L^{-1}$ que es lo que marca la NMX-700-COFOCALEC-2012. La tendencia de la proteína también fue a incrementar. La NMX-700-COFOCALEC-2012 indica que para que la leche se clasifique como Clase A, debe contener 31 g $L^{-1}$ o más, lo que se cumple durante todo el periodo de estudio. Además, los componentes de la leche, así como la cantidad de litros están influenciados en gran medida por las características genéticas de los animales, así como por el tipo de alimentación que reciben.

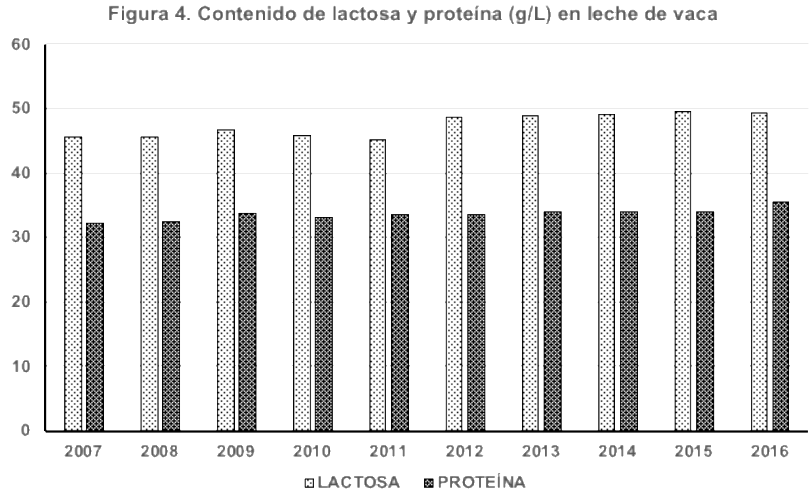



**Figura 4.** Contenido de lactosa y proteína (g $L^{-1}$) en leche de vaca.

## CONCLUSIONES

La calidad de la leche en su composición química cumplió con la normatividad. La proteína y grasa en la leche mostraron una tendencia ascendente durante el periodo de estudio. El rendimiento de leche por vaca diario mostró variaciones importantes durante el periodo de estudio con una causalidad multifactorial. Es necesario que los resultados presentados sean comparados con los de otras producciones pastoriles, para evaluar a detalle su valor como opción de producción lechera.

## LITERATURA CITADA

Cuevas-Reyes, V., J. A. Espinosa-García, A. B. Flores-Mendiola, F. Romero-Santillán, A. Vélez-Izquierdo, J. L. Jolalpa-Barrera y R. Vázquez-Gómez. 2007. Diagnóstico de la cadena productiva de leche de vaca en elestado de Hidalgo. Técnica Pecuaria México 45: 25-40.

COFOCALEC, PROY-NMX-F-700-COFOCALEC. 2012. Sistema de producto leche-alimento-lácteo-leche cruda de vaca-especificaciones fisicoquímicas, sanitarias y método de prueba. Sistema de Producto Leche, p. 42.

Hanrahan, L., N. McHugh, T. Hennessy, B. Moran, R. Kearney, M. Wallace and L. Shalloo. 2018. Factors associated with profitability in pasture-based systems of milk production. Journal of Dairy Science 101: 5474-5485.

Larios-Sarabia, N., R. Ramírez-Valverde, R, Núñez-Domínguez, J. G. García-Muñiz y A. Ruíz-Flores. 2011. Caracterización técnica, social y económica de las empresas del hato bovino Jersey de registro en México. Agricultura, Sociedad y Desarrollo 8: 229-247.

SAS. 2004. System for Windows. User´s Guide Statistics, SAS Inst. Inc. Cary North Carolina, USA.

Steel, R. G. D., J. Torrie and D. A. Dickey. 1997. Principles and procedures of statics: A biometrical approach, 3rd edt. McGraw Hill Book Co. New York.165.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CAUSAS QUE INDUCEN BAJA FERTILIDAD EN VACAS. UNA REVISIÓN

# [CAUSES THAT INDUCE LOW FERTILITY IN COWS. A REVIEW]

**Alejandro Córdova Izquierdo[1§], Adrian E. Iglesias Reyes[1], Juan Eulogio Guerra Liera[2], Abel E. Villa Mancera[3], Maximino Méndez Mendoza[3], Rubén Huerta Crispín[3], María de Lourdes Juárez Mosaqueda[4], Armando Gómez Vázquez[5], Jaime Olivares Pérez[6], Gustavo Ruiz Lang[1], Silvia D. Peña Betancourt[1], Raúl Sánchez Sánchez[7], Carlos Bedolla Cedeño[8], Román Espinosa Cervantes[1]**

[1]Departamento de Producción Agrícola y Animal. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, México, D.F. [2]Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Sinaloa, México. [3]Facultad de Veterinaria. Benemérita Universidad autónoma de Puebla, México. [4]FMVZ-UNAM. [5]División Académica de Ciencias Agropecuarias. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. [6]Unidad Académica de Veterinaria. Universidad Autónoma de Guerrero, México. [7]Departamento de Reproducción. INIA. Madrid, España.[8]FMVZ-UMSNH. Dr. Alejandro Córdova Izquierdo. Calz. Del hueso 1100. Col. Villa Quietud. C.P. 04960, CDMX. [§]Autor para correspondencia: (acordova@corre.xoc.uam.mx.).

## RESUMEN

En la actualidad, se hace necesario producir más leche por vaca y año con mayor eficiencia, debido a las mejoras innegables en la industria lechera; en cuanto a nutrición y alimentación, principalmente en la formulación de raciones para los animales, de acuerdo a los niveles de producción, como alta, media y baja; así como en la genética del hato. No obstante, estas mejoras, han resultado en problemas, cuyos resultados por lo regular ha sido, la presencia de problemas en la reproducción, resultando en términos generales, en bajo desempeño reproductivo y productivo de los animales. A pesar de los adelantos que existen en la actualidad sobre tecnologías factibles de aplicarse en la reproducción y producción animal, pocos productores o ganaderos han mostrado preocupación por mejorar las condiciones ambientales generales de sus Unidades de Producción Animal, sin tomar en cuenta que esas condiciones son en gran parte, las responsables de la salud de los animales, alterando el bienestar de los mismos y repercutiendo de manera importante, en la presencia de problemas de índole reproductivos y productivos, aumentando de manera importante costos de producción en la industria lechera. En este trabajo, se describen algunos factores de gran importancia que provocan desórdenes reproductivos y baja fertilidad en vacas lecheras.

**Palabras clave:** Desórdenes reproductivos, hembras bovinas, infertilidad.

## ABSTRACT

At present, it is necessary to produce more milk per cow and year with greater efficiency, due to the undeniable improvements in the dairy industry; in terms of nutrition and food, mainly in the formulation of rations for animals, according to production levels, such as high, medium and low; as well as in the genetics of the herd. However, these improvements have resulted in problems, whose results have usually been, the presence of problems in reproduction, resulting in general terms, low reproductive and productive performance of animals. In spite of the advances that currently exist on technologies that can be applied to animal reproduction and production, few

producers or stockbreeders have shown concern to improve the general environmental conditions of their Animal Production Units, without taking into account that these conditions are in large part, those responsible for the health of animals, altering the welfare of them and having an important impact on the presence of reproductive and productive problems, significantly increasing production costs in the dairy industry. In this work, some factors of great importance that cause reproductive disorders and low fertility in dairy cows are described.

**Index words**: Bovine females, infertility, reproductive disorders.

## INTRODUCCIÓN

Durante las dos últimas décadas, los adelantos en el mejoramiento genético, el área de la nutrición y en la mejora en el manejo de los animales, han hecho que la producción en promedio de las vacas especializadas en la producción de leche vaya en aumento; sin embargo, tal aumento en la producción lechera, ha repercutido de manera negativa en el desempeño reproductivo de estos animales, tales como bajas tasas de concepción, las cuales, no corresponden a las que se lograban hace 20 a 30 años; de tal manera que antes se podían lograr tasas de concepciones de 60%, en la actualidad y en el mejor de los casos, solo pueden lograrse, del 40 al 50%. De todo esto, podemos decir que, en la actualidad, se puede aceptar del 15 a 16% de vacas con problemas de repeticiones de estros, lo cual significa lograr, por lo menos 45% de concepciones (Cavazos, 2001; Córdova *et al*., 2002).

En la actualidad, el problema de vacas repetidoras, es considerado como el segundo problema reproductivo, después de los problemas de anestros postparto, principalmente en Unidades de Producción bovina de zonas tropicales, lo cual está considerado como un problema de baja fertilidad, que, en ocasiones, está por debajo del 30% de las gestaciones.

Desde el punto de vista práctico, los problemas de baja fertilidad, están presente, cuando se presentan las siguientes características: Retorno a estro de 19 a 23 días, después del tercer servicio o inseminación artificial (IA), sin causa aparente, exhibición de intervalos normales entre servicios, sin presencia de descargas genitales anormales, sin presencia de anormalidades en los órganos genitales, detectables por palpación rectal (Cavazos, 2001). Se sabe, que los problemas de fertilidad en las Unidades de Producción Animal (UPA), son multifactoriales, entre los que destacan trastornos en la ovogénesis, degeneraron de los ovocitos, desórdenes en la ovulación, fallas en la fecundación, inflamación de los ovarios, desórdenes de los oviductos, alteraciones en el útero como metritis y endometritis, mortalidad embrionaria precoz, entre otros.

Por otro lado, la baja fertilidad de los animales en UPA, está directamente relacionada con trastornos metabólicos, cuyo resultado es que las vacas altas productoras, por lo general, pueden presentar balance energético negativo durante los primeros 70-80 días pos-parto. A continuación, se presentan algunos puntos de vital importancia, relacionados con el problema de fertilidad en vacas lecheras. Las cuales es el objetivo del documento.

**Causas de infertilidad causadas por el hombre**

Se puede llegar a pensar que el hombre no tiene que ver con las fallas reproductivas del ganado, pero si lo analizamos detenidamente, veremos que sí tiene que ver y mucho; debido a que el hombre es el responsable directo del manejo del ganado en términos generales, por lo cual es él quien debe y tiene la responsabilidad de proporcionar al ganado un estado de bienestar absoluto, lo cual repercute directamente sobre el desempeño reproductivo de los animales. Diversos autores (Azab *et al*., 1993; Howard *et al*., 1998; Studer,1998; Correa, 2000; Fourichon *et al.*, 2000; Landau *et al*., 2000) han mostrado que el manejo proporcionado a los animales relacionado con la alimentación y nutrición de éstos, puede provocar severos problemas de infertilidad en la Unidad de Producción Animal (UPA), tanto en hembras como en machos; tales como: estros irregulares, estros anovulatorios, aumento en los días abiertos e intervalo entre partos; así como disminución en el desempeño reproductivo de los machos, en términos de disminución del deseo sexual y calidad seminal.

El desempeño de la persona que insemina (inseminador), es de vital importancia, cuyos resultados está directamente relacionado con su preparación, en términos de capacitación y entrenamiento en la técnica de inseminación artificial (Córdova *et al*., 2008). El trabajo que realiza el inseminador en la UPA, tiene que ver con su motivación que tenga para realizar su trabajo, cuyos resultados dependen de sus metas e incentivos que reciba del mismo. La actitud del inseminador ante su trabajo, depende del significado que le asigne a lo que hace; la carga y el horario de trabajo, también son aspectos que deben ser tomados en cuenta para el buen rendimiento del trabajador; así como el estado de ánimo que tenga en el momento que realizar su trabajo, en este caso la IA.

Los conocimientos y destrezas de los inseminadores para realizar la IA, son reconocidos como un factor de influencia significativa en la fertilidad del ganado (Peters *et al*., 1984; Dalton *et al*., 2001). La técnica de IA recomendada, es depositar el semen a través del cérvix en el interior del cuerpo del útero; lo cual representa un problema para muchos inseminadores. Una vía exitosa de la IA, es depositar el semen en el cuerpo del útero; sin embargo, la determinación de la región anatómica correcta para depositar el semen, representa uno de los mayores problemas (Peters *et al*., 1984), en la ejecución de la técnica de IA, cuyo éxito depende y requiere de mucha experiencia.

Cuando se utiliza la IA como método de servicio en la UPA, una correcta detección del estro es de vital importancia para obtener mejores resultados en el porcentaje de hembras gestantes. Se ha indicado, que las mejores tasas de concepción en vacas lecheras, se obtienen cuando son inseminadas a mitad del estro y hasta unas horas después de finalizado (Dalton *et al*., 2001; Nebel y Saacke, 2001). La IA, se programa considerando el inicio del estro ya que este es un predictor práctico del momento de la ovulación. En la hembra bovina, la ovulación ocurre en promedio de 30 a 32 horas después del inicio del estro, es deseable de que antes de que ocurra esté evento debe haber una población de espermatozoides previamente capacitados en la unión útero-tubárica para que ocurra una fecundación exitosa. Durante los últimos 50 años, se ha aplicado un esquema de IA en bovinos, conocido como AM-PM, cuya aplicación práctica consiste en que las vacas que son observadas en estro durante la mañana se inseminen en la tarde y las que presenten estro por la

tarde sean inseminadas en la mañana siguiente; siempre y cuando el método de detección de estros sea preciso.

El manejo del semen es elemental en cualquier programa de IA, ya que el éxito dependerá de la fertilidad del semen utilizado. Las empresas genéticas que distribuyen semen congelado en todo el mundo, aseguran la fertilidad de este y además garantizan una dosis de inseminación con un número suficiente de espermatozoides, cuyo éxito depende del potencial de fertilidad del macho reproductor; en bovinos, generalmente es entre 20 y 30 millones de espermatozoides viables antes de la congelación y con una motilidad de no más del 40% después de la descongelación; no obstante, el éxito verdadero, dependerá de algunos otros factores como la salud en general de la hembra, la correcta detección de estros y la destreza del inseminador para llevar a cabo la IA.

Por lo anterior, podemos indicar que el hombre juega un rol de vital importancia en la fertilidad del ganado de cualquier especie en las Unidades de Producción Animal, en cualquier parte del mundo.

**Causas nutricionales que pueden provocar infertilidad**

La mayoría de las deficiencias nutritivas crónicas determinan, en primer lugar, una disminución en el ritmo de crecimiento; en los animales adultos, pérdida del estado muscular, debilidad y muerte. De tal manera que la infertilidad por nutrición, puede presentarse, en casos como: si la cantidad de alimento disponible se limitan durante las fases del crecimiento de las novillas, desde el destete hasta la pubertad, al final de la gestación y durante los primeros días que siguen al parto, cuando los pastos o cultivos forrajeros se producen en tierras que tienen insuficiente cantidad de minerales considerados esenciales para la reproducción. Los minerales más comunes, se encuentran: cobalto, cobre, manganeso, fósforo y selenio (Mc Clure, 1995).

El efecto de los cambios metabólicos provocados por balance energético negativo (BEN), provocado por la dieta pobre en energía, proporcionadas a vacas altas productoras, provocan baja en la fertilidad; lo cual se provoca, cuando se administran dietas con alto contenido de proteína, en relación al consumo de energía. Las dietas con contenidos de proteína cruda de 17 a 19%, pueden provocar disminución de la fertilidad; se ha demostrado que las vacas alimentadas de esta forma tienen altas concentraciones de urea y amoniaco en sangre y en los fluidos uterinos, lo cual afecta la viabilidad de espermatozoides, ovocitos y embriones (Butler, 2000).

Las concentraciones sanguíneas de urea mayores de 20 mg $dl^{-1}$, se asocian con baja fertilidad. En condiciones *in vitro*, se ha observado, que concentraciones equivalentes a las que tendrían las vacas consumiendo dietas altas en proteína, afectan el desarrollo embrionario, lo cual se refleja en una reducción de la proporción de embriones que llegan al estado de blastocisto (Butler, 2000).

Con el fin de proveer todos los nutrimentos a las vacas altas productoras, obliga a ofrecer dietas altas en energía basadas en altas proporciones de granos, cuyo efecto se refleja en alteraciones subclínicas en el pH ruminal, asociándose a problemas de baja fertilidad, por pérdida de gestaciones tempranas, provocadas por acidosis ruminal (Butler, 2000). Una hipótesis propuesta del

mecanismo de este fenómeno, es que la dieta alta en el contenido de granos, ocasiona acidosis y una elevación de endotoxinas libres, provocando liberación de prostaglandina F2α y regresión del cuerpo lúteo.

Podemos decir, que la nutrición deficiente, es una de las mayores causas de disminución de la fertilidad en el ganado bovino en áreas tropicales/subtropicales. Investigaciones sobre reproducción en el posparto, señalan que la estimación de la condición corporal (CC) es un indicador útil del estado energético y del desempeño reproductivo de las vacas lecheras (Córdova, 2002). A continuación, se presentan los componentes más importantes a tomar en cuenta para el buen manejo alimenticio y nutricional de las vacas lecheras:

Energía: Un balance energético negativo es el origen principal del problema, cuyo origen es el consumo bajo de alimento ricos en energía (Veepro, 2002). Además, se pueden tener otros desórdenes reproductivos durante el postparto, como retraso en la ovulación, días abiertos prolongados y periodos de infertilidad, que pueden ser temporales o permanentes.

Vitaminas: La ausencia o deficiencia de vitamina A y beta-caroteno en la alimentación y nutrición de las hembras domésticas de granja, tiene como consecuencia desórdenes reproductivos, entre los que se encuentra la retención placentaria. Otras de las vitaminas involucradas en el problema es la E, cuya consideración es la dieta es fundamental, así como la vitamina C. Estas vitaminas, son antioxidantes naturales y su presencia en la nutrición es fundamental para la prevención de la retención placentaria y otros desórdenes reproductivos (Smith y Akinbamijo, 2000).

Minerales: La presencia de micronutrientes, como los minerales en la alimentación de los animales reproductores, tanto hembras como machos, es de fundamental importancia. Muchos de los fracasos reproductivos, entre los que se encuentran la retención placentaria, podrían evitarse con la inclusión en la dieta de pequeñas cantidades de los siguientes minerales: Selenio, cobre, molibdeno y zinc (Smith y Akinbamijo, 2000).

En el Cuadro 1, se muestra la función de algunos micronutrientes en el desempeño reproductivo de vacas lecheras y en la reproducción de los animales en general.

**Cuadro 1.** Función de micronutrientes en la reproducción animal.

| Micronutriente | Función | Consecuencia-deficiencia |
|---|---|---|
| Vitamina A | Mantienen la integridad del tracto reproductivo y favorece el proceso reproductivo en hembras y machos. | Detiene la pubertad, tanto en hembras como en machos; predispone a bajas tasas de fecundación y mortalidad embrionaria, así como a retención placentaria y en machos reduce el deseo sexual. |
| Vitamina E | Favorece y mantiene la vida reproductiva. | Predispone a retención placentaria y en machos a malformaciones y baja concentración espermática en el eyaculado. |
| Selenio | Actúa como cofactor del sistema enzimático glutation peroxidasa, responsable de la oxidación intra y extra celular de la membrana celular de las células que integran el tracto reproductivo. | Predispone a baja fertilidad; predisposición a retención placentaria y a quistes ováricos; en machos, reduce la motilidad y concentración espermática. |
| Cobre | Favorece la fisiología hormonal y síntesis de prostaglandinas. | Predisposición a baja fertilidad; desórdenes en el ciclo estral, muerte embrionaria y fetal; abortos y retención placentaria. |
| Zinc | Favorece la función de varias enzimas metabólicas y a la función hormonal en hembras y machos. | Predisposición a baja fertilidad, prolificidad y retención placentaria; en machos, perjudica a la espermatogénesis y al desarrollo de órganos sexuales secundarios. |

Butler, 2000; Smith y Akinbamijo, 2000.

## CONCLUSIONES

A pesar de los adelantos que existen en la actualidad sobre tecnologías factibles de aplicarse en la reproducción y producción animal, pocos productores o ganaderos han mostrado preocupación por mejorar las condiciones ambientales generales de sus Unidades de Producción Animal, sin tomar en cuenta que esas condiciones son en gran parte, las responsables de la salud de los animales, alterando el bienestar de los mismos y repercutiendo de manera importante, en la presencia de problemas de índole reproductivos y productivos, aumentando de manera importante costos de producción en la industria lechera.

## LITERATURA CITADA

Azab, M. A., A. Badr, G. Shawki and S. S. A. Medeg. 1993. Some microelements profile in ciclie non-breding cow sydrome (repeat breeder), Assiut Veterinary Medical Journal 29(58): 245 - 253.

Butler, W. R. 2000. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. Anim Reprod Sci 60-61: 449-457.

Cavazos, F. 2001. Algunas Consideraciones sobre un problema viejo: Vacas repetidoras. Veterinario de Servicio Técnico. ABS MÉXICO S.A. DE C.V.

Córdova, A., A. Leal, y A. Murillo. 2002. Causa de infertilidad en ganado bovino. Medicina Veterinaria 19: 112-124.

Córdova, I. A., C. A. J. Córdova, M. S. J. Córdova y J. E. L. Guera. 2008. Efecto del inseminador sobre el porcentaje de vacas repetidoras. Anadero 2: 72-75.

Correa, C. J. 2000. Relación producción, reproducción de alto potencial genético. www.reproduccionavanzada.com

Dalton, J. C., S. Nadir, J. H. Bame and M. Noftsinger. 2001. Effect of time of insemination on number of accessory sperm. J. Dairy Sci. 84: 2413-2418.

Fourichon, C., H. Seegers and X. Malher. 2000. Effect of disease in the dairy cow: Meta-Analysis. Theriogenology 53(6): 1323-1340.

Howard, W. T., M. F. Hulgens y N. Hartwg. 1998. Manejo lechero. Reproducción Animal, www.unt.edu.ar/faz/labrydoa/Clinica.

Landau, S., R. Braw-Tal, M. Kaim, A. Bor and I. Bruckental. 2000. Preovulatory follicular status and diet affect the insulin and glucose content of follicles in high-yielding dairy cows Animal Reproduction Science 64(3-4): 181-197.

Nebel, R. L. and R. G. Saacke. 2001. Fertilization Rate, and Embryo Quality in Nonlactating Dairy Cattle. J. Dairy Sci. 84: 1277-1293.

Studer, E. 1998. A veterinary perspective on of farm evaluation of nutrition and reproduction. Journal Dairy science 81(3): 872-876.

Smith, O. B. and O. O. Akinbamijo. 2000. Micronutrients and reproduction in farm animals. Anim. Reprod. Sci. 60-61: 549-560.

Peters, J. L., P. L. Senger, J. L. Rosenberg and O´Connor. 1984. Radiographic evaluation of bovine artificial inseminating technique among professional.

Veepro, H. 2002. Problemas en el periodo de parto. México Holstein 33(9): 9-13.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# USO DE DOS FUENTES DE ESTRÓGENOS: BENZOATO DE ESTRADIOL VS CIPIONATO DE ESTRADIOL PARA SINCRONIZAR EL ESTRO Y LA OVULACIÓN EN VACAS HOLSTEIN-FRIESIAN

# [USE OF TWO SOURCES OF ESTROGENS: ESTRADIOL BENZOATE VS ESTRADIOL CYPIONATE TO SYNCHRONIZE ESTRO AND OVULATION IN HOLSTEIN-FRIESIAN COWS]

**Ana Lilian Iñiguez-Montejano[1§], Fernando Sánchez-Dávila[2], Hugo Bernal-Barragán[2], Estela Garza-Brenner[2], Rogelio Alejandro Ledezma-Torrez[1], Rubén Cervantes-Vega[1]**

[1] Posgrado en Conjunto Agronomía-Veterinaria. Facultad de Veterinaria. Campus de Ciencias Agropecuarias. Francisco Villa s/n, Col. Ex Hacienda El Canadá, General Escobedo, Nuevo León, México, C.P. 66054, [2]Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Agronomía. Campus de Ciencias Agropecuarias. Francisco I. Madero S/N, Hacienda el Canadá, Sin Nombre de Col 17, 66050 Cd Gral Escobedo, [§]Autor para correspondencia*:* (ana.lilian.iniguez@gmail.com).

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo el objetivo de medir la concentración sérica de estrógenos en vacas Holstein comparando dos fuentes de estrógenos Cipionato de estradiol (CE) y Benzoato de estradiol (BE) evaluando también la relación que estas fuentes de estrógenos exógenos tienen con la eficiencia reproductiva. Se utilizaron 21 vacas de la raza Holstein-Friesian repartidas en 3 tratamientos (tratamiento 1 Grupo BE, tratamiento 2 Grupo CE y tratamiento 3, Grupo control) en cada uno de ellos en el día 1: se colocó el dispositivo intravaginal bovino (CIDR), y se realizó la aplicación de la primera dosis de 2 mg de Benzoato de Estradiol vía IM; el día 8 se retiró el dispositivo intravaginal, en el tratamiento 2 Grupo CE se aplicó 1 mg vía IM de Cipionato, y el en tratamiento 3 Grupo control una aplicación 1 ml vía IM de solución salina, seguido de la aplicación a todos los tratamiento de una dosis de prostaglandina y 500 U.I de eCG, ambas vía IM; el día 9 al tratamiento1 Grupo BE se aplicó Benzoato de estradiol 1 mg vía IM; el día 10 se realizó la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) a todos los tratamientos. Se evaluó el efecto de los tratamientos (BE, CE y Control) sobre los porcentajes de presentación de signos de estro, la tasa de gestación a la IATF y la presencia de estructuras ováricas, con una prueba de ji cuadrada. Se fijó un nivel de confianza del 95% ($\alpha$ = 0,05). No se encontró disparidad entre los tratamientos de BE y CE, en cada uno de los análisis no se presentaron diferencias estadísticas ($\alpha$ = 0,05) para cada una de las variables estudiadas, el tratamiento de BE presentó estructuras de lúteas mayor tamaño en comparación con el grupo Control y el de CE. En conclusión, a pesar de las diferencias farmacológicas entre ambos ésteres de estradiol, estos tuvieron el mismo efecto sobre la presencia de estructuras ováricas, presentación de signos asociados a estro y tasa de gestación.

**Palabras clave:** Progesterona, protocolo, onda folicular.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## ABSTRACT

The objective of this work was to measure the serum estrogen concentration in Holstein cows by comparing two estrogen sources, estradiol cypionate (EC) and estradiol benzoate (BE), also evaluating the relationship that these sources of exogenous estrogens have with reproductive efficiency. 21 Holstein-Friesian cows divided into 3 treatments were used (treatment 1 Group BE, treatment 2 Group CE and treatment 3 Control group) in each of them on day 1: the bovine intravaginal device (CIDR) was placed, and the application of the first dose of 2 mg of estradiol benzoate was carried out via IM; on day 8 the intravaginal device was withdrawn, in the treatment 2 Group CE was applied 1 mg via IM of cypionate, and the one in treatment 3 Control group an application 1 ml via IM of saline, followed by the application to all the treatment of a dose of prostaglandin and 500 IU of eCG, both via IM; on day 9 to treatment1 Group BE was applied estradiol benzoate 1 mg via I.M; On day 10, artificial insemination at fixed time (IATF) was performed on all treatments. The effect of the treatments (BE, CE and Control) on the percentages of presentation of signs of estrus, the gestation rate to the IATF and the presence of ovarian structures, with a Chi-square test was evaluated. A 95% confidence level was established ($\alpha$ = 0.05). No disparity was found between the treatment of BE and CE, in each of analyzes there were no statistical differences ($\alpha$ = 0.05) for each of the variables studied, the treatment of BE had larger luteal structures in comparison with the Control group and the CE group. In conclusion, despite the pharmacological differences between the two esters of estradiol, these had the same effect on the presence of ovarian structures, presentation of signs associated with estrus and gestation rate.

**Index words:** Follicular wave, progesterone, protocol.

## INTRODUCCIÓN

Del consumo mundial de lácteos, el 85% corresponde a leche de vaca y el resto a otras especies (búfala 11%, cabra 2% y otras 2%) (Secretaria de Economía, 2012). La eficiencia reproductiva es una gran prioridad en todos los sistemas, incluso aún mayor en los sistemas de partos estacionales, en los que se tiene un tiempo limitado para que una vaca presente celo y quede gestante en un tiempo limitado, para asegurar un becerro por vaca por año (Dillon *et al*., 2006). Actualmente es posible sincronizar eficientemente el crecimiento folicular ovárico e inducir la ovulación de un folículo dominante en un momento conocido, permitiendo la inseminación de hembras bovinas en un día y hora predeterminada, sin necesidad de detectar celo (Baruselli *et al*., 2004). La inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) puede ser empleada ya sea en vacas cíclicas o en anestro, independientemente de la fase del ciclo estral en que se encuentre (Bó *et al*., 2002). Muchos protocolos están basados en sincronizar la aparición de la onda de crecimiento folicular por administración simultánea de progesterona y estradiol (Bó *et al*., 2002; Carvalho *et al*., 2008).

Los ésteres de estradiol son capaces de inducir la ovulación en vacas, sin embargo, su farmacocinética difiere dependiendo el tipo de éster de estradiol. En algunos estudios, el Benzoato de estradiol (BE) tuvo una vida media más corta e indujo un pico de LH anterior en comparación con el Cipionato de estradiol (CE) (Colazo *et al*., 2003; Martínez *et al*., 2007). Se han realizado

varios estudios evaluando los diferentes efectos entre CE y BE, Sales *et al.* (2012), no encontraron diferencia ($p < 0.05$) entre los tratamientos con BE y CE en las respuestas foliculares en vacas Nelore y concluyeron que, a pesar de las diferencias farmacológicas, ambos ésteres de estradiol al administrarse son eficaces para inducir un aumento de LH que da lugar a ovulaciones sincronizadas. El objetivo del presente trabajo, fue comparar el efecto del Cipionato de estradiol (CE) vs Benzoato de estradiol (BE) sobre la concentración sérica de estrógenos, sobre la dinámica folicular y su relación con eficiencia reproductiva, específicamente sobre presentación de signos asociados a estro, tasa de gestación, y evaluar el cambio de condición corporal (CC) en hembras bovinas de la raza Holstein.

Nuestra hipótesis es que las dos fuentes de estrógenos (BE vs CE) modificarán de diferente manera la concentración de estrógenos en sangre y por lo tanto el comportamiento y la eficiencia reproductiva en vacas lecheras.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo **s**e llevó a cabo en el Establo Lechero de la Unidad Académica de Marín, N.L. de la Facultad de Agronomía de la UANL, localizado sobre la carretera Zuazua- Marín Km 17.5 municipio de Marín NL. La medición hormonal se realizó en el Laboratorio de Nutrición y Calidad de los Alimentos de la FA-UANL. Se utilizaron un total de 21 vacas de la raza Holstein-Friesian seleccionadas con 60 ±5 días posparto. Se evaluó la condición corporal al inicio del experimento se tenía una condición corporal de 3.5 ± 0.5. Para el control del ciclo estral se emplearon 3 tratamientos hormonales de dosis múltiples dispuestos en orden de acuerdo a la función de cada uno: Grupo Benzoato de estradiol, Grupo Cipionato de estradiol y Grupo Control, cada uno de ellos aplicado a 7 vacas: Tratamiento 1, Grupo BE: El día 1: se colocó el dispositivo intravaginal (CIDR) bovino, y se realizó la aplicación de la primera dosis de Benzoato de Estradiol con 2 mg vía IM; el día 8 se retiró el dispositivo intravaginal, seguido de la aplicación de una dosis de prostaglandina y 500 U.I de eCG ambas vía IM; el día 9 se aplicó nuevamente 1 mg de Benzoato de estradiol vía IM, el día 10 se procedió a realizar la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF). Tratamiento 2, Grupo CE: El día 1: se colocó el dispositivo intravaginal (CIDR) bovino, y se realizó la aplicación de la primera dosis de Benzoato de Estradiol con 2 mg vía IM; el día 8 se retiró el dispositivo intravaginal, seguido de la aplicación de una dosis de prostaglandina y 500 U.I de eCG ambas vía IM, y 1 mg vía IM de Cipionato de estradiol; el día 10 se procedió a realizar la IATF, Tratamiento 3, Grupo Control: El día 1: colocó el dispositivo intravaginal (CIDR) bovino, y se realizó la aplicación de la primera dosis de Benzoato de Estradiol con 2 mg vía IM; el día 8 se retiró el dispositivo intravaginal, seguido de la aplicación de una dosis de prostaglandina y 500 U.I de eCG ambas vía IM, y 1 ml vía IM de solución salina, el día 10 se procedió a realizar la IATF.

Para medición de estrógenos se extrajeron muestras de suero sanguíneo con recolecciones de muestras cada 4 h (8 am, 12 pm, 4 pm, 8 pm 12 am y 4 am) durante 72 h (18 muestras totales), comenzando un día antes del retiro del Dispositivo y finalizando el día de la IATF. Kit de muestreo: método Vacutainer (aguja 21x1.5´´ y tubos sin anticoagulante), el sitio de punción para la obtención de muestra fue la vena coccígea. Las muestras se identificaron y fueron llevadas al Laboratorio de

Reproducción de la Unidad Académica Marín de la FA-UANL. Se centrifugaron a 3000 rpm/ 10 min. El suero fue identificado de manera individual, colocado en tubos Eppendorf y congelado a -20 °C hasta su uso. Para cuantificar las concentraciones séricas de estrógenos se utilizó el kit (6001021 Estrógeno Total de MexLab) siguiendo las especificaciones del fabricante. Se realizaron observaciones por la mañana a las 9 am y por la noche a las 9 pm, con una duración de 60 minutos, utilizando el sistema de puntuación para registro de signos asociados a Celo (Adaptado de Van Eerdenburg *et al*., 2002). Además, como herramienta de apoyo se utilizaron crayones para pintar y marcar la base de la cola del animal, con el objetivo de realizar una lectura de grado de despintado, pues las sucesivas montas eliminarán el color dejando el pelo del animal limpio. Eso será el indicador de celo. Se determinó la presencia de estructuras ováricas (folículo - cuerpo lúteo) cantidad y medición de diámetros individuales por ultrasonido. Esto se realizó al inicio del protocolo, para corroborar actividad ovárica, y al retiro de dispositivo intravaginal para identificar cambios, e identificar nuevas estructuras. El diagnóstico de gestación se realizó a los 30 días, con apoyo de ultrasonido (portable Ultrasonic Diagnostic System. Marca. SonoScape. Modelo. A5V, China). Equipado con sonda lineal de 12 MHz y transductor microconvexo de 6,5 MHz. Se evaluó el efecto de los tratamientos (BE, CE y Control) sobre los porcentajes de presentación de signos de estro, la tasa de gestación a la IATF y la presencia de estructuras ováricas, con una prueba de ji cuadrada. Se fijó un nivel de confianza del 95% ($\alpha$ =0,05).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del total de hembras el 57% presentó estro. De este porcentaje, una mayor proporción (el 83%) inició con signos de estro durante la tarde-noche pasadas las 27.36 h después del retiro del dispositivo (Cuadro 1).

**Cuadro 1**. Porcentaje de hembras por tratamiento que presentaron estro una vez retirado el dispositivo.

| Tx | N.º | % celos | Intervalo retiro-celo (h) |
|---|---|---|---|
| CE | 7 | 57.1 | 25.0 |
| BE | 7 | 71.4 | 25.8 |
| Control | 7 | 42.8 | 31.3 |

El tiempo que demoraron en presentar algún signo de estro fue similar en los tratamientos de BE y CE, y mayor en el grupo control. No se encontró diferencia por el tipo de hembra (vacas 57.2%, vaquillas 42.8%; $p > 0.05$) sobre la aparición de signos de estro, debido a tratamientos.

El porcentaje de animales gestantes fue del 29% (6/21), el cual fue bajo, no se encontró efecto del tratamiento sobre la tasa de gestación.

**Cuadro 2**. Promedios de número y diámetro de folículos por tratamiento.

| Tx | N.º | N.º folículos | | Diámetro folículos (mm) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Inicio | Retiro | Inicio | Retiro |
| BE | 7 | 3.1 | 3.7 | 10.7 | 7.5 |
| CE | 7 | 3.0 | 3.4 | 10.0 | 6.5 |
| Control | 7 | 3.0 | 3.7 | 9.2 | 6.5 |

**Cuadro 3.** Promedios de número y diámetro de cuerpos lúteos por tratamiento.

| Tx | N.º | N.º CL | | Diámetro de CL (mm) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Inicio | Retiro | Inicio | Retiro |
| BE | 7 | 0.14 | 1.14 | 2.6 | 4.1 |
| CE | 7 | 0.14 | 1.42 | 1.2 | 2.9 |
| Control | 7 | 0.14 | 0.57 | 0.8 | 2.1 |

La concentración de estrógeno aumento en todos los tratamientos una vez retirado el dispositivo. El aumento fue más rápido en el tratamiento en que se utilizó BE en comparación con el de CE y el Control. Con diferencias entre las vacas que presentaron signos de estro con las que no. En cada uno de los análisis no se presentaron diferencias estadísticas para cada una de las variables estudiadas. El tratamiento de BE presentó estructuras de mayor tamaño en comparación con el grupo Control y el de CE, pero sin diferencia estadística. El porcentaje general de estro observado en este experimento fue bajo en comparación con otros reportes donde se observó entre 87 y 93.3% de vacas en estro (Martínez *et al.*, 2000; García y De Jarnette, 2003), de igual forma se reporta un porcentaje de entre 86 y 100% de presentación de estro con protocolos utilizando un dispositivo intravaginal de liberación de progesterona (Lammoglia *et al*., 1998) porcentaje superior a los encontrados en este estudio.

El intervalo de tiempo en que se presentó algún signo de estro fue en promedio de 25 a 31.3 h, García A. y De Jarnette (2003) observaron un intervalo de entre novillas tratadas con CE y un grupo control de 51.4 vs 48.8 h de presentación de signos de estro después del retiro del dispositivo, sin encontrar mucha diferencia. En cuanto a la diferencia en porcentajes de gestación tampoco se encontró disparidad estadística entre tratamientos, ni en el tipo de hembra, similar al reporte de Colazo *et al.* (2003), quienes no observaron diferencias entre tratamientos con CE y BE (63.3 vs 63.1) en cuanto a la tasa de gestación con novillas Angus y F1. Otros estudios tampoco reportaron diferencias entre las hembras tratadas con BE y grupo control reportando tasas de gestación entre 28 y 50 % (Kim *et al.*, 2005; Abad-Zavaleta *et al.*, 2006; Alnimer y Husein., 2007). Los porcentajes de gestación obtenidos en el presente estudio son relativamente bajos. Sin embargo, hay reportes de que la sincronización del estro con la utilización de un dispositivo intravaginal de liberación de progesterona resulta en una baja fertilidad al primer servicio (Chenault *et al*. 2003).

## CONCLUSIONES

A pesar de las diferencias farmacológicas entre ambos ésteres de estradiol, estos tuvieron el mismo efecto sobre la presencia de estructuras ováricas, presentación de signos asociados a estro y tasa de gestación. Ambos tratamientos fueron igual de efectivos en un protocolo de sincronización con el dispositivo de liberación lenta de progesterona, pero un punto a considerar es que el uso de Cipionato de estradiol permite reducir el número de veces que la vaca debe ser manejada para la aplicación de dosis hormonales, esto sin afectar su fertilidad.

## LITERATURA CITADA

Abad-Zavaleta, J., J. A. Ramírez-Godínez, A. Flores-Mariñelarena, A. Grado-Ahuir y A. García-Macías. 2006. Benzoato de estradiol en vaquillas sincronizadas con progesterona y prostaglandina-F2. Archivo. Zootecnia 55(209): 15-20.

Alnimer, M. A. and M. Q. Husein. 2007. The effect of progesterone and oestradiol benzoate on fertility of artificially inseminated repeat-breeder dairy cows during summer. Reproduction in Domestic Animals 42: 363-369.

Baruselli, P. S., E. L. Reis, M. O. Marques, L. F. Nasser and G. A. Bó. 2004. The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrous beef cattle in tropical climates. Animal Reproduction Science 82(83): 479-486.

Bó, G. A., P. S. Baruselli, D. Moreno, L. Cutaia, M. Caccia and R. Tríbulo. 2002. The control of follicular wave development for selfappointed embryo transfer programs in cattle. Theriogenology 57: 53-72.

Carvalho, J. B., N. A. Carvalho, E. L. Reis, M. Nichi, A. H. Souza and P. S. Baruselli. 2008. Effect of early luteolysis in progesterone-based timed AI protocols in Bos indicus, Bos indicus x Bos taurus, and Bos taurus heifers. Theriogenology 69: 167-75.

Colazo, M. G., J. P. Kastelic and R. J. Mapletoft. 2003. Effects of estradiol cypionate (ECP) on ovarian follicular dynamics, synchrony of ovulation, and fertility in CIDR-based, fixed-time AI programs in beef heifers. Theriogenology 60: 855- 865.

Chenault, J. R., J. F. Boucher, K. J. Dame, J. A. Meyer and S. L. Wood-Follis. 2003. Intravaginal progesterone insert to synchronize return to estrus of previously inseminated dairy cows. Journal of Dairy Science 86: 2039-2049.

Dillon, P., D.P. Berry, R. D. Evans, F. Buckley and B. Horan. 2006. Consequences of genetic selection for increased milk production in European seasonal pasture based systems of milk production. Livestock Science 99: 141-158.

García, A. y M. De Jarnette. 2003. The effects of gonadotropin-releasing hormone (GnRH) or estradiol cypionate (ECP) treatment at CIDR insertion on reproductive performance of virgin beef heifers. Theriogenology 59(1): 219.

Kim, U. H., G. H. Suh, H. W. Nam, H. G. Kang and I. H. Kim. 2005. Follicular wave emergence, luteal function and synchrony of ovulation following GnRH or estradiol benzoate in CIDR-treated, lactating Holstein cows. Theriogenology 63: 260-268.

Lammoglia, M. A., R. E. Short, R. E. Bellows, S. E. Bellows, M. D. MacNeill and H. D. Hafs. 1998. Induced and synchronized estrus in cattle. Dose titration of estradiol benzoate in

prepuberal heifers and post-partum cows after treatment with an intravaginal progesterone-releasing insert and prostaglandin F2. Journal of Animal Science 76: 1662-1670.

Martínez, M. F., J. P. Kastelic, G. P. Adams, E. Janzen, D. H. McCartney and R. J Mapletoft. 2000. Estrus synchronization and pregnancy rates in beef cattle given CIDR-B, prostaglandin and estradiol or GnRH. The Canadian Veterinary Journal 41: 786-790.

Martínez, M. F., J. P. Kastelic and M. G. Colazo. 2007. Effects of estradiol on gonadotrophin release, estrus and ovulation in CIDR-treated beef cattle. Domestic animal Endocrinology 33: 77-90.

Sales, J., J. Carvalho, G. Crepaldi, R. S. Cipriano, J. Jacomini, J. Maio, J. C. Souza, G. P. Nogueira and P. S. Baruselli. 2012. Effects of two estradiol esters (benzoate and cypionate) on the induction of synchronized ovulations in Bos indicus cows submitted to a timed artificial insemination protocol. Theriogenology 78(3): 510-516.

Secretaría de economía. 2012. Análisis del sector lácteo en México. Disponible en https://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/analisis_sector_lacteo.pdf .

Van Eerdenburg, F. J. M., D. Karthaus, M. A. M. Taverne, I. Merics and O. Szenci. 2002. The relationship between estros behavioral score and time of ovulation in dairy cattle. Journal of Dairy Science 85: 1150.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO Y FERTILIDAD EN VACAS CEBÚ × PARDO SUIZO TRATADAS CON PROGESTERONA Y GONADOTROPINA CORIÓNICA EQUINA (eCG)

# [ESTRUS SYNCHRONIZATION AND FERTILITY IN CEBU × BROWN SWISS COWS TREATED WITH PROGESTERONE AND EQUINE CHORIONIC GONADOTROPHIN (eCG)]

**Alejando García Salas[1], Joel Ventura Ríos[2§], Melquiades Monzón Armenta[3], Alejandro Lara Bueno[3], Teodulo Salinas Ríos[4], Jose Ricardo Bárcena Gama[1]**

[1]Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad-Ganadería, Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Km. 36.5 Carretera Federal México-Texcoco. 56230, Montecillo, Texcoco, Edo. México. [2]ABS Global, 406 Gardner Ave. #10, Twin Falls ID 83301, USA. [3]Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carretera Federal México-Texcoco. 56230, Texcoco. Edo. México. [4]Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, FMVZ. Avenida Universidad s/n, Ex hacienda de Cinco Señores, 68120 Oaxaca, México. [§]Autor para correspondencia: (joelventur@gmail.com).

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar la sincronización del estro y la fertilidad mediante la aplicación de un progestágeno a diferente día del ciclo estral y el uso de eCG en vacas Cebú × Pardo Suizo en el año 2003. El experimento se basó en dos protocolos (P). P1, consistió en dos tratamientos (T), donde se utilizaron 11 vacas por tratamiento: T1 (NG7) = aplicación de implante auricular de 3 mg de Norgestomet en el día 7 del ciclo estral, y T2 (NG14) = misma dosis de Norgestomet en el día 14. En el P2, todas las vacas ($n$=23) se implantaron con 3 mg de Norgestomet por 9 días, 48 h antes de retirar el implante, se aplicó 25 mg de PGF2α. Una vez retirado el implante se distribuyeron en dos tratamientos. T1($n$=11) = Norgestomet y T2($n$=12) = Norgestomet + eCG (500 UI). Los datos se analizaron con un modelo ajustado para un diseño completamente al azar, donde las variables de incidencia de estros y porcentaje de gestación fueron analizadas mediante la prueba de Chi-Cuadrada, con el paquete estadístico del SAS. El NG7 logró la sincronización del estro de 81.8% de las vacas entre 24 y 36 h comparado con el 45.4% del NG14; sin embargo, la tasa de concepción fue menor ($p < 0.05$). La aplicación de eCG sincronizó el 90.9% de estros entre 24 y 36 h comparado con el 36.4% del grupo que no se aplicó eCG. En conclusión, el porcentaje de preñez se incrementa cuando se implanta Norgestomet el día 14 del ciclo estral, además la aplicación de eCG incrementa el porcentaje de sincronización del celo de las 24 a 36 h de retirado el progestágeno.

**Palabras clave:** Ciclo estral, implante, Norgestomet, PGF2α.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the synchronization of estrus and fertility by applying a progestogen on a different day from the estrous cycle and using eCG in Cebu × Pardo Suizo cows

in the year 2003. The experiment was based on two protocols (P). P1, consisted of two treatments (T), where 11 cows were used per treatment: T1 (NG7) = application of Norgestomet 3 mg atrial implant on day 7 of the estrous cycle, and T2 (NG14) = same dose of Norgestomet on day 14. At P2, all cows ($n$ = 23) were implanted with 3 mg of Norgestomet for 9 days, 48 h before removing the implant, 25 mg of PGF2α was applied. Once the implant was removed, they were distributed in two treatments. T1 ($n$ = 12) = Norgestomet + eCG (500 IU) and T2 ($n$ = 11) = Norgestomet. The data were analyzed with a model adjusted for a completely randomized design, where the variables of incidence of estros and percentage of gestation were analyzed by means of the Chi-Square test, with the Statistical Analysis System (SAS). The NG7 achieved estrus synchronization of 81.8% of the cows between 24 and 36 h compared to 45.4% of the NG14; however, the conception rate was lower ($p < 0.05$). The eCG application synchronized 90.9% of the schools between 24 and 36 hours compared to 36.4% of the group that did not apply eCG. In conclusion, the percentage of pregnancy increases when Norgestomet is implanted on day 14 of the estrous cycle, in addition the application of eCG increases the percentage of synchronization of heat from 24 to 36 hours after the progestogen is removed.

**Index words:** PGF2α, norgestomet, implant, estral cycle.

## INTRODUCCIÓN

La inseminación artificial (IA) en bovinos y el uso de protocolos de sincronización del celo (PSC) son prácticas comunes para mejorar la genética y eficiencia reproductiva del hato. Los protocolos de sincronización del celo tienen como objetivo controlar el tiempo de vida del cuerpo lúteo, así como el ciclo y emergencia de las ondas foliculares Diskin *et al*. (2002). De tal modo que el celo de la vaca pueda presentarse en el periodo de mayor conveniencia para el productor o técnico. Para lograr lo anterior, se ha recurrido al uso de hormonales como prostaglandinas, progestágenos y gonadotropina coriónica equina (eCG) Lucy *et al*. (2004). En la región tropical de México, el ganado Cebú x Pardo suizo es de uso predilecto por los productores, debido a que este tipo de ganado combina la aptitud cárnica-lechera del ganado Pardo suizo con la resistencia genética del cebuino a parásitos y estrés calórico. Sin embargo, la eficiencia reproductiva de los hatos en el trópico suele ser baja. En el caso de México se reporta un intervalo entre partos de 14 meses Hernández *et al*. (2001), lo anterior, puede ser debido al desconocimiento del número de animales que son servidos cada año. En consecuencia, el uso de protocolos de sincronización del celo sería de gran utilidad, ya que garantizaría que las vacas que presenten celo sean servidas o inseminadas. Sin embargo, la información relacionada con el uso de protocolos de sincronización y fertilidad del ganado Cebú x Pardo suizo es limitada. El objetivo fue evaluar la aplicación de 1 o 2 dosis de prostaglandinas, el uso de progestágeno a diferente día del ciclo estral y el uso de eCG en la sincronización de estros y fertilidad de vacas Cebú × Pardo Suizo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el año 2003 en la Unidad Experimental "El Gargaleote", propiedad de la Universidad Autónoma Chapingo, ubica en Tamuín, San Luis Potosí, México; entre los 21°10´ y

24°29´ N y 98°20´ y 102°18´ O, a 20 msnm y con una temperatura promedio de 25.8 °C (García, 1988).

Se utilizaron vacas Cebú × Pardo Suizo (*n*=44) de 3 a 6 años de edad, con un peso vivo de 517±43 kg, saludables, las cuales presentaban cuerpos lúteos (CL) mayores a 12 mm. El tamaño de los CL se determinó mediante ultrasonografía transrectal (SONOVET 600®, Medison equipado con un transductor de 7.5-Mhz, Aloka 210, Corometrics Medical Systems, Wallingford, CT). La alimentación de las vacas fue a base de forraje, en una pradera compuesta de pastos Estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y Bermuda (*Cynodon dactylon*).

Se evaluaron dos protocolos de sincronización del celo. Protocolo 1 **v**eintidós vacas recibieron una inyección i.m. de 25 mg de dinoprost. Las vacas fueron monitoreas para detección del celo por la mañana (06:00 a 10:00 h) y tarde (16:00 a 19:00 h) durante tres días, posteriores a la aplicación de dinoprost. Las 22 vacas mostraron celo, el día del celo fue designado como día cero, y fueron asignadas a uno de dos grupos: NG7 y NG14. Las vacas del NG7 (*n*=11) recibieron un implante con 3 mg de norgestomet (Crestar®, Intervet México, S.A.), el día siete del ciclo estral, por vía s.c. en la parte media de la oreja. El implante fue retirado nueve días después de su colocación. Las vacas recibieron una inyección de 25 mg de dinoprost siete días después de la aplicación del implante. Las vacas del grupo NG14 recibieron el mismo tratamiento que las del NG7, excepto que la aplicación del implante se llevó a cabo el día 14 del ciclo estral.

Protocolo 2 veintitrés vacas recibieron una inyección i.m. de 23 mg de dinoprost. Las vacas fueron monitoreas para detección del celo por la mañana (06:00 a 10:00 h) y por la tarde (16:00 a 19:00 h) durante tres días, posteriores a la aplicación de dinoprost. El día del celo fue designado como día cero. Las vacas fueron asignadas a uno de dos grupos: Norgestomet (*n*=11) y Norgestomet + eCG (*n*=12). Las vacas de ambos grupos recibieron un implante con tres mg de norgestomet (Crestar®, Intervet México, S.A.), el día 14 del ciclo estral, por vía s.c. en la parte media de la oreja. El implante fue retirado nueve días después de su colocación. Las vacas recibieron una inyección de 25 mg de dinoprost siete días después de la aplicación del implante. El día de retiro del implante las vacas del grupo NG+eCG recibieron una inyección i.m. de 500 UI de hormona eCG (500 UI; Folligon, Intervet México, S. A.), mientras que las del grupo NG recibieron una inyección de solución fisiológica como placebo.

En los dos protocolos de sincronización, las vacas fueron inseminadas, siguiendo el sistema a.m-p.m, por un mismo inseminador usando semen de un mismo toro de fertilidad conocida. El diagnóstico de preñez se realizó mediante ecografía 45 días después de la inseminación artificial.

Se evaluó el porcentaje de estros, distribución de estro y porcentaje de concepción. El porcentaje de estros se definió como el número de vacas que presentaron estro entre el número de vacas sincronizadas por cien. La distribución de estro se definió como el número de vacas que mostraron estro entre 24 y 36 h y 37 a 48 h después del retiro del implante; mientras que el porcentaje de concepción se definió como el número de vacas preñadas entre el número de vacas inseminadas. Los datos se analizaron con un modelo ajustado para un diseño completamente al azar, donde las

variables de incidencia de estros y porcentaje de concepción fueron analizadas mediante la prueba de *Chi-Cuadrada*, con el paquete estadístico del SAS para Windows versión 9.3 (SAS, 2011).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Protocolo 1, la aplicación de Norgestomet el día 7 o 14 del ciclo estral no influyó en el número de vacas que presentaron estro ($p > 0.05$); aunque se observó que de las vacas a las cuales se les implantó el progestágeno el día 7 del ciclo estral presentaron una mayor sincronización del estro entre las 24 y 36 h posterior al retiro del progestágeno comparado con las vacas a las cuales se les implantó el Norgestomet el día 14 del ciclo estral. Sin embargo, se observó un mayor porcentaje de gestación en vacas que se implantaron con Norgestomet el día 14 del ciclo estral ($p < 0.05$; 81.8%) comparado con las que se implantaron el día 7 del ciclo estral (36.4%).

**Cuadro 1**. Distribución de estros y porcentaje de preñez en vacas de doble propósito tratadas con norgestomet en los días 7 y 14 del ciclo estral**.**

| Distribución de estros | NG7 | NG14 |
|---|---|---|
| 24-36 h | 9/11 (81.8%) [a] | 5/11 (45.4%) [a] |
| 37-48 h | 2/11 (18.2%) [a] | 6/11 (54.6%) [a] |
| Total | 11/11 (100%) [a] | 11/11 (100%) [a] |
| Porcentaje de gestación | 4/11 (36.4%)[b] | 9/11 (81.8%)[a] |

[a,b]Medias en la misma hilera con diferente literal son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$). NG7: implante de Norgestment en el día 7. NG14: implante de Norgestment en el día 14.

Protocolo 2, no se encontró efecto de la aplicación de 500 UI de eCG al retiro del progestágeno en el número de vacas que mostraron estro ($p > 0.05$); sin embargo, se observó que la eCG agrupó el 90.9% de vacas en estro entre 24 y 36 h comparado con el 36.4% de vacas sin la aplicación de eCG ($p < 0.05$; Cuadro 2). El 9.1% de las vacas restantes con la aplicación de eCG mostraron estro entre las 37 y 48 h posteriores al retiro del implante comparado con el 63.6% de las vacas sin la aplicación de eCG ($p < 0.05$). Aunque no se observaron diferencias estadísticas ($p > 0.05$) en el porcentaje de concepción, sí se mostró una tendencia numérica mayor en vacas que quedaron gestantes, las cuales fueron tratados con la aplicación de eCG comparado con las vacas que no recibieron eCG, respectivamente.

**Cuadro 2**. Distribución de estros y porcentaje de preñez en vacas de doble propósito tratadas eCG al retiro del progestágeno**.**

| Distribución de estros | Norgestomet + eCG | Norgestomet |
|---|---|---|
| 24-36 h | 10/11 (90.9%)[a] | 4/11 (36.4%)[b] |
| 37-48 h | 1/11 (9.1%)[b] | 7/11 (63.6%)[a] |
| Total | 11/12 (91.6%)[a] | 11/11 (100%)[a] |
| Porcentaje de gestación | 9/11 (81.81%)[a] | 6/11 (54.54%)[a] |

[a,b] Medias en la misma hilera con diferente literal son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$). T1: Norgestoment. T2: Norgestoment más 500 UI de eCG.

La aplicación del implante de Norgestomet el día 7 o 14 del ciclo estral no influyó en el número de vacas que mostraron estro, sin embargo, si modificó la hora de presentación del estro

encontrándose que el 81.8% de las vacas que se implantaron el día 7 del ciclo estral mostraron estro de 24 a 36 h después de retirado el progestágeno. En otro estudio realizado con vacas cebú implantadas con Norgestomet, el porcentaje de estros fue de 78 al 100% concentrándose los calores en un 84.3% después de 72 h de retirado el implante Singh *et al*. (1998). La aplicación de PGF2α 48 h antes de retirar el progestágeno, también presenta un incremento en la tasa de preñez y de partos Mialot *et al*. (1998). Debido a que el porcentaje de concepción se incrementó al insertar el progestágeno el día 14 del ciclo estral, se probó el uso de la hormona eCG al retiro del progestágeno observándose que la presencia de estros no se modificó ($p > 0.05$), sin embargo, la aplicación de eCG al retiro del progestágeno logró sincronizar al 90.9% de las vacas entre 24 y 36 h después de retirado el progestágeno. Así mismo, el porcentaje de concepción se incrementó de 54.5 a 81.8% con el uso de eCG al retiro del progestágeno. La hormona eCG debe ser utilizada al momento de retirar el implante Baruselli *et al*. (2004) debido a que mejora la tasa ovulatoria y de concepción Duffy *et al*. (2004).

En otro trabajo, vacas Cebú × Holstein fueron tratadas con un implante de Norgestomet por 9 días más 500 UI de eCG, observándose la presencia de estros durante las primeras 26 h después de finalizado el tratamiento hormonal, y la tasa de concepción fue de 61.5% Soto *et al.* (2002), lo cual es inferior al 81.8% encontrado en el presente estudio. En vacas *Bos indicus* la administración de 300 UI de eCG al momento del retiro del progestágeno incrementó la tasa de concepción en un 76.6% comparado con otros protocolos hormonales Campos *et al*. (2013). Así también, los resultados del presente estudio fueron superiores a los reportados en otra investigación donde la tasa de concepción de vacas cebú fue de 55.7% cuando se suministró 400 UI de eCG al retiro del progestágeno Villa *et al*. (2007); sin embargo, el mayor porcentaje de concepción encontrado en el presente experimento se pudo deber a que se usaron vacas ciclando. La administración de eCG al finalizar el tratamiento con progestágenos permite una mayor sincronización del estro, por lo que su uso es recomendable para mejorar la taza de gestación, debido a que incrementa el diámetro del folículo dominante y la concentración de progesterona Dorneles *et al*. (2013).

## CONCLUSIONES

El uso de Norgestomet en vacas Cebú × Pardo Suizo ciclando se recomienda aplicarlo el día 14 del ciclo estral, pero cuando se requiere una mayor sincronización de estros es deseable el uso de eCG al retirar el progestágeno.

## LITERATURA CITADA

Baruselli, P. S., L. Reis, E. O. Marques, M. F. Nasser and L. A. Bó, G. 2004. The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrous beef cattle in tropical climates. Anim. Reprod. Sci. 82-83: 479-486.

Campos, J. T., S. R. Marinho, L. A. Lunardelli, P. Morotti and F. M. Seneda. 2013. Resynchronization of estrous cycle with eCG and temporary calf removal in lactating *Bos indicus* cows. Theriogenol. 80(6): 619-623.

Diskin, M. G., J. Austin and E. F. J. Roche. 2002. Exogenous hormonal manipulation of ovarian activity in cattle. Domest. Anim. Endocrinol. 23(1-2): 211-228.

Dorneles, T. R., R. Ferreira, R. J. Tonellotto., N. O. Silveira, A. H. Barreta, M. F. Oliveira, J. B. Goncalves and P. J. N. Pereira. 2013. The effect of equine chorionic gonadotropin on follicular size, luteal volume, circulating progesterone concentrations, and pregnancy rates in anestrous beef cows treated with a novel fixed-time artificial insemination protocol. Theriogenol. 79(8): 120-1209.

Duffy, P., A. Crowe, M. J. Austin, E. M. Mihm, P. Boland and M. F. J. Roche. 2004.The effect of eCG or estradiol at or after norgestomet removal on follicular dynamics, estrus and ovulation in early post-partumm beef cows nursing calves. Theriogenol. 61(4): 725-734.

García, E. 1998. Modificaciones del Sistema de Clasificación Climática de Köpen. 4a. Ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 217.

Hernández, R. E., V. M. Segura, C. J. C. Segur y C. M. M. A. Osorio. 2001. Intervalo entre partos, duración de la lactancia y producción de leche en un hato de doble propósito en Yucatán, México. Agrociencia 35: 699-705.

Lucy, M. C., S. Mcdougall and P. D. Nation. 2004. The use of hormonal treatments to improve the reproductive performance of lactating dairy cows in feedlot or pasture-based anagement systems. Anim. Reprod. Sci. 82-83: 495-512.

Mialot, J. P., C. Ponsart, C. Gipoulou, L. Bihoreau, J. E. Roux and M. F. Deletang. 1998. The fertility of autumn calving suckler bee cows is increased by the addition of prostaglandin to progesterone and eCG estrus synchronization treatment. Theriogenol. 49(7): 1353-1363.

SAS Institute. 2011. SAS/STAT User's Guide. Release 9.3. SAS Institute Inc., Cary, NC.

Singh, U., N. Khurana and K. Inderjeet. 1998. Plasma progesterone profiles and fertility status of anestrus Zebu cattle treated with norgestomet-estradiol-eCG regimen. Theriogenol. 50 (8):1191-1199.

Soto, B. E., G. Portillo, M. A. De Ondiz, N. Rojas, G. Soto, C. L. Ramírez and I. F. G. Perea. 2002. Improvement of reproductive performance in crossbred zebu anestrous primiparous cows by treatment with norgestomet implants or 96 h calf removal. Theriogenol. 57(5): 1503-1510.

Villa, N. A., A. Morales, C. F. Granada, J. H. Mesa, G. Gómez y J. J. Molina. 2007. Evaluación de cuatro protocolos de sincronización para inseminación a tiempo fijo en vacas *Bos indicus* lactantes. Rev. Cient. FCV-LUZ. XVII (5): 501-507.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# INSUFICIENTE DESARROLLO DE LA COLA DEL EPIDÍDIMO EN SEMENTALES BOVINOS

# [INSUFFICIENT DEVELOPMENT OF THE EPIDIDYMIS TAIL IN BOVINE SIRE]

**N. I. Montes T.[1§], J. C. Martínez I.[1], J. Rodríguez G.[2]**

[1]Centro de Investigaciones para el Mejoramiento Animal de la Ganadería tropical (CIMAGT). Avenida 101 No 6214 entre 100 y 62 Reparto Loma de Tierra. Cotorro. La Habana. Cuba. [2]Dirección Nacional de Genética y Registro Pecuario (DNGRP). Minag, La Habana. Cuba. [§]Autor para correspondencia: (ineida.montes@gmail.com).

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue el de resaltar la importancia de la observación y palpación de la cola del epidídimo en el examen andrológico. Los hijos de madres con alto valor genético, a la edad de 8 y 9 meses, fueron incorporados a las estaciones de desarrollo de futuros sementales, pertenecientes a las Empresas genéticas ubicadas en las regiones Occidental, Central y Oriental de Cuba, hasta la edad de selección (18 a 24 meses de edad). Durante los años 2011 al 2016 fueron evaluados 2353 macho, cuya alimentación se basó en pastoreo con pastos mejorados, suplemento proteico, sales minerales más sal común y agua *ad libitum*, sombra natural y artificial, en un sistema semi-extensivo. La selección estuvo basada en el fenotipo de acuerdo a la raza, desarrollo corporal y de los órganos genitales, donde se tuvo en cuenta el tamaño y forma de la cola del epidídimo, clasificándola en normal e insuficiente desarrollo (aplanada y pequeña). Del total de animales examinados, el 34,9 % (821/2353) se consideraron no aptos para la reproducción, por diversas causas, entre las que se encontró el insuficiente desarrollo de la cola del epidídimo en el 26,8% (220/821) de los animales no aptos. Los resultados obtenidos revelaron una alta incidencia de la cola del epidídimo con insuficiente desarrollo y su vez, ratificaron la importancia de la inspección y palpación de la cola del epidídimo, en la selección y evaluación de futuros sementales, al prevenir la incorporación a la reproducción de animales con esta anomalía.

**Palabras clave**: Bovino, desarrollo genital, patología.

## ABSTRACT

The objective of this work was to highlight the importance of the observation and palpation of the epididymis tail in the andrológico examination. The breeding of mothers with high genetic value, at the age of 8 and 9 months, were incorporated into the future sire development stations, belonging to the Genetic Companies located in the Western, Central and Eastern regions of Cuba, until the age of selection (18 to 24 months old). During the years 2011 to 2016, 2353 males were evaluated, whose diet was based on grazing with improved pastures, protein supplements, mineral salts plus common salt and water *ad libitum*, natural and artificial shade, in a semi-extensive system. The selection was based on the phenotype according to race, body development and genital organs, where the size and shape of the epididymis tail was taken into account, classifying it as normal and insufficient development (flattened and small). Of the total number of animals examined, 34.9%

(821/2353) were considered unfit for reproduction, due to various causes, among which the insufficient development of the epididymis tail was found in 26.8% (220 / 821) of unfit animals. The results obtained revealed a high incidence of the epididymis tail with insufficient development and their time, they ratified the importance of the inspection and palpation of the epididymis tail, in the selection and evaluation of future sires, when preventing the incorporation to the reproduction of animals with this anomaly.

**Index words**: Cattle, genital development, pathology.

## INTRODUCCIÓN

Aunque el sexo cromosómico y genético de un embrión se determina en el momento de la fecundación, según el tipo de espermatozoide que fecunde al óvulo, el desarrollo de las características morfológicas masculinas y femeninas comienza entre los 13 y 45 días del desarrollo embrionario (Holy, 1987). Los embriones, independiente del sexo genético, poseen: los conductos paramesonéfricos o de Müller (hembras) y los conductos mesonéfricos o de Wolff (machos). Estos últimos, por un proceso de transformación producen las vías sexuales masculinas (conductos eferentes, conducto epidídimario, conductos deferentes y vesículas seminales. La presencia del testículo o del ovario, definirá los caracteres sexuales propios del macho o de la hembra, por lo que, en las primeras fases del desarrollo sexual embrionario, son comunes para los dos sexos (Olivos, 2008).

El epidídimo está constituido por los conductos eferentes, que surgen de la rete testis ubicada en el mediastino testicular. Estos conductos, forman primero los conos vasculares, luego se unen unos con otros para formar un solo conducto, el Conducto del epidídimario, el cual se divide en: cabeza, cuerpo y cola. Este órgano, reviste especial importancia, pues en él se encuentran los espermatozoides en diferentes fases de maduración. Aquí se produce la capacitación espermática. Además de ser, la vía de transportación, concentración y reservorio de los espermatozoides, lo que facilita que estas células estén listas para la fecundación (Rodríguez *et al*., 2000). El objetivo fue valorar la incidencia de la cola del epidídimo con insuficiente desarrollo, asociada con la calidad seminal, en futuro sementales bovinos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Durante los años 2011 al 2016, fueron evaluados 2353 machos bovinos propuestos como futuros sementales a la edad de 18 - 24 meses de edad, procedentes de 12 estaciones de desarrollo de sementales, distribuidas en las diferentes Empresas Genéticas situadas, en las regiones Occidental, Central y Oriental de Cuba. La alimentación de estos animales se basó en pastoreo con pastos mejorados, suplemento proteico, sales minerales más sal común y agua *ad libitum*, sombra natural y artificial, en un sistema semi-extensivo. El estudio consistió en el examen andrológico, donde se tuvo en cuenta entre otros indicadores, la presencia, forma y tamaño de la cola del epidídimo (altura y anchura en cm), con el auxilio un pie de Rey, clasificándola de normal (A) e insuficiente desarrollo (B - aplanada y C - pequeña). Ver Figura 1. Se llevó a cabo un estudio analítico

comparativo entre un toro apto y otros dos no apto diagnosticados con la anomalía, a los que se les extrajo semen una vez por semana, durante un periodo de dos meses, para evaluar la calidad seminal (volumen, motilidad masal y concentración espermática). Posteriormente estos animales fueron enviados al matadero para el examen macroscópico de los testículos y epidídimos.

**Figura 1**. Clasificación de la cola del epidídimo, según forma y tamaño de presentación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los 2353 animales evaluados el 34.9 % (821/2353), resultaron no aptos para la reproducción por diversas causas, entre las que se encontró el insuficiente desarrollo de la cola del epidídimo, en el 26.8% (220/821) de los animales clasificados como no aptos. Todos los toros examinados presentaron una circunferencia escrotal de 32-35 cm, y testículos de consistencia firme, elástica y resistente. En las Figuras 2, 3 y 4, se muestran el aspecto clínico y macroscópico (post-sacrificio) de la cola del epidídimo de los toros muestreados.

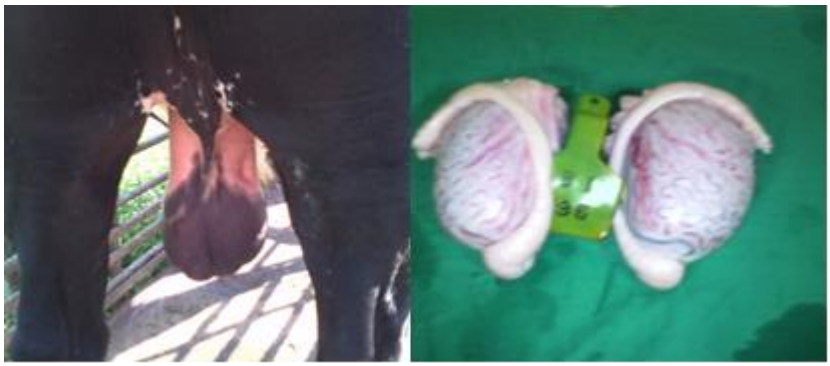


**Figura 2**. Semental de 2 años de edad. Desarrollo normal de la cola del epidídimo, (2,5 cm altura x3 cm anchura).

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

**Figura 3**. Semental de 2 años de edad. Cola aplanada (0,5 cm de altura), en ambos epidídimos.

**Figura 4**. Semental de 2 años de edad. Cola pequeña (1.5cm altura x 1.7 cm anchura) en ambos epidídimos.

En el corte longitudinal que dividió al testículo en dos mitades (figura 5), se observó el parénquima testicular con una superficie húmeda, brillante y convexa de apariencia normal.

**Figura. 5**. Corte longitudinal de apariencianormal en todos los casos.

En el Cuadro 1, se muestran los valores promedio de indicadores de calidad seminal del toro apto y de los no aptos, reproductivamente. En los casos de los toros no aptos se encontró afectado el volumen del eyaculado, lo que denota la poca capacidad de almacenaje de la cola del epidídimo. Mientras que, los valores de motilidad masal y concentración espermática de estos, pudieran considerarse entre los parámetros aceptables, para toros en monta natural, pero hubiera sido un gran riesgo el uso de estos animales como reproductores, por presentar una anomalía a nivel epidídimario de naturaleza congénita y hereditaria.

Los resultados obtenidos en este estudio, coincidieron con lo señalado por Oka y Barboza (2011), en cuanto a que el reproductor bovino con buena circunferencia escrotal acompañado de colas insuficientemente desarrolladas, no estarán en condiciones favorables para almacenar la producción espermática ni su transportación, hacia los conductos genitales próximos, lo que trae consigo el agotamiento de la reserva espermática en muy pocos eyaculados.

**Cuadro 1**. Calidad seminal en los toros con y sin insuficiente desarrollo de la cola del epidídimo.

| Indicadores | Apto | No aptos | |
|---|---|---|---|
| | | Colas aplanadas | Colas pequeñas |
| Volumen (cc) | 6. 7± 2,2 | 1.5 ± 0,8 | 3,6 ± 1,7 |
| Color | Blanquecino | Blanquecino | Blanquecino |
| Motilidad masal (%) | 83 ± 8.7 | 65 ± 10 | 70 ± 9 |
| Conc $x10^6$ | 1573 ± 110 | 998 ± 67 | 1132 ± 98 |

Morrow (1980); Küst y Schaetz (1986), plantearon que la aplasia segmentaria de la cola del epidídimo, es un defecto congénito de carácter hereditario, que consiste en la falta de desarrollo de uno o varios segmentos del esbozo embrionario del túbulo epidídimario, a nivel de la cola del epidídimo. Por tanto, se ha considerado que el insuficiente desarrollo de la cola del epidídimo, que se describe en el presente trabajo, tiene el mismo origen, lo que hubiera conllevado a ser transmitida a la descendencia macho y hembra, de haberse utilizado estos como sementales. En el caso de las hembras esta última, es posible la presencia de aplasia o hipoplasia segmentaria, de los conductos de Müller (Holy, 1987; Oka y Barboza, 2011).

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos revelaron una alta incidencia de la cola del epidídimo con insuficiente desarrollo y a su vez, ratificaron la importancia de la inspección y palpación de la cola del epidídimo, en la selección y evaluación de futuros sementales, al prevenir la incorporación a la reproducción de animales con esta anomalía.

## LITERATURA CITADA

Holy, L. 1987. Examen de la fertilidad del toro semental (examen clínico). En Biología de la reproducción bovina. Editorial Científico-Técnica: La Habana (Cuba). p. 283.

Küst, D. y F. Schaetz. 1986. Trastornos de la reproducción de los animales domésticos. Argentina: Hemisferio Sur.

Morrow, D. 1980. Current Therapy in Theriogenology: diagnosis, treatment and Prevention of reproductive diseases in animals. Philadelphia: Saunders Company.

Oka, H. A. y L. Barboza. 2011. Efecto de la Aplasia Segmentaria de la Cola del Epidídimo sobre la Calidad Seminal Bovina. Compend. Cienc. Vet. 1(01): 15-20.

Olivos, J. 2008. Desarrollo de Conductos Genitales. Universidad Nacional de Trujillo. Fac. Ciencias Médicas. Esc. Med. Humana. Área de Embriología.Trujillo-Peru

Rodríguez, M. J., N. Madrid-Bury, U. Axila, J. Atilio-Aranguren y A. Quintero. 2000. Analisis morfométrico del epididimo en toros jóvenes mestizos 5/8 Holstein y 5/8 Pardo Suizo con Testículos Pequeños. Revista Científica, FCV-LUZ 6: 458-467.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# INFLUENCIA DEL NUMERO DE LACTANCIA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN UN HATO HOLSTEIN DE LOS ALTOS DE JALISCO

# [INFLUENCE OF LACTATION NUMBER ON MILK PRODUCTION IN A HOLSTEIN HERD IN LOS ALTOS JALISCO]

**Heriberto Estrella Quintero[1§], Dolores Valentina Mariscal Aguayo[1], José Enrique Salas Barbosa[2], Andres Martínez Cuevas[2]**

[1]Universidad Autónoma Chapingo. [2]Asesores Independientes. [§]Autor para correspondencia: (estrellaqh@hotmail.com).

## RESUMEN

La curva de producción de leche de las vacas está determinada por factores genéticos y ambientales, siendo de importancia biológica y económica para las agroempresas productoras de leche. El objetivo fue determinar la influencia del número de lactancia sobre la producción pico (PP) y acumulada en 305 días (P305) de leche en un hato Holstein en Los Altos de Jalisco. El estudio se realizó en una agroempresa con bovinos productores de leche que se encuentra en el municipio de Zapotlanejo, que cuenta con 10 hectáreas para la producción de maíz para ensilar y dos hectáreas de agostadero e instalaciones; los servicios son vía inseminación artificial; la alimentación del ganado se basa en granos, ensilado y alfalfa, la cual se ofrece de acuerdo con el estado fisiológico y nivel de producción de las vacas estabuladas con dos ordeños de forma mecánica. La información se obtuvo del reporte global generado por el software LACTO de AGROPEC Star®, utilizando los datos de 66 vacas que tuvieron de 1 a 6 lactancias, sumando un total de 129 vacas, registradas de enero del 2018 a marzo del 2019; estos datos fueron analizados mediante una regresión polinómica de segundo orden utilizando el paquete estadístico SAS. El número de lactancia influye ($p < 0.01$) sobre la P305 y PP, con valores más altos para estas variables en la lactancia 3, con 11,446.94 kg de leche por vaca para P305 y un PP de 42.5 kg por vaca. El número de lactancia explica 79.95% de la producción acumulada en 305 días y 96.17% del pico de producción. La producción de leche acumulada en 305 días y el pico de máxima producción de las lactancias analizadas proporcionaron información de gran valor para determinar la producción de leche de cada lactancia, las cuales están fuertemente influenciadas por el número de parto.

**Palabras clave**: Pico producción, producción acumulada, rendimiento, vacas.

## ABSTRACT

In cows, the curve of milk production is determined by genetic and environmental factors and has biological and economic importance for milk producing agribusinesses. The objective was to determine the influence of the number of lactation on peak milk production (PP) and milk accumulated in 305 days (P305) in a Holstein herd in Los Altos of Jalisco. The study was conducted in an agribusiness with dairy cattle that is located in the municipality of Zapotlanejo, which has 10 hectares for corn production for ensiling, and two hectares for pasturing and facilities of the ranch;

the services are via artificial insemination; cattle feed is based on grains, silage, and alfalfa, which is offered according to the physiological state and level of production of the stalled cows which have two mechanical milkings. The information was obtained from the global report generated by the AGROPEC Star® LACTO software, using data from 66 cows that had 1 to 6 lactations, with a total of 129, and registered from January 2018 to March 2019; these data were analyzed by second-order polynomial regression using the SAS statistical package. The number of lactation influences significantly ($p < 0.01$) on P305 and PP, with higher values for these variables in lactation 3, with 11.446.94 kg of milk per cow for P305 and a PP of 42.5 kg per cow. Lactation number explains 79.95% of the milk accumulated in 305 days and 96.17% of the peak production. The production of milk accumulated in 305 days and the maximum production peak of the analyzed lactations provided valuable information to determine the milk production of each lactation, which is strongly influenced by the number of parturition.

**Index words:** Cows, peak production, production accumulated, yield.

## INTRODUCCIÓN

El sistema de producción de leche en México no es homogéneo, las unidades de producción no son iguales en cuanto a tecnología, número de vientres, técnicas y procedimientos reproductivos, calidad de la alimentación y criterios de desecho; a menudo no se produce la preñez y la vaca no estará lactando o el nivel de producción es bajo por lo que es necesario secarla; se requiere la toma de decisiones de manejo a corto plazo para retener o no la vaca en el hato, o desecharla inmediatamente y evitar pérdidas económicas (Téllez y Chávez, 2010).

El factor natural que desencadena la actividad mamaria es el complejo preñez-parto; a su vez, la lactancia se prolonga más allá de la simple necesidad fisiológica de alimentar al becerro debido a una selección genética en los bovinos productores de leche (Chirino *et al*., 2012). A través del periodo de lactancia, las vacas presentan niveles de producción de leche variables que se pueden graficar con los datos individuales de producción diarios, semanales, quincenales o mensuales, donde se muestra el comportamiento productivo de cada animal o de un hato en general; esta curva, tiene características que son particulares de cada animal, dependiendo del sistema productivo en que se encuentre; sin embargo, normalmente se observa una pendiente creciente hasta un nivel de máxima producción o pico de lactancia para después caer paulatinamente en función del número de lactancia; esta curva es de gran importancia biológica y económica para las agroempresas dedicadas a la producción de leche (Olivera, 2001; Haworth *et al*., 2008; Castillo *et al*., 2017).

La producción de leche en ganado bovino se encuentra afectada por varios factores genéticos y no genéticos, dentro de éstos últimos, se encuentra el número de lactancia, el cual se ha utilizado como criterio de manejo productivo y de desecho de animales (Coffey *et al*., 2015); de ahí se desprende la importancia de conocer el nivel y pico máximo de producción de las vacas en un hato en todas las lactancias, por lo que el objetivo del presente estudio fue determinar la influencia del número de lactancia sobre la producción pico y acumulada en 305 días en un hato Holstein ubicado en Los Altos, Jalisco.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en una agroempresa con bovinos productores de leche que se encuentra ubicada en San José de las Flores, municipio de Zapotlanejo en la región de Los Altos, Jalisco; a una altitud de 1,725 msnm. El clima predominante es semiseco y semicálido con una temperatura media anual de 25 C, registrándose temperaturas máximas en el mes de mayo de 33 a 35 C y mínimas en enero, de 3 a 5 C, aunque en algunos puntos las temperaturas llegan a 0 C, durante el invierno. La precipitación oscila entre los 900 a 1000 mm anuales, siendo el periodo de lluvias de junio a septiembre.

El rancho tiene 10 hectáreas dedicadas a la producción de maíz de temporal para ensilar y dos hectáreas de agostadero y para instalaciones; las vacas son servidas únicamente vía inseminación artificial; la alimentación del ganado se basa en granos, ensilado y alfalfa, la cual se ofrece de acuerdo con el estado fisiológico y nivel de producción de las vacas manejadas en un sistema estabulado con ordeña mecánica en espina de pescado, dos veces al día, a partir del día octavo postparto.

La información se obtuvo del reporte global generado por el software LACTO de AGROPEC Star® (Agropec Star, 2000), utilizando los datos de 66 vacas que tuvieron de 1 a 6 lactancias haciendo un total de 129, registradas de enero del 2018 a marzo del 2019; estos datos fueron analizados mediante una regresión polinómica de segundo orden utilizando el paquete estadístico SAS (2018).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El comportamiento productivo por lactancia en ganado lechero está determinado por tres factores: la máxima producción, la persistencia con que se mantiene esa producción y la duración del periodo de lactación, estas características permiten medir la capacidad productora de un hato; en este estudio se observó que el número de lactancia influye ($p < 0.01$) sobre la producción de leche acumulada en 305 días y el pico de máxima producción, obteniéndose los valores más altos para estas variables en la lactancia 3, con 11,446.94 kg de leche acumulada en 305 días por vaca y un pico máximo de producción de 42.5 kg por vaca (Cuadro 1).

Estos valores son similares a los obtenidos por Miranda (2018), quien menciona 11,615.8 kg de leche a los 305 días y 41.3 kg como pico de máxima producción observados en 1,895 vacas Holstein; por su parte Toca *et al*. (2016) indican que el pico de máxima producción promedio en la curva de producción de leche obtenido en 68 lactancias de un hato Holstein fue de 23.18 kg y argumentan que la curva de lactancia es una representación gráfica del periodo de producción de las vacas, pero existen grandes variaciones derivadas de la genética, incidencia de enfermedades, fertilidad y estrategias de alimentación; sin embargo, esta grafica es útil para la toma de decisiones tendientes a lograr el intervalo parto-concepción-parto aceptable, disminuir el desecho de los animales productivos y seleccionar las hembras de reemplazo.

En este sentido, en Contexto Ganadero (2018) se señala que el análisis de la forma de la curva de lactación ayuda a identificar problemas de alimentación y manejo, por cada kilogramo extra en el pico de producción, se producirán de 200 a 230 kg extra de leche durante el periodo completo de lactación; además, es más fuerte la correlación entre pico y producción por lactación que persistencia y producción total; de esta forma, los productores deben usar el pico como guía de manejo para monitorear el rendimiento lechero en la lactación en lugar de la persistencia. Por lo tanto, el productor debe diseñar estrategias de manejo integral para incrementar el pico de la lactancia que tiene, con la finalidad de mejorar la producción por lactancia.

**Cuadro 1**. Promedio de producción acumulada en 305 días y pico máximo de producción de leche.

| Número de lactancias | Producción de leche acumulada en 305 días (kg vaca$^{-1}$) | Pico máximo de producción de leche (kg vaca$^{-1}$) |
|---|---|---|
| 1 | 8,971.11 | 34.31 |
| 2 | 9,812.17 | 38.88 |
| 3 | 11,446.94 | 42.50 |
| 4 | 10,969.83 | 41.53 |
| 5 | 9,851.03 | 40.38 |
| 6 | 9,536.13 | 37.90 |
| Media general ± EE | 9,906.21 ± 167.02 | 38.26 ± 0.66 |

Se observó un comportamiento cuadrático en las curvas de producción acumulada en 305 días y pico máximo de producción de leche; en la primera de ellas, el número de lactancia explica el 79.95% de la variación obtenida, mientras que, en la segunda, la variable independiente explica el 96.17% (Gráfico 1). En este sentido, algunos autores indican que la máxima producción de leche diaria se presenta durante el segundo mes de lactación e incrementa hasta la cuarta o sexta lactancia dependiendo del clima, edad, peso corporal y desarrollo de la glándula mamaria; además, la producción acumulada en 305 días varía a través de la vida útil del animal con incrementos significativos de la primera a la cuarta lactancia a partir de la cual se reduce paulatinamente (Quintero *et al*., 2007; Toca *et al*., 2016).

Estos indicadores permiten predecir el desempeño de las madres, información que puede utilizarse en la selección de animales jóvenes destinados a las pruebas de progenie, también permiten entender mejor los sistemas de producción proporcionando información útil para el desarrollo de estrategias de selección ayudando a determinar habilidades óptimas de producción y manejo con el fin de mejorar la eficiencia en la producción de leche del hato (Larios *et al*., 2011; Hayes *et al*., 2013). Es importante considerar que la producción de leche en ganado Holstein está determinada por el potencial genético de la vaca, su nutrición y estado sanitario; sin embargo, se le da mayor importancia a la nutrición dado que se encuentra bajo el control directo del productor, ejerce influencia profunda sobre la producción en el animal sano, es fácil de modificar y representa el mayor costo variable independiente (Drackley *et al*., 2005)

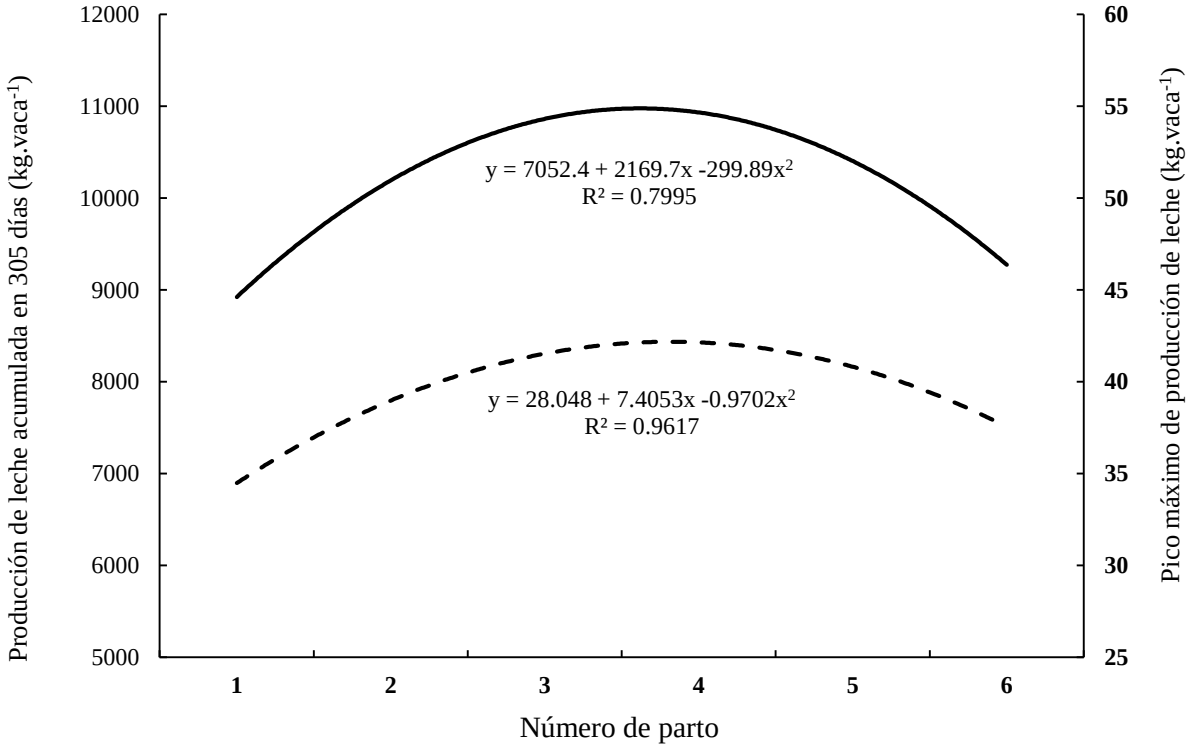



**Figura 1**. Efecto del número de parto sobre la producción acumulada en 305 días (-) y producción pico de leche (-).

## CONCLUSIONES

La producción de leche acumulada en 305 días y el pico de máxima producción de las lactancias analizadas proporcionaron información de gran valor para determinar la producción de leche de cada lactancia, las cuales están fuertemente influenciadas por el número de parto. Con base en estas variables se deben establecer estrategias de manejo integral con el propósito de mejorar la producción al pico de la lactancia.

## LITERATURA CITADA

AGROPEC Star. 2000. Software para la administración gerencial integral de agroempresas. http://www.agropecstar.com. Consulta realizada el 10 de mayo del 2019.

Castillo-Umaña, M. A., A. Alpizar, N. J. F. Padilla y J. P. S. Keim. 2017. Efecto de la edad al primer servicio, número y época de parto sobre el comportamiento de la curva de lactancia en vacas Jersey. Nutrición Animal Tropical 11(2): 1-22.

Chirino, E. A., F. G. Véliz, D. C. A. Meza, V. O. Ángel, G. E. Sepúlveda, G. y M. B. Mellado. 2012. Factores que afectan la producción de leche en vacas Holstein inducidas hormonalmente a la lactancia. Agraria 9(3): 103-112.

Coffey, E., B. Horan, R. Evans and D. Berry. 2015. Milk production and fertility performance of Holstein, Friesian, and Jersey purebred cows and their respective crosses in seasonal-calving commercial farms. Journal of Dairy Science 99: 5681-5689.

Contexto Ganadero. 2018. Cómo analizar una curva de lactancia en vacas lecheras. Bogotá, Colombia. https://www.contextoganadero.com/blog/como-analizar-una-curva-de-lactancia-en-vacas-lecheras. Consulta realizada el 14 de mayo del 2019.

Drackley, J. C., S. Donkin, S. K. and C. Reynolds. 2005. Major advances in fundamental dairy cattle nutrition. Journal of Dairy Science 89: 1324-1336.

Haworth, G., W. Tranter, J. Chuck, Z. Cheng and V. Wathes. 2008. Relationships between age at first calving and first lactation milk yield, and lifetime productivity and longevity in dairy cows. Veterinary Record 162(20): 643-647.

Hayes, B. J., A. Lewin, H. E. and M. Goddard. 2013. The future of livestock breeding: genomic selection for efficiency, reduced emissions intensity and adaptation. Trends in Genetic 29: 206-214.

Larios, S. N., R. Ramírez, V. R. Núñez, D. J. G. García, M. y A. F. Ruíz. 2011. Caracterización técnica, social y económica de empresas con hato bovino Jersey de registro en México. Agricultura, Sociedad y Desarrollo 8: 229-247.

Miranda, N. M. 2018. Comportamiento productivo y reproductivo de un hato lechero Holstein del estado de Querétaro. Tesis Licenciatura. Centro Universitario Temascaltepec. Universidad Autónoma del Estado de México. México. 54 p.

Olivera, S. 2001. Índices de producción y su repercusión económica para un establo lechero. Revista de Investigación Veterinaria 12(2): 49-54.

Quintero, J. C., I. Serna, J. A. Hurtado, N. R. Rosero, N. y M. F. M. Cerón. 2007. Modelos matemáticos para curvas de lactancia en ganado lechero. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 20(2): 149-156.

Téllez, N. y J. Chávez. 2010. Producción de leche con ganado bovino. Editorial Manual Moderno. México. 442 p.

Toca, R. J. A., M. P. Gallegos, H. L. O. Reveles, S. C. E. Pinzón, D. y J. S. Q. Saucedo. 2016. Caracterización de la curva de lactancia en vacas Holstein en el noreste de México. https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/caracterizacion-curva-lactancia-vacas-t40038.htm. Consulta realizada el 13 de mayo del 2019.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN DE BÚFALOS *(Bubalus bubalis)* EN EL SURESTE MEXICANO: UNA REVISIÓN

# [ANALYSIS OF THE CURRENT SITUATION OF BUFFALO PRODUCTION (*Bubalus bubalis*) IN MEXICAN SOUTHEAST: A REVIEW]

**Hubercein Ramírez Barrios[1§], Horacio León Velasco[2], Leopoldo Medina Sansón[3], Jorge Luis Ruiz Rojas, Gilberto Yong Ángel, Raul Perezgrovas Garza, Horacio Ruiz Hernández**

[1]Estudiante de la Maestría en Ciencias en Producción Agropecuaria Tropical – UNACH. [2]Doctor en Ciencias - Universidad Autónoma de Chiapas. [3]Doctor en Ciencias - Universidad Autónoma de Chiapas. [§]Autor para correspondencia: (hubercein@gmail.com).

## RESUMEN

El objetivo de esta revisión fue analizar la situación actual de los sistemas de producción de búfalos *(Bubalus bubalis)* en el trópico húmedo del sureste mexicano, para identificar las mejores alternativas de producción que permitan obtener resultados satisfactorios y sustentables a largo plazo. Por lo anterior, se realizaron entrevistas a los productores y además, una búsqueda exhaustiva de bibliográfia en revistas indizadas y memorias de congresos sobre la eficiencia zootécnica y las ventajas competitivas que caracteriza a estos animales por su adaptabilidad a los ecosistemas adversos. Sin lugar a dudas, el reto de la producción de búfalos en el trópico mexicano hoy en día es cumplir con los indicadores de sustentabilidad: ambiental, social y económico. Sin embargo, es necesario integrar en estas unidades de producción estrategias que garanticen la producción de carne y leche y a la vez promuevan la conservación de los recursos naturales. Por lo tanto, se concluye que la producción de búfalos de agua en la región sureste de México representa una opción importante para la obtención de proteína de origen animal, con un criterio de sustentabilidad para cumplir con la demanda de alimentos que necesitaran las futuras generaciones, pero sin que esto impacte de manera negativa al ambiente.

**Palabras clave:** Alimentación, cambio climático, sustentabilidad.

## ABSTRACT

The objective of this review was to analyze the current situation of buffalo production systems *(Bubalus bubalis)* in the humid tropics of southeastern Mexico, to identify better production alternatives that allow obtaining satisfactory and sustainable results in the long term. Therefore, interviews were conducted with producers and also an exhaustive search of bibliography in indexed journals and conference proceedings on animal science efficiency and the competitive advantages which characterize these animals for their adaptability to adverse ecosystems. The challenge of buffalo production in the Mexican tropics today is to comply with sustainability indicators: environmental, social and economic. However, it is necessary to integrate into these production units strategies that guarantee the production of meat and milk and at the same time promote the conservation of natural resources. In conclusion, the production of water buffaloes in the southeast

region of Mexico represents an important option for obtaining animal proteins, with a sustainability criterion to meet the further demand of food, but less negatively impact on the environment.

**Index words:** Sustainability, climate change, food.

## INTRODUCCIÓN

Los búfalos de agua se dividen en dos tipos: el de río y el de pantano, ambos se clasifican como subespecies de la especie *Bubalus bubalis* y se les llamó desde el punto de vista taxonómico como *Bubalus bubalis fluviatilis* para los de río y *Bubalus bubalis limneticus* para el tipo de pantano (Mitat, 2008). Estos animales son originarios de Asia, desde donde fueron llevados a África, Europa, Oceanía y por último, traídos al continente Americano. El búfalo de agua se introdujo a México en la última década del siglo XX como una alternativa para la ganadería bovina (Domínguez *et al*., 2013) y tras casi 20 años de adaptabilidad su producción se ha extendido a estados como Veracruz, Tabasco y Chiapas (AMEXBU, 2017).

En los últimos años la introducción de búfalos de agua *(Búbalus bubalis)* en México, ha representado una excelente opción de producción para las zonas tropicales y subtropicales del país, debido a que constituyen una alternativa importante como fuente de proteína de origen animal, de alto valor para la alimentación humana (Almaguer, 2007). Estos animales se caracterizan por su resistencia a enfermedades y a medios hostiles, poseen una fertilidad mayor del 70%, buena capacidad de adaptación, son longevos, dóciles y consumen alimentos que transforman eficientemente en leche de alta calidad y abundante carne; atributos que hacen muy deseable a esta especie para la producción pecuaria (Hazem *et al.,* 2019). Sin embargo, para la crianza y el desarrollo de esta especie se necesita agua, sombra, disponibilidad de forrajes para el pastoreo, extensiones territoriales suficientes y un manejo adecuado para contribuir positivamente a la producción ganadera sustentable (Naveena y Kiran, 2014). Por lo tanto, las unidades de producción de búfalos en esta región del país representan una opción viable para la obtención de proteína de origen animal necesaria para cumplir con la demanda de alimentos de las futuras generaciones.

Por lo anterior, en este trabajo de revisión se expresan algunas consideraciones sobre los antecedentes y perspectivas de la crianza de los búfalos de agua en el trópico mexicano, para encontrar las mejores alternativas que permitan obtener, altos resultados productivos sin dañar el entorno, logrando incrementar los conocimientos sobre esta especie.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una serie de entrevistas a productores de búfalos y una revisión bibliográfica en revistas indizadas y memorias de congresos sobre la eficiencia zootécnica y las ventajas competitivas de estos sistemas de producción.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de búfalos como alternativa sustentable en el trópico mexicano, de acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2014) y el Panel Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2014), para el 2050 se estima un aumento del 50% en la demanda de productos de origen animal debido al crecimiento demográfico, lo que ocasionará una mayor demanda de alimentos. Ante esta situación, las cadenas productivas deben de tener un criterio de sustentabilidad para cumplir con la demanda de alimentos que necesitarán las futuras generaciones (FAO, 2014), pero sin que esto impacte de manera negativa al ambiente, e incremente la emisión de gases con efecto invernadero como el $CO_2$ y el metano.

Actualmente, México se encuentra ante una situación que plantea un enorme desafío: acrecentar la población de ganado Bubalino con animales que produzcan carne y leche con alto valor nutritivo. Por lo tanto, se espera que la cría de búfalos en México se convierta en una actividad regular, como la crianza de ganado bovino, caprino, ovino y porcino (AMEXBU, 2017; SAGARPA, 2017).

En este sentido, toda actividad desarrollada en los sistemas de producción de búfalos (Bubalus bubalis) en México representa una opción importante, debido a que estos animales no compiten con otras especies en la producción de alimentos, más bien consumen alimentos fibrosos que transforman eficientemente en leche y carne, en terrenos pantanosos e inundables, demuestran gran capacidad de adaptación cuando se crían de forma semi-intensiva en pasturas naturales en donde expresan su enorme potencial productivo (Mitat, 2008; Martine, 2015).

Situación actual de la producción de búfalos en el sureste mexicano, la producción ganadera en algunas zonas tropicales del país tiende a innovar su productividad utilizando nuevos métodos y nuevas opciones de crianza animal como es la introducción de nuevas especies en el entorno ganadero, como es el caso de la crianza de búfalo de agua (Bubalus bubalis) con la finalidad de mejorar la producción y la oferta de carne, leche y subproductos. Esta innovación ha adquirido un aumento considerable, teniendo una gran difusión en las unidades de producción bovina de las zonas tropicales y subtropicales del país (García, 2018). Lo anterior, se debe a la capacidad que tiene la especie de aprovechar con mayor eficiencia las pasturas, presentando mejores tasas de conversión de alimentos (Rodas y Hernández, 2001).

En México existen más de 120 mil ejemplares de esta especie y tras años de adaptación su producción se ha extendido a diferentes estados de la Republica como Nayarit, Jalisco, Aguascalientes, Querétaro, San Luis Potosí, Puebla, Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Chiapas, Oaxaca, Campeche y Quintana Roo (AMEXBU, 2017). Las tres principales razas bubalinas en nuestro país son: Mediterránea, Murrah y Jafarabadi (SAGARPA, 2017). Estos animales se han distribuido en superficies en donde las condiciones ambientales son imperantes, como suelos anegados permanentemente o con inundaciones frecuentes (Simón y Galloso, 2011).

Entre los principales productos derivados de la leche de búfala en el sureste mexicano se encuentran los quesos mozzarella, el cual es utilizado en la elaboración de pizzas; manchego natural y envinado; provolone ahumado, pero también se puede producir yogurth y cajeta (SAGARPA, 2017). La leche de búfala, es una de las leches mas ricas en materia seca, conteniendo de altos porcentajes de grasa, proteínas y minerales, menos cantidad de agua, menos cantidad de colesterol y es fuente importante de Vitamina A. En el Cuadro 1, se muestra la comparación química de la leche de búfala y de vaca.

**Cuadro 1**. Comparación química de la leche de búfala y de vaca.

| Análisis Químico | Búfalo (%) | Vacuno en términos generales (%) |
|---|---|---|
| Materia seca | 27.8 | 25 |
| Humedad | 72.2 | 75 |
| Proteína cruda (Nitrógeno 6.25) | 21.4 | 18 |
| Extracto etéreo | 4.06 | 5.4 |
| Extracto libre de nitrógeno | 0.08 | 1 |
| Cenizas | 2.26 | 1 |

Fuente: Lilia *et al*. (2018).

**Cuadro 2.** Comparación química de la carne de búfalo y la del ganado vacuno.

| **Análisis Químico** | **Búfala (%)** | **Vaca (%)** |
|---|---|---|
| Humedad | 83.87 | 87.64 |
| Solidos totales | 16.13 | 12.36 |
| Grasa | 6.50 | 3.50 |
| Proteína | 3.60 | 3.40 |
| Lactosa | 5.20 | 4.75 |
| Cenizas | 0.83 | 0.71 |

Fuente: Adaptado de Mendes y De Lima (2011), Cedrés *et al*. (2002).

En cuanto a la producción cárnica, la carne de búfalo, es bastante parecida a la del vacuno, aunque tiene algunas diferencias. La grasa es en su mayoría subcutánea, lo que es saludable debido al menor contenido de colesterol (35%) y más Omega 3 y ácido linoleico, contiene 11 % más de proteínas, 10 % más de minerales respecto a la carne vacuna (AMEXBU, 2017). Los cortes clásicos que destacan de la carne de búfalo son el sirloin, T- bone, Rib eye, New York y arrachera (SAGARPA, 2017). En el Cuadro 2, se observa la comparación química de la carne de búfalo y del ganado vacuno.

El cambio climático y la producción de búfalos en el trópico, en el sureste de México, la existencia de ecosistemas frágiles, sistemas de producción insostenibles, altos niveles de pobreza y estrategias de desarrollo no acordes con las condiciones locales, entre otros factores, han convertido a esta región en una de las más propensas a sufrir los efectos adversos del cambio climático debido a que las actividades pecuarias sufren frecuentemente y cada vez con mayor intensidad, los efectos de las sequias e inundaciones (PCCCH, 2011). Por lo anterior, es urgente sentar las bases para alcanzar un incremento significativo en la productividad de la ganadería

tropical, pero sin que esto impacte de manera negativa al ambiente exacerbando la emisión de gases con efecto invernadero como el metano y el oxido nitroso provenientes de los sistemas ganaderos (Ku-Vera, 2018).

Ante este panorama los sistemas de producción de búfalos en el trópico mexicano necesitan de acciones planificadas de adaptación para enfrentar los cambios ambientales relacionados no solo con el cambio del clima y los eventos climáticos extremos, sino también con el cambio en el uso del suelo y las propiedades de los recursos naturales (suelo, agua, biodiversidad) para preservar a los sistemas humanos y naturales. Estos cambios demuestran categóricamente la necesidad de actuar para mantener los servicios ecosistémicos, especialmente aquellos de vital importancia para la humanidad como: aprovisionamiento (alimentos, fibras, suministro de agua potable), regulación (regulación del clima, polinización, control de enfermedades, control de inundaciones), y apoyo (producción primaria y ciclo de nutrientes) (Magrin, 2015).

Algunas de las actividades de manejo de ecosistemas que se pueden utilizar en los sistemas de producción de búfalos con el fin de aumentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad, son: restauración ecológica de los ecosistemas, manejo comunitario de los recursos naturales, conservación y establecimiento de áreas protegidas, aumento de la diversidad biológica, forestación y reforestación, reducción de incendios forestales y prescripción de quemas, corredores ecológicos, conservación ex situ de semillas y bancos de germoplasma, ordenamiento territorial adaptativo, establecimiento de sistemas agropecuarios diversos con la utilización del conocimiento local y el mantenimiento de la diversidad genética, manejo integrado del recurso hídrico (reconociendo el rol de las cuencas hidrográficas, los bosques y la vegetación asociada en la regulación de los flujos de agua) (Noble *et al*., 2014; UICN, 2012).

Efectos del cambio climático en la producción de búfalos en el trópico mexicano, el búfalo de agua (*Bubalus bubalis*), a pesar de ser un animal rústico, no está exento de los efectos desfavorables y modificaciones al ambiente, de hecho, no es un mamífero eficiente en el control de su temperatura corporal. Son esencialmente animales con inclinación a los ambientes sombreados y al agua, característica que les permite soportar el calor y la humedad particular de los trópicos. Sin embargo, presentan signos de falta de confort cuando se exponen a la radiación directa del sol en la época de verano (Marai y Haeeb, 2009). Esto se debe a que sus cuerpos absorben gran cantidad de radiación solar debido a su piel oscura y gruesa (epidermis de 6-7 mm), baja eficiencia de evaporación, su sistema de enfriamiento es pobre y presentan una insuficiente capacidad de transpiración (De la Cruz *et al*., 2014).

Por lo tanto, el estrés calórico en los búfalos reduce el nivel de confort y ocasiona cambios drásticos en algunas funciones biológicas tales como: reducción de ingesta y utilización del alimento, metabolismo del agua, proteínas, balance de energía, minerales, reacciones enzimáticas, secreciones hormonales y metabolitos sanguíneos (Sarwar *et al*., 2009; Pasha y Khan, 2010; Nagarcenkar y Sethi, 1981). Estas alteraciones tienen como resultado la disminución del crecimiento, producción y reproducción. Modificaciones en el comportamiento sexual de las hembras con menor presentación de celos, menores tasas de gestaciones, mayor mortalidad

embrionaria temprana y reducción en la eficiencia reproductiva; las afectaciones a los machos se resumen en aumento de la libido en las horas más frescas del día y la disminución en la calidad seminal (Marai *et al*., 2006; Napolitano *et al.*, 2018; Berdugo-Gutierrez *et al.*, 2018).

## CONCLUSIONES

Los búfalos de agua *(Bubalus bubalis)* son rumiantes que actualmente juegan un papel importante en la vida de los seres humanos como fuente de leche, carne y subproductos. La resistencia a las enfermedades, la capacidad de adaptarse a condiciones climáticas diversas, la mayor digestibilidad de los pastos de baja calidad, el crecimiento más rápido y el aumento de peso corporal demuestran su versatilidad y capacidad para contribuir positivamente a la producción ganadera sostenible del trópico húmedo mexicano. En este sentido, el desarrollo de una ganadería bubalina sustentables debe de incorporar estrategias para contrarrestar los efectos negativos del cambio climático.

## LITERATURA CITADA

Almaguer, P. Y. 2007. El búfalo, una opción de la ganadería. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria 8. Disponible en linea en: http://www.veterinaria.org/ revistas/redvet/n080807.html.

AMEXBU. 2017. Asociación Mexicana de Criadores de Búfalos. Disponible en línea en:http://www.amexbu.org.mx/bufalos-es/mexico-crece-la-produccion-carne-bufalo-agua-sagarpa/

Berdugo-Gutiérrez, J., F. Napolitano, D. Mota-Rojas, J. Nava, C. González, J. Ruíz-Buitrago y I. Guerrero-Legarreta. 2018. El búfalo de agua y el estrés calórico. Disponible en línea en: https://bmeditores.mx/secciones-especiales/aprendamos-juntos-del-bienestar-animal/el-bufalo-de-agua-y-el-estres-calorico-1877

Cedrés, J. F., A. Crudeli, G. M. Patiño, E. I. Rebak, G. A. Bernardi, A. A. Rivas y P. J. G. Barrientos. 2002. Composición química y características físicas de la carne de búfalos criados en forma extensiva en la provincia de Formosa. Sitio Argentino de Producción Animal. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar

De la Cruz, C. L. A., R. Guerrero, L. N. Ramírez, R. P. Roldan, S. P. Mora, M. R. G. Hernández, and D. R. Mota. 2014. The behaviour and productivity of wather buffalo in different breeding systems: a review. Veterinarni Medicina 59(4): 181-193.

Domínguez, A. G., D. Romero, S. D. I. Martínez y H. Z. V. García. 2013. Los Búfalos de agua y las enfermedades infecciosas. Revista La Ciencia y el Hombre 26(2): 49-55.

FAO, 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations. SAFA Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems, Guidelines (version 3.0) Rome, Italy.

García, M. R. A. 2018. Determinación de la prevalencia a brucelosis en búfalos de agua (*Bubalus bubalis*) en cuatro unidades de producción de los estados de tabasco y Veracruz de la región tropical de la república mexicana". Tesis de licenciatura para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista. CENTRO Universitario UAEM Amecameca. Universidad Autónoma del Estado de México. Amecameca, Estado de México. pp 6.

Hazem, A. L. Debaky, A. Nasser, A. Kutchy, A. UI-Husna, I. Rhesti, A. Shamim, P. Bambang and M. Erdogan. 2019. Review: Potential of wather buffalo in world agriculture: Challenges and opportunities. Applied Animal Science 35: 255-268.

IPCC. 2014. Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU), In Climate Change. 2014. Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Eds (Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Ku Vera, J. C. 2018. Crisis de la ganadería bovina en el trópico de México: Opciones para mejorar la eficiencia reproductiva. Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimenticia A.C. (AMPA). Memoria de congreso. Michoacán, México.

Marai, I. F. M and A. M. A. Haeeb. 2009. Buffalo's biological functions as affected by heat stress — A review. Livestock Science 127: 89-94

Martine, J. P. 2015. Búfalos: una opción en Formosa. Análisis comparativo. Universidad Nacional de Formosa (UNaF) Universidad de la Cuenca del Plata (UCP). *In*: XIV Congreso Internacional de Costos y II Congreso Colombiano de costos y gestión, Medellín, Colombia.

Magrin, G. O. 2015. Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). pp. 8.

Mendes, J. A. y C. F. De Lima. 2011. Evaluación de canales y calidad de la carne de búfalo. Tecnología en Marcha, Revista Especial 24 (5) 36-59.

Mitat, A. 2008. La producción de leche en el día de control para la selección de búfalas en Cuba. Tesis en opción al grado científico de Doctora en Ciencias Veterinarias. Centro de Investigación para el Mejoramiento Animal de la Ganadería Tropical. Ministerio de la Agricultura, La Habana. Cuba.

Nagarcenkar, R. y K. R. Sethi. 1981. Association of adaptive traits with performance in buffaloes. Indian J Anim Sci. 51: 1121-1123.

Napolitano, F., D. Mota-Rojas, J. Berdugo-Gutiérrez, M. González-Lozano, P. Mora-Medina, J. Ruíz-Buitrago y I. Guerrero-Legarreta. 2018. El bienestar de la búfala lechera al parto. Pecuarios.com. Sección Ganadería. Disponible en: https://www.ganaderia.com/destacado/El-bienestar-de-la-bufala-lecheraalparto.

Naveena, B. M. and M. Kiran. 2014. Buffalo meat quality, composition, and processing characteristics: Contribution to the global economy and nutritional security. Animal Frontiers, 4(4): 18-24.

Noble, I. R., S. Huq, Y. J. Anokhin, D. Carmin, P. Goudou, F. B. Lansigan, Osman-Elasha and A. Villamizar. 2014. Adaptation needs and options. In: Climate Change: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 833-868.

Pasha, T. N y U. E. Khan. 2010. Producción de leche de búfalo en Pakistán, en Actas del 9 ° Congreso Mundial de Búfalo (Buenos Aires), 222-230.

PCCCH. 2011. Plan Acción ante el Cambio Climático en Chiapas. Gob. de Chiapas, ECOSUR, CI, CP, INE, SEMARNAT. 137 pp.

Rodas, A. y P. Hernández. 2001. Rendimiento carnicero de búfalos vs. vacunos acebuados producidos a sabanas y sacrificados serialmente a cuatro edades contemporáneas, en: VI World Buffalo Congreso [memorias]. Maracaibo Venezuela.

SAGARPA, 2017. el búfalo, animal por triple partida**.** Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Disponible en linea en: https://www.gob.mx/sader/es/articulos/mxalimentandomx-el-bufalo-animal-por-triple-partida

Simón, L. y M. Galloso. 2011. Presencia y perspectivas de los búfalos en Cuba Presence and perspective of buffaloes in Cuba. Pastos y Forrajes 34(1): 3-20.

Sarwar, M., M. A. Khan, M. Nisa, S. A. Bhatti y M. A. Shahzad. 2009. Manejo nutricional para la producción de búfalos. Asia Aust. J. anim. Sci. 22: 1060-1068. doi: 10.5713 / ajas.2009.r.09

UICN. 2012. Adaptación basada en ecosistemas: Una respuesta al cambio climático. Disponible en linea en: https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/2012-004.pdf.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# DETERMINACIÓN DE FACTORES DE EMISIÓN DE METANO POR FERMENTACIÓN ENTERICA DEL GANADO BOVINO PRODUCTOR DE LECHE Y CARNE EN LAS REGIONES DE CLIMA SECO DE MÉXICO

## [DETERMINATION OF ENTERIC METHANE EMISSION FACTORS FOR DAIRY AND BEEF CATTLE FROM THE DRY CLIMATE REGIONS OF MEXICO]

**Hugo D. Montelongo-Pérez[1], Manuel González-Ronquillo[1], Juan Carlos Ángeles Hernández[2], Mohammed Benaouda[3], Octavio Alonso Castelán- Ortega[1§]**

[1]Universidad Autónoma del estado de México, Laboratorio de Ganadería, Medio Ambiente y Energías Renovables. [2]Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Agropecuarias. [3]Clermont Université, VetAgro Sup, Herbivores, BP 10448, F-63000, Clermont-Ferrand, France. [§]Autor para correspondencia: (oaco2002@yahoo.com.mx).

## RESUMEN

El metano por fermentación entérica es la segunda fuente de emisión de este gas con el 20.1% de las emisiones totales de acuerdo a lo establecido por el inventario TIER 1 del IPCC 2016 usado para cuantificar las emisiones de $CH_4$ en nuestro país, sin embargo, es bien sabido que las emisiones varían por diversos factores como la dieta, el clima y la función zootécnica y que los valores utilizados por defecto no se ajustan del todo bien a todas las condiciones climatológicas y productivas del país. El objetivo de este trabajo fue determinar los factores de emisión de metano y de partición de la energía, conocido como factor *Ym*, por fermentación entérica para el ganado bovino productor de carne y leche de las regiones de clima seco de México. Se utilizó la técnica de las cámaras de respiración de circuito abierto y una "dieta tipo" para las regiones de clima seco de México, se utilizaron animales de raza Charoláis como muestra representativa de ganado de carne y de raza Holstein como muestra representativa de ganado lechero, lo que permitió aportar un mejor panorama de las emisiones de $CH_4$ en las regiones secas de México. Para el ganado lechero se obtuvo un factor de emisión de 16.4±1.6 g $CH_4$/kg de materia seca consumida (MSI) y un *Ym* de 5.37±0.6. En el caso del ganado de carne se determinó un factor de emisión de 14.63±1.33 g $CH_4$ /kg de MSC con un valor de *Ym* de 4.4±0.4, al utilizar la fórmula propuesta por el IPCC el factor de emisión anual obtenido para ganado de carne es de 74.68 kg de $CH_4$ cabeza$^{-1}$ año$^{-1}$; y para ganado lechero 88.29 kg de $CH_4$ cabeza$^{-1}$ año$^{-1}$. Los factores de emisión de $CH_4$ por fermentación entérica son diferentes a los valores por defecto propuestos por el modelo TIER 1 del IPCC 2006 y que se usan para calcular el inventario nacional de este gas, por lo tanto, se concluye que existe la necesidad de generar factores de emisión acorde a la alimentación, clima y función zootécnica para las diferentes regiones geo-climáticas de México.

**Palabras clave**: Emisión de $CH_4$, energía, digestibilidad.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## ABSTRACT

The enteric methane emission is the second largest source of this gas in Mexico representing 20.1% of all methane emissions as calculated with the the Tier 1 method of the IPCC 2006. However, it is known that enteric methane emissions in cattle is affected by different factors such as diet type, climate and productive purpose of cattle; therefore the use default emission factors for inventory calculation as in Tier 1 approach is not the most appropriate approach for the different geo-climatic regions of Mexico. The aim of the present work was to determine the methane emission factors and energy partition factor to methane, known as *Ym* factor, for dairy and beef cattle from the dry climate regions of Mexico. The open circuit respiration chamber technique was used to measure methane emissions of four Holstein and four Charolaise steer fed with typical diets of the dry climate regions of Mexico. The emission factor determined for Holstein cattle was 16.4±1.6 g of $CH_4$/kg of dry matter intake and a *Ym* factor of 5.3±0.6. The emission factor for the beef cattle breed was 14.6±1.33 g $CH_4$ /kg DMI with a *Ym* factor of 4.4±0.4. The annual emission factors were 74.68 kg of $CH_4$/head/year and 88.29 kg of $CH_4$/head/year for beef and dairy breeds, respectively. The emission factors obtained in the present work are different from those suggested by the IPCC 2006 for Mexico, and that are used for inventory calculation. It is concluded that it is necessary to generate emissions factors, which are appropriate for the local feeding systems, climate and productive purpose of cattle from the different geo-climatic regions of Mexico.

**Index words:** Emission of $CH_4$, energy, digestibility.

## INTRODUCCIÓN

Existen distintas fuentes biológicas de emisiones de metano ($CH_4$) donde figura el emitido por fermentación entérica del ganado, principalmente el emitido por los rumiantes; dichas emisiones rebasan los sumideros naturales para bio-transformar este gas en componentes no contaminantes (Benaouda, 2017). El aumento en la producción de ganado y sus productos, el uso y la extracción de combustibles fósiles y la producción de arroz son las principales fuentes de $CH_4$ antropogénico. El $CH_4$ entérico es producto de la fermentación de los alimentos por acción de microorganismos de la familia *Archea* en el rumen (Donoghue *et al*., 2016). En México las emisiones de $CH_4$ por fermentación entérica es la segunda fuente de emisiones de este gas con el 20.1% emitido de origen antropogénico (INECC, 2015). En la República Mexicana existe poca información sobre las emisiones de metano por el ganado bovino específicas para las diferentes regiones climáticas del país, ello representa un problema debido a que está claramente establecido que las emisiones de metano dependen de la dieta consumida por el animal, la raza y su función zootécnica (Castelán *et al.*, 2014). El uso del método TIER 1 del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático 2006 (IPCC, por sus siglas en inglés) que se usa en México para calcular el inventario de metano presenta problemas importantes por ser poco preciso debido a que utiliza factores de emisión por defecto, dentro de este contexto, el dividir el país en zonas geo-climáticas, estratificar el hato en etapas productivas y emplear el modelo TIER II propuesto por el IPCC en 2006 parece ser una mejor aproximación para calcular el inventario de emisiones de metano por fermentación entérica del ganado bovino de México. El objetivo de este trabajo fue determinar los factores de emisión de

metano y de partición de la energía (*Ym*) por fermentación entérica para el ganado bovino productor de carne y leche de las regiones de clima seco de México con el fin de obtener factores de emisión que se ajusten mejor a las condiciones ambientales y productivas de las regiones de clima seco de México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron cinco bovinos machos de la raza Holstein con un peso vivo (PV) promedio de 499 ± 73.2 kg. como muestra del ganado productor de leche y dos bovinos machos de la raza Charoláis con un PV de 425.5 ± 16.2 como muestra de ganado productor de carne, cada función zootécnica con una "dieta tipo" por fin zootécnico. Una dieta tipo se considera aquella dieta que es más frecuentemente utilizada por los ganaderos de esta región de México, cuyos ingredientes son comúnmente empleados por los productores. Ambas dietas fueron administradas durante 20 días como periodo de adaptación utilizando el último día para realizar la medición. Se emplearon dos cámaras de respiración de circuito abierto con medidas de 2x2x4 m con un aire acondicionado programado a 20 $^{o}$C y una charola recolectora de heces y orina para estudios de digestibilidad y calorimetría. Los gases exhalados por los bovinos dentro de las cámaras fueron recuperados por un generador de flujo de masas calibrado a una tasa de succión de 500 l/min, lo cual asegura una presión negativa dentro de las cámaras y la recuperación total de los gases exhalados por el animal; el periodo de medición duró 24 horas entre ambas cámaras, midiendo 30 minutos por cámara. Por lo tanto, se midió la emisión de metano por 12 horas netas de medición por cámara.

Las dietas tipo que se muestran en el Cuadro 1 se obtuvieron de Castelán *et al*. (2019), quienes desarrollaron las dietas a partir de encuestas llevadas a cabo en los estados de Aguascalientes, Querétaro y Guanajuato, los cuales cuentan con una amplia superficie en donde predomina el clima seco. Dichas encuestas muestran que los ganaderos en esta región utilizan más de 30 ingredientes aproximadamente. De igual forma, en esta encuesta se obtuvo el porcentaje de inclusión de cada ingrediente en las dietas. La selección de los ingredientes que forman parte de las dietas tipo se determinó con el uso de análisis de estadística multivariada como análisis de componentes principales y análisis de correspondencia.

Para el cálculo del factor de partición de la energía (*Ym)* se estimó digestibilidad aparente y se determinó el contenido de energía neta de la dieta, heces y la perdida en metano obteniéndolo éste factor por diferencia. Para obtener el factor de emisión anual se obtuvo siguiendo la metodología del modelo TIER 2 del IPCC 2006 con la siguiente fórmula:

$$FE = \left[EB \times \left(\frac{Ym}{100}\right) \times 365\right] / 55.65$$

FE = factor de emisión, kg $CH_4$ cabeza$^{-1}$ año$^{-1}$
EB = ingesta de energía bruta, MJ cabeza$^{-1}$ día$^{-1}$
Ym = porcentaje de la energía bruta consumida que es desviada hacia la producción de metano
El factor 55,65 es el contenido de energía bruta del metano en MJ kg$^{-1}$ de $CH_4$.

El consumo de energía bruta se obtuvo de multiplicar el consumo diario de materia seca por el animal por el contenido de energía bruta del alimento. Los resultados fueron analizados mediante medidas de tendencia central y de dispersión como promedio, desviación estándar y coeficiente de variación y fueron presentados en cuadros y gráficas.

**Cuadro 1**. Dieta tipo para ganado productor de carne y leche de clima seco de México y su composición química**.**

| Ingrediente | % de inclusión | | Aporte de la dieta (MJ/kg/MS) | %, kg MS |
|---|---|---|---|---|
| | | Ganado de leche | | |
| | | Energía | | |
| Ensilado de maíz | 40 | metabolizable | 10.01 | |
| | | Energía de | | |
| Heno de alfalfa | 16.2 | lactación | 6.28 | |
| Maíz molido | 18.5 | FND | | 32.5 |
| Pasta de soya | 10.8 | PC | | 15.6 |
| Salvado de trigo | 12 | Ca | | 0.53 |
| Bicarbonato de Na | 1.5 | P | | 0.44 |
| Vitaminas y | | | | |
| minerales | 1 | MS | | 64.02 |
| | | Ganado de carne | | |
| | | Energía | | |
| Ensilado de maíz | 6.1 | mantenimiento | 7.2 | |
| | | Energía | | |
| Heno de avena | 10 | crecimiento | 4.6 | |
| Heno de alfalfa | 10.7 | FDN | | 33.3 |
| Maíz molido | 32.5 | FDA | | 15.3 |
| Pasta de soya | 5.5 | PC | | 15.2 |
| Salvado de trigo | 32.7 | Ca | | 0.37 |
| Bicarbonato de Na | 1.5 | P | | 0.22 |
| Vitaminas y | | | | |
| minerales | 1 | MS | | 81.1 |

FDN= Fibra detergente neutro; FDA= Fibra detergente ácido; PC= Proteína cruda; Ca=Calcio; P=Fósforo; Mj=Mega julios; kg=Kilogramo; Ms=Materia seca.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se observa que el consumo energético del ganado de raza lechera es alto, con una relación de forraje/concentrado de 55:45%, sin embargo, el factor de partición de la energía (*Ym*) es bajo para la cantidad de energía contenida en la dieta con un promedio de 5.37 % de la energía bruta perdida en forma de metano, dicho de otra forma, los machos de raza lechera presentes en clima seco pierde 13.2 MJ/d en forma de metano con un consumo de materia seca de 15.85 kg, mientras que el factor de emisión de $CH_4$ en g $kg^{-1}$ de MSC es de 16.4.

Los animales de raza charoláis, raza productora de carne, fueron alimentados con una dieta con una relación forraje- concentrado de 25:75 %. El Cuadro 3 muestra que la digestibilidad de ésta dieta es mayor que la dieta para ganado de leche debido a la mayor cantidad de concentrado, esto

se ve reflejado en la emisión de $CH_4$ en g/kg de MSC, la cual es menor en comparación con la dieta para ganado de leche. De la misma forma, el CMS del ganado de carne es mayor, pero la emisión de metano en litros día$^{-1}$ cabeza$^{-1}$ es menor a la de los animales de raza lechera. El factor de conversión a metano para el caso del ganado productor de carne es de 4.4, lo que sugiere una alta digestibilidad de la dieta y un mayor aprovechamiento de la EB y por lo tanto una menor partición de la energía bruta hacia metano.

**Cuadro 2.** Consumo de materia seca, de energía y factores de emisión de metano por ganado de una raza productora de leche de la región de clima seco de México.

| Variable | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | MEDIA | DESV[2] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PV, kg | 404 | 425 | 413 | 555 | 440 | 538 | 462.5 | 66.4 |
| MSC, kg | 15.86 | 15.5 | 7.9 | 21.19 | 8.41 | 19.84 | 14.7 | 5.6 |
| $CH_4$, L d$^{-1}$ | 399 | 389.6 | 192.1 | 425.6 | 191.3 | 408 | 334.3 | 111.1 |
| $CH_4$, Lkg$^{-1}$ MSC | 25.2 | 25.7 | 24.3 | 20.1 | 22.7 | 20.6 | 23.1 | 2.4 |
| $CH_4$, g kg$^{-1}$ MSC | 18 | 18.4 | 17.3 | 14.3 | 16.2 | 14.4 | 16.4 | 1.6 |
| EB, MJ kg$^{-1}$ MS | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 0 |
| CEB, MJ d$^{-1}$ | 269.6 | 257.6 | 134.2 | 360.2 | 143 | 337.2 | 250.3 | 94.9 |
| $CH_4$, MJ d$^{-1}$ | 15.8 | 15.4 | 7.6 | 16.8 | 7.6 | 16.1 | 13.2 | 4.4 |
| Ym,% | 5.85 | 5.98 | 5.7 | 4.67 | 5.29 | 4.78 | 5.37 | 0.6 |
| DIG, % | 71.2 | 74 | 50.9 | 77.1 | 53.9 | 75.5 | 67.1 | 11.6 |

[1]PV = Peso Vivo; MSC = Materia seca consumida; $CH_4$ L/d$^{-1}$ = Litros de metano producidos por día; $CH_4$ L/kg MSI = Litros de metano producidos por kg de materia seca consumida; EB= Concentración de energía bruta en MJ/kg de MS, CEB = energía bruta consumida por día en MJ; $CH_4$ MJ/d = metano emitido expresado en MJ día$^{-1}$; *Ym* = factor de conversión de la energía bruta consumida a metano; DIG = Digestibilidad. [2]DESV = Desviación estándar.

**Cuadro 3.** Variables derivadas de la medición en ganado de carne de la región de clima seco de México.

| Variable | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | MEDIA | DESV[2] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PV, kg | 552 | 583 | 552 | 583 | 478 | 494 | 540.3 | 44.6 |
| MSC, kg | 14.76 | 15.39 | 15.3 | 15.48 | 13.86 | 16.29 | 15.2 | 0.8 |
| $CH_4$ L/d$^{-1}$ | 308 | 309.2 | 297 | 325 | 247.1 | 381.2 | 311.3 | 43.4 |
| $CH_4$ L kg$^{-1}$ MSC | 20.9 | 20.1 | 19.4 | 21 | 17.8 | 23.4 | 20.4 | 1.9 |
| $CH_4$ g kg$^{-1}$ MSC | 14.96 | 14.39 | 13.9 | 15.03 | 12.74 | 16.35 | 14.63 | 1.33 |
| GE MJ kg$^{-1}$ MS | 18.45 | 18.45 | 18.45 | 18.45 | 18.45 | 18.45 | 18.45 | 0 |
| GEI MJ d$^{-1}$ | 272.3 | 283.9 | 282.3 | 285.6 | 255.7 | 300.6 | 280.1 | 15 |
| CH4 MJ d$^{-1}$ | 12.2 | 12.2 | 11.7 | 12.9 | 9.8 | 15.1 | 12.3 | 1.7 |
| *Ym*,% | 4.47 | 4.31 | 4.16 | 4.5 | 3.82 | 5.02 | 4.4 | 0.4 |
| DIG,% | 78.32 | 76.61 | 73.86 | 79.97 | 74.75 | 79.13 | 77.1 | 2.5 |

[1]PV = Peso Vivo; MSC = Materia seca consumida; $CH_4$ L/d = Litros de metano producidos por día; $CH_4$ L/kg MSI = Litros de metano producidos por kg de materia seca consumida; EB= Concentración de energía bruta en MJ/kg de MS, CEB = energía bruta consumida por día en MJ; $CH_4$ MJ/d = metano emitido expresado en MJ día$^{-1}$; *Ym* = factor de conversión de la energía bruta consumida a metano; DIG = Digestibilidad. DESV[2] = Desviación estándar.

En el Cuadro 4 se muestran los factores de emisión anual de $CH_4$ para el ganado de carne y leche, en donde se observa que la raza de ganado productora de leche tiene un factor de emisión mayor al de carne con una emisión de $CH_4$ de 88.29 kg/cabeza$^{-1}$año$^{-1}$ en comparación con el factor

de emisión del ganado de carne de 74.68 kg/cabeza$^{-1}$ año$^{-1}$, dicha diferencia representa que el ganado lechero emite 13.71 kg de metano más por cabeza$^{-1}$ año$^{-1}$ que el ganado de carne.

Dicha diferencia se puede atribuir a la digestibilidad de la dieta (Ricci *et al.*, 2014) dado que en el caso de ganado de carne el porcentaje de inclusión de grano es mayor, con una digestibilidad del 77.1% por otro lado, la dieta utilizada para el ganado de leche es un 10% menos digestible atribuida a la diferencia en el porcentaje de fibra consumida entre ganado de carne y ganado de leche, estas diferencias repercuten directamente en la partición de la energía al aprovecharse de mejor manera cuando la digestibilidad es mayor. De igual forma, se encuentra bien establecido que dietas altas en forrajes producen una mayor emisión de metano debido a una producción más alta de acetato en el rumen y por lo tato una mayor liberación de iones $H^+$ que son utilizados por los microorganismos arcaea metanogénicos del rumen para producir metano.

**Cuadro 4**. Factores de emisión anual de metano por fermentación entérica para ganado de carne y leche presente en la región Geo-climática seca de México utilizando la fórmula propuesta por el IPCC 2006.

| | Factor de emisión de metano en kg de $CH_4$ año$^{-1}$ |
|---|---|
| Ganado de carne | 74.68 kg de $CH_4$ cabeza$^{-1}$ año$^{-1}$ |
| Ganado de leche | 88.29 kg de $CH_4$ Cabeza Año$^{-1}$ |

## CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio demuestran la importancia de determinar factores de emisión locales por región geo-climática, ya que los factores de emisión por defecto no toman en cuenta aspectos importantes que determinan la producción de metano por el animal, como son el consumo de materia seca y la calidad de la dieta sobre todo la digestibilidad de la materia seca. El uso de cámaras de respiración de circuito abierto nos otorga una mejor aproximación a las emisiones reales de emisiones de metano por fermentación entérica, los cuales al ser más precisos pueden ser empleados en la elaboración de inventarios nacionales de este gas.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el financiamiento otorgado para llevar a cabo este trabajo a través del proyecto de investigación: Medición de la emisión de metano, como gas de efecto invernadero, a partir de la fermentación entérica en el ganado en México y desarrollo de estrategias de mitigación, clave CONACYT 223418; al Molina Center For Strategic Studies in Energy and the Environment por el financiamiento del proyecto: Estimating enteric methane emissions from cattle production systems in the temperate and tropical climate regions of Mexico", con clave UAEM 3496/2013E.

## LITERATURA CITADA

Benaouda, M. 2017. Efecto de la calidad de la dieta y el nivel de la fibra en la cinética de la digestión y la producción de metano en bovino lechero. Tesis de doctorado, Universidad Autónoma del Estado de México, México.

Castelán-Ortega, O. A. C., J. Ku-Vera and J. Estrada-Flores. 2014. Modeling methane emissions and methane inventories for cattle production systems in Mexico. Atmósfera 27: 185-191.

Castelán-Ortega, O. A. C. y J. Ku Vera. 2019. Ganadería. En: Paz-Pellat, F., J. M. Hernández-Ayón, R. Sosa-Ávalos y A. S. Velázquez-Rodríguez. (Editores). Estado del Ciclo del Carbono: Agenda Azul y Verde. Programa Mexicano del Carbono. Texcoco, Estado de México, México. pp. 502-538.

Donoghue, K. A., T. Bird-Gardiner, P. F. Arthur, R. M. Herd and R. S. Hegarty. 2016. Genetic and phenotypic variance and covariance components for methane emission and post-weaning trails in Angus cattle. Journal of Animal Science 94: 1438-1445.

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2015. Base de datos del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 2006 del Sector Agropecuario. En: Primer Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático. INECC/SEMARNAT, México.

IPCC 2. 2006. IPCC Guidelines for National Greengouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programe. Eggleston H.S., Buendia L., Miawa., Ngara T., and Tanabe K. (Editores). IGES, Japan.

Ricci, P., A. Rooke, J. I. Nevison and A. Waterhouse. 2014. Methane emissions from beef and dairy cattle: Quantifying the effect of physiological stage and diet characteristics. Journal of Animal Science 91: 5379-5389.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# DIGESTIBILIDAD *in situ* DE UN SUBPRODUCTO AVÍCOLA LÍQUIDO USADO COMO SUPLEMENTO PARA RUMIANTES

## [*In situ* DIGESTIBILITY OF A LIQUID POULTRY BY-PRODUCT USED AS A SUPPLEMENT FOR RUMINANTS]

**Juan David Hernández-Bustamante, Jaime Isaias Romero-Paredes Rubio**

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (Unidad Laguna). Periférico Raúl López S. s/n. Col. Valle Verde. Torreón, Coahuila. México. CP. 27059. §Autor para correspondencia: (david_busta@hotmail.com).

## RESUMEN

Con la finalidad de conocer la digestibilidad *in situ* de un subproducto líquido utilizando diferentes niveles de pollinaza líquida, se utilizó un bovino fistulado ruminalmente y utilizando la técnica de la bolsa de dacrón, propuesta por Orskov se mezcló el producto de pollinaza liquida con una dieta ofrecida a ganado lechero en producción y se incluyó la pollinaza liquida en 3 proporciones de la dieta, a saber: 16.70%, 28.6% y 37.5% de la ración totalmente mezclada (RTM); se aplicó la técnica descrita y las horas de incubación fueron 0, 4, 8, 12, 24 y 48 horas postprandial. Los resultados arrojaron un incremento en la digestibilidad al incrementarse la inclusión de pollinaza líquida; así como un aumento considerable en la humedad de la dieta y su contribución al porcentaje de proteína fue de solo un 2%, debido a la alta dilución que tiene la proteína cruda en el liquido que le sirve como vehículo. Por lo que se concluye que no causa ningún impacto positivo su inclusión en las dietas para bovinos hasta que se logre aumentar los sólidos contenidos y el producto contenga mas materia seca, del orden del 40% de la que actualmente tiene.

**Palabras clave**: Digestibilidad, orskov, pollinaza, rumiantes, suplementos.

## ABSTRACT

In order to know the digestibility of the liquid poultry by-product, a ruminally fistulated bovine was used and using the dacron bag technique, proposed by Orskov, the liquid poultry by-product product was mixed with a diet offered to dairy cattle in production and included liquid poultry by-product in 3 proportions of the diet, namely: 10%, 20% and 30% of the total mixed ration (TMR); The described technique was applied and the incubation hours were 0, 4, 8, 12, 24 and 48 postprandial hours. The results showed a considerable increase in the humidity of the diet and its contribution to the percentage of protein was only 2%, due to the high dilution of the crude protein in the liquid that serves as a vehicle. Therefore, it is concluded that its inclusion in the diets for cattle does not cause any positive impact until the solid contents are increased and the product contains more dry matter, of the order of 40% of what it currently has.

**Index words**: Poultry by-product, digestibility, ruminants, orskov, supplements.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## INTRODUCCIÓN

Las excretas del pollo de engorda, contienen diversos elementos nutricionales que pueden ser reutilizados, tales como el alimento que tiran los animales, la cama del pollo y las excretas en sí (Arzola, 2016). Comúnmente se ha usado la pollinaza seca o deshidratada como un suplemento en la alimentación de rumiantes, pero ahora se propone el uso de la pollinaza liquida con un porcentaje de 23% de proteína cruda, para que sea adicionada como un elemento que aporte proteína a la dieta de rumiantes. En base a lo anterior, el objetivo del presente estudio fue medir la digestibilidad *in situ* de dietas con agregado creciente de pollinaza liquida.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en la unidad metabólica de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. México; se utilizó una hembra bovina de la raza Holstein Friesian de 550 kilogramos de peso vivo, no gestante y adaptada con fístula ruminal permanente. El animal se alimentó con una dieta única de alfalfa (*Medicago sativa*) y agua *ad libitum.* Para el análisis de la digestibilidad *in situ se* utilizó la técnica de la bolsa de dacrón de Orskov y Mcdonald (1979) las muestras de alimento que se evaluaron fueron: $T_0$ Ración totalmente mezclada (RTM) conteniendo ensilaje de maíz, Heno de Alfalfa, Maíz quebrado, Hueso de Algodón, Borra de Algodón, Galletas y cebo de res. $T_1$: RTM con el 16,70% de pollinaza liquida, $T_2$: RTM con el 28,6% de pollinaza liquida y $T_3$: RTM con el 37,5% de pollinaza liquida. La pollinaza líquida fue agregada asperjándola sobre el alimento en base tal como ofrecido, obteniéndose una muestra húmeda mas no líquida. Las muestras fueron balanceadas con un 10,7% de proteína cruda. Los contenidos de materia seca de las dietas fueron:75,81%, 63,31%, 54,43% y 47,75%; $T_0$, $T_1$, $T_2$ y $T_3$ respectivamente. Los tiempos de incubación fueron 0, 4, 8, 12, 24 y 48 horas postprandial, después de colectadas las muestras, se colocaban bajo el chorro de agua hasta que el agua saliera incolora. La información se analizó con análisis de varianza (GLM del SAS).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores obtenidos luego de la incubación de las muestras (Cuadro 1), sobre todo en los tiempos de incubación 4 y 8 que son las cruciales para determinar el tiempo de estancia en el rumen (Hernández, 2014), muestran que el $T_0$ obtuvo un 50% de digestibilidad lo que se considera un valor normal para una dieta con alimentos variados y para un porcentaje de proteína cruda de 16% para vacas en producción y aproximándose al secado de la ubre. Se puede asumir que el mejor tratamiento de los que contenían pollinaza líquida fue el $T_1$, que, aunque tuvo menor digestibilidad ($p < 0.05$) que el T2 y T3, tuvo un porcentaje de materia seca óptimo. Lo importante que hay que hacer notar es el aumento gradual en los valores de digestibilidad, los cuales son inversamente proporcional a la cantidad de materia seca que poseen las muestras, esto trae como consecuencia que la digestibilidad obtenida, no sea la deseable pues el alimento se vuelve muy acuoso por la gran cantidad de agua que contiene (Arzola, 2016), pues la materia seca de la pollinaza liquida es de solo 2%. Un factor importante a tomar en cuenta es que los alimentos acuosos no son muy bien

aceptados por los bovinos, lo que traería como consecuencia la poca apetecibilidad del alimento que tuviera incluida la pollinaza liquida.

**Cuadro 1**. Valores porcentuales de la digestibilidad *in situ* de alimento para vacas lecheras adicionado con pollinaza liquida.

| | 0h | 4h | 8h | 12h | 24h | 48h |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $T_0$ | 44.3[a] | 49.91[a] | 50.67[a] | 55.48[a] | 63.34[a] | 68.53[a] |
| $T_1$ | 51.75[b] | 56.11[b] | 59.35[b] | 61.09[b] | 67.5[a] | 71.02[a] |
| $T_2$ | 57.15[c] | 59.21[b] | 61.4[b] | 70.15[c] | 70.15[a] | 76.89[b] |
| $T_3$ | 63.19[c] | 63.98[b] | 69.5[c] | 75.88[c] | 75.88[a] | 79.28[b] |
| EEM | 0.02 | 0.0066 | 9.4739E-15 | -1.4211E-14 | 0.02 | -1.8948E-14 |

Valores con letra distinta dentro de una misma columna son estadísticamente diferentes. $T_0$: RTM (ración totalmente mezclada); $T_1$: RTM + 16.70% de pollinaza líquida; $T_2$: RTM + 28.6 % de pollinaza líquida; $T_3$: RTM + 37.5 % de pollinaza líquida.

## CONCLUSIONES

El conocer los valores de digestibilidad *in situ* del alimento al que le fue agregado pollinaza líquida de los bovinos lecheros es de gran utilidad, pues se demuestra que la digestibilidad se incrementa, aunque no son viables debido a que tienen exceso de humedad. La recomendación sería que se buscara aumentar la materia seca del producto y así disminuir la cantidad de humedad contenida en el alimento.

## LITERATURA CITADA

Arzola, A. 2016. Pollinaza y su uso para alimentacion animal. Revista Mexicana de Ciencia pecuaria 57: 234-236.

Hernández, D. 2014. Digestibilidad de la pollinaza. Agrociencia 32: 124-126.

Orskov, E. and R. I. McDonald. 1979.The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J Agr Sci. 92: 499-503.

SAS. 2014. Sas user guide. Sas Institute Inc. USA.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DE ADITIVO HERBAL SOBRE LA DIGESTIBILIDAD APARENTE DE LA MATERIA SECA DE BECERRAS HOLSTEIN

# [EFFECT OF HERBAL ADDITIVE ON THE APPEARING DIGESTIBILITY OF THE DRY MATTER OF HOLSTEIN CALVES]

**L. A. Velázquez C.[1], P. A. Hernández G.[2§], E. Espinosa-Ayala[2], D. G. Mendoza M.[3], C. Díaz G.[4], P. B. Razo O.[4], O. Ponce P.[1], A. I. Osorio-Teran[2], J. J. Ojeda-Carrasco[2]**

[1]Posgrado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Centro Universitario UAEM Amecameca, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México, México.[2]Centro Universitario UAEM Amecameca, Universidad Autónoma del Estado de México, Amecameca, Estado de México.[3]Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, Ciudad de México.[4]Doctorado en Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, Ciudad de México.[§]Autor para correspondencia: (pedro_abel@yahoo.com).

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la dosificación de 0.0, 2.0, 3.0 y 4.0 g d-1 en la alimentación de un aditivo herbal conformada por (Withania somnifera, Ocimum sanctum, Tinospora cordifolia y Emblica officinalis) de becerras Holstein sobre la digestibilidad aparente. Se emplearon 40 becerras de la raza Holstein de 20 a 25 días de edad (peso inicial 43.35 ± 2.41 kg), los animales fueros distribuidos aleatoriamente en corrales individuales equipados con comederos y bebederos. La dosificación del aditivo herbal fue mediante la administración oral, durante 67 días. Se colectaron muestras de heces, a los días 50-55 del experimento, de cada una de las becerras para determinar la digestibilidad aparente de la materia seca. La dosificación del aditivo herbal no modifico ($p > 0.05$) la digestibilidad aparente de la materia seca, sin embargo, presento una tendencia creciente con la adición de 2, 3 y 4 g d-1 del aditivo herbal aumentando 7.27, 8.02 y 4.86 %, respectivamente, con respecto a la dieta control. Por lo tanto, el empleo de 2.51 g d-1 de un aditivo herbal puede utilizarse como alternativa en la alimentación de becerras mejorando la digestibilidad aparente de la materia seca, optimizando el estado nutricional en la cría de becerras.

**Palabras clave**: Compuesto poli herbal, metabolitos secundarios, nutraceúticos.

## ABSTRACT

The objective of the present work was to evaluate the dosage of 0.0, 2.0, 3.0 and 4.0 g d-1 in the feeding of an herbal additive (based on Withania somnifera, Ocimum sanctum, Tinospora cordifolia and Emblica officinalis) of Holstein calves on digestibility apparent of dry matter. We used 40 Holstein calves from 20 to 25 days of age (initial weight 43.35 ± 2.41 kg), the animals were distributed randomly in individual pens equipped with feeders and drinking troughs. The dosage of the herbal additive was by an oral administration, for 67 days. Stool samples were collected, on days 50-55 of the experiment, from each of the calves to determine the apparent

digestibility of the dry matter. The dosage of the herbal additive did not modify ($p > 0.05$) the apparent digestibility of the dry matter, however, present an increasing tendency with the addition of 2, 3 and 4 g d-1 of the herbal additive increasing 7.27, 8.02 and 4.86%, respectively, with respect to the control diet. Therefore, the use of 2.51 g d-1 of an herbal additive can be used as an alternative in the feeding of calves improving the apparent digestibility of the dry matter, optimizing the nutritional status in calf rearing.

**Index words**: Nutraceuticals, polyherbal compound, secondary metabolites.

## INTRODUCCIÓN

La cría de becerras para reemplazo es de suma importancia para el mantenimiento y expansión del hato lechero, ya que son aquellos animales que por condiciones de selección serán vacas productoras (Aguilar *et al.*, 2002). Por lo que el crecimiento exitoso de las becerras depende de la combinación de factores relacionados, primordialmente, con la salud, manejo y nutrición (Timmerman *et al.*, 2005). Sin embargo, debido a que las terneras neonatos no tienen inmunidad adaptativa son particularmente propensos a enfermedades, por lo que el período más difícil en la cría de ganado se extiende hasta el final del tercer mes de edad (Bombik *et al.*, 2012), durante este período, su crecimiento podría verse afectado, aumentaría la posibilidad de muertes y su productividad podría disminuir al convertirse en adultos (Ishihara *et al.*, 2001), teniendo en consideración que las becerras se encuentran en una transición de consumir alimentos líquidos y el inicio de la alimentación con sólidos, por lo que aún no son rumiantes y no tienen los mecanismos para la digestión de los carbohidratos estructurales (Soberon *et al.*, 2012).

Debido a esto se buscan alternativas a través de la alimentación para aumentar la eficacia de la producción y salud animal, tal es el caso de los aditivos a base de hierbas, debido a los efectos benéficos que generan los extractos herbales o sus sustancias activas como los derivados del isopreno, flavonoides, glucosinolatos y otros metabolitos de las plantas en la nutrición animal, ya que pueden modificar la función fisiológica y química del tracto digestivo mejorando la microbiota ruminal y la activación de la respuesta inmune, por sus acciones antibacterianas, antivirales, antioxidantes y antihelmínticas (Bombik *et al.*, 2012). Por consecuencia, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de un aditivo herbal sobre la digestibilidad aparente de la materia seca de becerras Holstein.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en un establo lechero altamente tecnificado en la Comarca Lagunera, en el municipio de Gómez Palacio, Durango, con coordenadas geográficas 25° 32' - 25° 54' de latitud norte y 103° 19' - 103° 42 de longitud oeste, el experimento tuvo una duración de 67 días, para el cual se emplearon 40 becerras de la raza Holstein de 20 a 25 días de edad, con un peso inicial de 43.35 ± 2.41 kg, los animales fueros distribuidos aleatoriamente en corrales individuales y en cuatro tratamientos con 10 repeticiones cada uno (considerando a cada becerra como unidad experimental). La dosis del aditivo fitogénico empleado fue: 0.0, 2.0, 3.0, 4.0 g $d^{-1}$ ImmuPlus®

(Indian Herbs; Nuproxa México) el cual es una mezcla poliherbal a base de *Withania somnifera, Ocimum sanctum, Tinospora cordifolia y Emblica officinalis*. Las dosis fueron estimadas mediante el peso metabólico de los animales ($PV^{0.75}$).

La administración del aditivo fue oral, la alimentación de las becerras consistió en un sustituto de leche no medicado (Grupo Nu-3 Alimentos Balanceados, Guanajuato, México; 22% de proteína cruda, 15% de grasa) preparada en 130 g $L^{-1}$ de agua, ofrecido dos veces al día según el programa de la granja para reducir gradualmente la ingesta de líquidos. El concentrado fue Iniciación Premium Destete Precoz (Nuplen, Durango, México; 21.5% de proteína cruda, 3.0% de grasa) ofrecido a voluntad y aumentándolo gradualmente, para ofrecer un consumo voluntario. Del día 50 al 55 se colectaron 150 g de muestras de heces directamente del recto de cada una de las becerras, para determinar la digestibilidad aparente de la materia seca, mediante la técnica de cenizas acido insolubles (Van Keulen y Young, 1977). Se estimo la dosis óptima para la digestibilidad empleando regresión cuadrática; finalmente los datos obtenidos se les realizó un diseño completamente al azar a través del modelo general lineal de JMP7, mediante polinomios ortogonales se determinaron los efectos lineales y cuadráticos (Sall *et al.,* 2012) con un nivel de significancia de $p < 0.05$.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La dosificación del aditivo herbal no presento efecto lineal y cuadrático ($p > 0.05$*;* Figura 1) en la digestibilidad aparente de la materia seca, sin embargo, se puede observar una tendencia creciente con la adición de 2, 3 y 4 g $d^{-1}$ del aditivo herbal aumentando 7.27, 8.02 y 4.86 %, respectivamente, con respecto a la dieta control. Situación similar a lo reportado por Velázquez-Cruz *et al.* (2018) al aumentar 4.1 % de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca empleando 2 g $d^{-1}$ de un aditivo herbal rico en polifenoles y flavonoides en la alimentación de becerras. Esto es debido a que los metabolitos secundarios presentes en las plantas utilizadas actúan de forma sinérgica (Cecchini *et al.,* 2014), tal es el caso de *Withania somnifera* la cual contiene flavonoides como catequina, kaempferol y naringenina así como algunos ácidos fenólicos como gálico y benzoico responsables de su alta actividad antioxidante, reduciendo el daño que producen los radicales libres a las células animales (Alam *et al.,* 2011), *Emblica officinalis* la cual tiene taninos hidrolizables, además de contener altas cantidades de vitamina C (478.56 mg 100 $mL^{-1}$; Khan, 2009), *Tinospora cordifolia* al ser rica en compuestos fenólicos ayudan a brindan protección ante infecciones gastrointestinales, causadas por *E. coli* ayudando a equilibrar la microbiota gastrointestinal (Singh *et al.,* 2003), *Ocimum sanctum* que al contener varios compuestos fenólicos como cirsilineol y circimaritinal, además de ser rica en vitamina A y C, aumentan la propiedad antioxidante en la mucosa gástrica ayudando a mejorar la absorción de nutrientes por el animal (Singh *et al.,* 2013).

La dosis óptima estimada del aditivo herbal para la digestibilidad máxima en becerras fue de 2.51 g $d^{-1}$, lo que indica que estos metabolitos secundarios actuaron en sus diversos mecanismos de acción mejorando la digestibilidad del alimento, promoviendo el desarrollo de los enterocitos, células esenciales para la absorción de nutrientes (Gessner *et al.,* 2017). Por su parte Hart *et al.* (2008) ha demostrado que estos metabolitos secundarios inhiben la proliferación de bacterias productoras de nitrógeno amoniacal y proteolíticas reduciendo la degradación de la proteína en el

rumen, así como de los almidones como respuesta a la inhibición de microorganismos amilolíticos, proporcionando los nutrientes necesarios para estados fisiológicos especiales como la lactancia temprana (Frankic *et al.,* 2009), mejorando la degradabilidad de los alimentos y por lo tanto el adecuado estado nutricional del animal como futuras vacas productoras (Jouany and Morgavi, 2007).

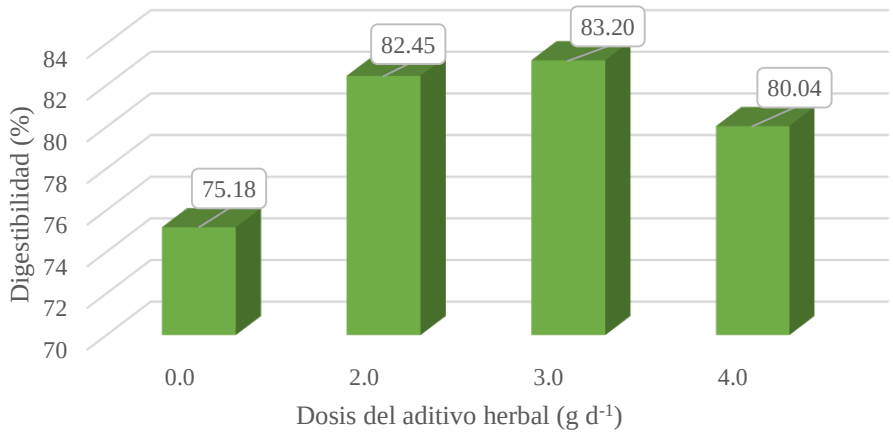



**Figura 1.** Digestibilidad aparente de la materia seca (%) de becerras Holstein alimentadas con un aditivo herbal (*Withania somnifera, Ocimum sanctum, Tinospora cordifolia y Emblica officinalis*).

## CONCLUSIONES

El empleo de 2.51 g $d^{-1}$ de un aditivo herbal rico en en polifenoles, flavonoides y otros metabolitos secundarios puede utilizarse como alternativa en la alimentación de becerras mejorando la digestibilidad aparente de la materia seca durante el período pre-rumiante al destete, optimizando el estado nutricional de animal, mejorando la salud y la producción en la cría de becerras para reemplazo del futuro hato lechero.

## LITERATURA CITADA

Aguilar, V. A., G. A Luévano y J. J. Rodríguez. 2002. Diagnóstico situacional estratégico en empresas lecheras de la comarca lagunera en el norte-centro de México. Revista Mexicana de Agronegocios 6(11).

Alam, N., M. Hossain, M. I. Khalil, M. Moniruzzaman, S. A. Sulaiman and S. H. Gan. 2011. High catechin concentrations detected in *Withania somnifera* (ashwagandha) by high performance liquid chromatography analysis. BMC Complementary and Alternative Medicine 11(1): 65.

Bombik, T., E. Bombik, A. Frankowska, B. Trawińska and L. Saba, 2012. Effect of herbal extracts on some haematological parameters of calves during rearing. Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy 56(4): 655-658.

Cecchini, S., M. Paciolla, A. R. Caputo and A. Bavoso. 2014. Antioxidant potential of the polyherbal formulation "ImmuPlus": a nutritional supplement for horses. Veterinary medicine international. 2014.

Gessner, D. K., R. Ringseis and K. Eder. 2017. Potential of plant polyphenols to combat oxidative stress and inflammatory processes in farm animals. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition 101: 605-628.

Hart, K. J., D. R. Yáñez-Ruiz, S. M. Duval, N. R. McEwan and C. J. Newbold. 2008. Plant extracts to manipulate rumen fermentation. Animal Feed Science and Technology 147(1-3): 8-35.

Ishihara, N., D. C. Chu, S. Akachi and L. R. Juneja. 2001. Improvement of intestinal microflora balance and prevention of digestive and respiratory organ diseases in calves by green tea extracts. Livestock Production Science 68(2): 217-229.

Jouany, J. P. and D. P Morgavi. 2007. Use of 'natural' products as alternatives to antibiotic feed additives in ruminant production. Animal 1(10): 443-1466.

Khan, K. H. 2009. Roles of *Emblica officinalis* in medicine-A review. Botany Research International 2(4): 218-228.

Sall, J., A. Lehman, M. Stephens and L. Creighton. 2012. 'JMP® Start Statistics: A Guide to Statistics and Data Analysis', 5th edn. (SAS Institute Inc: Cary, NC, USA).

Singh, H., M. Sharma, J. Kaur, P. Bedi and M. U Khan. 2013. Diverse role of *Ocimum santum:* amagic remedy of nature. Indo American Journal of pharmaceutical research, 3.

Singh, S. S., S. C. Pandey, S. Srivastava, V. S. Gupta, B. Patro, and A. C. Ghosh. 2003. Chemistry and medicinal properties of *Tinospora cordifolia (*Guduchi). Indian journal of pharmacology 35(2): 83-91.

Soberon, F., E. Raffrenato, R. W. Everett and M. E. Van Amburgh 2012. Preweaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. Journal of Dairy Science 95(2): 783-793.

Timmerman, H. M., L. Mulder, H. Everts, D. C. Van Espen, E. Van Der Wal, G. Klaassen and A. C. Beynen. 2005. Health and growth of veal calves fed milk replacers with or without probiotics. Journal of Dairy Science 88(6): 2154-2165.

Van Keulen, J. and B. A. Young. 1977. Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. Journal of Animal Science 44(2): 282-287.

Velázquez-Cruz, L. A., P. A. Hernández-García, E. Espinosa-Ayala, G. D. Mendoza-Martínez, C. Díaz-Galván, P. B. Razo-Ortiz y O. Ponce-Pérez, 2018. Compuestos poliherbales inmunoestimulantes en la fermentación ruminal y producción de metano *in vitro:* como una alternativa para la crianza de becerras. *In*: Herrera, C. J., Chay, C.A.J., L. F. Casanova, V. Á. Piñeiro, B. L. Márquez, F. E. Santillán, y M. J. Arce, (Primera edición). Avances de la Investigación Sobre Producción Animal y Seguridad Alimentaria en México. Méx. 707-711.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CALIDAD NUTRITIVA Y FERMENTATIVA DE ENSILADOS DE MAÍZ CON NOPAL FRESCO Y FERMENTADO

# [NUTRITIVE AND FERMENTATIVE QUALITY OF CORN SILAGE WITH PRICKLY PEAR FRESH AND FERMENTED]

**A. González A.[1§], M. Murillo O.[2], E. Herrera T.[3], G. Pámanes C.[4]**

[1]Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED). Maestría Institucional en Ciencias Agropecuarias y Forestales Calle Constitución 404, Zona Centro, 34100 Durango, Dgo., [2]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UJED carretera Durango - Mezquital Km 11.5, 34307 Durango, Dgo., [3]Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana, carretera Durango – Mexico Km 21.5 Durango, Dgo., [4]Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera-UJED Av. Veterinarias S/N, Circuito Universitario, 34120 Durango, Dgo. [§]Autor para correspondencia: (Junior.glz@hotmail.com).

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la calidad nutricional y fermentativa del ensilaje de maíz con la adición de nopal fermentado con la levadura *Saccharomyces cerevisiae*. Se diseñaron tres tratamientos con la sustitución parcial de forraje maíz por nopal sin fermentar y nopal fermentado en las siguientes proporciones T1= 100% forraje de maíz; T2= 75% forraje maíz: 25% nopal y T3= 75% forraje de maíz: 25% nopal fermentado. Se elaboraron los microsilos en recipientes de plástico (30 cm de diámetro x 50 cm de altura), se cerraron herméticamente y se dejaron fermentar durante 30 d. Una vez transcurrido el tiempo, se abrieron los ensilajes y se evaluó la composición química y los parámetros de fermentación. Los datos obtenidos se analizaron con un diseño experimental completamente al azar y la comparación de medias se llevó a cabo a través de la prueba de Tukey. El contenido de materia seca (MS) fue diferente entre tratamientos ($p < 0.05$). La proteína cruda (PC) aumentó en T3 ($p < 0.05$). No se registraron diferencias en el contenido de fibra detergente neutro (FDN), entre T1 y T3 ($p > 0.05$). La fibra detergente ácido (FDA) aumentó en T3 ($p < 0.05$). Sin embargo, no se observaron diferencias entre T1 y T2 ($p > 0.05$). Los contenidos de nitrógeno amoniacal ($N\text{-}NH_3$) y de ácido láctico (AL) fueron diferentes entre tratamientos ($p < 0.05$). La concentración de $N\text{-}NH_3$ disminuyó; mientras que la concentración de AL aumentó. Así mismo, la concentración de ácido acético, propiónico y butírico fue diferente entre tratamientos ($p < 0.05$). De acuerdo con los resultados obtenidos, la inclusión de nopal fermentado en ensilados de maíz es una buena alternativa que permite mejorar la calidad nutricional de los ensilados.

**Palabras clave:** Aditivos, fermentación, fermentación láctica, *Opuntia ficus-indica*.

## ABSTRACT

The objective of this research was evaluated the nutritional and fermentative quality of corn silage with addition of cactus pear fermented with yeast *Saccharomyces cerevisiae.* Three experimental treatments were designed with the partial substitution of corn forage by cactus pear and fermented cactus pear on next proportions: T1=100% corn forage, T2: 75 corn forage and 25% cactus pear, y

T3: 75% corn forage and 25% fermented cactus pear. The microsilos were made in plastic containers (30 cm diameter x 50 cm high) and closed tightly and were fermented during 30 d. Once the time has elapsed, were open the microsilos and chemical composition and fermentation parameters were evaluated. The datas obtained were analyzed with completely random design. The comparison of means was done through Tukey test. The dry matter content was different between treatments ($p < 0.05$) The crude protein (CP) increased in T3 ($p < 0.05$) Fiber detergent neutro content no registered differences between T1 and T3 ($p < 0.05$). Meanwhile, in T3 the acid detergent fiber was increased ($p < 0.05$). However, no observed differences between T1 and T3 ($p < 0.05$). The ammoniac nitrogen (N-$NH_3$) and lactic acid (LA) were different between treatments ($p < 0.05$). The N-$NH_3$ concentration was lower in T3; whereas LA content was increased. The same way, acetic, propionic and butyric acid were differents between treatments ($p < 0.05$). According with results obtained, the inclusion of fermented cactus pear to corn silage is good alternative that improves the nutritional quality of silages.

**Index words*:*** Additive, fermentation, lactic fermentation, *Opuntia ficus-indica*.

## INTRODUCCIÓN

Debido a las limitaciones climatológicas existentes en las zonas áridas y semiáridas del norte de México como es la baja precipitación pluvial y temperaturas extremas, en los agostaderos se obtienen bajas producciones de forraje particularmente en la época seca. Durante esta temporada, el ganado se mantiene gracias al suministro de algunos esquilmos agrícolas, así como a prácticas de suplementación mineral, proteica y energética (Murillo *et al.*, 2014). Bajo estas condiciones de escases de forraje, los productores conservan sus principales cultivos como el maíz y el sorgo forrajero mediante el ensilaje. Esto les permite contar con forraje disponible de buena calidad para mantener la condición corporal de los animales durante periodos de estiaje. Tradicionalmente, para incrementar la calidad nutricional de los ensilados se han utilizado aditivos como la melaza, urea, bacterias lácticas como fuentes de energía, proteína y de microorganismos, respectivamente.

Con el empleo de estos aditivos se obtienen ensilados de excelente calidad nutricional. Sin embargo, su uso como mejoradores de la calidad nutritiva y fermentativa de los ensilados incrementa los costos de producción. En función de su disponibilidad en la mayor parte de las tierras de agostadero, el nopal (*Opuntia spp*), surge como una buena alternativa para la alimentación del ganado (Herrera *et al.,* 2014). El nopal se puede considerar como fuente de carbohidratos digestibles; aunque su contenido de proteína cruda es reducido (aproximadamente 4% MS) (González y Díaz, 2009). Sin embargo, de algunos estudios se desprende que es posible incrementar su contenido de proteína cruda por medio de fermentación en estado sólido con el uso de levaduras (Herrera *et al.,* 2017). Con las características nutricionales así obtenidas, surge la posibilidad de evaluar el nopal como aditivo en los ensilados. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la calidad nutricional y fermentativa del ensilado de maíz con la adición de nopal sin fermentar y fermentado con la levadura *Saccharomyces cerevisiae.*

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango. El nopal forrajero variedad AV6 de deshecho fue colectado de una nopalera cultivada localizada a un costado de la Facultad y dentro del municipio de Durango, Dgo., México.

Fermentación en estado sólido (FES) y microsilos: Las pencas de nopal se cortaron en trozos pequeños con un cuchillo de acero inoxidable y se colocaron en contenedores de plástico, donde se inocularon con *Sacharomyces cerevisiae* (1%). El proceso de FES fue por 48 h a 25 ºC. La formulación de los ensilados se determinó por la adición de nopal como sustituto de la fracción del forraje (Cuadro 1). Los silos se prepararon en contenedores de plástico (30 cm diámetro × 50 cm alto), a los cuales se les extrajo el aire presionando con un pequeño pistón y finalmente fueron cerrados por 30 días herméticamente.

**Cuadro 1**. Proporción de los ingredientes en los tratamientos experimentales

| (%) | T1 | T2 | T3 |
|---|---|---|---|
| Ingredientes | | | |
| Maíz forrajero parcialmente seco | 100 | 75 | 75 |
| Nopal sin fermentar | -- | 25 | -- |
| Nopal fermentado | -- | -- | 25 |

Variables fermentativas: Una vez abiertos los microsilos se evaluó pH (Hanna HI 83142), ácido láctico según Borshchevskaya *et al.* (2016), ácidos grasos volátiles y nitrógeno amoniacal (N-$NH_3$) mediante los procedimientos propuestos por Galyean (2010).

Análisis químico: Los ensilados se secaron en una estufa de aire forzado a 55 °C por 72 h, posteriormente se redujo el tamaño de partícula a 1 mm en un molino Wileymil (Arthur H Thomas, Philadelphia, PA, USA) para determinar materia seca (MS) (método 934.01) y, proteína cruda (PC) (método 920.87; AOAC 1994). El contenido de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente acida (FDA) fue de acuerdo a los procedimientos de Van Soest *et al*. (1991).

Parámetros de fermentación *in vitro:* Se colocó 1 g de muestra en una bolsa de nylon (ANKOM, F500 nylon bags) a peso constante y se colocó dentro de un módulo ANKOM con solución buffer: líquido ruminal en una relación 2:1 de acuerdo con Theodorou *et al.* (1994). El líquido ruminal se obtuvo de dos becerros Brangus (450 kg) alimentados con 70% alfalfa y 30% concentrado. Las muestras se incubaron en los módulos por 24 h a 39°C, antes de cerrar los módulos estos fueron asperjados con $C0_2$. Los módulos se abrieron y se midió el pH. Las bolsas ANKOM se sacaron de los módulos, se lavaron con agua destilada y se secaron por 48 h a 65°C. La digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) se calculó por diferencia- de peso. Posteriormente, 10 ml del líquido ruminal contenido en los módulos fueron centrifugados a 3,000×g por 5 min; de los cuales se tomaron dos submuestras de 500 µl, una de ellas se acidificó con 150 µl de ácido metafosfórico al 25% para determinar ácidos grasos volátiles y otros 150 µl fueron acidificados con ácido sulfúrico al 50% v/v para determinar N-$NH_3$ (Galyean, 2010).

Los datos obtenidos fueron analizados con un diseño completamente al azar utilizando los procedimientos GLM de SAS (2009). Las medias fueron comparadas con la prueba de rango múltiple de Tukey ($\alpha = p < 0.05$).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Composición química

El contenido de MS, PC, FDN y FDA fue diferente entre tratamientos ($p < 0,05$; Cuadro 2). La adición de nopal (T2) disminuyó 12% el contenido de MS en comparación con T1. Esta reducción puede explicarse debido a un aumento en el contenido de agua como parte del proceso de fermentación (Kunkle *et al*., 2006). De lo contrario, los valores de materia seca registrados en T2 y T3 estuvieron dentro del rango propuesto como aceptable para ensilaje de buena calidad (NRC, 2001). Por su parte, Jiménez *et al.* (2016) registraron valores de MS similares a este estudio (34% y 43.4%) en el ensilaje de maíz.

La inclusión de nopal fermentado (T3) aumentó el contenido de PC 11% en comparación con T1. Estos cambios se atribuyen directamente al proceso fermentacion en estado sólido (FES) de nopal y la incorporación de la proteína celular de *S. cereviseae.* Así mismo, López (2012) registró un 6.9% de PC en ensilaje de nopal, mientras que Cürek y Ozen (2004) obtuvieron un 3,5% de PC, que son más bajos que los valores obtenidos en este estudio.

El contenido de FDN fue menor en T2 en comparación con T1 y T3 ($p < 0.05$). Estos resultados pueden explicarse debido a la hidrólisis de hemicelulosa que se produce durante la fermentación del ensilaje. En esta etapa, las pentosas se liberan y pueden fermentarse en ácido láctico y ácido acético (McDonald *et al.*, 2002). No existen trabajos que reporten la concentración de FDN, sin embargo, Britos *et al.* (2007) registró concentraciones mayores en ensilados de pasto ensilado de pasto enriquecido con bacterias lácticas. Sin embargo, Mciteka (2008) registró una menor concentración de FDN en el ensilaje de nopal. Por el contrario, la concentración de la FDA aumentó un 6% en T3 en comparación con T1. A pesar de la variación en los contenidos de FDN y FDA entre los tratamientos experimentales, estos cambios no afectaron la digestibilidad ($p > 0.05$).

### Parámetros de fermentación del proceso de ensilaje

Los valores de pH fueron diferentes entre tratamientos ($p < 0.05$, Cuadro 3). Los valores de pH fueron 10.8% más bajos en T2 con respecto a T3. Los valores de pH registrados en esta investigación están dentro del rango aceptable (3.5 a 5). Estos valores sugieren que la fermentación y, en consecuencia, los procesos de conservación se llevaron a cabo adecuadamente. Según Ben Salem y Abidi (2009), el proceso de fermentación del nopal se atribuye a un mayor contenido de azúcares. Además, Gusha *et al.* (2013) obtuvieron valores similares en pH en ensilado de higo chumbo y legumbres.

**Cuadro 2.** Composición química del ensilaje elaborado con nopal.

| | T1 | T2 | T3 | EEM |
|---|---|---|---|---|
| Materia seca (%) | 42.0[a] | 37.2[b] | 36.2[c] | 0.14 |
| Proteína cruda (%) | 6.2[b] | 5.9[b] | 6.9[a] | 0.08 |
| Fibra detergente neutra (%) | 53.2[a] | 49.1[b] | 56.7[a] | 1.20 |
| Fibra detergente acida (%) | 23.6[b] | 23.7[b] | 25.3[a] | 0.16 |
| Digestibilidad de la materia seca (%) | 61.8[a] | 63.7 [a] | 61.1 [a] | 1.46 |

[a,b] Letras diferentes en la misma fila indican diferencias ($p < 0.05$). EEM=error estándar de la media, n=3.

Por otro lado, la concentración de nitrógeno amoniacal ($N\text{-}NH_3$) fue diferente entre tratamientos ($p < 0.05$, Cuadro 3). La inclusión de nopal en T2 aumentó 14% la concentración de $N\text{-}NH_3$. Cürek y Ozen (2004) registraron valores similares a los valores obtenidos en este estudio. Sin embargo, estos resultados fueron inferiores a Mokoboqui *et al*. (2016) en ensilaje de nopal (49.5 g $kg^{-1}$ MS. Las proteínas pueden pasar por una desaminación cuando se agrega nopal al ensilaje debido a una reducción en el contenido de FDN. Presumiblemente, los microorganismos pueden favorecer la degradación de las proteínas cuando las fracciones de fibra se reducen al aumentar la adhesión de los microorganismos al sustrato (Berumen *et al.,* 2015).

**Cuadro 3**. Parámetros de fermentación de ensilados de maíz adicionados con nopal y nopal fermentado

| | T1 | T2 | T3 | EEM |
|---|---|---|---|---|
| pH | 4.3[ab] | 4.1[b] | 4.6[a] | 0.05 |
| $N\text{-}NH_3$ (g/kg MS) | 1.4[b] | 1.6[a] | 1.1[c] | 0.03 |
| Ácido láctico (g/kg MS) | 27.5[c] | 33.7[b] | 41.9[a] | 0.73 |
| Ácido acético (% MS) | 0.7[b] | 0.9[a] | 0.8[b] | 0.01 |
| Ácido propiónico (%MS) | 3.5[b] | 4.0[a] | 4.0[a] | 0.01 |
| Ácido butírico (% MS) | 0.01[b] | 0.03[a] | 0.01[b] | 0.001 |

[a,b] Letras diferentes en la misma fila indican diferencias ($p < 0.05$). MS= materia seca, EEM=error estándar de la media. $N\text{-}NH_3$ =nitrógeno amoniacal, n=3.

La concentración de ácido láctico (LA) fue diferente entre tratamientos ($p < 0.05$, Cuadro 3). El ácido láctico es el producto más deseable del proceso de fermentación. Se produce principalmente por el catabolismo bacteriano de los carbohidratos. Las bacterias lácticas ofrecen una alta tolerancia a valores de pH bajos y pueden crecer cómodamente con valores que van de 4.0 a 6.8. Los valores reportados en esta investigación están dentro de este rango. Por su parte Mokoboki *et al.* (2016) y Mciteka (2008) registraron 46.5 y 74 g $Kg^{-1}$ MS de ácido lactico en ensilajes de nopal, respectivamente, los cuales son mayores a los obtenidos en este estudio.

Los ácidos grasos volátiles (AGV) presentaron diferentes valores entre los tratamientos ($p < 0.05$). Esta investigación mostró valores más bajos de ácido acético que los reportados por Isnandar *et al.* (2010) en ensilaje con inóculo de bacterias lácticas. Este resultado sugiere una alta producción de ácido láctico a bajos valores de pH, seguido de un agotamiento constante de la fermentación debido a los clostridios que producen ácido acético y ácido butírico (Hafner *et al.,* 2013). Los

ensilajes con nopal y nopal fermentado produjeron más ácido propiónico que el ensilaje de maíz únicamente. Además, los valores obtenidos en este trabajo fueron inferiores a los registrados por Mciteka (2008), pero superiores a los resultados presentados por Vendramini *et al.* (2010). Además, todos los tratamientos presentaron valores más bajos de ácido butírico, lo que sugiere una fermentación adecuada. Por su parte, Cürek y Őzen (2004) obtuvieron concentraciones más altas de ácido butírico. Cabe destacar que los resultados obtenidos en esta investigación indican una buena calidad en los ensilajes experimentales, ya que ofrecen mayor contenido de ácido láctico y valores reducidos de ácido butírico.

## CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos, se concluye que la inclusión de nopal fermentado en ensilados de maíz mejora su calidad nutricional, por lo tanto, pueden considerarse como un alimento alternativo en la alimentación del ganado.

## LITERATURA CITADA

AOAC. 1994 Official Methods of Analysis. Vol. II 16th Edition association of Official Analytical Chemists International. Gaithersburg, Maryland. Chapter 32:24-32.

Ben Salem, H. and S. Abidi. 2009. Recent advances of the potential use of *Opuntia spp*. In livestock feeding. ISHS Acta Horticulturae 811: 317-326.

Berumen, H. L., J. Páez, N. O. Soto, M. Murillo, E. Herrera and A. Muro. 2015. Chemical composition, *in vitro* gas production and energy value of pricly pear fermented with and without *Kluyveromyces marxianus.* J. Bio Sci. Biotechnol. 4(3): 359-364.

Borshchevskaya, L. N., T. L. Gordeeva, A. N. Kalinina and S. P. Sineokii. 2016. Spectrophotometric Determination of Lactic Acid. Journal of Analytical Chemistry 71: 755-758.

Britos, A., J. Repetto, D. Garciarena and C. Cajarville. 2007. Efecto del suero de queso como aditivo de ensilajes de pastura sobre la conservación, los azucares solubles y la produccion de gas *in vitro*. Agrociencia 11(2): 72-77.

Cürek, M. and N. Őzen. 2004. Feed Value of cactus and cactus silage. Turk. J. Vet. Anim. Sci. 28: 633-638.

Galyean, M. L. 2010. Laboratory Procedures for Animal Nutrition Research, 14thedn. Departament of Animal and Food Sciences, Texas Tech University, Lubbock, Texas. Available at: https://www.dpts.ttu.edu/afs/home/mgalyean/lab_man.pdf.

González, C. P. y F. M. Díaz. 2009. Fermentación alcohólica del lactosuero por Kluyveromyces marxianus y solventes orgánicos como extractantes. Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología 29: 110-116.

Gusha, J., S. Katsande, P. I. Zvinorova and S. Ncube. 2013. The nutritional composition and acceptability of cacti (*Opuntia ficus-indica)* legume mixed silage. Online Journal of Animal and Feed Research 3(2): 116-120.

Hafner, S. D., C. Howard, R. E. Muck, R. B. Franco, F. Montes, P. G. Green, F. Mitloehner, S. L. Trabue and A. C. Rotz. 2013. Emission of volatile organic compounds from silage: Compounds, sources, and implications. Atmospheric Environment 77: 827-839.

Herrera, T. E., M. Murillo, L. Berumen, N. O. Soto-Cruz and J. B. Páez-Lerma. 2017. Protein enrichment of *Opuntia Ficus-indica* using *Kluyveromyces marxianus* in solid-state fermentation. Ciencia e Investigación Agraria 44: 113-120.

Herrera, T. E., O. M. Murillo, L. Berúmen, J. Páez y G. Villarreal. 2014. Efecto de Sacharomyces cerevisiae y Kluyveromices marxianus durante el tiempo de fermentación en la calidad nutritiva del nopal forrajero. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, División de Estudios de Posgrado, UJED. Durango, Dgo, México.

Isnandar, Utomo, R., S. Chuzaemi, Sutariningsih and L. M. Yusiati. 2010. The role of lactic acid bacteria on silage duration process and rumen content silage quality. The 5th International Seminar on Tropical Animal Production Community Empowerment and Tropical Animal Industry, Yogyakarta, Indonesia. 19-22

Jiménez, L. D., R. J. Romo, A. L. Flores, L. B. Ortiz y C. R. Barajas. 2016. Edad de corte en la composición química del ensilado de maíz blanco asgrow-7573. Abanico Veterinario 6: 3:13-23. ISSN 2448-6132.

Kunkle, W. E., C. G. Chambliss, A. T. Adesogan and M. B. Adjei. 2006. Silage Harvesting, Storage, and feeding. Florida forage handbook. Univ of Florida.

López, H. P. 2012. Suplementación con ensilado de nopal (*opuntia spp.)* en caprinos. Tesis de licenciatura, Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. División de Ciencia Animal. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

McDonald, P., R. A. Edwards and J. F. Greenhalgh. 2002. Animal Nutrition. 6th Edition. Longman, London and New York. 543 p.

Mciteka, H. 2008. Fermentation characteristics and nutritional value of *Opuntia ficus-indica* var. fusicalis claodode silage. Thesis Magister scientiae agriculturae.

Mokoboki, K., N. Sebola and G. Matlabe 2016. Effects of molasses levels and growing conditions on nutritive value and fermentation quality of *Opuntia* cladodes silage. J. of Anim. and Plant Sci. 3: 4488-4495.

Murillo, O. M., E. Herrera, O. Reyes and F. Carrete. 2014. Seasonal diet quality and metabolic profiles of steers grazing on Chihuahuhua desert rangeland. Livestock Science 165: 61-65.

NRC. Nutrient Requirements of dairy cattle. 2001. The National Academic Press. Washington, D.C. 284:13-21 ISBN 0-30906997-1.

SAS 2009. SAS Users Guide (Release 9.1): SAS Inst, Inc., Cary, NC.

Theodorou, M. K., B. A. Williams, M. S. Dhanoa and A. B. McAllan. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. Anim. Feed Sci. Tech. 48: 185-197

Van Soest, P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition: carbohydrate methodology, metabolism and nutritional implications in dairy cattle. Journal Dairy Science 74: 35-83.

Vendramini, J. M. B., A. A Desogan, L. A. Silveira M., L. E. Sollenberger, C. M. Queiroz O. and W. F. Anderson. 2010. Nutritive value and fermentation parameters of warm season grass silage. The Professional Animal Scientist. 26: 193-200.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE BECERRAS PARDO SUIZO AMERICANO, ALIMENTADAS CON RACIONES INTEGRALES EN UN CLIMA CÁLIDO SECO

# [PRODUCTIVE PERFORMANCE OF AMERICAN BROWN SWISS HEIFERS FED WITH WHOLE GRAIN RATIONS IN A WARM DRY CLIMATE]

**Luis Glustein Méndez-Antonio[1], Jorge Hernández-Bautista[2], Teodulo Salinas-Rios[2], Hector Maximino Rodríguez-Magadán[2§]**

[1]Tesista. [2]Profesor-investigador, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. [§]Autor para correspondencia: (hmagadan11@hotmail.com).

## RESUMEN

En las regiones tropicales, el pastoreo extensivo es la base de la alimentación, donde los forrajes establecidos contienen bajo niveles nutrimentales y, por ende, no cumplen con los requerimientos que las becerras de remplazo necesitan para su crecimiento y desarrollo. Por lo anterior, el peso vivo ideal para el empadre y primer parto lo alcanzan hasta los tres o cuatro años de nacido y se plantea la posibilidad de suministrar raciones integrales. El objetivo de estudio fue determinar el efecto del peso vivo en el desempeño productivo de becerras Pardo Suizo Americano sometidas a un crecimiento intensivo con raciones integrales. Se estableció un estudio en la comunidad de Santo Domingo Chihuitán, Oaxaca, México (16° 32' y 16° 44' N y 95° 05 'y 95° 13'O y altitud de 90 m). Se utilizaron 15 becerras destetadas de la raza Pardo Suizo Americano distribuidas en un diseño completamente aleatorizado, formando dos grupos. El primero conformado con 8 hembras con un peso vivo promedio de 143 kg; el segundo con 7 hembras con un peso vivo promedio de 183 kg; ambos grupos sometidos a un crecimiento intensivo con raciones integrales balanceadas de acuerdo con los requerimientos de las becerras. Las variables medidas fueron ganancia diaria de peso (GDP), consumo de materia seca (CMS), conversión alimenticia (CA), ganancia del área del ojo del lomo (GAOL). Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza teniendo como efecto fijo el peso vivo. Los mayores promedios ($p \leq 0.05$) de GDP, CMS y GAOL, lo obtuvieron las hembras de mayor peso vivo; a pesar de ello, la conversión alimenticia fue similar ($p > 0.05$) entre grupos, se concluye que es posible acelerar el crecimiento y desarrollo de becerras de reemplazo ofreciendo raciones integrales, independientemente del peso vivo inicial.

**Palabras clave:** Área del ojo del lomo, conversión alimenticia, ganancia diaria de peso.

## ABSTRACT

Extensive grazing is the type of feeding on tropical regions, where forages have low levels of nutrients and have not the necessary requirements for the growth and development of replacement heifers. Because of that, ideal live weight to breeding and first delivery is reached up until three or four years old; and supply whole grain diets is a possibility. The objective was to determinate the live weight effect on the productive performance of American Brown Swiss heifer under intensive growth with whole grain. The experiment was made in Santo Domingo Chihuitán, Oaxaca, México

(16° 32' y 16° 44' N y 95° 05 'y 95° 13'O and 90 masl). Fifteen American brown swiss heifers weaned were randomly allocated into two groups. Group one had 8 heifers with a 143 kg average live weight; the second group had seven heifers with 183 kg average live weight. Both groups underwent intensive growth with balanced whole grains diets according to their requirements. Daily weight gain (DWG), dry matter consumption (DMC), food conversion (FC), loin eye area gain (LEAG) variables were measured. Data were summited into an analysis of variance with the body weight as a fixed effect. Heifers with a greater live weight had the best average ($p \leq 0.05$) on LEAG, DWG, and DMC, despite the FC was similar ($p > 0.05$) into groups. It is concluded that is possible to accelerate the replacement heifer´s growth and development with whole grain rations, regardless of initial live weight.

**Index words**: Daily weight gain, fed conversion, loin eye area.

## INTRODUCCIÓN

Se considera que aproximadamente el 30 % del hato debe ser reemplazado anualmente; sin embargo, adquirir vacas de primer parto o vaquillas resulta bastante oneroso; por ello, es necesario generar un buen número de becerras de remplazo, poniendo énfasis en su desarrollo (Castagnola, 2013) a través de la implementación de estrategias alimenticias que permitan un peso vivo óptimo y una reducción de la edad al primer servicio (Zambrano, 2011). En las regiones tropicales de México, la base de la alimentación es el pastoreo extensivo, donde los pastos existentes contienen bajo niveles nutrimentales (Iglesias *et al.*, 2009) que no alcanzan a cubrir los requerimientos de las becerras, debido a ello, su crecimiento y su desarrollo se desacelera y la obtención del peso ideal tanto para el empadre como al primer parto, se alarga hasta los tres o cuatro años (Sánchez, 2010). Vélez *et al*. (2002) indican que, en el trópico, las becerras generan ganancia diaria de peso entre los 100 y 400 g, dichos promedios se consideran bajos y debido a ello se alargan los tiempos al primer servicio. Por este motivo se plantea suministrar raciones integrales a becerras para acelerar su crecimiento y desarrollo. De igual manera, se planteó utilizar la técnica de ultrasonografía para determinar la composición de tejidos en el animal. El objetivo de estudio fue determinar el desempeño productivo de becerras Pardo Suizo Americano alimentadas con raciones integrales, sometidas a crecimiento intensivo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó del 28 junio al 31 de agosto del 2018 en el rancho "Santa Fe" ubicado en la comunidad de Santo Domingo Chihuitán, Oaxaca, México (16° 32' y 16° 44' N y 95° 05 'y 95° 13'O y altitud de 90 msnm; INEGI, 2018). 15 becerras de raza Pardo Suizo Americano fueron distribuidas en un diseño completamente aleatorizado formando dos grupos; el primero conformado por 8 hembras con un peso vivo promedio de 143 kg; el segundo de 7 hembras con un peso vivo promedio de 183 kg. Ambos grupos se sometieron a un crecimiento intensivo con raciones integrales balanceadas de acuerdo con los requerimientos nutrimentales en base a su peso vivo (Cuadro 1). Se estableció un periodo de adaptación alimenticia de dos semanas, inmediatamente después, las raciones integrales se ofrecieron *ad libitum*, considerando tres

servicios de alimentación por día (8:00, 12:00 y 17:00 h), con lectura de comedero. Al iniciar el estudio se administró ivermectina vía subcutánea (10 mg/50 kg de peso vivo); para prevenir infecciones del género *Clostridium*, se aplicó bacterina triple bovina (5 ml por animal vía intramuscular profunda); además, se administró vía intramuscular profunda 3 ml por animal de vitaminas ADE (cada ml contiene 300,000 UI de vitamina A, 45,000 UI de vitamina D, 150 mg vitamina E).

Las hembras se pesaron los días 0, 28 y 64 del experimento, en una báscula "Tru-Test" modelo M-080. Para calcular la ganancia diaria de peso (GDP), se obtuvo la diferencia entre el peso final e inicial. La conversión alimenticia (CA) se estimó a partir del consumo de materia seca y la ganancia de peso obtenida por periodo. El consumo de alimento (CA), se obtuvo mediante la diferencia entre el alimento ofrecido y el rechazado. El área del ojo del lomo ($cm^2$) se determinó entre la décimo segunda y décimo tercera costilla al inicio y al final del experimento, con la ayuda de un ultrasonido piemedical $^{MR}$ modelo Aquila y un transductor de 3.5 MHz equipado con un acoplador acústico. Los datos obtenidos fueron capturados en una hoja de cálculo y sometidos a un análisis de varianza a través de un modelo lineal generalizado teniendo como efecto fijo el peso vivo inicial. Para determinar diferencia entre promedios ($p \leq 0.05$) se utilizó la prueba de cuadrados mínimos.

**Cuadro 1**. Composición y contenido nutrimental de las raciones integrales utilizadas en el crecimiento de becerras raza Suizo Pardo Americano de diferente peso vivo.

| Ingredientes | Becerras con 143 kg de peso vivo | Becerras con 183 kg de peso vivo |
|---|---|---|
| Sorgo, % | 26 | 42 |
| Pasta de soya, % | 23 | 15 |
| Sal mineral, % | 2 | 2 |
| Urea, % | 1 | 1 |
| Melaza,% | 9 | 9 |
| Rastrojo, % | 39 | 31 |
| Proteína cruda, % | 17 | 14.46 |
| Energía metabolizable, Mcal/kg | 2.4 | 2.5 |
| Precio, $/kg | 5.4 | 5.03 |

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2, se presentan los promedios de tres variables relacionadas con el desempeño productivo de becerras Pardo Suizo Americano alimentadas con raciones integrales en un periodo de 64 días. Se puede observar que los promedios de ganancia diaria de peso, en la etapa de inicio, fueron diferentes ($p \leq 0.05$) entre los dos lotes de becerras, teniendo una mejor ganancia las hembras de mayor peso (0.97 kg más que las hembras de menor peso). En la etapa de finalización los promedios de ganancia de peso fueron similares ($p \geq 0.05$) entre lotes. La gran diferencia obtenida en la etapa de iniciación coadyuvó para que los promedios globales se reflejaran diferencia ($p < 0.05$) entre los dos lotes. Hernández-Moctezuma *et al.* (2015) realizaron una investigación

con 21 becerras de un peso promedio de 153.14 kg, durante un periodo de 90 días; los animales fueron alimentados con pasto insurgente (*Brachiaria brizantha*) y reportan un promedio general de ganancia diaria de peso de 290 g/animal$^{-1}$día$^{-1}$, estos promedios son inferiores a los reportados en el presente estudio. Vélez *et al.* (2002) indican que hay una ganancia diaria de peso en becerras en el trópico, de 100 hasta 400 gramos, lo cual es muy bajo, por ello el crecimiento y desarrollo es muy lento. Guerra *et al.* (2015) encontraron que los becerros alimentados con el ensilado de maíz más concentrado obtuvieron promedios de ganancia diaria de peso de 0.901 kg y con ensilado de Maralfalfa más concentrado, el promedio disminuyó a 0.797kg animal-$^{1}$día$^{-1}$, ambos promedios inferiores a los encontrados en el presente estudio.

**Cuadro 2.** Promedios de ganancia de peso, consumo de materia seca y conversión alimenticia de becerras Pardo Suizo Americano de diferente peso vivo, sometidas a crecimiento intensivo con raciones integrales.

| Variable | Hembras con diferente peso vivo inicial | | Probabilidad |
|---|---|---|---|
| Peso vivo inicial, kg | 143.63 ± 5.00 | 183.86 ± 5.35 | 0.0001 |
| Peso vivo 28 días, kg | 162.69 ± 7.02 | 230.00 ± 7.50 | 0.0001 |
| Peso vivo 64 días, kg | 205.88 ± 9.15 | 278.00 ± 9.78 | 0.0001 |
| Ganancia de peso, kg/día | | | |
| Etapa Iniciación, 28 días | 0.68 ± 0.11 | 1.65 ± 0.12 | 0.0001 |
| Etapa finalización, 36 días | 1.20 ± 0.81 | 1.34 ± 0.09 | NS |
| Promedio global, 64 días | 0.97 ± 0.08 | 1.47 ± 0.09 | 0.0014 |
| Consumo, kg de MS/día | | | |
| Etapa Iniciación, 28 días | 3.41 ± 0.30 | 5.44 ± 0.40 | 0.0001 |
| Etapa finalización, 36 días | 5.83 ± 0.40 | 8.55 ± 0.30 | 0.0001 |
| Promedio global, 64 días | 4.75 ± 0.30 | 7.17 ± 0.30 | 0.0001 |
| Conversión alimenticia | | | |
| Etapa Iniciación, 28 días | 6.44 ± 1.10 | 3.42 ± 1.18 | 0.0831 |
| Etapa finalización, 36 días | 5.01 ± 0.40 | 6.62 ± 0.43 | 0.0175 |
| Promedio global, 64 días | 5.20 ± 0.45 | 5.00 ± 0.49 | NS |

NS: No Significativo.

Los promedios de consumo de materia seca fueron diferentes ($p \leq 0.05$) entre los dos lotes, en las tres etapas evaluadas. Las becerras de mayor peso fueron las que adquirieron el mayor promedio de consumo (2.4 kg más que las hembras de menor peso), dicho comportamiento es normal, en ese sentido Shimada (2003) argumenta que a mayor peso vivo del bovino mayor es el consumo de materia seca. Por último, la conversión alimenticia en la etapa inicial se comportó diferente ($p \leq 0.05$) entre los dos lotes, teniendo mayor conversión las becerras de menor tamaño (3 kg más con respecto a la otra); en la etapa de finalización los promedios cambiaron ($p \leq 0.05$), adquiriendo mayor conversión las becerras de mayor tamaño (1.61 kg más que las hembras de menor peso); a lo que se refiere la etapa global se puede visualizar que no hay diferencia alguna ($p \geq 0.005$) entre los dos lotes de hembras. Carrillo *et al.* (2016) encontraron promedios de conversión alimenticia superiores (7.85 kg MS$^{-1}$) a los obtenidos en el presente estudio. Shimada (2003) afirma que la conversión alimenticia en bovinos es de 8 kg MS$^{-1}$ lo que indica que los resultados obtenidos en el presente trabajo que el uso de raciones integrales en la alimentación de becerras, acelera el crecimiento y reduce el costo de inversión en la alimentación de las becerras para reemplazo. A

pesar de que las becerras, de 143 kg presenta un menor desempeño durante la etapa inicial, finalmente logran adaptarse y tienen un comportamiento similar a las de 183 kg.

En el Cuadro 3 se muestran los promedios de tres variables que indican el incremento de masa muscular y de tejido adiposo en becerras Pardo Suizo Americano de diferente peso, sometidos a un crecimiento intensivo con raciones integrales en un periodo de 64 días. Se observa que los promedios iniciales del área del ojo del lomo, se comportaron diferentes ($p \leq 0.05$) entre los dos lotes, teniendo mayor ganancia las hembras de mayor peso (3.62 $cm^2$ más que las de menor peso), continuando con la misma tendencia en la etapa final, obteniendo mayores ganancias ($p \leq 0.05$) las mismas hembras (7.64 $cm^2$ más que las hembras pequeñas). Velásquez *et al.* (2004) trabajaron con 28 novillos, con un peso promedio inicial de 203 kg, su alimentación se basó en pastoreo rotacional más 1 kg de materia seca de ensilaje. Donde reportan ganancias de 11.8 $cm^2$ del área del ojo del lomo, obteniendo mejores ganancias a los obtenidos en la presente investigación; obviamente, el sexo del bovino y la duración del periodo de engorda contribuyeron para que la diferencia fuera tan marcada. Los animales en pleno crecimiento se caracterizan por un crecimiento muscular al máximo, iniciando la deposición y acumulación de tejido adiposo lentamente; en cambio en la etapa de pubertad el crecimiento del animal va disminuyendo gradualmente, los músculos terminan su crecimiento y por lo consiguiente el tejido adiposo se encuentra acumulado en una gran porción (Núñez, 2009).

**Cuadro 3**. Promedios del área del ojo del lomo medida entre la décima segunda y décima tercera costilla en becerras Pardo Suizo Americano de diferente peso vivo, sometidas a crecimiento intensivo con raciones integrales.

| Variable | 143 kg de PV | 183 kg de PV | Probabilidad |
|---|---|---|---|
| Al inicio del estudio, $cm^2$ | 27.72 ± 1.33 | 31.34 ± 1.42 | 0.0865 |
| Al final del estudio, $cm^2$ | 29.91 ± 1.71 | 37.55 ± 1.84 | 0.0095 |
| Ganancia, $cm^2$ | 2.19 ± 1.09 | 6.21 ± 1.17 | 0.0257 |

## CONCLUSIONES

Es posible acelerar el crecimiento y desarrollo de becerras de reemplazo desde los 143 kg de peso vivo, ofreciendo raciones integrales en su alimentación, ya que su eficiencia es similar a las becerras de 183 kg. Las becerras con un peso vivo cercano a los 200 kg tienen mayor ganancia de peso y mayor desarrollo del músculo *Longissimus dorsi.*

## LITERATURA CITADA

Carrillo-Herrera, J., M. Murillo-Ortiz, E. Herrera-Torres, F. Carrete-Carreón, O. Reyes-Estrada y F. Livas-Calderón. 2016. Rendimiento productivo y calidad de la canal de becerros alimentados con un precursor glucogénico. Abanico Veterinario 69(1): 13-21.

Castagnola, M. 2013. Cría y recría de vaquillas y efecto en parámetros productivos futuros. Veterquímica S.A. Chile.

Guerra-Medina, C. E., O. O. Partida-González, A. Ley-de Coss, O. D. Montañez-Valdez, M. Silva-Luna, F. J. Cárdenas-Flores y C. G. García-Castillo. 2015. Respuesta productiva de becerros

pos destete alimentados con ensilados de maíz (*Zea mays L.*) y maralfalfa (*Pennisetum sp. Schum.*). Rev. Agro Productividad 8(6): 47-51.

Hernández-Moctezuma, J., R. J. Arieta-Román, J. A. Fernández-Figueroa, L. C. Alvarado-Gómez, J. E. M. Graillet, O. N. Rodríguez, A. J. F. González y D. A. Solano. 2015. Relación beneficio-costo utilizando zeranol en la empresa bovina. REDVET 16: 1-7.

Iglesias, J. M., L. Simón y R. García. 2009. Crianza de hembras de reemplazo del genotipo 5/8 Holstein por 3/8 Cebú en un sistema de asociación de pastos con árboles. Rev. Pastos y forrajes 3281: 55.

INEGI. 2018. Instituto de estadísticas y geografía. Disponible en: www.inegi.org.mx, accesado en junio del 2019.

Sánchez, S. A. 2010. Parámetros productivos de bovinos en regiones tropicales de México. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana.

Shimada, M. A. 2003. Nutrición animal. Editorial Trillas. México.

Vélez, M., J. J. Hincapie, I. Matamoros y R. Santillan. 2002. Producción de ganado lechero en el trópico. Cuarta edición. Zamorano Academic Press, Zamorano, Honduras.

Velásquez, J. C. y L. A. Álvarez. 2004. Relación de medidas bovinométricas y de composición corporal *in vivo* con el peso de la canal en novillos Brahman. Rev Acta agronómica 53: 23-29.

Zambrano, C. C. V. 2011. Adición de 100 y 200 mg de monensina sódica en el concentrado en vaquillas de reemplazo de tres a seis meses de edad de un hato lechero. Tesis de licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA, HUMEDAD RELATIVA, PRECIPITACIÓN PLUVIAL E ÍNDICE TEMPERATURA HUMEDAD EN LA HACIENDA BUBALINA SEHUALACA DEL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO

# [TEMPERATURE BEHAVIOR, RELATIVE HUMIDITY, PLUVIAL PRECIPITATION AND INDEX TEMPERATURE MOISTURE IN THE SEHUALACA BUBALINA FINANCE OF THE STATE OF VERACRUZ, MEXICO]

**G. Ortega García[1§], Nicasia Ineida Montes Torres[2], A. Cruz Tamayo[3], Carlos Abeledo[4]**

[1]Estudiante de doctorado en ciencias veterinarias, Campeche, México. [2]Centro de Investigación para el Mejoramiento Animal de la Ganadería Tropical (CIMAGT). Avenida 101 no.6214 entre 100 y 62. Reparto Loma de Tierra, Cotorro, Ciudad de la Habana. Cuba. [3]Universidad Autónoma de Campeche. Escuela Superior de Ciencias Agropecuarias. Escárcega, Campeche, México. [4]Instituto Investigación Porcina (IIP). Cuba. [§]Autor para correspondencia: (gonzaloortega40@hotmail.com).

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue describir el comportamiento de la temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial e índice temperatura humedad, en la hacienda bubalina Sehualaca, ubicada en el municipio de Hidalgotitlán, Veracruz, México. Para lo cual se utilizó la base de datos climatológicos de la Comisión Nacional del Agua correspondientes a los años 2010-2018. Los datos fueron analizados a través de un análisis estadístico descriptivo y a su vez procesados mediante un Modelo Lineal General del SAS V. 9.4 (2013). En el análisis descriptivo, se comprobaron los valores medios general de la temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial e índice temperatura humedad (23 ˚C, 82.1 %, 136.1mm y 71.9%, respectivamente). El año no influyó ($p > 0.05$) en la precipitación pluvial, no así el mes, ($p < 0.0001$) en todas las variables evaluadas, con énfasis en los meses de abril a octubre, con valores de 24.7 y 25.9 ºC de temperatura y de 72.9 y 75.9 % de Índice de temperatura humedad, mientras que la humedad relativa se mantuvo por encima del 70 % en los 12 meses del año. A partir de los resultados obtenidos, se llegó a la conclusión que las condiciones ambientales de la hacienda bubalina Sehualaca, se encuentra en permanente riesgo de estrés calórico, por mostrarse el ITH, el cual engloba a la Temp y HR, por encima del 70 %, (70.6 a 72.7 %), condiciones no favorables para el crecimiento y reproducción de la especie bubalina. Es importante profundizar en los estudios de los efectos adversos del cambio climático en esta especie y adoptar alternativas de manejo, que permitan a los animales obtener todos los elementos de confort posibles, para mejorar su productividad.

**Palabras clave:** Bioclimatología, búfalo (*Bubalus bubalis*), confort animal, estrés térmico.

## ABSTRACT

The objective of this work is meant to describe the behaviour of Temperature, Relative Humidity, Rain Precipitation and Temperature Humidity Index at the Sehualaca buffalo farm, located in the municipality of Hidalgotitlan, state of Veracruz, Mexico. The climatological databases from the

National Water Comission (Comision Nacional del Agua) corresponding to years 2010-2018 were used for this. Data was analyzed through a descriptive statistical analysis and processed via a SAS V.9.4 General Linear Model (2013). In the descriptive analysis, average values were checked for Temperature, Relative Humidity, Rain Precipitation and Temperature Humidity Index (23 °C, 82.1%, 136.1mm and 71.9%, respectively). The year did not influence ($p > 0.05$) in rain precipitation, but the month did, ($p < 0.0001$) in every evaluated variable, with emphasis on the months from April to October, with values of 24.7 and 25.9 °C of temperature, and of 72.9 and 75.9% of temperature humidity index (THI), while relative humidity (RH) kept above 70% during the 12 months of the year. Parting from the obtained results, it was concluded that environmental conditions at Sehualaca buffalo farm give it a permanent risk of caloric stress, being that the THI -which encompasses Temperature and RH- is shown above 70% (70.6 to 72.7%), unfavorable conditions for buffalo growth and breeding. It is important to deepen in studies about the adverse effects of climate change to this species and adopt alternatives of handling that allow these animals to obtain every possible element of comfort in order to improve their productivity.

**Index words**: Animal comfort, bioclimatology, buffalo (*Bubalus bubalis*), thermal stress.

## INTRODUCCIÓN

Los bubalinos poseen amplia capacidad de adaptación, habitando en diversos ecosistemas. Debido a su adaptabilidad, la bubalinocultura se considera una alternativa económica, en regiones tropicales húmedas por presentar un buen comportamiento productivo **(**Silva y Narda, 2014**)**.

La evaluación y monitoreo del ambiente en la producción animal, se fundamentan tradicionalmente en el control y análisis de la precipitación pluvial (PP), la temperatura (Temp.) y humedad relativa (HR) del aire o en índices que provienen de combinar variables ambientales, en un único valor (Souza, 2012). Existen diversos índices de confort térmico, como: Temperatura Operativa (To), Índice de Temperatura Humedad (ITH), Índice de Temperatura de Globo Negro y Humedad (ITGU), cuyo objetivo es el determinar la adecuación del ambiente con relación a una actividad, o a un tipo específico de animal. Los elementos climáticos, simples o combinados, actúan sobre los búfalos y constituyen el punto central para la realización de investigaciones en la relación ambiente físico y desempeño animal (Silva, 2010).

Según Silva *et al*. (2011a), la Temp. del aire es el factor que mayor influencia tiene en el ambiente físico, pues afecta a los mecanismos reguladores térmicos, energéticos, hormonales y de consumo de agua, en los animales domésticos, lo que se refleja en el crecimiento, la reproducción, la producción e inmunidad. Las altas temperaturas tienen un efecto negativo en la producción de leche, reproducción y susceptibilidad a enfermedades (Sevegnani *et al*., 2013). Entre tanto Vilela (2013)**,** expresó que la HR del aire está relacionada con las pérdidas de calor del animal, por evaporación. Por lo tanto, el objetivo fue evaluar el comportamiento de la Temperatura, Humedad Relativa, Precipitación Pluvia e Índice Temperatura Humedad, en la hacienda bubalina Sehualaca, en el Estado de Veracruz, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la hacienda bubalina Sehualaca, ubicada en el Municipio Hidalgotitlán, coordenadas geográficas de 17° 38' 53.6" de latitud norte y 94° 36' 05.4" de longitud oeste y 23 msnm, con una superficie de 560 hectáreas (INEGI, 2015). Para el análisis del comportamiento de las variables climatológicas: Temp, HR y PP durante el periodo 2010–2018, se utilizó la base de datos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2019). El Índice Temperatura Humedad se calculó a través de la siguiente fórmula (ITH=°F-((0.55-((HR/100)*0.55))*(°F-58)): donde °F=(°C*9/5)+32), de acuerdo a Valtorta y Gallardo (1996).

Se realizó un análisis estadístico descriptivo de las variables climatológicas. Además, los datos fueron procesados a través de un Modelo Lineal General del SAS V. 9.4 (2013). Como variables dependientes fueron consideradas, la Temp, HR, PP e ITH, y como variables independientes el año y mes.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El clima se caracterizó por ser cálido húmedo (Aw, Ac), con abundantes lluvias en verano.

En el Cuadro 1 se observa la media general, mínimo y máximo de las variables climatológicas estudiadas durante los años 2010 a 2018. Como aspecto interesante a destacar, es el valor moderado a alto del ITH, lo que enmarca a las condiciones ambientales de la hacienda, propicias para el estrés calórico, acompañado de una elevada HR.

**Cuadro1**. Estadísticos descriptivos: Temp, H R, PP e ITH.

| Variable | Media | ES | Desv. Est. | Coef. Var | Mínimo | Máximo |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Temp (°C) | 23 | 0.8 | 2.7 | 11.8 | 16.6 | 27.3 |
| H R (%) | 82.1 | 2 | 6.8 | 8.4 | 63 | 94.1 |
| P P (mm) | 136.1 | 32.7 | 113.3 | 82.7 | 10.7 | 432.2 |
| ITH (%) | 71.9 | 1.2 | 4.2 | 5.9 | 61.6 | 77.1 |

El análisis de varianza efectuado (Cuadro2) arrojó que el año influyó significativamente en la Temp. ($p <m$ 0.01*)*, H R ($p < 0.0001$) e ITH ($p < 0.0$ 01), mientras que el mes tuvo un alto efecto significativo ($p < 0.0001$), en todas las variables climatológicas evaluadas.

Como se aprecia en el Cuadro 3, todos los años excepto el año 2010 (22,3 $^0$C), mantuvieron una Temp promedio de 23,1 $^0$C, es decir, por encima de 21 $^0$C, considerado por Crudeli (2011), como la Temp. ideal, para el bienestar de la especie bubalina. Mientras que la HR tuvo un leve descenso en el año 2012 (79,2 %) y un aumento progresivo que incluyó a los años 2010 y 2011, alcanzando el mayor valor en el año 2015 (85.3 %). Estos valores fueron superiores a los informados por García, (2013), quien señaló que la HR óptima para el crecimiento y la reproducción en búfalos, es de 55 – 65 %, como promedio. El ITH se mostró con un incremento progresivo a partir del 2010 (70.6 %) con un pico de 72.7 %, en el año 2016, seguido por una ligera caída en el 2018 (71.66 %),

siempre por encima del 70 %, concebido por Sánchez *et al*. (2017), como el valor límite normal. Los valores promedio por año (2010 a 2018) de las variables climatológicas, demostraron que las condiciones ambientales de la hacienda, se mantuvieron en una situación de estrés perenne, aspecto este no favorable, para el crecimiento y reproducción del búfalo. Sin embargo, el comportamiento de la PP acumulativa fue de 1,516 a 1,731 mm anual, con un promedio de 136.1mm, siendo el año 2013 el más lluvioso. Este indicador se mostró favorable para la el crecimiento y conservación de los pastos, durante el periodo analizado.

**Cuadro 2**. Efecto del año y mes en la Temp., HR, PP e ITH

| Fuentes de variación | GL | Temp. | H R | PP | ITH |
|---|---|---|---|---|---|
| Año | 8 | 0.0295 | <.0001 | 0.9288 | 0.0041 |
| Mes | 11 | <.0001 | <.0001 | <.0001 | <.0001 |
| | | 23.04 | 82.07 | 136.11 | 26.45 |
| | | 3.79 | 4.07 | 46.57 | 4.35 |
| | | 91.06 | 81.06 | 73.64 | 89.05 |

Grados de libertad (GL), *(p<0.05), **(p<0.01) y ***(p<0.001)

**Cuadro 3**. Promedio por año de las variables Temp., HR, ITH y PP.

| Variables | Años | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
| Temp. ($^{O}$C) | 22.3 | 23.3 | 22.9 | 23.5 | 22.9 | 23.0 | 23.5 | 23.3 | 22.8 |
| HR (%) | 81.4 | 79.7 | 79.2 | 80.3 | 83.3 | 85.3 | 82.3 | 82.1 | 85.1 |
| ITH (%) | 70.6 | 71.9 | 71.4 | 72.4 | 71.8 | 72.1 | 72.7 | 72.2 | 71.7 |
| PP (mm) | 149.3 | 129.5 | 141.3 | 154.4 | 128.1 | 124.1 | 127.8 | 144.3 | 126.3 |

## Temperatura

La Figura 1, muestra el comportamiento de la Temp. por mes, siendo los meses más cálidos abril - septiembre (24.7°C – 25.9°C). Estos valores se consideran dentro de los parámetros normales de acuerdo a lo reportado por Goswami y Narain (1962), quienes determinaron que los búfalos estarían en estrés térmico con Temp. superiores del 30ºC, mientras que Guimaraes *et al*. (2001), al medir el coeficiente respiratorio, fijaron que a 36ºC, los búfalos llegaban a un límite crítico, para el mecanismo termorregulatorio. Entre tanto Crudeli (2011) expresó, que no existen muchos datos precisos para definir cuál es la temperatura confort de los búfalos, pero se estima que estaría en los 21ºC, valor inferior a los derivados de este trabajo.

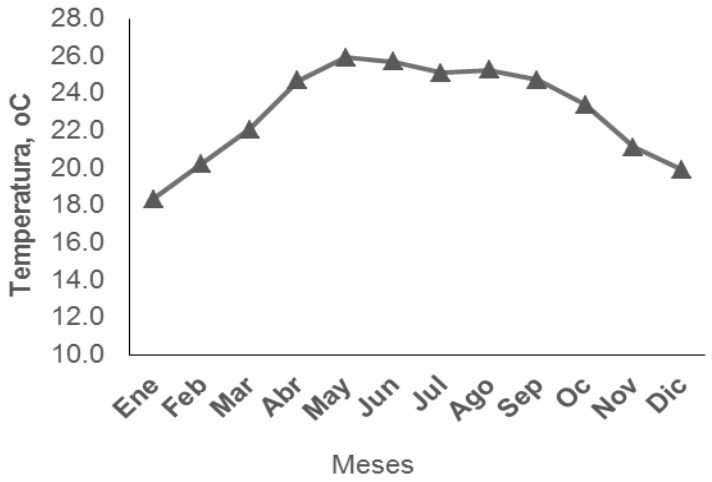



**Figura 1.** Comportamiento de la temperatura.

## Humedad relativa

De acuerdo al análisis efectuado, la HR tuvo un incremento de aproximadamente de 2 % por año, con una media anual de 82.0 %. Los meses (Figura 2) de mayor HR correspondieron al periodo de julio (82.0 %) a diciembre (87.0 %). García (2013) señaló que las condiciones climáticas ideales u óptimas para el crecimiento y la reproducción en búfalos, es cuando la Temp. del aire es de 13 – 18°C, combinadas con una HR promedio de 55 – 65 %, valores por debajo a lo encontrado en el estudio realizado.

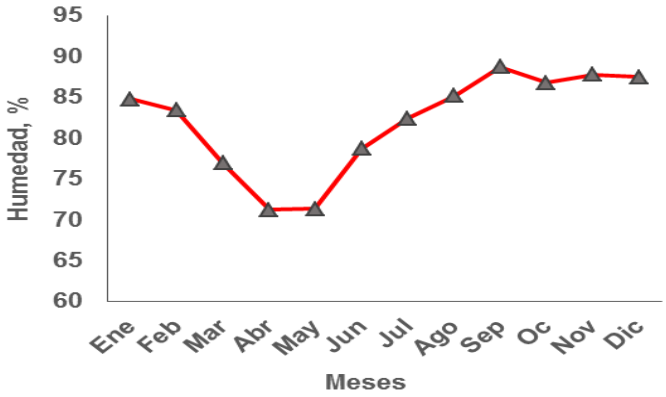



**Figura** 2: Comportamiento de la humedad relativa.

## Índice temperatura humedad

El ITH como indicador aglutinador de las variables Temp. y HR, se manifestó de forma similar a la temperatura, mostrando un valor medio de 71.9 %, lo que denota el indicio de estrés calórico, principalmente en los meses de abril a octubre, que oscilo entre 72.9 y 75.9 (Figura. 3).

Por otra parte, Sánchez *et al*. (2017), plantean que cuando ITH se presenta en 70 % o menos, se considera que no hay condiciones ambientales para que haya estrés calórico, de 71% a 74 % hay condiciones ambientales para que tenga indicios de estrés calórico, de 75 % a 78 % las condiciones ambientales están dadas para que los animales manifiesten estrés calórico, de 79 % a 83 % ya las condiciones ambientales son extremas, pues los animales están lejos de su temperatura de confort y presentarán estrés calórico intenso, en tanto que superior a 83 % se declara emergencia por estrés calórico. De acuerdo a esta clasificación, los meses de abril a octubre, en este estudio, se consideraron con condiciones ambientales estresantes ya que la media de ITH en ese periodo fue de 75.5 %, lo cual coincidió con el aumento de la temperatura en los meses mencionados.

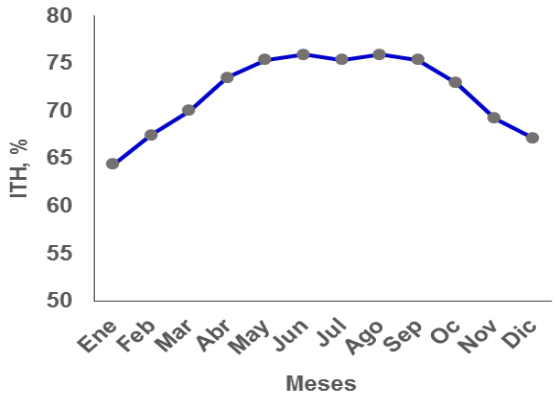



**Figura 3**. Índice temperatura humedad.

## Precipitación pluvial

En la Figura 4, se muestra como la PP disminuyó en los mese s de enero a mayo, con un ascenso importante a partir de junio a octubre con un máximo de 307 mm, en el mes de septiembre. Etapa en que las condiciones se tornan propicias para el desarrollo de la actividad reproductiva del búfalo, así como para el crecimiento y mantenimiento de los pastizales.

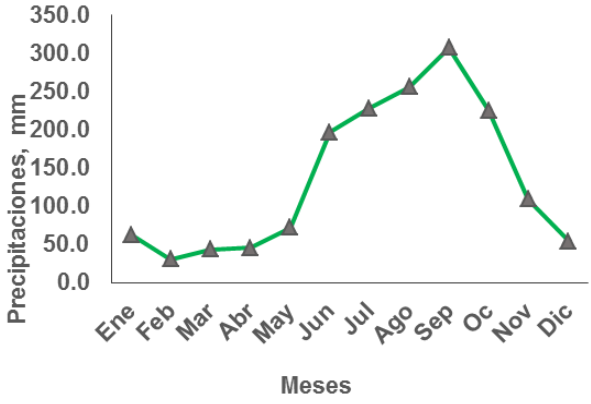



**Figura 4.** Comportamiento de la precipitación pluvial

## CONCLUSIONES

El análisis del comportamiento de las variables Temp, HR, PP e ITH, durante los años 2010 a 2018, permitió llegar a la conclusión que las condiciones ambientales de la hacienda bubalina Sehualaca, se encuentra en permanente riesgo de estrés calórico, por mostrarse el ITH, el cual engloba a la Temp y HR, por encima del 70 %, (70.6 a 72.7 %), condiciones no favorables para el crecimiento y reproducción de la especie bubalina. Es importante profundizar, en los estudios de los efectos adversos del cambio climático en esta especie y adoptar alternativas que permitan a los animales, obtener todos los elementos de confort posibles, para mejorar su productividad.

## LITERATURA CITADA

CONAGUA. 2019. www.conagua.gob.mx (Revisado 20 febrero del 2019).

Crudeli, G. A. 2011. Fisiología reproductiva del búfalo. Producción en Argentina. Tecnología en Marcha Revista Especial 24: 74-81.

García, A. R. 2013. Conforto térmico na reprodução de bubalinos criados em condições tropicais. Revista Brasileira de Reprodução Animal 37: 121-130.

Goswani, S. B. and P. Narain. 1962. The effect of air temperature and relative humidity on some physiological indices of buffalo-bulls (Bubalus bubalis). Indian J. Vet. Sci. 32: 112-118

Guimarães, C. M. C., J. E. Falco, A. L. Titto E., R. Franzolin Neto & A. Muniz J. 2001. Termorregulação em bubalinos submetidos a duas temperaturas de ar e duas proporções de volumoso: concentrado. Revista Ciência e Agrotecnologia 25: 437- 443.

INEGI. 2015. Anuario Estadístico y Geográfico de Veracruz de Ignacio de la Llave. México. 1222 p. http://www.inegi.gob.mx. (Revisado 15 de febrero 2019).

Megahed, G. A, M. M. Anwar, S. I. Wasfy and M. E. Hammadeh. 2008. Influence of heat stress on the cortisol and oxidant antioxidants balance during oestrous phase in buffalo-cows (Bubalus bubalis): thermo-protective role of antioxidant treatment. Reprod Domest Anim 43: 672-677.

Sánchez, J. A., H. M. Romero y Y. J. Suárez V. 2017. Estacionalidad Reproductiva de la Hembra Bufalina (Bubalus bubalis) Rev. Inv. Vet. Perú. 28: 606-618.

SAS. 2013. User´s Guide: Version 9.4 SAS. Institute INC, Cary, N. C., USA.

Seixas, V. N. C. 2015. Caracterizacao do Queijo do Marajó tipo manteiga produzido em duas estacoes do año. Cienc. Rural 45: 730-736.

Sevegnani, KB., D. P. Fernandes B, Silva da M-GSH & Carvalho de TNA. 2013. Efeito da aspersao de agua, do sombreamento e do banho de inmersao na capacidade termorregulatoria e no ganho de peso de bubalinos. Energ. Agric. 28: 25-32.

Silva, J. A. R., A. A. Araújo, J. B .Lourenço J, F. A. Santos N, A. R. Garcia & B. S. Nahúm. (2011a). Conforto térmico de búfalas em sistemasilvipastoril na Amazônia Oriental. Pesq Agropecu Bras 46: 1364-1371

Da Silva, J. A. R. 2010. Avaliação do estresse térmico em búfalas Murrah criadas em dois diferentes sistemas de manejo nas condições climáticas da amazônia oriental. 148 f. Tese (doutorado em zootecnia)- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2013.

Silva, R. G. 2000. Introducao a bioclimatología animais. 1 ed. Sao Paulo: Nobel, 286 p.

Silva, S. L. & J. G. Narda. 2014. Producao de derivados bubalinos e mercado consumidor buffaloes by-product production and consumer market, Tekhne e Logos. 5

Souza, B. B. & N. L. Batista. 2012. Os efeitos do estresse térmico sobre a fisiología animal. Agrop. Cient. Semi. 8: 6-10.

Valtorta, S. y M. Gallardo. 1996. El estrés por calor en producción lechera. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina. Miscelánea. 8: 173-185.

Vilela, R. A. 2013. Efeito do ambiente térmico na fisiología adaptativa de bubalinos. 110 p, Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos)-Universidade de Sao Paulo, Pirassununga, 2013.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# ÍNDICE DE TEMPERATURA-HUMEDAD SOBRE LA REPRODUCCIÓN DE BOVINOS EN CLIMA SUBTROPICAL DE ARGENTINA

# [INDEX OF TEMPERATURE-HUMIDITY ON THE REPRODUCTION OF CATTLE IN SUBTROPICAL CLIMATE OF ARGENTINA]

**Juan José Oscar Verdoljak[1], Luis Gándara[1], María Mercedes Pereira[1], José Francisco Casco[1], Fabián Arturo Acosta[1], Carolina Fernández[1], Andrés Gilberto Limas-Martínez[2], Sonia Patricia Castillo-Rodríguez [2], Juan Carlos Martínez-González[2§]**

[1]Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria-Estación Experimental Agropecuaria Corrientes. Corrientes, Argentina. [2]Universidad Autónoma de Tamaulipas-Facultad de Ingeniería y Ciencias. Tamaulipas, México. [§]Autor para correspondencia: (jmartinez@docentes.uat.edu.mx).

## RESUMEN

Los índices reproductivos del ganado bovino en climas tropicales y subtropicales son deficientes, con porcentajes de preñez de 45 a 55%, intervalos entre partos de 18 meses y edad a primer parto superior a los tres años. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del índice temperatura-humedad (ITH) sobre las pérdidas de la palpación al destete en vacas de tres genotipos. El trabajo se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Corrientes del INTA, para lo cual, se analizaron los datos del hato bovino desde el año 1991 hasta el 2009, las vacas pertenecían a las razas Hereford, Braford y Brahman. De la estación meteorológica de la EEA Colonia Benítez, se registraron diariamente datos de temperatura ambiental y humedad relativa, se calculó el ITH para determinar el grado de estrés calórico. Se evaluó el porcentaje de preñez mediante un análisis de varianza para un diseño completamente al azar y un análisis de correlación entre ITH y preñez. El menor índice reproductivo ($p < 0.05$) se observó en las vacas Hereford y Braford, mientras que las Brahman mantuvieron índices reproductivos aceptables. Hubo correlación entre la humedad y la radiación con los animales que no se preñaron de las razas Hereford y Braford, mientras que las vacas Brahman no presentaron ninguna relación.

**Palabras clave:** Ambiente, *Bos indicus*, *Bos taurus*, índice reproductivo.

## ABSTRACT

Reproductive rates of cattle in tropical and Subtropical climates are deficient, with percentages of preñes from 45% to 55%, calving intervals of 18 months and age at first calving over three years. The objective of the present study was to evaluate the effect of the index (ITH) temperature-humidity on the losses of palpation weaning in cows of three genotypes. The work was carried out in the Experimental agriculture station (EEA) streams of INTA, which, the bovine herd data were analyzed from 1991 until 2009, the cow's races were Hereford, Braford and Brahman. The meteorological station of the EEA Colonia Benítez, environmental temperature and relative humidity data was recorded daily, ITH was calculated to determine the degree of heat stress. The percentage of pregnancy was calculated through an analysis of variance for a completely random

design and a correlation analysis between ITH and pregnancy. The greatest loss of reproductive index ($p < 0.05$) was observed on Hereford and Braford cows. There was a correlation between humidity and radiation with animals that didn't impregnate Hereford and Braford cows, the Brahman didn't showed any relation with this last statement.

**Index words:** *Bos indicus*, *Bos taurus*, environment, reproductive index.

## INTRODUCCIÓN

Los índices reproductivos que caracterizan al ganado bovino en regiones con climas tropicales y subtropicales en general son deficientes, con porcentajes de preñes de 45 a 55%, intervalos entre partos de alrededor de 18 meses y edad a primer parto superior a los 3 años (Inchausti, 1999). Estos índices son afectados por varios factores de índole genético, sanitario, de manejo y climáticos (Montiel y Ahuja, 2005; Córdova *et al*., 2009). La adaptación al medio depende de la raza, los animales de origen europeo (*Bos taurus*) y los de origen cebuino (*Bos indicus*) difieren no solo, en sus requerimientos nutritivos sino también, a la repuesta de los efectos del clima tropical. Los animales de razas cebuinas, así como sus cruces, se adaptan mejor a las altas temperaturas y otras condiciones ambientales y son más eficientes para utilizar forrajes toscos de baja calidad. Asimismo, son altamente resistentes a la infestación de parásitos externos, principalmente garrapatas (López *et al*., 2004).

La temperatura es de los factores de mayor impacto sobre el animal (Lara *et al*., 2014), los factores climáticos actúan de forma conjunta agravando las condiciones del animal, por ejemplo, el estrés calórico, del cual participan la temperatura ambiente, más la incidencia de la radiación solar y la humedad relativa (Hansen *et al*., 2001). Este estrés, puede afectar el mecanismo de reconocimiento materno de la gestación. Mansilla (2006) en Chile, encontró que cuando la humedad relativa superó el 60% y la temperatura ambiental los 30°C el día de la inseminación artificial, hubo una notoria depresión en la tasa de gestación. La temperatura puede afectar de manera significativa la eficiencia reproductiva, pudiendo bajar de 75% a 10%. Varios autores (Escobar y Huertas, 2005; Rivera *et al*., 2006; Román, 2008) concluyeron que si la temperatura ambiente fue máxima un día después de la inseminación artificial el porcentaje de concepción disminuyó de 40 a 31%.

La humedad relativa es considerada un factor de potencial estrés en el ganado, ya que acentúa las condiciones adversas de las altas temperaturas (Da Silva, 2006). Los principales efectos de la humedad relativa están asociados con una reducción de la efectividad en la disipación de calor por respiración (Renaudeau, 2005). Por lo anterior el objetivo del presente trabajo fue evaluar los posibles efectos de la humedad, lluvia, radiación, temperatura, viento e índice de temperatura-humedad (ITH) sobre el comportamiento reproductivo de bovinos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para el presente estudio se analizaron los datos del hato de bovinos de la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Corrientes en Corrientes, Argentina, la estación se ubica a 27° 40' 26.3" LS

y 58° 45' 03.2" LW. Los datos correspondían a los años de 1991 a 2009, de 3 razas (Hereford, Braford y Brahman). Los animales recibieron todos los años una sanidad completa. Las vacas que entraron a empadre fueron diagnosticas gestantes por ultrasonografía a los 30 – 35 días de gestantes. De la casilla meteorológica de la EEA Colonia Benítez, ubicada a 30 km del lugar donde se realizó el ensayo, se registraron diariamente datos de temperatura ambiental (T), humedad relativa (HR), velocidad del viento (VV) y radiación solar (RS), durante los meses que se proporcionaba el servicio de monta a las vacas, de septiembre a diciembre.

Con esta información se calculó el índice de temperatura-humedad (ITH) de acuerdo a lo establecido por Ingraham (1977), mediante la siguiente ecuación:

$$ITH = ((1.8\ T°) + 32) - (0.55 - (0.55\ HR / 100))\ ((1.8\ T°) - 26)$$

Dónde:

ITH = índice de temperatura-humedad; T° = temperatura grados centígrados; HR = humedad relativa.

El cual sirvió para el calculó de estrés calórico al cual fueron sometidos los animales (Ghiano *et al*., 2014).

Se realizó un análisis de varianza para un diseño completamente al azar, con la finalidad de determinar que raza reportó menores índices de preñez y en los casos en que hubo diferencia mínima significativa se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey (Infostat, 2014). Del mismo modo, se realizó un análisis de correlación entre las variables climáticas y razas (Infostat, 2014).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar el comportamiento reproductivo de las vacas en el hato, se observó que los porcentajes estaban correlacionados con las variables climáticas de radiación y humedad (Cuadro 1). La raza Brahman no presentó ninguna relación.

**Cuadro 1.** Correlación entre variables climáticas y el comportamiento reproductivo de vacas de las razas Hereford, Braford y Brahman.

| Variables \ Razas | Hereford | Braford | Brahman |
|---|---|---|---|
| Humedad | -55 (0.01) | -51 (0.02) | -24 (0.31) |
| Lluvia | -05 (0.83) | -01 (0.98) | -01 (0.98) |
| Radiación | 46 (0.05) | 53 (0.02) | 25 (0.30) |
| Temperatura | 23 (0.35) | 16 (0.51) | 21 (0.38) |
| Viento | 37 (0.12) | 38 (0.11) | 09 (0.72) |
| ITH | 35 (0.15) | 25 (0.31) | 24 (0.32) |

() Probabilidad.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

Al evaluar las razas que se vieron más afectadas por los factores climáticos, se puede observar en la Figura 1, que el comportamiento reproductivo menos eficiente fue para las vacas Hereford, lo que coincidió con un aumento en la radiación.

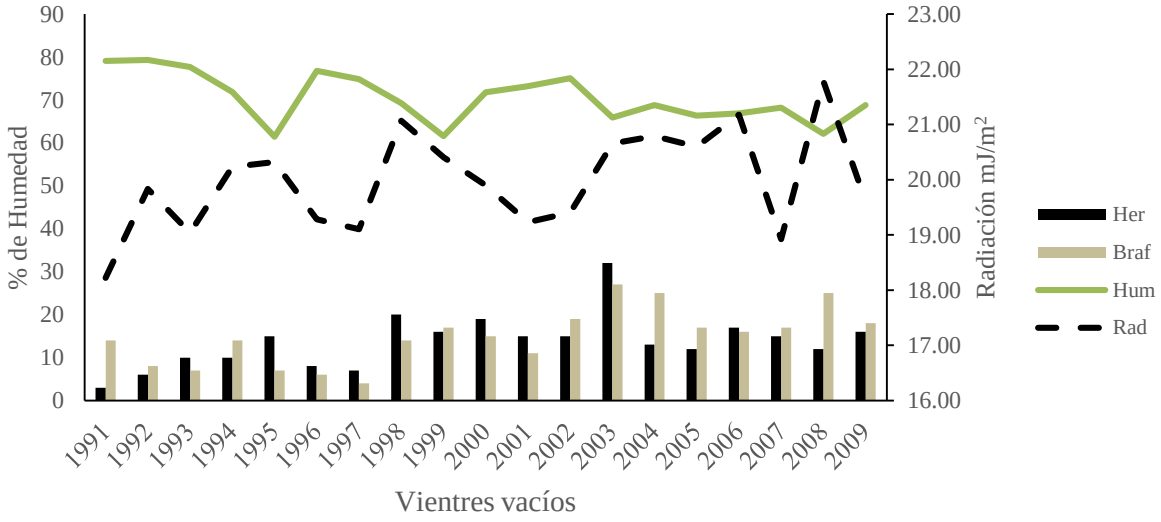



**Figura 1.** Efecto de factores climáticos radiación (Rad) – humedad (Hum) sobre el comportamiento reproductivos de vacas Hereford (Her) y Braford (Braf).

Fueron descartadas del análisis todas las vacas con fallas en la reproducción, que fueron debidamente gestantes pero que resultaron vacías al momento del parto (muerte embrionaria temprana, Sartori, 2006). Además, existen muchas causas de tipo zoonóticas (*Brucella abortus*, IBR, *Leptospirosis*, *Campylobacter fetus*, entre otras) que producen fallas en la reproducción (De Luca, 2006; Draghi *et al*., 2006). Estos mismos autores (Draghi *et al*., 2006) mencionaron que existen aproximadamente 40% de casos que no se pueden determinar la causa de la pérdida. Por otro lado, las pérdidas del nacimiento al destete, se deben en su mayoría al manejo del hato. Asimismo, la importancia del suministro del calostro en las primeras horas de vida del becerro que le provea de defensas contra enfermedades infecciosas.

En el presente estudio las vacas de la raza Hereford, fueron las que presentaron el menor comportamiento reproductivo, ya que esta raza sufre las condiciones climáticas adversas de los climas del trópico, debido principalmente a que se trata de una raza originaria de regiones templadas a frías. Factores de estrés ambiental como calor y humedad provocan, desde la baja producción de leche hasta problemas como el cáncer de ojo causado por la alta radiación de estas latitudes, además, los ectoparásitos que causan miasis, entre otros, a los cuales la Hereford es muy susceptible (Burrow y Prayaga, 2004).

Uribe *et al*. (2001) determinaron que la humedad relativa y la radiación solar son las principales causas de disminución en las tasas de crecimiento, fallas en la reproducción, y aumento en la mortalidad embrionaria y fetal temprana. Al evaluar el efecto de la humedad relativa ($p < 0.05$) se

encontró una relación negativa entre ésta y el número de vacas vacías. Si bien el efecto directo sobre el animal puede deberse a que, altas humedades impiden la disipación de calor por sudoración y respiración lo que provoca un estrés térmico (Renaudeau, 2005).

Recientes estudios comprobaron que la deficiencia nutricional durante el último tercio de gestación, interfiere en el desempeño productivo y reproductivo de sus crías, también resalta la mayor importancia de la nutrición pre-parto que la pos-parto y puede interferir en la programación del feto y consecuentemente alterar el desempeño productivo y reproductivo de la cría (Granja *et al*., 2012).

## CONCLUSIONES

Se concluye que el clima ejerce un efecto bien marcado, sobre todo en razas de origen europeo como la Hereford. Por lo cual no se recomienda la introducción de estos biotipos a zonas con regímenes tropicales o subtropicales, si sus cruzamientos para obtener cualidades carniceras y/o lecheras. Los índices reproductivos se encuentran afectados, sobre todo por la radiación solar (temperatura), por lo cual se debe dotar de sombras naturales a las vacas en sistemas extensivos.

## LITERATURA CITADA

Burrow, H. M. and K. C. Prayaga. 2004. Correlated responses in productive and adaptive traits and temperament following selection for growth and heat resistance in tropical beef cattle. Livestock Production Science 86: 143-161.

Córdova, I. A., M. A. Murillo y J. H. Castillo. 2009. Efecto de factores climáticos sobre la conducta reproductiva bovina en los trópicos. Una revisión. Red Veterinaria. 11:1-12. Disponible en: htt://www.veterinaria.org/revista/redvet/n010110.html

Da Silva, R. G. 2006. Weather and climate and animal production. In: Update of the guide to agricultural meteorological practices. WMO-No.134

De Luca, L. J. 2002. Aborto bovino; causas, frecuencia, etiopatogenia, inmunidad. Disponible en: www.producción-animal.com.ar.

Draghi, M. G., C. A. Soni, B. Beckwith, M. A. Zurbriggen, A. C. Homse, D. Rochinotti, C. A. Rizzi, E. L. Alcaraz, S. G. Caspe, J. C. Ramírez, M. Pereira, G. M. Biotti, L. M. Ramírez, y C. G. Sosa. 2006. Estudio de las distintas causas de mortalidad perinatal en bovinos en el Nordeste Argentino. Revista de Medicina Veterinaria 87(4): 1-38.

Escobar, J. y F. Huertas. 2005. Influencias climáticas sobre la reproducción en Ganado Holstein. Medellín, Colombia. *In:* V Reunión ALPA, G-70

Ghiano, J., M. Taverna, L. Gastaldi y E. Walter. 2014. Manejo del estrés calórico. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta__-5_jornada_nacional_de_forrajes_conservados_-_m_3.pdf

Granja, S. Y. T., J. C. Ribeiro, G. D. Toro, C. L. Rivera, M. Machado y A. A. Manrique. 2012. Acidosis ruminal en bovinos lecheros: implicaciones sobre la producción y la salud animal. Revista electrónica de Veterinaria 13(4): 1-11. Disponible en: URL: http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040412/041210.pdf.

Hansen, P. J. , M. Drost, R. M. Rivera, F. F. Paula-Lopes, Y. M. Al-Katanani, C. E. Krininger, and Jr. C. C. Chase, 2001. Adverse impact of the heat stress on embryo production: causes and strategies for mitigation. Theriogenology 55: 91-103.

Inchausti, R. 1999. El estrés en el ganado. Revista Acovez. pp. 18-26.

InfoStat. 2014. Software estadístico InfoStat. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Ingraham, R. R., D. Gillette and W. Wagner. 1977. Relationship of temperature and humidity conception rate of Holstein cows in suhtropical climate. Journal of Dairy Science 56: 476.

Lara, J. E., D. N. Bottegal, M. Zimerman, A. F. Suarez, M. Ballón y L. Martínez-Calsina. 2014. Condiciones ambientales y consumo de agua en un sistema silvopastoril comparado con un sistema pastoril. Revista Argentina de Producción Animal 34(Supl. 1): 213-290.

López, H., L. D. Satter and M. C. Wiltbank. 2004. Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. Animal Reproduction Science 81: 209-223.

Mansilla, V. 2006. Estudio preliminar de algunas variables climáticas sobre la eficiencia reproductiva en vacas Holstein Friesian en la provincia de nuble. Tesis, Universidad de Concepción, Chile.

Montiel, F. and C. Ahuja. 2005. Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle: a review. Animal Reproduction Science 85: 1-26.

Renaudeau, D. 2005. Effects of short-term exposure to high ambient temperature and relative humidity on thermoregulatory responses of European (Large White) and Caribbean (Creole) restrictively-fed growing pigs. Animal Research 54: 81-93.

Rivera, F., T. Gonzales y S. Escobar. 2006. Efecto del índice humedad-temperatura sobre la tasa de fertilidad en vacas mestizas. Maracaibo, Venezuela. P. 36-44.

Román, P. H. 2008. Efecto del estrés térmico sobre la fertilidad del ganado bovino. Veracruz, México. P. 265-288.

Sartori, R. 2006. Mortalidad embrionaria en bovinos lecheros. Brazil: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

Uribe, V. L. F., E. Oba, L. H. A. Brasil, F. N. Souza & F. S. Wechsler. 2001. Efeitos do estresse termico nas concentracoes plasmaticas de progesterona (P4) e estradiol 17-b (E2) e temperatura retal em cabras da raça Pardo Alpina. Revista Brasileira de Zootecnia 30(2):388-393.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# MASTITIS SUBCLÍNICA, AGENTE CAUSAL Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE

## [SUBCLINICAL MASTITIS, CAUSAL AGENT AND ITS EFFECT ON THE PRODUCTION AND COMPOSITION OF MILK]

**Maribel Reyes Jimenez, José Guadalupe Gamboa Alvarado, Narciso Ysac Ávila Serrano, Monica Marcela Galicia Jimenez**

Universidad del Mar Campus Puerto Escondido, Oaxaca 71980, México. §Autor para correspondencia: (tempoal@gmail.com).

## RESUMEN

Con la finalidad de obtener la incidencia de mastitis subclínica, se utilizaron 17 hembras bovinas cruza de Cebú/Holstein doble propósito, en doble ordeño mecánico y mismas condiciones de alimentación, en un rancho del municipio de Tututepec, Oaxaca México. Se realizó un diagnóstico de mastitis semanal por medio de conductividad eléctrica y para encontrar el microorganismo causal se realizaron pruebas bioquímicas en Agar Sal Manitol. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, para evaluar el efecto de la mastitis subclínica y se realizó una estimación de la producción y el análisis de los componentes: grasa, proteína y sólidos totales además del pH. El estudio arrojo una incidencia durante toda la lactancia de 33. 86% de mastitis subclínica, con mayor prevalencia durante las últimas etapas de la lactancia, y una predominancia de 34.3% de *Staphylococcus aureus* subsp aureus, indicando mastitis subclínica del tipo contagioso. La investigación muestra una reducción ($p < 0.05$) de producción, grasa, proteína y sólidos totales. Los resultados resaltan el impacto desfavorable en la calidad y cantidad de leche producida e indican una alta incidencia de mastitis subclínica de origen contagioso.

**Palabras clave:** Componentes lácteos, etapa de lactancia, incidencia, leche bovina, mastitis subclínica, *S. aureus*.

## ABSTRACT

To obtain the incidence of subclinical mastitis, it used 17 bovine females race Zebu/Holstein double purpose, in double mechanical milking and same feeding conditions, in a ranch of the municipality of Tututepec, Oaxaca, Mexico. Weekly diagnosis of mastitis was carried out using electrical conductivity, and to find the causative microorganism, biochemical tests were performed on Mannitol Salt Agar. A completely randomized experimental design was used to evaluate the effect of subclinical mastitis and an estimation of the production and analysis of the components: fat, protein and total solids were carried out in addition to the pH. The study showed an incidence of 33. 86% of subclinical mastitis, with a higher prevalence during the last stages of lactation, and a predominance of 34.3% of Staphylococcus aureus subsp aureus, indicating subclinical mastitis of the contagious type during the whole lactation. The research shows a significant reduction ($p < 0.05$) in production, fat, protein and total solids. The milk with mastitis a pH of 6.70. The results

highlight the unfavorable impact on the quality and quantity of milk produced and indicates a high incidence of subclinical mastitis of contagious origin.

**Index words**: Dairy components, lactation stage, milk bovine, *S. aureus*, subclinical mastitis.

## INTRODUCCIÓN

En la industria láctea, el déficit en calidad, se basa en las características fisicoquímicas y sensoriales de la leche (Juárez *et al.,* 2015), desde la producción primaria por deficiencia de tecnología y condiciones sanitarias (Cahue *et al*., 2017), ocasionando problemas en la calidad y producción láctea, bienestar animal y salud pública (Mera *et al*., 2017). La mastitis bovina, es una de las enfermedades de mayor incidencia en ganado bovino lechero que provoca pérdidas en producción así como mayores costos en la industria láctea (Mendoza *et al*., 2017; Sharma *et al.,* 2010), además de incrementar la concentración de células somáticas y la disminución del rendimiento (Gonçalves *et al*., 2018) esta enfermedad se identifica por causar inflamación de la glándula mamaria (Bedolla *et al*., 2007) cuyo origen puede ser infeccioso, traumático o toxico (Mendoza *et al*., 2017). Esta se clasificada por grado de inflamación, lesiones e implicaciones sistemáticas que derivan en Mastitis Subclínica y Mastitis Clínica (Fernández *et al.,* 2012). Según Ramírez *et al*. (2018), se han registrado más de 200 microorganismos causantes asociados a mastitis bovina dividiéndose en cuatro categorías: contagiosos, ambientales, oportunistas y otros.

En diversos estudios los microorganismos predominantes son: *Staphylococcus aureus, Streptococcus agalactiae, Streptococcus uberis* (Cervantes *et al*., 2017; Ruiz *et al*., 2011) considerándolos del tipo contagioso, que están relacionados directamente con malas prácticas de ordeño (Mendoza *et al*., 2017). En este estudio el objetivo fue identificar la presencia de mastitis subclínica e identificar los microrganismos causales además de evaluar el efecto que tiene en la producción y en componentes de la leche.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en un rancho del municipio de Tututepec de la Costa de Oaxaca, México, ubicado en las coordenadas 15° 97' 97'' N y 97° 23' 46''O, a una altura de 20 msnm. Se utilizaron como unidades experimentales 17 bovinos hembras cruza de raza Cebú/Holstein doble propósito, con más de dos partos en las mismas condiciones de manejo en doble ordeño mecánico y alimentación. Se hizo el pesaje de leche y la estimación de producción utilizando el método que propone Mellado (2012), además del diagnóstico de mastitis semanal utilizando un medidor portátil DRAMINSKI Detector de mastitis 1Q. Se tomaron muestras de leche individuales durante su lactancia (noviembre del 2017 a agosto del 2018), para el transporte se mantuvieron de 3 a 5 °C y durante el análisis de 18 a 21 °C. El análisis de composición se realizó en el Laboratorio de Tecnologías de Productos Pecuarios de la Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, ubicado en la ciudad de Puerto Escondido, Oaxaca, México en donde los componentes evaluados fueron: pH por medio de un potenciómetro (HANNA Foodcare HI 99161), grasa, proteína, solidos totales con ayuda de un Analizador de leche Lacticheck P&P Milk Analyzer. El

análisis microbiológico se realizó en el Laboratorio de Genética de la Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, para el aislamiento y detección de *Staphylococcus aureus* se utilizó el Agar Sal Manitol y las pruebas bioquímicas de rutina (Tinción de Gram, catalasa, coagulasa, TSI, hemólisis, oxidasa, NaCl 10 y 15%, a temperatura 15 y 45 °C).

El diseño experimental fue completamente al azar y la etapa de lactancia como fuente de variación (1a etapa: 1 a 90 días; 2a etapa: 91 a 180 días y 3a etapa: de 180 a 270 días). La información obtenida fue analizada con (SAS 2003); los comandos PROC FREQ para ausencia o presencia de mastitis subclínica por etapa de lactancia con el estadístico de prueba .ji cuadrada. Los componentes y la producción láctea se analizaron con análisis de varianza con los comandos PROC GLM y la comparación de medias con la de prueba Tukey ($p < 0.05$).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Mastitis subclínica y su microorganismo causal

Se presentó 19.23 % de mastitis en la primera etapa de lactancia; sin embargo, no hubo diferencia ($p > 0.05$) comparando la segunda etapa 39.01 % con la tercera 43.33 % (Figura 1). La segunda y tercera etapas tuvieron mayor porcentaje de cuartos mamarios afectados, siendo estos resultados similares a los obtenidos por Velásquez y Vega (2012), quienes reportan 38.2% y 40.3%, encontrándose que aumenta la concentración de células somáticas al final de la lactancia con mayor efecto en vacas multíparas (De Hass *et al*., 2002), indicando que a mayor tiempo en lactancia las vacas son más propensas a mastitis (Naseemunnisa *et al*., 2017), además de mayor disponibilidad de contagio en la última etapa (Ramírez, 2015) que coincide de igual forma con la época de lluvias al incrementar la humedad, lo que se vuelve un factor de riesgo para el contagio (Florio *et al*., 2015). El porcentaje general de incidencia de mastitis durante la lactancia fue de 33.86 %; comparándolo con trabajos realizados en Latinoamérica, fue igual a 33.64 % (Condori, 2017) en Perú a través del método Draminski en vacas de raza Brown Swiss, pero fue mayor a lo obtenido en animales de cruza con predominancia de raza Holando 20.34% por Álvarez y Antín (2017), con un muestreo mensual que pudo haber limitado el análisis estadístico, en cambio, la incidencia fue menor a 39.5 % en periodo primavera-verano (Ramírez *et al*., 2011), a 43.4% (Sánchez *et al*., 2018) en ordeña manual de Colombia. Sin embargo, mínima diferencia con 35.64% en unidades de producción de ordeño mecánico de México (Aguilar *et al*., 2014), indicando que las deficientes prácticas de manejo e higiene inciden sobre la presencia de la mastitis subclínica, independientemente del tipo de ordeño.

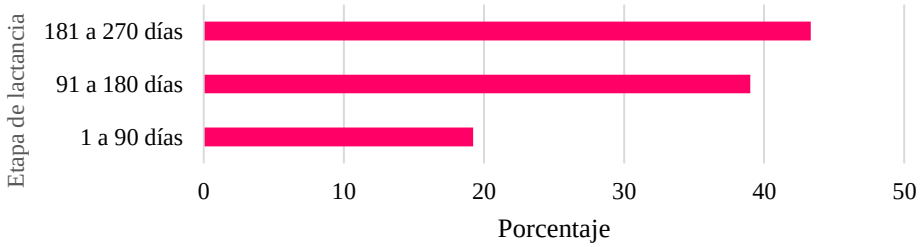



**Figura 1.** Porcentaje de presencia de mastitis en cada etapa de lactancia.

El 34.3% *Staphylococcus aureus* subsp aureus y el 22.9% fue *Staphylococcus aureus* (Figura 2) menor a lo obtenido en el trópico húmedo de México por Cervantes *et al*. (2017), en ganado doble propósito y ordeño mecánico, identificando a *S. aureus* como uno de los microorganismos contagiosos (Heikkilä *et al*., 2018) y presente en vacas del trópico de México en lactancia avanzada (Muñoz *et al*., 2012). De igual forma *S. coagulasa-negativa* con un porcentaje de 11.4 % similar a la proporción encontrada por Alfonso *et al.* (2017) en Cuba, en animales de cruza Holstein con Cebú, considerándose como uno de los microorganismos de alta prevalencia y patógeno emergente en la mastitis bovina (Bogni *et al*., 2011).

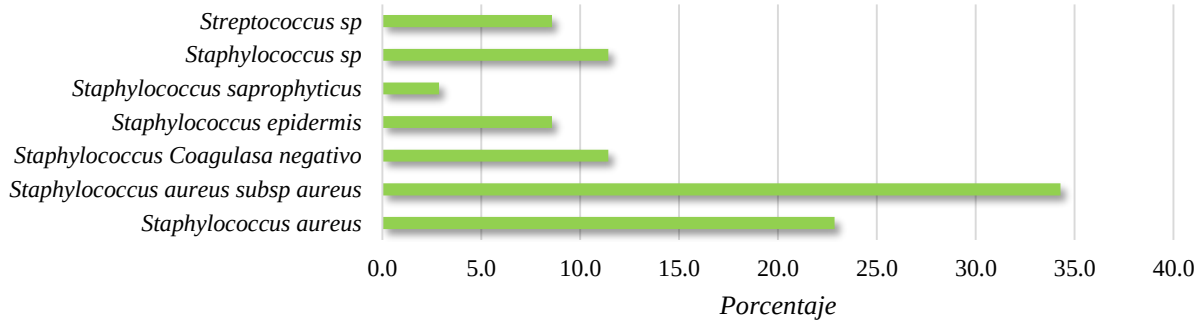



**Figura 2.** Bacterias aisladas de la leche.

## Producción y composición de leche bovina

Se obtuvo 13.85% menor producción en vacas que presentaron mastitis en la segunda etapa y 10.74% menor producción en la tercera etapa de la lactancia (Cuadro 1). Siendo mayor en comparación con 9.9% de reducción de producción láctea en la estimación realizada por Guimarães *et al.* (2017) con registros de granjas en condiciones tropicales. Con respecto a la grasa de la leche, Corbellini (2015), indica que hay una reducción del 10% de este componente en leche con mastitis, no obstante en el Cuadro 1, se obtuvo una reducción en las etapas de la lactancia: primera de 23.08%, segunda de 30.72% y tercera de 30%, en comparación con un trabajo realizado en ganado doble propósito con objeto de verificar el rendimiento de la leche, tuvieron una reducción de 3.64 % en leche sin mastitis subclínica a 3.07% de grasa en leche con mastitis (Calderón *et al,*. 2011), aun dentro de los parámetros establecidos para el procesamiento de la leche. De igual forma existe

una disminución porcentual significativa ($p < 0.05$)en la primera etapa de 6.43%, en la segunda etapa 5.2 % y en la tercer etapa de 8.18 % de proteína en la leche que se ve afectada por mastitis subclínica en comparación a leche proveniente de vacas sanas, sin embargo, al reducirse la proteína sintetizada es complementada con el incremento de las proteínas séricas e inmunoglobulinas que entran a la leche debido a la permeabilidad capilar (Ramírez *et al*., 2019), es por ello que, la disminución existente por efecto de la mastitis subclínica no es constante (Calderón *et al*., 2011; Aranguren *et al*., 2009).

Con diferencia significativa ($p < 0.05$), los sólidos totales van disminuyendo de forma gradual conforme avanza el número de días en lactancia, el porcentaje de disminución de sólidos totales en la primer etapa es de 13.11%, 13.61% en la segunda y de 15.63% en la tercer etapa, de igual forma. Con respecto al efecto de la mastitis en el pH de la leche, hubo diferencia ($p < 0.05$) aunque todavía dentro del rango establecido en leche fresca de 6.5 a 6.8 (Negri, 2005), siendo mínima la diferencia de pH de leche que proviene de cuartos mamarios infectados con respecto a leche proveniente de vacas sanas, con un promedio general de 6.70 menor a lo reportado por Arteaga *et al*. (2016) donde la leche proveniente de cuartos mamarios infectados obtuvo un pH de 6.72.

**Cuadro 1.** Efecto de la mastitis subclínica sobre la producción, grasa, proteína, solidos totales y pH.

| | Producción | | Grasa | | Proteína | | Sólidos Totales | | pH | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Et | Mastitis Subcl. | Sanas | Mastitis Subcl. | Sanas | Mastitis Subcl. | Sanas | Mastitis Subcl. | Sanas | Mastitis Subcl. | Sanas |
| 1 | 4.52± 0.11 [a] | 4.57± 0.05[a] | 3.80± 0.14[a*] | 4.94± 0.07[a] | 3.20± 0.01[a*] | 3.42± 0.006[a] | 12.20± 0.20[a*] | 14.04± 0.08[a] | 6.70± 0.01[a*] | 6.60± 0.005[a] |
| 2 | 2.80± 0.05[b*] | 3.25± 0.04[b] | 3.0± 0.06[b*] | 4.33± 0.04[b] | 3.10± 0.01[b*] | 3.27± 0.005[b] | 11.24± 0.08[b*] | 13.01± 0.05[b] | 6.58± 0.009[b*] | 6.56± 0.007[b] |
| 3 | 2.41± 0.04[c*] | 2.70± 0.04[c] | 2.80± 0.06[c*] | 4.0± 0.05[c] | 3.03± 0.01[c*] | 3.30± 0.008[c] | 10.80± 0.09[c*] | 12.80± 0.70[b] | 6.80± 0.009[c*] | 6.70± 0.007[c] |
| μ | 3.24± 0.20 | 3.50± 0.04 | 3.20± 0.09 | 3.94± 0.05 | 3.11± 0.01 | 3.34± 0.006 | 11.41± 0.12 | 13.28± 0.28 | 6.70± 0.03 | 6.62± 0.02 |

[a, b, c] Promedios en columna con diferente literal difieren estadísticamente ($p < 0.05$).

* Diferencia ($p < 0.05$) de las variables producción, grasa, proteína, sólidos totales y pH entre vacas con mastitis subclínica y vacas sanas.

Et= Etapa de la lactancia (1= 1 a 90 días, 2= 91 a 180 días, 3= 181 a 270 días)

## CONCLUSIONES

La frecuencia de mastitis subclínica en vacas en doble ordeño mecánico resalta el impacto desfavorable en la calidad y cantidad de leche producida e indican una alta incidencia de mastitis subclínica de origen contagioso.

## LITERATURA CITADA

Aguilar, A. A., P. J. Bañuelos, B. E. Pimienta, F. A. Aguilar y M. P. Torres. 2014. Prevalencia de mastitis subclínica en la región Ciénega del estado de Jalisco. Abanico Veterinario 4: 24-31.

Álvarez, M. L. y I. Antín J. 2017 Curvas de lactancia e incidencia de mastitis subclínica en un tambo ubicado en el departamento capital de La Pampa. Semiárida Revista de la Facultad de Agronomía 27: 45-57.

Aranguren, P. A. J., A. A. López O., C. A. Mendoza y N. Delgado. 2009. Efecto de la mastitis clínica y subclínica sobre la concentración plasmática de metabolitos, proteínas totales y albumina en hembras bovinas.

Arteaga, F. E. Hurtado y H. Dueñas. 2016. Extractos de *Allium sativum* y *Organum vulgare* como reductores de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, causales de mastitis subclínica. Revista Unellez de Ciencia.

Bedolla, C. C., V. H. Castañeda y W. Wolter. 2007. Métodos de detección de la mastitis bovina. Revista electrónica de Veterinaria. ISSN 1695-7504. 8: 1-17.

Bogni, C., L. Oiderno, C. Raspanti, J. Giraundo, A. Larriestra, E. Reinoso, M. Lasagno, M. Ferrari, E. Ducros, C. Frigerio, S. Bettera, M. Pellegrino, I. Frola, S. Dieser y C. Vissio. 2011. War against mastitis: Current concepts on controlling bovine mastitis pathogens. Sciencie against microbial pathogens: communicating current research and technological advances. 483-493.

Cahue, O. A. G., F. R. Meléndez y M. J. M. Fomperosa 2017. Un acercamiento a los factores de competitividad de la industria láctea. Memoria del XI Congreso de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad.

Calderón, A., R. M. Arteaga, C. V. Rodríguez, G. J. Arrieta, D. C. Bermúdez y P. V. Villareal 2011. Efecto de la mastitis subclínica sobre el rendimiento en la fabricación del queso costeño. Biosalud. 10: 16-27.

Cervantes, P., S. Portela, A. Hernández, B. Domínguez, B. F. Gómez, C. J. A. Villagómez y S. Barrientos. 2017. Aislamiento de patógenos causantes de mastitis subclínica en vacas del Trópico húmedo en Veracruz, México. Actas Iberoamericanas en Conservación Animal.10: 103-109.

Condori, H. A. A. 2017. Prevalencia y factores de riesgos de mastitis subclínica en vacunos Brown Swiss del Distrito de Umachiri-Melgar. Puno Perú. TESIS. Universidad Nacional del Antiplano.

Corbellini, C. N. 2015. La mastitis bovina y su impacto sobre la calidad de la leche. Proyecto Lechero. INTA.

De Hass, Y., H. W. Barkema and R. F. Veerkamp 2002. The Effect of Pathogen-Specific Clinical Mastitis on the Lactation Curve for Somatic Cell Count. Journal Dairy Science 85: 1314-1323.

Florio, L. P. J., M. Pineda, M. Polanco, J. Mendoza, N. Díaz y L. G. Florio 2015. Estrategias de prevención y control de Mastitis como apoyo para preservar un rebaño bovino en Los Llanos Centrales, Venezuela. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal.

Gonçalves, J. L., C. Kamphuis, C. M. M. R. Martins, J. R. Barreiro, T. Tomazi, A. H. Gameiro, H. Hogeveen and M. V. Dos Santos 2018. Bovine subclinical mastitis reduces milk yield and economic return. Livestock Science 210: 25-32.

Guimarães, L. B. J., A. V. P. M. Brito, C. C. Lange, R. M. Silva, B. J. Ribeiro, C. L. Mendonça, F. M. J. Mendonça and N. G. Souza. 2017. Estimate of the economic impact of mastitis: A case study in Holstein dairy herd under tropical conditions. Preventive Veterinary Medicine 142: 46-50.

Heikkilä, A. M., E. Liski, S. Pyörälä and S. Taponen. 2018. Pathogen-specific production losses in bovine mastitis. Journal Dairy Science 101: 1-12.

Juárez, B. J. M., M. J. Rodríguez, S. C. E. Martínez, S. B. Hernández, G. E. Paz, A. C. A. Gómez R. P. Díaz y L. E. Herman. 2015. Evaluación y clasificación de calidad de leches comerciales consumidas en Tuxtepec, Oaxaca, México. Ecosistemas y recursos agropecuarios. 2: 327-337.

Mellado, B. M. 2012. Producción de leche en zonas templadas y tropicales. Reimpresión. Trillas. México.

Mendoza, J. A., Y. A. Vera y L. C. Peña. 2017. Prevalencia de mastitis subclínica, microorganismos asociados y factores de riesgo identificados en hatos de la provincia de Pamplona, Norte de Santander.

Mera, A. R., E. M. Muñoz, R. J. R. Artieda, T. P. Ortiz, S. R. González y F. V. Vega. 2017. Mastitis bovina y repercusión en la calidad de la leche. Revista electrónica Veterinaria 18: 1-16.

Muñoz, S. J., A. L. Hernández, B. E. Arrieta, D. L. M. Camacho y V. D. Hernández. 2012. Aislamiento bacteriano en bovinos de doble propósito con mastitis subclínicas, en la costa de Guerrero, México. 13: 1-11.

Naseemunnisa, M., S. K. Mahmood y M. M. Silar. 2017. Determination of bovine mastitis in cows by considering the different parameters like lactation, age, breed, quarters, herd, and season wise in Kurnool, A.P. IJSRSET. 3: 351-355.

Negri, L. M. 2005. El pH y la acidez de la leche. Manual de referencias técnicas para el logro de leche de calidad. Segunda Edición. INTA.

Ramírez, S. J. M. 2015. Prevalencia y factores predisponentes a mastitis subclínica en establos lecheros de la provincia de Trujillo. Revista CEDAMAZ. 5: 12-22.

Ramírez, V. N., H. O. Arroyave, M. M. Cerón, M. Jaramillo, J. J. Cerón y G. Palacio. 2011. Factores asociados a mastitis en vacas de la microcuenca lechera del antiplano norte de Antioquia, Colombia. Revista Medicina Veterinaria. 22: 31-42.

Ramírez, V. N. J., S. A. Fernández y P. L. Guillermo. 2018. Tasa de incidencia de mastitis clínica y susceptibilidad antibiótica de patógenos productores de mastitis en ganado lechero del norte de Antioquia, Colombia. Revista Médica Veterinaria 36: 75-87.

Ramírez, R. E. J., M. J. Rodríguez, M. I. R. Huerta, C. A. Cárdenas and B. J. M. Juárez. 2019. Tropical milk production systems and milk quality: a review. Tropical Animal Health and Production.

Ramya, P., S. Rajeshukumar, S. Sujatha, and L. Venkateswara R. 2017. Prevalence of staphylococcus aureus in raw milk samples. International Journal of Chemical Studies. 5: 1351-1353.

Ruiz, A. K., P. Ponce, G. Gomes, A. Mota R, E. Sampaio, E. R. Lucena y S. Benone. 2011. Prevalencia de Mastitis bovina subclínica y microorganismos asociados: Comparación entre ordeño manual y mecánico, en Pernambuco, Brasil. Revista Salud Animal 33: 57-64.

Sánchez, B. M. P., M. N. P. Gutiérrez y A. I. J. Posada 2018. Prevalencia de mastitis bovina en el Cañón de Anaime, región lechera de Colombia, incluyendo etiología y resistencia antimicrobiana. Revista Inv. Vet. Perú. 29: 226-239.

Sharmam, N., V. Pandey and A. Sudhan N. 2010. Comparison of some indirect screening test for detection of subclinical mastitis in dairy cows. Bulgarian Journal of Veterinary Medicine. 13: 98-103.

Velásquez, C. V. y V. J. Vega. 2012. Calidad de la leche y mastitis subclínica en establos de la provincia de Huaura, Lima Perú. Rev. Inv. Vet. Perú. 23: 65-71.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA MOLECULAR BASADA EN PCR TIEMPO REAL PARA LA DETECCIÓN DE *Brucella abortus*

# [DESIGN OF A MOLECULAR METHODOLOGY BASED ON REAL TIME PCR FOR THE DETECTION OF *Brucella abortus*]

**E. I. González-Jiménez[1], L. F. Guzmán-Rodríguez[2], L. X. Zelaya-Molina[2], J. C. Álvarez-Hernández[1], S. Pardo-Melgarejo[1], C. A. Ramos-Jonapa[3], J. Herrera-Camacho[4§]**

[1]Campo Experimental Valle de Apatzingán-INIFAP. [2]Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP. [3]Programa de Posgrado MIPP-CUCBA-UDG. [4]Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales-UMSNH. [§]Autor para correspondencia: (josheca@gmail.com).

## RESUMEN

La brucelosis es una enfermedad infecciosa zoonótica, limitante de la producción ganadera bovina en México, los principales signos clínicos de la enfermedad son infertilidad en machos, repetición de celo y abortos en distintas etapas de la gestación de las hembras. México es una zona de alta prevalencia y en la actualidad las técnicas de diagnóstico utilizadas para esta enfermedad son Rosa de Bengala y ELISA. El objetivo del presente estudio fue diseñar iniciadores específicos para Brucella abortus, que puedan ser utilizados en metodologías de diagnóstico moleculares como la PCR, seleccionando blancos moleculares como *virB3* y *wbkA* que no intercedan en las especies vacúnales de esta bacteria. Los iniciadores diseñados Ba_virB3_Fw/Ba_virB3_Rv, y Ba_WbkA_fw/Ba_WbkA_Rv amplifican un fragmento de 121 y 146 pares de bases (pb), respectivamente; por lo que las condiciones de amplificación fueron estandarizadas considerando el tamaño del fragmento, con estos resultados se validó la funcionalidad de los iniciadores en los ensayos de PCR tiempo real (qPCR) para la detección de *B. abortus*.

**Palabras clave:** Bacterias, abortos, iniciadores.

## ABSTRACT

Brucellosis is a zoonotic infectious disease, limiting cattle production in México, the main clinical signs of the disease are infertility in males, recurrence of estrus and abortions in different stages of the gestation of females. Mexico is an area of high prevalence and currently, the diagnostic techniques used for this disease are Rose Bengal and ELISA. The aim of the present study was to design specific primers for *Brucella abortus*, which can be used in molecular diagnostic methodologies such as PCR, selected molecular targets such as *virB3* and *wbkA* that do not intercede in the vaccine species of this bacterium. The designed initiators Ba_virB3_Fw / Ba_virB3_Rv, and Ba_WbkA_fw / Ba_WbkA_Rv amplify a fragment of 121 and 146 base pairs (bp), respectively; therefore, the amplification conditions were standardized considering the size of the fragment, with these results the functionality of the initiators in the real-time PCR assays (qPCR) for the detection of B. abortus was validated.

**Index words:** bacteria, abortions, primers.

## INTRODUCCIÓN

La brucelosis enfermedad infectocontagiosa, aguda o crónica que afecta tanto a los animales como al hombre, causada por bacterias del genero *Brucella*. En la actualidad se reconocen seis especies para *Brucella: B. melitensis*, *B. abortus*, *B. suis*, *B. neotomae*, del grupo S y *B. ovis* y *B. canis* del grupo R. Las cepas de *Brucella* de una misma especie son diferentes en algunas características, por tal motivo ha permitido su clasificación por biotipos para estudios epidemiológicos. La de mayor importancia para el ganado bovino es *Brucella abortus*, causante de grandes pérdidas económicas en la industria ganadera, sobre todo en los países en vías de desarrollo, donde no ha sido posible el control de esta bacteria. (Guzmán-Hernández *et al*., 2016).

A nivel mundial, la brucelosis es considerada como una de las principales zoonosis, es una de las causas de fiebre de origen desconocido en humanos con más de 500.000 casos anuales. En el ganado bovino la enfermedad es causante de altas tasas de abortos en hembras durante el último tercio de la gestación, retención de placentas, nacimiento de crías débiles, infertilidad y orquitis en machos. La infección en el ganado bovino depende de diversos factores como la edad, el estado reproductivo e inmunológico, de la resistencia natural, las vías de infección, los cambios infecciosos y de la virulencia de la cepa infecciosa (Tique *et al.*, 2009).

En México, existe una norma oficial contra la brucelosis animal (NOM-041-200-1995), la cual especifica la vacunación de los animales y la revacunación que puede realizarse en los animales adultos y en los hatos donde se presentan brotes de la enfermedad. Se ha demostrado que la revacunación presenta diferentes dificultades de carácter diagnóstico, debido a que una segunda vacunación aumenta los títulos de anticuerpos lo que provoca una baja especificidad en las pruebas serológicas rutinarias, ya que estas pruebas detectan anticuerpos y son incapaces de distinguir animales vacunados de los infectados con la bacteria (Bustamante *et al*., 2000).

El diagnóstico definitivo de la brucelosis se basa en el aislamiento de la bacteria; sin embargo, la proporción de cultivos positivos varia entre 15 y 85%. Se ha demostrado que las técnicas moleculares presentan una mayor sensibilidad y especificidad para la detección de *Brucella* en diversas muestras biológicas (sangre, leche, orina, semen, etc.). Las pruebas de PCR han tomado un protagonismo para el diagnóstico rápido y eficiente; de esta manera, se deja de lado el aislamiento de la bacteria para estudios de epidemiología. Para que las pruebas de PCR puedan ser utilizadas de manera rutinaria en el diagnóstico de bacterias como *Brucella abortus*, la técnica debe validarse, es decir, evaluar la prueba, con los aspectos de sensibilidad, especificidad y control de calidad (Álvarez-Ojeda *et al*., 2015). En este trabajo se plantearon los objetivos de estandarizar una prueba de PCR en tiempo real triplex, diseñando iniciadores especie específicos para *Brucella abortus*, utilizando DNA de referencia de la bacteria *B. abortus*, agregando un tercer iniciador para los controles positivos de *β-actina* bovina, con sondas TaqMan Fast Advanced Master Mix (Thermo Fisher Scientific, USA).

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño de iniciadores: Para establecer los blancos moleculares empleados en la detección de *Brucella abortus*, se realizó una búsqueda de literatura en la base de datos del Centro Nacional de Información Biotecnológica (NCBI), seleccionado el gen de la proteína *virB3* del sistema se secreción tipo IV y el gen *wbkA* que codifica para una glucosiltransferasa requerida para la biosíntesis de la cadena O del lipopolisacarido.

Se construyeron secuencias tomadas de la base de datos del GenBank con los números de acceso CP023309, CP023214, CP007788, CP002932, CP000709, CP008756, CP019346, CP006897 para el gen *virB3* y CP008774, CP016981, CP001578, CP017012, CP000708, CP022875, CP023239, CP007743, CP023974, CP023213 para el gen *wbkA*, las secuencias en formato fasta se sometieron a un alineamiento por medio del software MEGA y la plataforma electrónica BLAST. Los alineamientos generados fueron enviados a T4Oligo (Irapuato, México), para realizar la síntesis de oligos específicos para PCR y generar los iniciadores de cada gen seleccionado.

Cultivo de cepa: Se adquirió la cepa de *Brucella abortus* 99S, se cultivó en medio agar soya tripticasa (TSA) *Brucella*, el cual contiene 40 gr/L de medio TSA, extracto de levadura 5 gr/L y 2 gr/L de extracto de carne, se homogenizaron los ingredientes y se esterilizó en una autoclave a 121°C por 15 minutos, el medio se depositó en cajas de Petri, solidificado el medio se sembró la bacteria y se incubó a 37°C por 48 horas.

Extracción de DNA: Para obtener DNA de referencia se recuperaron 250 mg de biomasa del cultivo sólido sembrado con *B. abortus*, posteriormente se extrajo el DNA con el kit comercial "QUICK-DNA fecal/soil Microbe Miniprep" (Zymo-Research), siguiendo las recomendaciones y pasos del fabricante. La concentración y pureza del DNA se midió con el equipo de espectrofotometría NanoDrop 2000 (Thermo Fisher Scientific, USA).

Estandarización de la PCR tiempo real: Se utilizaron los iniciadores *virB3* Fw y Rv y *wbkA* Fw y Rv específicos para *Brucella abortus*, se utilizó un tercer par de iniciadores de β-actina bovina para los controles positivos de la prueba y sondas para sistema TaqMan en PCR tiempo real, los fluorocromos (FF) se eligieron con base a los canales de detección del sistema StepOne Plus™ (Thermo Fisher Scientific, USA).

Los iniciadores *virB3* Fw (5´-CGAGCAGGCGGAACATCTGA-3´), Rv (5´-GGCGGCAGCATCGTTCTCTT-3´) y *wbkA* Fw (5´-GCCACGGGTGCAGTTATCCT-3´) Rv (5´-GGGCAGGTCCCCAGAAAACA-3´) amplifican productos de 121 y 146 pares de bases respectivamente. Los iniciadores diseñados para *β-actina* bovina fueron los siguientes Fw (5´-CACCATCGGGAATGAGCGTTTC-3´) y Rv (5´-CTCGTGGATGCCAGCAGACTC-3´).

La sonda diseñada para *virB3* fue Probe (5´-TGCCGCATGACCAGCACGATTGG-3´) con FF HEX, y para *wbkA* PROBE (5´-TCAAGGGCCAGCGGGGCGGC-3´) con FF ROX y Actb PROBE (5´-CGCTGCCCTGAGACCCTGTTCCAGC-3´), con FF FAM, estas sondas hibridan, al igual que cada iniciador, específicamente para *B. abortus.*

Condiciones de la PCR tiempo real: Durante la estandarización, el mix se preparó a un volumen final de 20 µL, el cual contenía DNA de referencia de la bacteria *B. abortus* a una concentración final de 20 ng, también se incluyó TaqMan® Fast Advanced Master Mix a una concentración final de 1X, junto con los iniciadores *wbkA* Fw y Rv en concentración final de 600 nM, los iniciadores de *virB3* Fw y Rv se utilizaron a una concentración final de 500 nM, las sondas *virB3* PROBE se utilizó a una concentración final de 300 nM, mientras que la sonda *wbkA* PROBE fue utiliza a 400 nM. El iniciador de los controles positivos de *β-actina* bovina se utilizaron a 300 nM para Fw y Rv, mientras que para la sonda la concentración final fue de 150 nM. Se realizó el ensayo por triplicado, incluyendo un control negativo el cual contiene DNA de bovino libre de patógenos en concentración de 10 ng, este sirvió para evitar falsos positivos, también se incluyó un control sin templar llamado NTC el cual en lugar de tener DNA se agregó agua grado molecular.

Las condiciones de amplificación iniciaron con una desnaturalización a 94°C por 300 segundos durante 1 ciclo, seguido de 45 ciclos, donde cada ciclo constaba de una desnaturalización a 94°C durante 40 segundos, alineamiento a 64°C durante 30 segundos y extensión a 72° C durante 30 segundos. Estos ciclos de amplificación fueron programados en el sistema de un StepOne Plus™ (Thermo Fisher Scientific, USA).

## RESULTADOS Y DISCUCIÓN

La cantidad de DNA extraído fue en una concentración de 193 ng/µL y una pureza de 1.9 a una relación de absorbancia 260/280, resultado que favoreció el desarrollo de la estandarización de esta metodología de diagnóstico.

La amplificación de dos genes en una prueba diagnóstica para una misma bacteria patógena como la *Brucella abortus* ofrece gran ventaja sobre las pruebas diagnósticas de rutina, el utilizar en este diagnóstico el gen *wbkA* ofrece la ventaja de no interferir con agentes vacúnales para este patógeno. En México, la vacuna contra brúcela en los bovinos es realizada a partir de la cepa RB51 la cual esta desprovista de cadenas tipo O, donde precisamente el gen *wbkA* codifica para una glucosiltransferasa requerida para la biosíntesis de la cadena O del lipopolisacarido (Saldarriaga y Lopez., 2000), evitando de esta manera falsos positivos.

Después de múltiples ensayos realizados para la estandarización de esta metodología molecular utilizada para el diagnóstico de *Brucella abortus*, los mejores valores tanto de concentración, temperaturas y ciclos utilizados durante la amplificación, fueron los mostrados en la metodología, la sensibilidad de la prueba comparada por lo mostrado por González *et al.* (2018) en un ensayo de PCR convencional o punto final con los mismos iniciadores, demostró ser esta prueba 5 veces más sensible a la hora de detectar DNA, dichos autores utilizaron una concentración final de 100 ng de DNA bacteriano, mientras en este estudio se utilizó solo 20 ng.

Los resultados de la estandarización de la reacción de PCR tiempo real se muestran en la imagen 1. Donde se puede observar la curva de amplificación por triplicado de los 3 genes el *virB3*, *wbkA* y *β-Actina* bovina, en los controles positivos utilizados en la prueba, el NTC que contenía agua

grado molecular no se observa amplificaciones el cual muestra un resultado correcto, en el control negativo donde se incluyó DNA bovino amplifica solo la *β-Actina* bovina resultando en una amplificación correcta. El Ct (treshold cycle) está representado por el número de ciclos en el cual la producción de fluorescencia cruza el umbral establecido. En este trabajo los valores de Ct mostrados en la imagen 1 para los genes *virB3* y *wbkA*, se consideran valores tempranos, comparado con los valores mostrados para *β-actina* que corresponde a un Ct tardío, pero dentro del límite estándar permitido para amplificaciones normales de reacciones de PCR tiempo real (Vinueza-Burgos, 2009).

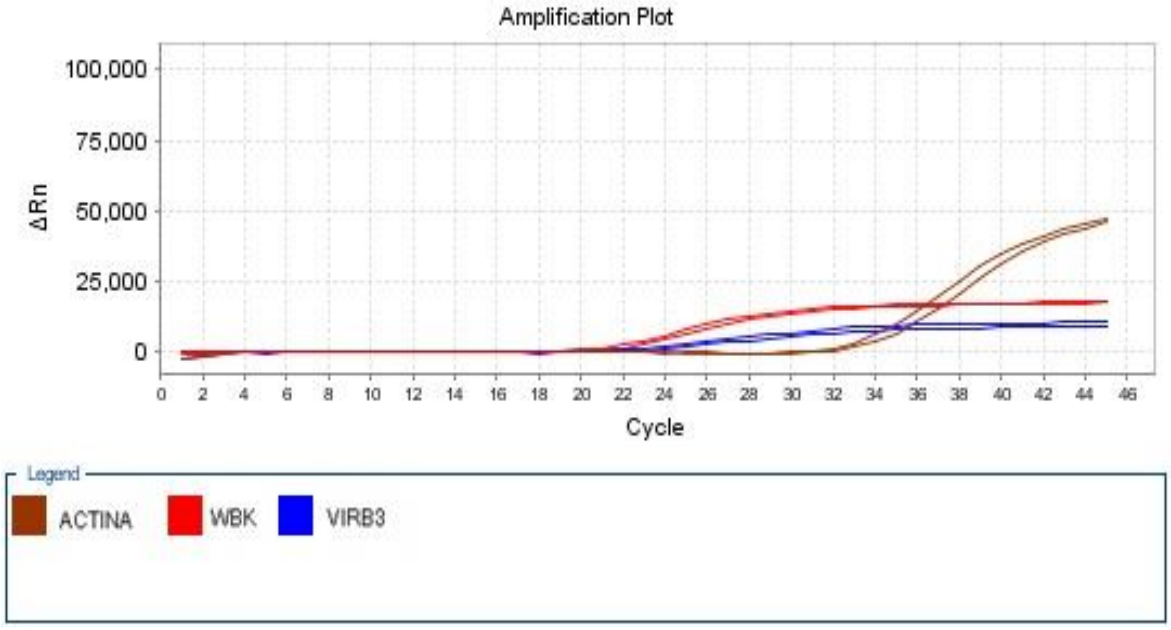



**Figura 1.** Valores del ciclo de amplificación (Ct) de los genes utilizados. Los controles positivos de los genes *wbkA* y *virB3* presentan valores de 22 y 24 respectivamente, los valores para la *β-Actina* bovina alcanzaron el umbral a partir del ciclo 32.

## CONCLUSIONES

La presente técnica de PCR tiempo real con sondas TaqMan Fast Advanced Master Mix permite detectar DNA de *Brucella abortus* a concentraciones bajas. El diseño de los iniciadores es funcional para este tipo de diagnóstico molecular, se logró establecer la cantidad mínima requerida de concentración de iniciadores y sondas, así como las condiciones de amplificación requeridas en el correcto funcionamiento de la prueba. La velocidad y el tiempo en la cual este tipo de pruebas utilizadas para el diagnóstico y omitir un resultado marca una pauta favorable para ser considerada a futuro en una metodología de diagnóstico de rutina para este tipo de agentes patógenos que afectan al ganado bovino como al hombre. Es necesario seguir evaluando la prueba bajo otras condiciones de trabajo y utilizar otro tipo de muestras para la obtención de DNA bovino y verificar su correcta funcionalidad y de esta manera liberar una prueba diagnóstica para *Brucella abortus* sensible y especifica basada en PCR tiempo real.

## LITERATURA CITADA

Álvarez-Ojeda, M. G., C. Saldaña-Fuentes, M. R. Ballesteros-Elizondo, I. O. Martínez-Vázquez, A. López-Merino, B. Lara E y A. Morales-Loredo. 2015. Comparación de las pruebas: reacción en cadena de la polimerasa (PCR), serología y hemocultivo con respecto a sensibilidad y especificidad, para la detección de Brucella spp en muestras humanas. Gaceta Médica de México, 151(5): 620-627.

Bustamante, S. J., H. F. Salazar, A. E. Díaz, C. C. Manzano, G. R. Pérez y A. L. Hernández. 2000. Estudio bacteriológico y serológico de brucelosis en vacas revacunadas con dosis reducida de cepa 19 de Brucella abortus. Revista Técnica Pecuaria en México, 38(1): 35-42.

González, J. E. I., J. C. A. Ramos, M. L. X. Zelaya, A. J. Lara, M. S. Pardo, P. M. D. Martínez, D. D. Urban, G. R. I. Arteaga, S. J. F. De la Torre y C. J. Herrera. 2018. Diseño de iniciadores especie específico para la detección de Brucella abortus por PCR punto final. 13° Congreso Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación y el Séptimo Encuentro de Jóvenes Investigadores del Estado de Michoacán, Congreso, Morelia Michoacán, 19-10-2018: 1-5.

Guzmán-Hernández, R. L., A. Contreras-Rodríguez, E. D. Ávila-Calderón y M. R. Morales-García. 2016. Brucelosis: zoonosis de importancia en México. Revista Chilena de Infectología, 33(6): 656-662.

Saldarriaga, O. A y T. R. Lopéz M. 2002. Inmunobiología de la infección por Brucella spp: Fundamentos para una estrategia vacunal. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 15(2): 188-197

Tique, V., M. González y S. Mattar 2009. Seroprevalencia de *Brucella abortus* en el ganado del departamento de Cordoba. Revista UDCA Actualidad y Divulgación Científica 12(2): 51-59.

Vinueza-Burgos, C. 2009. PCR en Tiempo Real: la nueva era de la información genética celular. Revista Electrónica de Veterinaria 10(2): 1-13.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# DIAGNÓSTICO MOLECULAR DE TUBERCULOSIS BOVINA A PARTIR DE ADN DE TEJIDOS EMBEBIDOS EN PARAFINA (TEP)

## [MOLECULAR DIAGNOSIS OF BOVINE TUBERCULOSIS FROM DNA FROM EMBEDDED TISSUES IN PARAFFIN (TEP)]

**Marco Antonio Santillán-Flores[§], Jose Francisco Morales-Álvarez, Dionicio Córdova-López**

Cenid Microbiología INIFAP. [§]Autor para correspondencia: (mayco1768@gmail.com).

## RESUMEN

Se trabajaron 60 muestras de tejidos embebidos en parafina, las muestras se clasificaron en dos grupos con lesión granulomatosa (*n* = 40) y sin lesión aparente (*n* = 20). Se llevó a cabo una PCR-M con los iniciadores RD1, para el diagnóstico del Complejo tuberculosis y una PCR anidada con los iniciadores IS900 para el diagnóstico de *Mycobacterium avium paratuberculosis*. Con la PCR-M, se detectaron 37/40 (92%) muestras que presentaron lesión granulomatosa, amplificaron el producto de 150 pb de la región RD1, que corresponde al Complejo tuberculosis, y las muestras sin lesión aparente fueron negativas. Con la PCR anidada no se detectó ninguna muestra como positiva a paratuberculosis. El diagnóstico molecular de tuberculosis en base a PCR de uso directo en muestras clínicas combina rapidez con especificidad, sensibilidad y reproducibilidad. Por lo que es una alternativa para el diagnóstico confirmatorio de tuberculosis en muestras de TEP.

**Palabras clave**: Bovinos, *Mycobacterium bovis*, PCR, Tuberculosis.

## ABSTRACT

Sixty samples of paraffin-embedded tissues were worked on, the samples were classified into two groups with granulomatous lesion (*n* = 40) and no apparent lesion (*n* = 20). An M-PCR was carried out with the RD1 primers, for the diagnosis of the Tuberculosis Complex and a nested PCR with the IS900 primers for the diagnosis of Mycobacterium avium paratuberculosis. With the M-PCR, 37/40 (92%) samples that showed a granulomatous lesion were detected, amplified the 150 bp product of the RD1 region, which corresponds to the tuberculosis complex, and the samples without apparent lesion were negative. With the nested PCR, no samples were detected as positive for paratuberculosis. The molecular diagnosis of tuberculosis based on PCR for direct use in clinical samples combines speed with specificity, sensitivity and reproducibility. Therefore, it is an alternative for the confirmatory diagnosis of tuberculosis in TEP samples.

**Index words:** Bovines, *Mycobacterium bovis*, PCR, Tuberculosis.

## INTRODUCCIÓN

La tuberculosis bovina, es una enfermedad crónica infecciosa que ocasiona pérdidas económicas a la ganadería nacional. El diagnóstico definitivo se lleva a cabo por cultivo bacteriológico, el cual

tiene la limitante que tarda cuatro semanas para obtener el aislamiento positivo a los bacilos ácido alcohol resistentes (BAAR) y tres semanas más en hacer la tipificación por pruebas bioquímicas de *M. bovis* (Ramírez *et al*., 2004); así como también la sensibilidad del cultivo es menor al 50% y en muchas ocasiones no se lleva a cabo el cultivo bacteriológico, ya solo llega la muestra en formol al 10% para el estudio histopatológico.

En la actualidad se están implementando pruebas moleculares para el diagnóstico de enfermedades, en el caso de tuberculosis la prueba que se ha utilizado es la prueba de Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR), en sus diversas modalidades (PCR simple, anidada, multiplex, tiempo real) donde los iniciadores que se emplean son aquellos que amplifican una región específica de Ácido Desoxirribonucleico (ADN) del complejo tuberculosis como la región IS6110, IS1081, RD1, 16S rDNA. La muestra que se ocupa es ADN obtenido a partir de cultivos o de muestras como tejidos con lesiones granulomatosas, exudado nasal, leche y de tejidos embebidos en parafina (Parsons *et al*., 2002). El diagnóstico diferencial de tuberculosis en tejidos fijados en formalina e incluidos en parafina es necesario porque la morfología de la lesión tuberculosa es variada, hay diversos tipos de granulomas clasificados en necrobióticos, tuberculoideos, supurativos, sarcoideo, a cuerpo extraño/crónico e inespecíficos. Las lesiones granulomatosas ocurren en tuberculosis y también en otras infecciones (hongos, parásitos, paratuberculosis), y en enfermedades no infecciosos como las autoinmunes y tumores (Montenegro *et al*., 2015). El diagnóstico histológico no es confirmatorio de tuberculosis y en ausencia de una baciloscopia positiva, o del diagnóstico bacteriológico se hace necesaria la confirmación molecular a partir de este tipo de muestras. El objetivo de este estudio fue determinar la eficacia del diagnóstico molecular de tuberculosis bovina por PCR en muestras de tejidos fijado en formol y embebidos en parafina.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con 60 muestras de origen bovino de tejidos embebidos en parafina (TEP), pertenecientes a la colección de TEP del departamento de diagnóstico del CENID MICROBIOLOGIA DEL INIFAP; las muestras fueron clasificadas en dos grupos con lesión granulomatosa (n = 40) y sin lesión aparente (n = 20). Para la obtención de ADN a partir de TEP, se realizó de acuerdo a la metodología descrita por Meza *et al*. (2013).

### PCR-Multiplex (PCR-M) RD1

Se trabajó con los iniciadores RD1: ET1 (5´-AAG-CGG-TTG-CCG-CCG-ACC-GAC-C-3´), ET2 (5´-CTG-GCT-ATA-TTC-CTG-GGC-CCG-G-3´) Y ET3 (5´-GAG-GCG-ATC-TGG-CGG-TTT-GGG-G-3´), los cuales amplifican un producto de 150 pb del complejo tuberculosis. Permitiendo diferenciar entre las cepas patógenas del Complejo tuberculosis; de las cepas vacunales de BCG que amplifican un producto de 200 pb. (Talbot *et al*., 1997). Para cada muestra se utilizó: 12.5 µl de PCR MasterMix (4 mM $MgCl_2$, 0.4 mM de cada dATP, dGTP, dCTP, 400 µM dUTP, 0.05 U ADN polymerasa), 1 µl de cada uno de los Iniciadores ET1 (5 pmol), ET2 (25 pmol), ET3 (5 pmol), 5 µl de agua libre de nucleasas, 10 µl del ADN (6 ng/µl.) obtenido de las muestras de TEP. Se

incluyeron como controles ADN de *M. bovis* y BCG. El programa del termociclador fue: un ciclo a 94 °C durante 5 min, seguido por 35 ciclos a 94 °C/40 seg; 65 °C/40 seg a 72 °C/40 seg, y una extensión final a 72 ° C/4 min, manteniendo las reacciones a 4 °C. Los productos de amplificación se visualizaron en geles de agarosa al 2%, teñidos con bromuro de etidio.

**PCR- anidado IS900**

Siguiendo el procedimiento descrito por Jaimes *et al*. (2008). Se utilizaron los iniciadores descritos por Erume *et al*. (2001), paratb1 (5' TGA TCT GGA CAA TGA CGG TTA CGG A 3') y paratb4 (5' CGC GGC ACG GCT CTT GTT 3') con los que se obtiene un producto de amplificación de 563 pares de bases para la primera reacción y paratb2 (5' GCC GCG CTG CTG GAG TTA A 3') y paratb3 (5' AGC GTC TTT GGC GTC GGT CTT G 3') con los que se obtuvo un producto de 210 pares de bases para la segunda reacción.

En la primera reacción se utilizaron 10 µl de ADN de cada muestra, las condiciones para 30 µl de premezcla fueron: 12.5 µl de PCR MasterMix (4 mM $MgCl_2$, 0.4 mM de cada dATP, dGTP, dCTP, 400 µM dUTP, 0.05 U ADN polymerasa), 1 µl paratb 1 (25pMol), 1 µl paratb 4 (25 pMol), 5.5 µl de agua miliQ y como control positivo se utilizó ADN de una cepa de Map. La amplificación se realizó en un Termociclador con el siguiente programa: Desnaturalización inicial a 98 °C por 3 min, seguido de 35 ciclos a 98 °C por 30 seg, 65 °C por 30 seg y 72 °C por 30 seg, una extensión final a 72 °/3 min y 4°C por 3 min.

Para la segunda reacción se tomaron 10 µl de la primera reacción; las condiciones y cantidades de cada reactivo para 30 µl de premezcla fueron las mismas como en la primera reacción, solo se sustituyeron los iniciadores paratb2 y paratb3. Se utilizó el mismo programa del termociclador. Los productos de amplificación se visualizaron en geles de agarosa al 2 %, teñidos con bromuro de etidio.

## RESULTADOS

Con la PCR-M RD1 se obtuvo un producto de amplificación de 150 pares de bases, en el 92% de las muestras analizadas de TEP de origen bovino que presentaron lesión granulomatosa por lo que fueron clasificadas como positivas a complejo tuberculosis. Las muestras de TEP que no presentaban lesión fueron todas negativas a la PCR-M. Con la PCR anidada IS900 las muestras de TEP evaluadas, fueron negativas (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Resultados de la PCR-M RD1 y PCR anidada de las muestras de ADN obtenidas a partir.

| de TEP de origen bovino. | Lesión granulomatosa | | Sin Lesión aparente | |
|---|---|---|---|---|
| | + | - | + | - |
| PCR-M RD1 (Complejo tuberculosis ) | 37 | 3 | 0 | 20 |
| PCR-ANIDADO IS900 (Map) | 0 | 40 | 0 | 20 |

## DISCUSIÓN

Miller *et al*. (2002), realizaron un estudio en el que evaluaron por medio de PCR empleando los iniciadores IS610 (Complejo tuberculosis) e IS900 (Map), 102 muestras de TEP, de origen bovino de una colección de más de 5 años de antigüedad, sus resultados indican que el 70% de las muestras fueron positivas a complejo tuberculosis. Los resultados obtenidos en este estudio demuestran el 92% de las muestras de TEP analizadas que presentaron lesión granulomatosa fueron positivas a complejo tuberculosis; es posible que se haya tenido un mayor número de positivos, ya que la colección de muestras de TEP incluidas en el trabajo al momento de su uso, tenían aproximadamente menos de 18 meses de haberse hecho la inclusión en la parafina.

Durante las últimas décadas los análisis de biología molecular han empezado a jugar un papel clave en el campo de la patología y el diagnóstico y cuando son bien aplicados tienen una alta precisión diagnóstica y cada vez son más importantes en estudios de las enfermedades. El material básico para la mayor parte del trabajo diagnóstico en patología sigue siendo los tejidos embebidos en parafina, recurso fundamental e imprescindible al momento de hacer estudios retrospectivos. La facilidad de procesamiento, almacenamiento y transporte son algunas de las ventajas más renombradas de la inclusión en parafina. Si bien es cierto que los tejidos embebidos en parafina son de gran valor en el diagnóstico histopatológico al preservar la arquitectura y proteínas propias del tejido, es bien conocido que los ácidos nucleicos extraídos de ellos tienen menor calidad que los extraídos de tejidos frescos, dificultando el análisis molecular posterior (Zafra-Sierra *et al*., 2004). La técnica de extracción del ADN utilizada permitió obtener ADN de buena calidad que permitió llevar a cabo el ensayo de PCR-M y obtener un mayor número de muestras positivas.

El diagnóstico molecular en base a PCR de uso directo en muestras clínicas combina rapidez con especificidad, sensibilidad y reproducibilidad y ha mejorado significativamente el diagnóstico de tuberculosis. La detección molecular de micobacterias en muestras histológicas se considera actualmente como un complemento necesario y útil para apoyar el diagnóstico histopatológico convencional.

Proyecto financiado por: RECURSOS FISCALES INIFAP SIGI 12484419581.

## LITERATURA CITADA

Erume, J., J. Spergser and R. Rosengarten. 2001. Rapid detection of *Mycobacterium avium*, subsp *paratuberculosis.* From cattle and zoo animals by Nesterd PCR. African Health Sciences 1: 83-89.

Jaimes, N. G., F. M. A. Santillán, C. O. A. Hernández, L. D. Córdova, R. C. C. Guzmán, R. B. Arellano, A. E. Díaz, G. V. R. Tenorio y O. J. A. Cuéllar 2008. Detección de *Mycobacterium avium subespecie paratuberculosis*, por medio de PCR-anidada a partir de muestras de heces de ovinos. Veterinaria México 39(4): 377-386.

Meza, G., J. C. Ulloa, A. M. Uribe y M. F. Gutierrez 2013. Técnica no convencional de extracción de AND a partir de tejido embebido en parafina para uso en la Reacción en Cadena de la Polimerasa. UDCA Actualidad & Difusion Cientifica 16(1): 35-41.

Miller, J. M., A. L. Jenny and J. B. Payeur. 2002. Polymerase chain reaction detection of Mycobacterium tuberculosis complex and Mycobacterium avium organisms in formalin-fixed tissues from culture-negative ruminants. Vet Microbiol. 5;87(1): 15-23.

Montenegro, S., C. Delgado, P. Pineda, C. Reyes, T. De la Barra, C. Cabezas, L. Spencer, F. Mucientes. 2015. Diagnóstico diferencial de tuberculosis en base a PCR en lesiones granulomatosas clasificadas histopatológicamente. Revista Española de Patología. 48: 145-153.

Parsons, L. M., R. Brosch, S. T. Cole, A. Somoskövi, A. Loder, G. Bretzel, D. van Soolingen, YM. Hale and M. Salfinger. 2002. Simple Approach for Identification of *Mycobacterium tuberculosis* Complex Isolates by PCR-Based Genomic Deletion Analysis. Journal of Clinical Microbiology 40(7): 2339-2345.

Ramírez, C. I. C., F. M. A. Santillán, D. C. Arriaga, R. B. Arellano y A. J. F. Morales. 2004. Empleo de una PCR-multiplex para diferenciar caprinos vacunados con *M. bovis* BCG de infectados con *M. bovis* de campo. Técnica Pecuaria Mexico 42(3): 419-428.

Talbot, E. A., D. L. Williams and R. Frothingham. 1997. PCR identification of *Mycobacterium bovis* BCG. Journal Clinical Microbiology 35: 566-569.

Zafra-Sierra, G., O. I. Flores-Vargas y C. González-Rugeles. 2004. Influencia del método de desparafinación y el tiempo de almacenamiento en la extracción de ADN a partir de tejidos de archivo. Salud UIS. 36: 73-79.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# DIAGNÓSTICO DE *Mycobacterium avium* subesp. *paratuberculosis* (Map), A PARTIR DE MUESTRAS DE LECHE

## [*Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (Map) DIAGNOSIS, FROM MILK SAMPLES]

**Marco Antonio Santillán Flore[§], Marisela Leal Hernández, Laura Hernández-Andrade, Dionicio Córdova-Lopéz**

CENID-MICROBIOLOGÍA INIFAP. [§]Autor para correspondencia: (mayco1768@gmail.com).

## RESUMEN

El objetivo del trabajo fue determinar la presencia de *Mycobacterium avium* subesp. *paratuberculosis* (Map), a partir de muestras de leche. Se trabajaron 270 muestras de leche con las técnicas de PCR anidado y cultivo bacteriológico; procedentes de hatos lecheros de diversos estados de la República Mexicana (Querétaro, San Luis Potosí, Guanajuato, Hidalgo y Coahuila). La obtención del ADN se realizó a partir de la leche y se trabajaron en una PCR anidada para detectar el gen IS900 que es especifico de Map y se llevó a cabo el cultivo bacteriológico de las muestras empleando las técnicas convencionales para el aislamiento bacteriológico de micobacterias. Se obtuvó un producto de amplificación de 210 pb, que corresponde a la región IS900 en el 15.5% (42/270) de las muestras de leche. Por cultivo bacteriológico se obtuvieron cinco aislamientos de Map. Los resultados obtenidos demuestran la presencia de Map en leche, lo que hace necesario realizar medidas de control y diagnóstico de Map, en muestras de leche debido a que estas pueden ser fuente potencial para transmitir la enfermedad en los becerros.

**Palabras clave:** Bovinos, leche, paratuberculosis.

## ABSTRACT

The objective of the work was to determine the presence of Mycobacterium avium subsp. paratuberculosis (Map), from milk samples. 270 milk samples were worked with nested PCR and bacteriological culture techniques; from dairy herds of various states of the Mexican Republic (Querétaro, San Luis Potosí, Guanajuato, Hidalgo, and Coahuila). The DNA was obtained from the milk and a nested PCR was used to detect the IS900 gene that is specific to Map. The bacteriological culture of the samples was carried out using conventional techniques for the bacteriological isolation of mycobacteria. An amplification product of 210 bp was obtained, corresponding to the IS900 region in 15.5% (42/270) of the milk samples. By bacteriological culture, five Map isolates were obtained. The results obtained show the presence of Map in milk, which makes it necessary to carry out control and diagnosis of Map in milk samples because these can be a potential source to transmit the disease in the calves.

**Index words:** Bovines, milk, paratuberculosis.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## INTRODUCCIÓN

*Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (Map) es el agente etiológico de la enfermedad de Johne o paratuberculosis (ptb). Esta afecta a rumiantes domésticos y otros animales de vida silvestre y se caracteriza por ocasionar una enteritis crónica granulomatosa que ocasiona diarrea, pérdida de peso, debilitamiento progresivo (Cirone *et al*., 2007). La Ptbtiene su importancia por las pérdidas económicas que ocasiona en las unidades de producción pecuarias de pequeños y grandes rumiantes, debidas principalmente a la disminución de la producción y trastornos reproductivos; que ocasionan pérdidas económicas a largo plazo (Abalos *et al*., 2001). Algunas evidencias sugieren que las vacas infectadas con Map, excretan las micobacterias por la glándula mamaria, aunque existe poca información acerca del número de microorganismos que podrían estar presentes en ésta. Se han encontrado entre 10 y 80 UFC en 50 mL de leche de animales clínica y subclínicamente infectados (Magnano *et al*., 2006; Stabel *et al*., 2001), en cambio en Dinamarca (Giese *et al*., 2000) se detectaron menos de 100 UFC/mL de leche proveniente de animales con signología clínica. Además, se debe tomar en cuenta la posible contaminación con heces de los pezones de vacas enfermas, ya que las heces de bovinos con ptb podrían contener más de $10^8$ UFC de Map / g (Chiodini *et al*., 1993).

La leche infectada con Map, puede contaminar los equipos de ordeño, recipientes de contención y almacenamiento de la leche, de igual modo el insuficiente procesamiento de la leche puede propagar la enfermedad a otros hatos donde los terneros sean alimentados con leche contaminada con Map (Giese *et al*., 2000); por lo que es importante establecer medidas de control sobre la leche en relación a la presencia de Map, para evitar que esta se una posible fuente de infección en el hato. El objetivo del trabajo fue detectar la presencia de *Map* en muestras de leche de vaca mediante una PCR anidada (IS900) y cultivo bacteriológico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un muestreo por conveniencia con productores cooperantes, en hatos lecheros con y sin antecedentes de paratuberculosis. Se trabajaron 270 muestras indivuduales de leche; procedentes de hatos lecheros de diversos estados de la República Mexicana (Cuadro 1). Cada muestra fue de aproximadamente 50 mL de leche obtenida antes de la ordeña. Las muestras se colectaron en tubos estériles de tipo falcón de 50 mL y para su transporte al laboratorio se colocaron en una hielera con refrigerantes, procesándose en las 24-48 horas siguientes a su obtención.

**Cuadro 1.** Número de muestras de leche.

| Estado de la República | Muestras Individuales | Núm. De establos |
|---|---|---|
| Querétaro | 70 | 3 |
| Hidalgo | 55 | 3 |
| Guanajuato | 92 | 20 |
| San Luis Potosí | 20 | 1 |
| Coahuila | 33 | 2 |

**Extracción de ADN a partir de leche**

Se colocaron 10 mL de leche en un tubo falcón y se le agregaron 50 µl de solución de quimiosina al 1%, las muestras se incubaron en baño maría a 36 ºC durante 30 min, posteriormente se centrifugaron a 2,500 rpm por 10 min. Se colocaron 2 ml de suero de la leche en microtubos y se centrifugaron a 12,000 rpm por 15 min, se quitó el sobrenadante y a la pastilla se le adicionaron 500 µl TE1X y 100 µl de lisozima (10 mg/mL) se incubó a 37 ºC durante 24 h. Se agregaron 75 µl de Proteinasa K (10 mg/ml) y SDS (10%), se incubó a 64 ºC por 10 min, se agregaron 100 µl de NaCl 5M y CTAB (5 M)/NaCl (5M) y se incubó a 64 ºC por 10 min; se adicionaron 750 µl de Cloroformo-Alcohol Isoamílico (24:1) y se centrifugó a 12000 rpm por 5 min. Se transfirió la fase acuosa a un tubo nuevo de 2 mL y se agregaron 250 µl de Isotiocinato de Guanidina (5 M) y 250 µl de Acetato de Amonio (7.5 M) y se mantuvieron a 8 ºC por 20 min. Se agregaron 500 µl de Cloroformo-alcohol Isoamílico (24:1) y se centrifugó a 12000 rpm por 5 min. Se transfirió la fase acuosa en un microtubo de 1.5 mL y se centrifugo a 12000 rpm por 5 min, se eliminó el sobrenadante y a la pastilla obtenida se le agregaron 500 µl de alcohol isopropilico, se incubó a -20 ºC durante toda la noche. Se centrifugó a 12000 rpm por 15 min, se quitó el sobrenadante, se lavó con etanol al 70% por 5 min, se eliminó el sobrenadante y la pastilla de ADN se dejó secar a temperatura ambiente, se hidrato el ADN con 100 µl de agua miliQ y se almacenaron a -20 ºC (Ramírez *et al*., 2006).

**PCR-anidado IS900**

Siguiendo el procedimiento descrito por Jaimes *et al.* (2008), se trabajó con los iniciadores paratb1 (5' TGA TCT GGA CAA TGA CGG TTA CGG A 3') y paratb4 (5' CGC GGC ACG GCT CTT GTT 3') con el cual se obtiene un producto de amplificación de 563 pares de bases para la primera reacción. El iniciador paratb2 (5' GCC GCG CTG CTG GAG TTA A 3') y paratb3 (5' AGC GTC TTT GGC GTC GGT CTT G 3') se obtiene un producto de 210 pares de bases para la segunda reacción.

En la primera reacción se utilizaron 3 µl (40 ng) de ADN obtenido de las muestras de leche, las condiciones para 25 µl de premezcla fueron: 12 µl PCR master mix, 1 µl de los iniciadores paratb 1 (25 pMol) y 1µl paratb 4 (25 pMol), 8 µl de agua miliQ. La amplificación se realizó en un termociclador utilizando las siguientes condiciones: Desnaturalización inicial a 98 °C por 3 min, seguido de 35 ciclos a 98 °C por 30 seg, 65 °C por 30 seg y 72 °C por 30 seg una extensión final a 72 °C/3 min y 4°C por 3 min.

Para la segunda PCR se tomaron 3 µl de la primer reacción y se transfirieron a microtubos de PCR, que contenían la misma cantidad y concentración de reactivos ya descritos y se emplearon los iniciadores paratb2 y paratb3. Se utilizaron las mismas condiciones del termociclador. Los productos de amplificación fueron visualizados en gel de agarosa al 2% teñido con bromuro de etidio.

**Cultivo bacteriológico**

Las muestras de de leche se trabajaron con la técnica descrita por Balandrano *et al*. (1996), y se sembraron por duplicado en los medios de Herrold Egg Yolk con y sin micobactina (2 mg/L), se incubaron a 37 ºC, durante nueve semanas, los aislamientos bacterianos se clasificacron como Map, por tiempo de incubación, crecimiento en presencia de micobactina y PCR anidado IS900.

## RESULTADOS

Se obtuvo un producto de amplificación de 210 pb que corresponde a la región IS900, que es especifica de Map. en el 15.5% (42/270) de las muestras de leche analizadas.

Por cultivo bacteriológico se obtuvieron cinco aislamientos. Los aislamientos tuvieron un desarrollo en cinco semanas, todos en el medio con micobactina, fueron positivos a la tinción de Ziehl Neelsen, se les clasifico como Bacilos Ácido Alcohol Resistentes (BAAR). Y por PCR anidado IS900 amplificaron producto esperado de 210 pb. Por lo que, fueron clasificados como *Map*. (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Resultados positivos por estado trabajadas en el cultivo bacteriológico y la PCR Múltiplex utilizando los iniciadores RD1 y RD9 con ADN de las muestras de suero leche individuales.

| Estado de la República | Muestras Individuales | PCR-A IS900 | Cultivo Map |
|---|---|---|---|
| Querétaro | 70 | 5 | 2 |
| Hidalgo | 55 | 5 | 1 |
| Guanajuato | 92 | 15 | 2 |
| SLP | 20 | 3 | 0 |
| Torreón | 33 | 14 | 0 |

## DISCUSIÓN

En el presente estudio se determinó la presencia de Map en el 15.5% (42/270) de las muestras leche analizadas, se considera que la eliminación por leche es menor al 2%, lo cual depende del grado de infección que tenga la vaca y que los linfonodos mamarios desarrollen lesiones granulomatosas o de la contaminación de la glandula mamaria con heces de los animales infectados con Map; es importante considerar que eliminación de las micobacterias por medio de la leche ocurre de manera intermitente (Streeter *et al*., 1995). Se deben tomar las medidas necesarias para llevar a cabo el diganostico de Map en leche, sobre todo en las unidades de producción pecuaria de bovinos que tengan antecedentes de paratuberculosis, ya que, si la leche es utilizada como parte de la alimentación de los becerrros, esta sería una de las principales fuentes de infección.

## CONCLUSIONES

Con el uso de la PCR anidada IS900 y cultivo bacteriológico, se pudo determinar la presencia de Map en las muestras de leche evaluadas.

Proyecto financiado por: RECURSOS FISCALES INIFAP SIGI 12484419581. FONSEC 2017-06-292826 (SIGI:1281834685).

## LITERATURA CITADA

Abalos, P. 2001. Actualidad en Paratuberculosis. Tecnovet. 7(3): http://www.tecnovet.uchile.cl consultado el 20/04/2018.

Balandrano, C. S., F. G. Anzaldo, F. G. P. Peña y M. X. Betancurt 1996. Tuberculosis, Manual de procedimientos de laboratorio. INDRE/SAGAR. 1er. Edición: 100 p.

Chiodini, R. and J. Hermon-Taylor. 1993. The thermal resistance of Mycobacterium avium subsp. paratuberculosis in raw milk under conditions simulating pasteurization. Journal of Veterinary Diagnostic Investigation, 5: 629-631.

Cirone, K., C. Morsella., M. Romano y F. Paolicchi 2007. *Mycobacterium avium* subespecie *paratuberculosis*: presencia en los alimentos y su relación con la enfermedad de Crohn. Revista Argentina de Microbiología. 39: 57-68.

Giese, S. and P. Ahrens. 2000. Detection of Mycobacterium avium subsp. paratuberculosis in milk from clinically affected cows by PCR and culture. Veterinary Microbiological. 77: 291-297.

Jaimes, N. G., F. M. A. Santillán, C. O. A. Hernández, L. D. Córdova, R. C. C. Guzmán, R. B. Arellano, A. E. Díaz, G. V. R. Tenorio y O. A. Cuellar. 2008. Detección de *Mycobacterium avium* subespecie *paratuberculosis*, por medio de PCR-anidada a partir de muestras de heces de ovino. Revista Veterinaria México 39(4): 377-386.

Magnano, G. G., A. F. Macias, V. Perez-Zavala, M. O. Schneider, E. G. Bérgamo, J. A. Giraudo, E. SticottI, M. Mació y A. Bernardelli. 2009. Investigación de *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* en leche ultrapasteurizada para consumo humano. Veterinary 11(2): 93-97.

Ramírez, C. I. C., F. M. A. Santillán, R. B. Arellano, A. J. F. Morales y G. V. R. Tenorio. 2006. Detección de secuencias nucleotídicas de *Mycobacterium bovis* a partir de ADN de moco nasal de caprinos inoculados experimentalmente. Revista Veterinaria México 37(2): 191-196.

Stabel, J. 2001. On-farm batch pasteurization destroys Mycobacterium avium subsp. paratuberculosis in waste milk. Journal of Dairy Science 84: 524-527.

Streeter, R., G. Hoffsis, S. Bech-Nielsen, W. Shaulaw and D. Rings. 1995. Isolation of *Mycobacterium paratuberculosis* from colostrum and milk of subclinically infected cows. American Journal of Veterinary Research 56(10): 1322-1324.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EDAD AL PRIMER SERVICIO FÉRTIL Y PRIMER PARTO EN VAQUILLAS HOLSTEIN X CEBÚ BAJO UN SISTEMA DE LECHERÍA TROPICAL

# [AGE AT FIRST GESTATION AND FIRST CALVING IN HOLSTEIN X CEBÚ HEIFERS UNDER A TROPICAL DAIRY SYSTEM]

**Jorge Perea García[1], Carlos Luna-Palomera[1§], Ulises Macías-Cruz[2], Nadia Florencia Ojeda-Robertos[1]**

[1]Universidad Juárez Autómoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Agropecuarias, Villahermosa, Tabasco, México. [2]Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ciencias Agrícolas, Valle de Mexicali, Baja California, México. [§]Autor para correspondencia: (carlos.luna@ujat.mx).

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de algunos factores sobre la edad al primer servicio fértil y al primer parto en vaquillas Holstein x Cebú bajo un sistema de lechería tropical. Con base en un estudio retrospectivo de los registros de producción de un rebaño bovino Holstein x Cebú bajo un sistema de lechería tropical se evaluaron las características mencionadas mediante un ANOVA, considerando los efectos principales de nivel de encaste de la vaca (> 50% genes *Bos taurus* y ≤50% de genes *Bos taurus*), época de empadre (Lluvia, Norte y Seca), así como el efecto de año de parto (1996-2016). No se observaron diferencias significativas ($p > 0.05$) para edad al primer estro fértil y edad al primer parto afectadas por el nivel de encaste racial de las vaquillas. Por otra parte, estos parámetros parecen no ser afectados por la época del año en que conciben y tienen su primer parto. Sin embargo, existen variaciones significativas ($p < 0.05$) entre los años evaluados. De acuerdo a los resultados obtenidos la eficiencia reproductiva del rebaño es baja, por lo tanto, se debe establecer metas y estrategias que contribuyan a corto plazo a mejorar los mismos a fin de mejorar la eficiencia productiva y económica del sistema de producción.

**Palabras clave:** Eficiencia reproductiva, ganado de doble propósito, primera gestación.

## ABSTRACT

This study aimed to characterize the effects of crossbreed level (high vs. low), birth season, and year of calving on age at the first fertile service and at the first calve in Holstein x Cebu heifers under a tropical dairy system. Based on a retrospective study of the production records of a Holstein x Cebu cattle herd under a tropical dairy system, the characteristics mentioned were evaluated by ANOVA. No significant differences ($p > 0.05$) were observed for age at the first fertile estrus and age at the first birth shared by the crossbreed level of heifers. On the other hand, these parameters seem not to be affected by the season of the year in which they conceive or have their first calve. However, there are significant variations ($p < 0.05$) between the evaluated years. According to the results, the reproductive efficiency of the herd is low, therefore it is necessary to establish goals and strategies that contribute in the short term to improve them in order to improve the productive and economic efficiency of the production system.

**Index words:** reproductive performance, dual purpose cattle, first calving.

## INTRODUCCIÓN

En México cerca del 30% de los bovinos se encuentran en los sistemas de doble propósito ubicados en las regiones tropicales que cubren el 28% del territorio nacional; esta región cuenta con un enorme potencial para incrementar la producción de carne y leche debido a la disponibilidad de tierras para la producción de forrajes y la abundante disponibilidad de agua (Salas-Reyes *et al.*, 2015). No obstante, una de las principales limitantes de estos sistemas de producción es la baja eficiencia productiva y reproductiva. El desempeño reproductivo de un rebaño es uno de los componentes principales que determina la eficiencia productiva y económica en un sistema de producción (Osorio-Arce y Segura-Correa, 2002). A pesar de la importante contribución de los SBDP en la seguridad alimentaria del país, y el bienestar socioeconómico del sector, la información disponible de las características reproductivas a nivel de rancho es escasa (Milián-Suazo *et al.*, 2016).

Se sabe que uno de los principales problemas de los SBDP incluye el retraso para que las hembras alcancen la pubertad, largos intervalos entre partos y bajos porcentajes de concepción (Rojo-Rubio *et al.*, 2009). Por lo tanto, la evaluación del desempeño reproductivo del rebaño a través de características tales como la edad al primer estro fértil y al primer parto es un punto de partida importante a fin de mejorar la eficiencia reproductiva de un rebaño. Por tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de algunos factores sobre la edad al primer servicio fértil y al primer parto en vaquillas Holstein x Cebú bajo un sistema de lechería tropical.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio retrospectivo con base en la información de los registros de producción (1996 al 2016) de un rebaño de bovinos en trópico húmedo ubicado en el municipio del Centro, Tabasco. El hato incluyó aproximadamente 200 vacas en línea con doble ordeña al día, con producción de sus propios reemplazos mediante inseminación artificial (IA) y monta natural (MN). Durante el periodo evaluado la producción de leche se manejó bajo un sistema de lechería tropical donde los becerros fueron criados en forma artificial desde el nacimiento, iniciándolas al pastoreo en forma paulatina a lo largo de su desarrollo. Durante el ordeño las vacas recibieron un kg de alimento comercial (16% de PC) por la mañana y por la tarde, sales minerales y agua *ad libitum.*

Con la finalidad de conocer el efecto de algunos factores genéticos y ambientales sobre la edad al primer servicio fértil y al primer parto de vaquillas Holstein x Cebú. Los efectos evaluados fueron el nivel de encaste de la vaca (>50% genes *Bos taurus* y ≤50% de genes *Bos taurus*), época de parto (Lluvia, Norte y Seca), así como el efecto de año de parto (1996-2016). Un análisis de efecto principales mediante un ANOVA fue aplicado a la información. Un análisis de medias ajustada usando la opción PDIFF fue aplicado a una $\alpha$ =0.05. Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico de SAS (2004).

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presenta el resumen de los resultados para edad al primer servicio fértil y al primer parto en vaquillas Holstein x Cebú, y de algunos factores que influyen sobre estos parámetros. No se observaron diferencias significativas ($p > 0.05$) para edad al primer estro fértil y edad al primer parto afectadas por el nivel de encaste racial de la vaquilla (Cuadro 1). Por otra parte, estos parámetros parecen no ser afectados por la época del año en que conciben o tienen su primer parto (Cuadro 1). Sin embargo, existen variaciones significativas ($p < 0.05$) entre los años evaluados (Cuadro 1), las cuales posiblemente se deban a efectos de variaciones climáticas, disponibilidad y calidad nutricional de los forrajes a través de los años que han impactado negativamente el desarrollo de las vaquillas (Villa-Godoy y Villagómez, 2000).

Desde el punto de vista de eficiencia reproductiva los parámetros obtenidos no son los deseables debido a que las vaquillas en ambos casos se toman alrededor de 30 meses para que se gesten por primera vez y su primer parto se registra en alrededor de 40 meses. Estos parámetros están muy lejos del ideal y de los parámetros reportados en vaquillas Holstein en sistemas especializados de producción de leche en los que la edad al primer parto oscila entre 21 y 25 meses (Tozer and Heinrich, 2001), y como parámetro óptimo entre 23 y 24 meses (Heinrich, 1993); por lo que la edad al primer servicio fértil entre 12 y 16 meses de edad. No obstante, los parámetros encontrados son diametralmente mayores a los reportados por Román-Ponce et al. (1983) en ganado Holstein y Pardo suizo en condiciones tropicales de manejo con edades al primer parto de $32.2 \pm 0.7$ y $32.8 \pm 0.7$ meses respectivamente. Sin embargo, coincide con Padilla-Ramírez *et al*. (1984) quienes reportan edad a la primera concepción de $29.1 \pm 8.53$ meses y edad al primer parto de $38.4 \pm 6.93$ meses en vaquillas Holstein x Cebú.

Los parámetros encontrados ponen en evidencia el hecho de que no se han procurado establecer estrategias y metas a nivel de rancho y en sistema producto bovino en el trópico que contribuyan a disminuir estos parámetros y el rezago en el desempeño reproductivo, y por lo tanto mejorar la rentabilidad de estos sistemas de producción. Por tanto, algunas estrategias que ya se ha demostrado que funcionan incluyen:

1. Alterar positivamente la tasa de crecimiento a través de la complementación alimenticia posdestete de vaquillas para lograr una ganancia posdestete de al menos 500 g/d con la finalidad de que su primer estro fértil lo tengan entre los 18 y 22 meses. Se ha demostrado al menos en vaquillas Holstein que es posible disminuir los costos de producción de reemplazos en un 18% cuando se logró disminuir en 5 meses la edad al primer parto (Tozer and Heinrich, 2001).
2. La evaluación de la condición corporal antes y después del parto, con ello elaborar programas estratégicos de complementación alimenticia principalmente en periodos de baja disponibilidad de forrajes (Villa-Godoy y Villagómez, 2000).
3. Asignar a las vaquillas en desarrollo potreros y praderas de buena calidad; pastorear el forraje en el momento cuando tienen la mayor disponibilidad de nutrientes y digestibilidad (Juarez-Lagunes *et al*., 1999).

Estas estrategias permitirían a corto y mediano plazo disminuir, como en ganado lechero especializado, la edad optima y el tiempo en la cual conviene gestar a las hembras sin comprometer su desempeño productivo y reproductivo de por vida (Ettema y Santos, 2004).

**Cuadro 1**. Factores que afectan la edad al primer estro fertil y l primer parto en vaquillas holstein x cebú en el trópico.

| Factores | Edad al primer servicio fértil (meses) | Edad al primer parto (meses) |
|---|---|---|
| Encaste materno | | |
| ≤ 50% *Bos taurus* | 29.88 ± 1.10[a] | 40.79 ± 1.02[a] |
| > 50% *Bos taurus* | 32.38 ± 1.39[a] | 41.86 ± 1.30[a] |
| Época | | |
| Lluvia | 34.61 ± 2.28[a] | 44.21 ± 2.13[a] |
| Norte | 34.98 ± 1.40[a] | 44.40 ± 1.31[a] |
| Seca | 33.45 ± 1.65[a] | 44.32 ± 1.55[a] |
| Año | | |
| 1996 | 31.14 ± 2.97[b,d,e] | 39.63 ± 2.79[b,c,e] |
| 1997 | 27.81 ± 8.87[b,d,f] | 36.24 ± 2.69[b,d,f] |
| 1998 | 38.30 ± 2.33[b,c,e] | 47.80 ± 2.18[b,c,e] |
| 1999 | 32.62 ± 3.29[b,c,e] | 41.75 ± 3.08[b,c,e] |
| 2000 | 31.06 ± 2.72[b,d,e] | 38.79 ± 2.55[b,d,e] |
| 2001 | 30.54 ± 6.88[b,c,e] | 40.40 ± 6.46[b,c,e] |
| 2002 | 24.60 ± 5.00[b,d,f] | 45.10 ± 4.69[b,c,e] |
| 2003 | 32.73 ± 4.4[b,c,e] | 42.49 ± 4.14[b,c,e] |
| 2004 | 41.10 ± 4.52[b,c] | 48.34 ± 4.24[b,c] |
| 2005 | 33.64 ± 4.34[b,c.e] | 42.09 ± 4.07[b,c.e] |
| 2006 | 32.94 ± 4.00[b,c,e] | 40.42 ± 3.75[b,c,e] |
| 2007 | 36.13 ± 2.63[b,c,f] | 47.44 ± 2.46[b,c,f] |
| 2008 | 34.26 ± 2.53[b,c.e] | 43.37 ± 2.37[b,c.f] |
| 2009 | 53.43 ± 2.12[a] | 63.25 ± 1.99[a] |
| 2010 | 34.78 ± 2.39[b,c,f] | 45.35 ± 2.21[b,c,f] |
| 2011 | 36.49 ± 2.52[b,c,f] | 45.72 ± 3.27[b,c,f] |
| 2012 | 39.84 ± 2.92[b,c,f] | 49.18 ± 2.73 [b,c,f] |
| 2013 | 33.60 ± 3.57[b,c,e] | 47.61 ± 3.25 [b,c,f] |
| 2014 | 39.45 ± 2.70[b,c,f] | 49.10 ± 2.47 [b,c,f] |
| 2015 | 34.20 ± 3.24[b,c,e] | 43.18 ± 3.04 [b,c,e] |
| 2016 | 22.61 ± 5.88[b,d,e] | 33.27 ± 5.51 [b,d,e] |

[a,b,c,d,e,f] Literales diferentes entre hileras para cada factor analizado denotan diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$).

## CONCLUSIONES

La edad al primer estro fértil o primera gestación y la edad al primer no se vieron afectadas por el nivel de encaste de la vaquilla ni por la época de empadre o parto de la misma; sin embargo, existe variación a través de los años que afectan estos parámetros. De acuerdo a los resultados obtenidos la eficiencia reproductiva del rebaño es baja, por lo tanto, se debe establecer metas y estrategias

que contribuyan a corto plazo a mejorar los mismos a fin de mejorar la eficiencia productiva y económica del sistema de producción.

## AGRADECIMIENTOS

Especial agradecimiento al MVZ Jorge Priego Noguera por abrirnos la puerta al Rancho la Carolina y darnos la confianza para acceder a la información del Rancho la Carolina a fin de realizar estos trabajos. Así también a la Lic. María Ángela Torres Pérez por la colaboración en la recuperación y organización de la información.

## LITERATURA CITADA

Ettema, J. F. and J. E. P. Santos 2004. Impact of Age at Calving on Lactation, Reproduction, Health, and Income in First-Parity Holsteins on Commercial Farms. J. Dairy Sci. 87: 2730-2742.

Heinrichs, A. J. 1993. Raising dairy replacements to meet the needs of the 21st century. J. Dairy Sci., 76: 3179-3187.

Juarez-Lagunes, F. I., D.G. Fox, R. W. Blake and A. N. Pell. 1999. Evaluation of Tropical Grasses for Milk Production by Dual-Purpose Cows in Tropical Mexico. Journal of Dairy Science. 82 (10): 2136-2145.

Rojo-Rubio, R., J. F. Vázquez-Armijo, P. Pérez-Hernández. 2009. Dual purpose cattle production in Mexico. Trop Anim Health Prod (2009) 41: 715. https://doi.org/10.1007/s11250-008-9249-8.

Milián-Suazo, F., R. Hernández-Ortiz, L. Hernández-Andrade, A. Alvarado-Islas, E. Díaz-Aparicio, F. Mejía-Estrada, E. G. Palomares-Reséndiz, I. B. Reyes and H. Zendejas-Martínez. 2016. Seroprevalence and risk factors for reproductive diseases in dairy cattle in Mexico. J. Vet. Med. Anim. Health 8(8): 89-98.

Osorio, M. and J. C. Segura. 2002. Reproductive performance of dual purpose cows in Yucatán, Mexico. Livestock Research for Rural Development 14(3). http://cipav.org.co/lrrd/lrrd14/3/Osor143.htm

Salas-Reyes, I. G., C. M. Arriaga-Jordán and S. Rebollar-Rebollar. 2015. Assessment of the sustainability of dual-purpose farms by the IDEA method in the subtropical area of central Mexico. Trop Anim Health Prod. 47: 1187.

SAS. 2004. Statistical Analysis System.SAS Institute, Cary, N.C. USA.

Padilla-Ramírez, F. J., H. Román-Ponce y H. Catillo-Rojas. 1984. Evaluación del comportamiento reproductivo de ganado bovino lechero cruzado con Cebú en clima tropical. Tec. Pec. Mex. 47: 170-175.

Román- Ponce, H., J. J. Hernández-Ledezma y Catillo-Rojas. 1983. Comportamiento reproductivo de ganado lechero en clima tropical. 1. Características reproductivas de vacas Holstein y Suizo Pardo. Tec. Pec. Mex. 45: 21-30.

Tozer, P. R. and A. J. Heinrichs. 2001. What affects the costs of raising replacement dairy heifers: A multiple-component analysis? J. Dairy Sci. 84: 1836-1844.

Villa-Godoy, A. y A. E. Villagómez. 2000. Influencia de la dieta y el amamantamiento en el balance energético, la condición corporal, la producción láctea, el metabolismo y el desempeño

reproductivo en vacas de doble propósito. *In*: Curso Internacional de Reproducción Bovina, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 167-215.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CAMBIO DE PESO VIVO DEL PARTO AL SECADO EN VACAS HOLSTEIN X CEBÚ BAJO CONDICIONES DE TRÓPICO HÚMEDO

# [LIVE WEIGHT CHANGE FROM CALVING TO DRIYING IN HOLSTEIN X CEBU COWS UNDER HUMID TROPIC CONDITIONS]

**Flor de María Pérez-Rodríguez[1], Carlos Luna-Palomera[1§], Ulises Macías-Cruz[2]**

[1]Universidad Juárez Autómoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Agropecuarias, Villahermosa, Tabasco, México. [2]Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ciencias Agrícolas, Valle de Mexicali, Baja California, México. [§]Autor para correspondencia: (carlos.luna@ujat.mx).

## RESUMEN

Registros productivos de una explotación donde producen leche a partir de ganado Holstein x Cebú, se utilizaron para evaluar el efecto del nivel de encaste (alto vs. bajo), y época y año de parto sobre peso vivo al parto (PVP) y secado (PVS), y cambios de peso corporal (TCPV) en vacas de doble propósito bajo condiciones de trópico húmedo. La información se sometió a un análisis de factores principales usando ANOVA. Mientras que las vacas con nivel de encaste alto (> 50% *Bos taurus*) perdieron 20.56 kg de peso vivo, las vacas con encaste bajo (≤50% Bos *taurus*) ganaron 14.56 kg entre el parto y secado. Tanto época y año de parto afectaron ($p < 0.05$) PVP, PVS y TCPV. El PVS fue más bajo en la época de lluvia, y las vacas perdieron peso en las épocas de norte y lluvia; sin embargo, en la época de secas, las vacas ganaron peso vivo. En conclusión, bajo condiciones de producción en lecherías en trópico húmedo, el nivel de encaste racial juega un papel preponderante al momento de evaluar el PVS y TCPV. Es importante considerar estrategias de manejo a través de las épocas del año y años a fin de minimizar los efectos climáticos que impactan en la disponibilidad de pastos y por consiguiente la pérdida de peso vivo.

**Palabras clave:** bovinos de doble propósito, peso corporal, producción de leche.

## ABSTRACT

Productive data from a Holstein x Cebu cattle herd were used to assess the effects of crossbreed level (high vs. low), and calving season and year on live weight at calving (PVC) and drying (PVD), and weight change rate (WCR) of the dams under conditions of humid tropic. An analysis of main factors was carried through an ANOVA. While cows with high crossbreed level (> 50% *Bos taurus*) lost ($p < 0.05$) 20.56 kg of live weight, cows with low crossbreed level (≤ 50% *Bos taurus*) gained ($p < 0.05$) 14.56 kg between the calving and drying. Calving season and year effected ($p < 0.05$) PVC, PVD and WCR. The PVD was lower in rainy season, and the cows lost weight both in northern and rainy season; contrarily, the cows gained weight in dry season. In conclusion, under production conditions of humid tropic, the crossbreeding level plays a key role on PVD and WCR. It is important to consider management strategies throughout season of year and years in order to minimize the climatic effects that impact the availability of pastures and the live weight loss.

**Index words:** Dual purpose cattle, body weight, milk production.

## INTRODUCCIÓN

La pérdida o ganancia de peso corporal en los sistemas de producción bovina es un factor usado en gran medida para estimar la forma en que se cubren o no los requerimientos nutricionales de las hembras en producción (Osorio-Arce y Segura-Correa, 2006; Osorio-Arce y Segura-Correa, 2007). Una de las limitantes en los sistemas de doble propósito y lechería tropical es el aporte de nutrientes de los forrajes tropicales, los cuales no llenan los requerimientos para producción de leche, crianza del becerro, reproducción y mitigación del estrés calórico (Echeverri *et al.*, 2015). Es bien conocido que los requerimientos nutricionales son variables dependiendo de la etapa de crecimiento y etapa productiva (lactación, gestación, secado; NRC, 2001), y cuando estos no son cubiertos al 100%, las vacas tienden a movilizar reservas corporales de grasa inicialmente y después siguen con el tejido muscular en pro de cubrir las demandas nutricionales.

En vacas lecheras y principalmente bajo condiciones de producción de doble propósito de las regiones tropicales, el periodo de transición entre la gestación tardía y la lactancia temprana, se reconoce que induce cambios metabólicos y hormonales (Polakova *et al*., 2010). Estos cambios se caracterizan por la movilización de grasa corporal, proteínas y minerales para satisfacer los requerimientos para producción y mantenimiento de leche (Van Dorland *et al.*, 2009). Estos cambios también son visibles en condiciones patológicas en el periodo posparto, que contribuyen a incrementar el intervalo parto-concepción (días abiertos) (Piccione *et al*., 2011). En vacas Holstein desde hace varias décadas (Touchberry y Batra, 1976) se ha documentado la importancia de los cambios en el peso corporal. En México ya se ha comenzado a investigar en ganado de doble propósito (Osorio-Arce y Segura-Correa, 2006; Osorio-Arce y Segura-Correa, 2007), aunque los autores citados mencionan no haber encontrado pérdida de peso vivo significativa en vacas Holstein x Cebú durante la lactancia. Sin embargo, hace falta evaluar otros rebaños y condiciones de manejo para determinar en qué medida factores múltiples pueden estar interviniendo.

Aunque los bovinos de doble propósito muestran un potencial productivo intermedio, comparado con las razas y sistemas de producción especializado, los bajos niveles de suplementación alimenticia se suman a los limitados aportes nutricionales de los forrajes tropicales (Stobbs, 1975), lo cual finalmente refleja en el desempeño productivo (producción total de leche, persistencia y duración de la lactancia) y reproductivo (días abiertos e intervalo entre parto) (Piccione *et al.*, 2011). Por lo tanto, el objetivo del estudio fue evaluar el efecto del nivel de encaste racial (alto vs. bajo), época y año de parto sobre los cambios de peso corporal en vacas bajo sistemas de lechería en el trópico húmedo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio retrospectivo con base en la información de los registros de producción (1998 al 2016) de un rebaño de bovinos en trópico húmedo ubicado en el municipio del Centro, Tabasco. El hato incluyó aproximadamente 200 vacas en línea con doble ordeño al día, adicionalmente la

producción de sus propios reemplazos mediante inseminación artificial (IA) y monta natural (MN). Durante el periodo evaluado, la producción de leche se manejó bajo un sistema de lechería tropical donde los becerros fueron criados en forma artificial desde el nacimiento, iniciándolas al pastoreo en forma paulatina a lo largo de su desarrollo. Durante el ordeño, las vacas recibían un kilogramo de alimento comercial (16% de PC) por la mañana, y por la tarde, sales minerales y agua *ad libitum.*

Con la finalidad de conocer el cambio en el peso vivo durante la lactancia, se tomó la información del peso de las vacas al parto y al final de la lactancia, y con ello se calculó la tasa de cambio del peso vivo durante el periodo parto-fin de lactancia (259.09 ± 9.32 d entre los dos pesos). Las variables de peso vivo al parto (PVP), peso al secado (PVS) y tasa de cambio en peso vivo (TCPV) se evaluaron con un análisis de efecto principales mediante un ANOVA, considerando los efectos principales de nivel de encaste racial (alto >50% genes y bajo ≤50% de genes *Bos taurus*), época de parto (lluvia, norte y seca) y año de parto (1998-2016). Un análisis de medias ajustada usando la opción PDIFF fue aplicado a una $\alpha$=0.05. Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico de SAS (2004).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los efectos de los factores del nivel de encaste materno, y época y año de parto sobre las variables de interés. El nivel de encastes de la vaca afectó ($p < 0.05$) PVS y TCPV, pero no PVP. Las vacas con nivel de encaste alto (>50 *Bos taurus*) registraron en promedio 20.56 kg de pérdida de peso vivo, lo cual concuerda con los resultados encontrados para ganado Holstein bajo sistemas especializados (Koenen *et al.*, 1999). Sin embargo, vacas con grado de encaste bajo (≤50% *Bos taurus*) ganaron en promedio 14.56 kg entre el periodo del parto y el secado. Estos resultados coinciden parcialmente con los reportados por Osorio-Arce y Segura-Correa (2007) en vacas cruzadas de ¾ Holstein x ¼ Cebú, las cuales mantuvieron similar peso corporal al que registraron al parto o incluso terminaron con balance de ganancia de peso de +26 kg al final de la semana 22 de lactancia. Similarmente, en vacas ½ Holstein x ½ Sahiwal se ha documentado un balance positivo durante de la lactancia de +5 kg (Osorio-Arce y Segura-Correa, 2007).

En el caso de efecto de época, los resultaron evidenciaron que tanto el PVP y el PVS variaron ($p < 0.05$) con la época de parto (Cuadro 1). En la época de norte se observó mayor PVP y PVS comparado con las otras épocas. Sin embargo, tanto en época de lluvias y norte las vacas perdieron ($p < 0.05$) peso vivo entre el parto y el secado, mientras que en la época seca el resultado para TCPV fue inverso ($p < 0.05$; ganaron peso). La diferencia en el peso al parto entre épocas puede ser explicada debido a la disponibilidad de nutrientes en los pastos tropicales de épocas previas (Stobbs, 1975); por ejemplo, las vacas que llegan al parto en épocas de nortes previamente su gestación avanzó a través de la época de lluvia, favorable para disponibilidad y digestibilidad de los pastos; no así en las paridas, en las épocas de seca y lluvia que vienen saliendo de épocas menos favorables, como la época de norte caracterizada por baja disponibilidad de pasto por efecto de bajas temperaturas y menor radiación solar (Stobbs, 1976; De Dios, 2001). De la misma manera, las que vienen saliendo de la época de secas tienen una menor disponibilidad de pastos por menor

lluvia (De Dios, 2001). Por lo anterior, en las unidades de producción bovinas de doble propósito y lecherías tropicales debe incluirse una estrategia de manejo y alimentación que permita a las hembras llegar con adecuado peso al parto y minimizar las pérdidas de peso y condición corporal durante la lactancia.

**Cuadro 1.** Cambios de peso vivo en el periodo post-parto de vacas mantenidas bajo un sistema de lechería de doble propósito en el trópico húmedo.

| Factores | Peso al parto (kg) | Peso al secado (kg) | Tasa de cambio en peso vivo (kg) |
|---|---|---|---|
| Encaste materno | | | |
| ≤ 50% Bos Taurus | 424.59 ± 5.20[a] | 433.91 ± 6.15[a] | +14.56 ± 3.50[a] (3.43%)[a] |
| > 50% Bos Taurus | 417.72 ± 8.31[a] | 399.77 ± 7.89[b] | -20.56 ± 4.48[b] (4.92%)[a] |
| Época | | | |
| Lluvia | 415.97 ± 9.92[a] | 406.87 ± 11.00[a] | -19.82 ± 6.12 [a] (4.76%)[a] |
| Norte | 434.61 ± 6.26[b] | 429.65 ± 6.48[b] | -22.23 ± 3.77[a] (5.11%)[a] |
| Seca | 412.90 ± 6.79[a] | 414.00 ± 7.86 [a,b] | +10.64 ± 4.45[b] (2.57%)[a] |
| Año | | | |
| 1998 | 369.11 ± 60.15[a] | --- | --- |
| 1999 | 378.31 ± 22.05[b] | --- | --- |
| 2000 | 323.92 ± 18.86[b] | --- | --- |
| 2001 | 399.81 ± 17.98[b] | --- | --- |
| 2002 | 436.90 ± 12.59[a] | --- | --- |
| 2003 | 419.49 ± 11.79[b] | --- | --- |
| 2004 | 453.45 ± 12.94[a] | --- | --- |
| 2005 | 454.63 ± 13.10[a] | 445.02 ± 30.96[a] | -16.64 ± 17.14[b,d] |
| 2006 | 462.55 ± 14.70[a] | 442.68 ± 17.78[a] | -18.78 ± 10.06[b,d] |
| 2007 | 451.18 ± 14.65[a] | 442.97 ± 18.96[a] | -4.76 ± 10.78[b,d] |
| 2008 | 456.64 ± 16.32[a] | 432.59 ± 16.13[a] | -1.65 ± 8.94[b,d] |
| 2009 | 419.61 ± 14.80[a] | 420.89 ± 14.21[a] | +13.00 ± 7.87[b,d] |
| 2010 | 454.14 ± 14.35[a] | 425.81 ± 14.05[a] | -14.69 ± 7.88[b,d] |
| 2011 | 401.25 ± 14.18[b] | 405.95 ± 13.73[a] | +19.00 ± 7.61[b,d] |
| 2012 | 440.50 ± 14.56[a] | 443.87 ± 13.87[a] | +3.25 ± 7.82[b,d] |
| 2013 | 433.91 ± 11.49[a] | 381.95 ± 10.56[b] | +54.47 ± 5.84[b,c] |
| 2014 | 400.50 ± 14.56[b] | 354.65 ± 12.25[b] | +52.10 ± 6.86[b,c] |
| 2015 | 428.91 ± 10.52[a] | 381.66 ± 11.64[b] | -76.72 ± 6.51[a] |
| 2016 | 416.88 ± 21.06[a] | 424.03 ± 19.78[a] | +52.27 ± 14.16[b,c] |

[a,b,c,d] Literales diferentes entre hileras para cada factor analizado denotan diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$).

Por su parte, el año de parto fue un factor con variaciones importantes a través de los mismos para las variables de peso medidas. Dichas variaciones se deben a diferencias entre años en el manejo, consumo de alimento, disponibilidad de forrajes y valor nutritivo de pastos tropicales (Stobbs, 1976; Juarez *et al.*, 1999); así como también a posibles eventos climatológicos fuera del control del hombre. Por lo anterior, las estrategias de manejo y alimentación juegan un papel preponderante a fin de evitar variaciones que signifiquen animales con bajos pesos y condición corporal al parto y menor pérdida de peso al secado.

## CONCLUSIONES

Bajo condiciones de producción en lecherías de trópico húmedo, el nivel de encaste racial juega un papel preponderante al momento de evaluar el peso vivo al final de la lactancia y las tasas de cambio de peso vivo, resultando con pérdida de peso los animales con ≥ 50% de genes *Bos taurus*, en comparación con los <50% de genes *Bos taurus* que incluso registran tasa de cambios positivas en el peso vivo. Por otra parte, es importante considerar estrategias de manejo a través de las épocas del año y a través de los años a fin de minimizar los efectos climáticos que impactan la disponibilidad de pastos, y con ello, la principal fuente de alimentación en los sistemas de producción de bovinos en el tópico húmedo, lo cual se refleja en pérdidas y variaciones de peso vivo al inicio y final de la lactancia.

## AGRADECIMIENTOS

Especial agradecimiento al MVZ Jorge Priego Noguera por abrirnos las puertas al Rancho la Carolina y darnos la confianza para acceder a la información del Rancho la Carolina a fin de realizar estos trabajos. Así también a la Lic. María Ángela Torres Pérez por la colaboración en la recuperación y organización de la información.

## LITERATURA CITADA

De Dios-Vallejo, O. O. 2001. Ecofisiología de los bovinos en sistemas de producción del trópico húmedo. Colección José N. Rovirosa. Villahermosa, Tabasco. México. 376 p.

Echeverri, M., L. Galeano-Vasco, M. Cerón-Muñoz y S. M. Márquez-Girón. 2015. Efecto de las variables climatológicas sobre la producción de leche de vacas Holstein. Livestock Research for Rural Development.27: 246. Retrieved July 26, 2019, from http://www.lrrd.org/lrrd27/12/eche27246.html

Juarez Lagunes, F. I., D. G. Fox, R. W. Blake and A. N. Pell 1999. Evaluation of Tropical Grasses for Milk Production by Dual-Purpose Cows in Tropical Mexico. Journal of Dairy Science. 82 (10): 2136-2145.

Koenen, E. P. C., A. F. Groen and N. Gengler 1999. Phenotypic variation in live weight and live-weight changes of lactating Holstein-Friesian cows. Animal Science 68:109-104.

National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle (7th rev. ed.), Natl. Acad. Sci., Washington, DC.

Osorio-Arce, M. M. y J. C. Segura-Correa. 2006. Relación entre peso corporal, reproducción y producción de leche de vacas cruzadas en un sistema de doble propósito en el trópico húmedo de México. Livestock Research for Rural Development 18:176. Retrieved July 26, 2019, from http://www.lrrd.org/lrrd18/12/osor18176.htm

Osorio-Arce, M. M. y J. C. Segura-Correa. 2007. Cambio de peso corporal durante la lactancia en vacas de doble propósito Holstein x Cebú y Holstein x Sahiwal en México. Livestock Research for Rural Development 19: 37. Retrieved July 25, 2019, from http://www.lrrd.org/lrrd19/3/osor19037.htm

Piccione, G., V. Messina, A. Schembari, S. Casella, C. Giannetto and D. Alberghina. 2011. Pattern of serum protein fractions in dairy cows during different stages of gestation and lactation. J. Dairy Res. 78(4): 421-5.

Polakova K, Kudrna V, Kodes A, Hucko B & Mudrik Z. 2010. Non-structural carbohydrates in the nutrition of high yielding dairy cows during a transition period. Czech J. Anim. Sci. 55: 468–478.

Stobbs, T. H. 1975. Factors limiting the nutritional value of grazed tropical pastures for beef and milk production. Tropical Grassland 9(2): 141-150.

Stobbs, T. H. 1976. Factors limiting milk production from grazed tropical pastures (Limitations to milk production). *In*: Seminario Internacional de Ganadería Tropical (1976, Acapulco, México). Memoria: Producción de forrajes. Secretaría de Agricultura y Ganadería; Banco de México; Fondo de Garantía y Fomento para la Agricultura, Ganadería y Avicultura. México, DF, MX.1976. p. 183-198.

SAS. 2004. Statistical Analysis System.SAS Institute, Cary, N.C. USA.

Touchberry, R.W. and T. R. Batra. 1976. Body weight changes in lactating purebred and crossbred dairy cattle. Journal of Dairy Science 59: 733-743.

Van Dorland, H. A., S. Richter, I. Morel, M. G. Doherr, N. Castro and R. M. Bruckmaier. 2009. Variation in hepatic regulation of metabolism during the dry period and in early lactation in dairy cows. J. Dairy Sci. 92 1924-1940.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# PRODUCCIÓN DE LECHE DE VACAS HOLSTEIN X CEBÚ BAJO UN SISTEMA DE LECHERÍA TROPICAL

# [MILK PRODUCTION OF HOLSTEIN X CEBU COWS UNDER A TROPICAL DAIRY SYSTEM]

**Nancy del Carmen Rodríguez-García[1], Carlos Luna-Palomera[1§], Ulises Macías-Cruz[2]**

[1]Universidad Juárez Autómoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Agropecuarias, Villahermosa, Tabasco, México. [2]Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ciencias Agrícolas, Valle de Mexicali, Baja California, México. [§] Autor para correspondencia: (carlos.luna@ujat.mx).

## RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar los factores que afectan el desempeño en la producción de leche y duración de la lactancia en vacas Holstein x Cebú bajo un sistema de lechería tropical. Con base en un estudio retrospectivo de los registros de producción en un rebaño bovino Holstein x Cebú bajo lechería tropical se evaluaron mediante un ANOVA las características de duración de la lactancia (DL), producción diaria de leche (PDL) y producción de leche ajustada a 280 días (PLA 280d), considerando los efectos principales de nivel de encaste de la vaca (> 50% y ≤ 50% de genes *Bos taurus*), época de parto (Lluvia, Norte y Seca), así como el efecto de año de parto (1998-2016). La duración en lactancia fue similar ($p > 0.05$) entre vacas con nivel de encaste alto y sin diferencias entre épocas de Lluvia, Norte y Seca. La producción diaria de leche y la PLA 280d fue significativamente mayor ($p < 0.05$) en vacas con >50% de genes *Bos taurus*, lo cual, representa un 7.5% y 10.5%, respectivamente. La época del año no tuvo efecto significativo ($p > 0.05$) sobre la producción de leche. Sin embargo, si se encontró efectos de variación a través de los años, observándose los mayores niveles de producción entre los años 2000 y 2013. En sistemas de producción bovina de lechería en el trópico, la duración de la lactancia es afectada por variaciones de año, pero no por efectos de época de parto y grado de encaste de las vacas. La producción de leche en estos sistemas de producción es afectada por el nivel de encaste racial, siendo mayor en las vacas con niveles de encaste > 50% *Bos taurus.*

**Palabras clave:** Bovinos de doble propósito, época del año, trópico húmedo.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate some factors affecting milk production and duration of lactation of Holstein x Cebu cows maintained under a tropical dairy system. Based on a retrospective study of the production records of a Holstein x Cebu cattle herd under tropical dairy, the characteristics of duration of lactation (DL), daily milk production (PDL) and milk production adjusted at 280 days (PLA 280d) were evaluated using an ANOVA, and considering only main effects of dam crossbreed level (> 50% and ≤50% *Bos taurus* genes), calving season (rain, north and dry) and calving year (1998-2016). The duration of lactation was unaffected ($p > 0.05$) by crossbreed level and calving season. Daily milk production and PLA 280d were higher ($p < 0.05$)

in cows with > 50% of *Bos taurus* genes, which represents 7.5 and 10.5 %, respectively. Calving season did not affect ($p > 0.05$) on PDL, while calving year caused variation for PDL, with the highest production levels between the 2000 and 2013. In dairy cattle production systems under tropic conditions, the duration of lactation changes with calving year, without any effect of calving season and crossbreed level. Despite, milk production is affected by crossbreed level, being better in cows with > 50% *Bos taurus*.

**Index words:** Dual purpose cattle, season of year, humid tropic.

## INTRODUCCIÓN

La producción ganadera en México es una de las principales actividades del sector agropecuario, debido a la gran variedad de regiones climáticas que favorecen la producción de carne y leche; sin embargo, la producción de leche en México sólo cubre el 65% de la demanda interna (Camacho-Vera *et al.,* 2017). La región tropical ofrece las mejores perspectivas para incrementar la producción de leche en el país (Magaña-Monforte *et al.,* 2006; Orantes-Zebadua *et al.,* 2014); sin embargo, en las explotaciones lecheras se utiliza de forma ineficiente el activo fijo (tierra y ganado), ya que actualmente solo provee cerca del 20% de la leche que se consume en México. En los sistemas bovinos de doble propósito (SBDP) se ha utilizado el cruzamiento de las razas *Bos taurus* de diversas variedades genéticas con *Bos indicus*, pero sin un esquema de cruzamiento ordenado y definido con la finalidad de que se adapten a las regiones tropicales e incrementar el potencial productivo (Rojo-Rubio *et al.,* 2009). Debe considerarse que al utilizar genotipos con alto grado de encaste *Bos taurus* se incrementa también los requerimientos nutricionales, así como los cuidados sanitarios y las condiciones de manejo, comparado con las razas con mayor encaste *Bos indicus* (Parra-Bracamonte *et al.*, 2005; Arce-Recinos *et al.*, 2017).

Una alternativa en los SBDP es el aumento en el uso de tecnología para intensificar los sistemas de producción y su transformación a sistemas de lechería tropical. La intención de estas innovaciones tecnológicas y especialización del sistema es hacer uso intensivo y eficiente de los recursos naturales para su transformación a carne y leche. Sin embargo, es importante valorar su desempeño a través de los años, las condiciones de manejo y grado de encaste racial que pueden favorecerlo. Por lo tanto, el objetivo del estudio fue evaluar los factores que afectan el desempeño en la producción de leche y duración de la lactancia de vacas Holstein x Cebú bajo un sistema de lechería tropical.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio retrospectivo con base en la información de los registros de producción (1998 al 2016) de un rebaño de bovinos en trópico húmedo ubicado en el municipio del Centro, Tabasco. El hato incluyó aproximadamente 200 vacas Holstein x Cebú en línea con doble ordeña al día, así como la producción de sus propios reemplazos mediante inseminación artificial y monta natural. Durante el periodo evaluado, la producción de leche se manejó bajo un sistema de lechería tropical donde los becerros fueron criados en forma artificial desde el nacimiento hasta el destete,

iniciándolas al pastoreo en forma paulatina a lo largo de su desarrollo. Durante el ordeño, las vacas recibieron un kilogramo de alimento comercial (16% de PC) por la mañana y por la tarde, así como sales minerales y agua *ad libitum.*

Las variables de duración de la lactancia (DL), producción diaria de leche (PDL) y producción de leche ajustada a 280 días (PLA 280d) se evaluaron mediante un ANOVA, considerando solamente los efectos principales como nivel de encaste de la vaca (> 50% y ≤ 50% de genes *Bos taurus*), época de parto (lluvia, norte y seca), y año de parto (1998-2016). Un análisis de medias ajustada usando la opción PDIFF fue aplicado a una $\alpha$ =0.05. Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico de SAS (2004).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1, se resumen los resultados para DL, PLD y PLA 280d. La DL no varió ($p > 0.05$) con el nivel de encaste materno y la época de parto. Sin embargo, año de parto causó variaciones ($p < 0.05$) en DL, siendo menor el número de días en entre el 2014 y 2016 en comparación con los años precedentes. Este efecto de año se atribuyó a que hubo un cambio en el sistema de manejo que obligó a la unidad de producción a abandonar el sistema de lechería tropical y ordeñar solamente en forma parcial a los animales.

Con respecto a la PDL y la PLA 280d, las vacas con >50% de genes *Bos taurus* tuvieron 7.5 y 10.5%, respectivamente, más que las vacas con <50% de genes *Bos taurus*. La PLA 280d es inferior a los reportados por Teyer-Bobadilla *et al.* (2002), quienes encontraron una producción en un sistema de lechería tropical especializada con vacas Holstein de 2823 ± 53 kg en una lactancia de 292 ± 7.82 d. Sin embargo, la PLA 280d es mayor a la reportada por Parra-Bracamonte et al. (2005), quienes reportaron por lactancia 1665 ± 34 kg y 1611 ± 39 kg para niveles de encaste Holstein medio y alto, respectivamente. De igual manera son cifras superiores a las reportadas en Yucatán por Magaña-Monforte *et al.* (2006) para los niveles de encaste medio (2007.8 ± 196.8 kg) y alto (1817.2 ± 187.7 kg) con niveles de complementación de 5 kg de alimento al día.

En cuanto a los efectos ambientales, se encontró que la época de parto no afectó ($p > 0.05$) la PL. Estos resultados difieren a los encontrados por Zarate-Martínez *et al.* (2010), ya que ellos observaron efecto de época del año para la producción de leche en ganado cruzado de Holstein o Pardo Suizo x Cebú. Aunque no fue el caso en este estudio, se podría esperar un efecto sobre la producción de leche toda vez que el sistema es mayormente dependiente de la disponibilidad y valor nutritivo de los pastos a través de las épocas del año (Rojo-Rubio *et al.*, 2009). Sin embargo, sí se encontró efectos de variación a través de los años, observándose los mayores niveles de producción entre los años 2000 y 2013. Este efecto podría deberse a variaciones y cambios en el manejo que sufrió el sistema de producción a partir del año 2014. Por otra parte, es importante mencionar que el factor disponibilidad y valor nutricional de los pastos a través de los años, es un aspecto a considerar a fin de mantener los niveles de producción contante (Stobbs, 1975).

**Cuadro 1.** Producción de leche en vacas Holstein x Cebú bajo un sistema de lechería en el trópico.

| Factores | Duración de la lactancia (kg) | Producción diaria leche (kg) | Producción de leche ajustada 280d (kg) |
|---|---|---|---|
| Encaste materno | | | |
| ≤ 50% *Bos taurus* | 252.43 ± 6.35[a] | 7.55 ± 0.14[b] | 2114.87 ± 41.40[b] |
| > 50% *Bos taurus* | 265.75 ± 10.09[a] | 8.12 ± 0.23[a] | 2274.25 ± 66.15[a] |
| Época | | | |
| Lluvia | 261.57 ± 12.00[a] | 7.59 ± 0.28[a] | 2127.16 ± 79.86[a] |
| Norte | 256.29 ± 7.66[a] | 7.78 ± 0.17[a] | 2179.79 ± 49.00[a] |
| Seca | 259.41 ± 8.30[a] | 8.13 ± 0.19[a] | 2276.73 ± 53.62[a] |
| Año | | | |
| 1998 | 443.57 ± 74.63[a] | 4.36 ± 1.64[b,d] | 1222.47 ± 459.50[b] |
| 1999 | 261.25 ± 27.34[b,c] | 6.53 ± 0.60[b,d] | 1828.81 ± 168.75[b] |
| 2000 | 356.96 ± 23.37[a] | 7.03 ± 0.52[b,d] | 1969.72 ± 146.69[b] |
| 2001 | 265.46 ± 22.61[b,c] | 9.94 ± 0.49[a,c] | 2784.93 ± 139.62[b,c] |
| 2002 | 280.41 ± 15.60[b,c] | 9.58 ± 0.34[b,c] | 2682.50 ± 97.24[b,c] |
| 2003 | 323.89 ± 14.68[a] | 9.66 ± 0.32[b,c] | 2705.45 ± 91.78[b,c] |
| 2004 | 283.75 ± 16.27[b] | 9.90 ± 0.36[b,c] | 2772.91 ± 101.53[b,c] |
| 2005 | 235.79 ± 16.31[b,c] | 10.20 ± 0.36[b,c] | 2858.21 ± 101.97[b,c] |
| 2006 | 242.10 ± 18.06[b,c] | 11.45 ± 0.40[a] | 3207.50 ± 113.11[a] |
| 2007 | 257.32 ± 17.99[b,c] | 10.30 ± 0.40[b] | 2884.68 ± 112.32[b,d] |
| 2008 | 258.95 ± 20.49[b,c] | 8.84 ± 0.46[b,c] | 2477.28 ± 129.63[b,d] |
| 2009 | 266.25 ± 18.35[b,c] | 9.50 ± 0.41[b] | 2660.65 ± 116.55[b,c] |
| 2010 | 251.27 ± 17.45[b,c] | 8.10 ± 0.40[b,d] | 2269.23 ± 111.56[b,d] |
| 2011 | 275.09 ± 17.28[b,] | 8.20 ± 0.38[b,d] | 2296.35 ± 107.66[b,d] |
| 2012 | 242.96 ± 17.29[b,] | 8.40 ± 0.39[b,d] | 2351.50 ±108.98[b,d] |
| 2013 | 210.62 ± 14.24[b,d] | 7.62 ± 0.33[b,d] | 2135.56 ± 92.64[b,d] |
| 2014 | 140.57 ± 15.18[b,d] | 4.36 ± 0.40[b,d] | 1223.53 ± 112.16[b,d] |
| 2015 | 163.43 ± 13.19[b,d] | 2.37 ± 0.35[b,d] | 665.20 ± 100.73[b,d] |
| 2016 | 163.10 ± 20.84[b] | 2.50 ± 0.71[b,d] | 700.14 ± 200.86[b,d] |

[a,b,c,d] Literales diferentes entre hileras para cada factor analizado denotan diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$).

## CONCLUSIONES

En sistemas de producción bovina de lechería en el trópico, la duración de la lactancia es afectada por variaciones del año de parto, pero no por efectos de la época de parto y grado de encaste de las vacas. La producción de leche en estos sistemas de producción es afectada por el nivel de encaste racial materno, siendo mayor en las vacas con niveles de encaste >50% *Bos taurus.*

## AGRADECIMIENTOS

Especial agradecimiento al MVZ Jorge Priego Noguera por abrirnos las puertas al Rancho la Carolina y darnos la confianza para acceder a la información del Rancho la Carolina a fin de realizar éstos trabajos. Así también a la Lic. María Ángela Torres Pérez por la colaboración en la recuperación y organización de la información.

## LITERATURA CITADA

Arce-Recinos, C., E. M. Aranda-Ibáñez, M. M. Osorio-Arce, R. González-Garduño, P. Díaz-Rivera y J. A. Hinojosa-Cuellar. 2017. Evaluación de parámetros productivos y reproductivos en un hato de doble propósito en Tabasco, México. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 8(1): 83-91. https://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4347.

Camacho-Vera, J. H., F. Cervantes-Escoto, M. I. Palacios-Rangel, A. Vargas y J. Ocampo-Ledesma. 2017. Especialización de los sistemas productivos lecheros en México: la difusión del modelo tecnológico Holstein. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 8(3): 259-268. https://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v8i3.4191

Magaña-Monforte, J. G., G. A. Ríos y J. C. G. Martínez. 2006. Los sistemas de doble propósito y los desafíos en los climas tropicales de México. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 14: 105-114.

Magaña-Monforte, J., G. R. Arjona, y J. M. González. 2006. Los sistemas de doble propósito y los desafíos en los climas tropicales de México. Arch Latinoam Prod Anim 14(3): 105-114.

Orantes-Zebadúa, M. A., D. Platas-Rosado, V. Córdova-Avalos, M. C. De los Santos-Lara y A. Córdova-Avalos. 2014. Caracterización de la ganadería de doble propósito en una región de Chiapas, México. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 1(1): 49-58.

Parra-Bracamonte, G. M., J. G. R. Magaña-Delgado, M. Osorio and J. C. Segura 2005. Genetic and non-genetic effects on productive and reproductive traits of cows in dual purpose herds in Southeastern Mexico. Genet. Mol. Res. 4(3): 482-490.

Rojo-Rubio, R., Vázquez-Armijo J. F., P. Pérez-Hernández. 2009. Dual purpose cattle production in Mexico. Trop Anim Health Prod (2009) 41: 715. https://doi.org/10.1007/s11250-008-9249-8.

Stobbs, T. H. 1975. Factors limiting the nutritional value of grazed tropical pastures for beef and milk production. Tropical Grassland 9(2): 141-150.

SAS. 2004. Statistical Analysis System.SAS Institute, Cary, N.C. USA.

Teyer-Bobadilla R, J. G. Magaña, J. Santos y C. Aguilar. 2002. Comportamiento productivo y reproductivo de vacas Holstein manejadas en un sistema de lechería especializada y otra de doble propósito en el sureste de México. Livestock Research for Rural Development 14(31) Retrieved July 29, 2019, from http://www.lrrd.org/lrrd14/4/teye144.htm

Zárate-Martínez, J. P., V. A. Esqueda-Esquivel, J. C. Vinay-Vadillo y S. M. Jácome-Maldonado. 2010. Evaluación económico-productiva de un sistema de producción de leche en el tropico. Agronomía Mesoamericana 21(2): 255-265.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE VACAS HOSTEIN X CEBÚ BAJO UN SISTEMA DE LECHERÍA TROPICAL

# [REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF HOLSTEIN X CEBÚ COWS UNDER A TROPICAL DAIRY SYSTEM]

**Karla Mayte Torres-Hernández[1], Carlos Luna-Palomera[1§], Ulises Macías-Cruz[2], Jorge Alonso Peralta-Torres[1]**

[1]Universidad Juárez Autómoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Agropecuarias, Villahermosa, Tabasco, México. [2]Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ciencias Agrícolas, Valle de Mexicali, Baja California, México. [§]Autor para correspondencia: (carlos.luna@ujat.mx).

## RESUMEN

El objetivo fue evaluar el efecto de algunos factores ambientales sobre el intervalo entre partos (IEP), producción de leche por día interparto (LDIP) y número de servicios por concepción (#SC) en vacas Holstein x Cebú bajo un sistema de lechería tropical. Con base en un estudio retrospectivo de los registros de producción en vaquillas Holstein x Cebú bajo un sistema de lechería tropical, las variables bajo estudio se analizaron mediante un ANOVA considerando los efectos principales como el nivel de encaste de la vaca (>50% genes *Bos taurus* y ≤50% de genes *Bos taurus*), época de empadre (Lluvia, Norte y Seca), año de parto (1998-2016) y número de lactancia de la vaca (1 al 11). El IEP, la LDIP y #SC no fueron afectados ($p$ >0.05) por el nivel de encaste y época del año, observándose un comportamiento similar entre vacas >50% genes *Bos taurus* vs. ≤50% de genes *Bos taurus* en las diferentes épocas del año. El año de parto afectó significativamente ($p$ <0.05) todas las características evaluadas. De igual forma, el número de lactancias afectó significativamente todas las variables estudiadas. La eficiencia reproductiva del rebaño es bastante mejorable, por lo tanto, se debe establecer metas y estrategias que contribuyan a corto plazo a mejorar la eficiencia reproductiva del sistema de producción.

**Palabras clave:** Eficiencia reproductiva, ganado de doble propósito, trópico húmedo.

## ABSTRACT

This study aimed to characterize the effects of crossbreed level (high vs. low), breeding season, year of calving and number of lactation on the interval between calving (IEP), milk production per inter-calving day (LDIP) and number of services per conception (#SC) in Holstein x Cebu cows under a tropical dairy system. Based on a retrospective study of production records in Holstein x Cebu heifers under a tropical dairy system the characteristics mentioned were evaluated by ANOVA. The IEP, the LDIP and #SC were not affected ($p$ > 0.05) by the breeding level and time of the year, observing a similar behavior between cows > 50% *Bos taurus* genes vs. ≤50% of *Bos taurus* genes at different times of the year. The year of delivery significantly affected ($p$ <0.05) all the characteristics evaluated. Similarly, the number of lactations significantly affected all the

variables studied. The reproductive efficiency of the herd is low, therefore goals and strategies that contribute in the short term to improve the reproductive efficiency of the production system must be established.

**Index words:** Reproductive efficiency, dual purpose cattle, humid tropic.

## INTRODUCCIÓN

En México, las regiones tropicales comprenden el 25% del territorio nacional, y los sistemas bovinos de doble propósito (SBDP) aportan el 18.3% de la producción nacional de leche (SIEA-SAGARPA, 2010). Los estados del Sur-Sureste (Veracruz, Chiapas, Tabasco, Campeche, Yucatán, Guerrero) contiene la mayor extensión territorial y tamaño de hato doble propósito de México (SIAP-SAGARPA, 2016). La leche producida en estos sistemas es mayormente comercializada a nivel local, constituyendo una fuente importante de ingresos para las familias y liquidez de las unidades de producción (Rojo- Rubio *et al.*, 2009; Orante-Zebadúa *et al.*, 2014).

La abundante disponibilidad de agua y suelo en las regiones tropicales para la producción de forrajes y el uso mínimo de productos agroindustriales permiten tener menores costos de producción por unidad de leche y carne, con niveles de contaminación inferiores y condiciones de bienestar animal más adecuados en comparación con los sistemas intensivos (Salas-Reyes *et al*., 2015). Sin embargo, a pesar de la importante contribución de la ganadería tropical a la seguridad alimentaria del país, y el bienestar socioeconómico, la información disponible de las características productivas y reproductivas de los sistemas de producción no es suficiente (Milián-Suazo *et al*., 2016). Por lo tanto, la evaluación del desempeño reproductivo del rebaño a través de las características reproductivas más sobresalientes es un punto de partida importante a fin de mejorar la eficiencia reproductiva de un rebaño.

Por otra parte, es importante que en estas evaluaciones se considere el grupo racial ya que es significativo conocer la medida en que éstos se adaptan al medio ambiente tropical (temperatura, la humedad, el desplazamiento del aire, la radiación solar, la presión barométrica y la precipitación pluvial), además de otros factores que puedan afectar la eficiencia reproductiva de los rebaños (De Dios, 2001).

Por tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de algunos factores sobre el intervalo entre partos, producción de leche por día interparto y número de servicios por concepción en vacas Holstein x Cebú bajo un sistema de lechería tropical.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio retrospectivo con base en la información de los registros de producción (1998 al 2016) de un rebaño de bovinos en trópico húmedo ubicado en el municipio del Centro, Tabasco. El hato incluyó aproximadamente 200 vacas en línea con doble ordeña al día, con producción de sus propios reemplazos mediante inseminación artificial (IA) y monta natural (MN). Durante el perido evaluado la producción de leche se manejo bajo un sistema de lechería tropical donde los

becerros fueron criados en forma artificial desde el nacimiento, iniciándolas al pastoreo en forma paulatina a lo largo de su desarrollo. Durante el ordeño, las vacas recibieron un kg de alimento comercial (16% de PC) por la mañana y por la tarde, sales minerales y agua *ad libitum.*

Con la finalidad de conocer el efecto de algunos factores genéticos y ambientales sobre intervalo entre partos (IEP), producción de leche por día interparto (LDIP) y número de servicios por concepción (#SC) de vaquillas Holstein x Cebú se evaluaron las variables mediante un ANOVA, considerando los efectos principales de nivel de encaste de la vaca (>50% genes *Bos taurus* y ≤50% de genes *Bos taurus*), época de parto (Lluvia, Norte y Seca), año de parto (1998-2016) y número de lactancia (1 hasta 11). Las diferencias en las medias se analizaron a través de la técnica de medias ajustadas con un $\alpha$ =0.05.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1 resume el desempeño reproductivo evaluado por el nivel de encaste racial, época del año y año de parto de vacas Holstein x Cebú.

El IEP, la LDIP y #SC no fueron afectados ($p > 0.05$) por el nivel de encaste y época del año, observándose un comportamiento similar entre vacas >50% genes *Bos taurus* vs. ≤50% de genes *Bos taurus* en las diferentes épocas del año (Cuadro 1). No obstante, los resultados obtenidos en este estudio son comparables a los reportados por Padilla-Ramírez et al. (1984) en vacas ½ Holstein x Cebú vs. ¾ Holstein x Cebú con 1.7 y 1.5 servicios por concepción, respectivamente. Estos mismos autores tampoco encontraron efectos de época del año de abril-septiembre vs. Octubre-marzo con 1.6 y 1.5 servicios por concepción, respectivamente. En otro estudio Vite-Cristóbal et al. (2007) encontraron resultados similares a ese estudio en vacas de doble propósito Holstein x Cebú y Pardo Suizo x Cebú con LDIP de 10.2 y 9.8 kg/d, respectivamente.

El año de parto es un factor que afecto significativamente ($p < 0.05$) todas las características evaluadas. Sobre todo, es importante mencionar que en los años 2014 al 2016 se observó una disminución significativa en el LDIP con respecto a los demás años debido a cambios realizados en el manejo del rebaño, afectando los niveles de producción de leche y por tanto en la variable estudiada. Contrariamente, Vite-Cristóbal *et al*. (2007) reportan que este parámetro no fue afectado por el año de parto ni la época de parto.

De igual forma, el número de lactancias afectó significativamente todas las variables estudiadas (Cuadro 2), observando principalmente que el IEP fue más larga y la LDIP menor sobre todo en vacas de primer parto lactancia. Estos resultados observados son similares a los reportados por Román-Ponce *et al*. (1983) quienes reportan IEP entre 429.7 y 483.0 días para vacas Holstein bajo un sistema de lechería tropical, sin efecto significativo por el número de lactancia. No así para vacas Pardo Suizo bajo el mismo sistema de producción, las cuales observaron IEP entre 411.7 y 448.0 días con mejor desempeño reproductivo.

**Cuadro 1**. Factores que afectan el desempeño reproductivo en vacas Holstein x Cebú bajo un sistema de lechería tropical.

| Factores | Intervalo Entre Partos (d) | Producción de leche por día interpretó (kg/d) | # Servicios por Concepción (n) |
|---|---|---|---|
| Encaste materno | | | |
| ≤ 50% Bos taurus | 464.93 ± 10.71[a] | 4.90 ± 0.22[a] | 1.69 ± 0.05[a] |
| > 50% Bos taurus | 487.14 ± 17.30[a] | 5.58 ± 0.36[a] | 1.81 ± 0.09[a] |
| Época | | | |
| Lluvia | 494.82 ± 18.55[a] | 5.02 ± 0.39[a] | 1.73 ± 0.09[a] |
| Norte | 449.46 ± 13.22[b] | 5.28 ± 0.27[a] | 1.80 ± 0.07[a] |
| Seca | 483.83 ± 14.32[a] | 5.42 ± 0.29[a] | 1.73 ± 0.08[a] |
| Año | | | |
| 1998 | 467.92 ± 112.3[a] | 4.75 ± 2.22[a,c] | 2.90 ± 0.56[a] |
| 1999 | 431.58 ± 37.84[b] | 5.39 ± 0.76[b,c] | 2.26 ± 0.22[a] |
| 2000 | 580.89 ± 32.97[a] | 5.72 ± 0.66[b,d] | 1.73 ± 0.19[b,c] |
| 2001 | 359.91 ± 33.95[b] | 8.45 ± 0.68[a] | 1.80 ± 0.18[b,c] |
| 2002 | 429.76 ± 23.34[b] | 7.03 ± 0.47[b,d] | 1.88 ± 0.13[b,c] |
| 2003 | 477.52 ± 22.21[b] | 6.50 ± 0.45[b,c] | 1.65 ± 0.12[b,c] |
| 2004 | 434.17 ± 24.47[b] | 8.06 ± 0.49[a,d] | 1.62 ± 0.13[b,c] |
| 2005 | 418.78 ± 26.30[b] | 6.82 ± 0.53[b,c] | 1.53 ± 0.13[b,c] |
| 2006 | 418.97 ± 25.79[b] | 6.82 ± 0.51[b,c] | 1.96 ± 0.14[a] |
| 2007 | 451.66 ± 25.88[b] | 6.00 ± 0.52[b,c] | 1.65 ± 0.14[b,c] |
| 2008 | 455.25 ± 28.95[b] | 5.43 ± 0.58[b,d] | 1.14 ± 0.15[b,d] |
| 2009 | 535.76 ± 24.75[a] | 5.23 ± 0.49[b,d] | 1.63 ± 0.14[b,c] |
| 2010 | 541.62 ± 24.50[a] | 4.82 ± 0.49[b,d] | 1.50 ± 0.13[b,c] |
| 2011 | 526.87 ± 26.16[a] | 5.12 ± 0.52[b,d] | 1.65 ± 0.13[b,c] |
| 2012 | 540.16 ± 23.52[a] | 5.43 ± 0.48[b,d] | 1.67 ± 0.13[b,c] |
| 2013 | 496.94 ± 19.93[b] | 4.00 ± 0.40[b,d] | 1.93 ± 0.11[a] |
| 2014 | 525.38 ± 21.31[a] | 1.69 ± 0.49[b,d] | 1.62 ± 0.12[b,c] |
| 2015 | 485.64 ± 24.20[b] | 1.01 ± 0.61[b,d] | 1.67 ± 0.10[b,c] |
| 2016 | 465.92 ± 27.53[b] | 1.27 ± 0.87[b,d] | 1.50 ± 0.16[b,c] |

[a,b,c,d] Literales diferentes entre hileras para cada factor analizado denotan diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$).

Contrario a los resultados de este estudio, Vite-Cristóbal *et al*. (2007) reportan que vacas ½ Holstein x Cebú, ½ Pardo Suizo x Cebú y ¾ Pardo Suizo x Cebú, el LDIP fue similar entre genotipos y número de lactancia (1 a la 3). Sin embargo, en el mismo trabajo los autores reportan IEP de 351.5, 360.5 y 414.5 para los mismos genotipos, respectivamente. Seguramente uno de los factores que contrasta y que contribuye a la diferencia en los resultados reproductivos es el nivel de complementación alimenticia ofrecido, ya que en el estudio de Vite-Cristóbal *et al*. (2007) ofrecieron 1 kg de alimento por cada 3 kg de leche producida, mientras en este estudio fue solo 2 kg día$^{-1}$.

Por otra parte, para #SC en la primera lactancia fue similar al de vacas adultas en la lactancia 3 y 4 o mejor incluso con mejor desempeño que las de 6 a 8 lactancias. El #SC observados en este

estudio para la primera lactancia y en general son menores a los observados por Román-Ponce *et al*. (1983) los cuales oscilan entre 2.8 y 3.0 servicios por concepción.

**Cuadro 2.** Número de lactancias y desempeño reproductivo en vacas Holstein x Cebú bajo un sistema de lechería tropical.

| Número de lactancia | Intervalo entre Partos (kg) | Producción de leche interpretó (kg/d) | # Servicios/ Concepción (n) |
|---|---|---|---|
| 1 | $552.93 \pm 12.21^{a}$ | $3.38 \pm 0.25^{b}$ | $1.60 \pm 0.07^{b,d}$ |
| 2 | $489.89 \pm 14.48^{b}$ | $4.77 \pm 0.29^{b}$ | $1.29 \pm 0.08^{b,c}$ |
| 3 | $481.29 \pm 17.32^{b}$ | $5.61 \pm 0.35^{a}$ | $1.72 \pm 0.09^{b,d}$ |
| 4 | $486.43 \pm 20.60^{b}$ | $5.58 \pm 0.41^{a}$ | $1.57 \pm 0.10^{b,d}$ |
| 5 | $498.32 \pm 22.61^{b}$ | $6.00 \pm 0.57^{a}$ | $1.76 \pm 0.12^{b,d}$ |
| 6 | $511.34 \pm 25.44^{a}$ | $5.31 \pm 0.65^{a}$ | $1.91 \pm 0.14^{b,d}$ |
| 7 | $445.74 \pm 28.49^{b}$ | $4.71 \pm 0.73^{a}$ | $2.53 \pm 0.16^{a}$ |
| 8 | $477.38 \pm 41.45^{b}$ | $4.92 \pm 0.85^{a}$ | $2.04 \pm 0.17^{b,d}$ |
| 9 | $443.07 \pm 36.56^{b}$ | $4.71 \pm 0.73^{a}$ | $1.58 \pm 0.20^{b,c}$ |
| 10 | $418.36 \pm 41.45^{b}$ | $4.92 \pm 0.85^{a}$ | $1.62 \pm 0.22^{b,c}$ |
| 11 | $431.67 \pm 41.86^{b}$ | $5.60 \pm 0.92^{a}$ | $1.65 \pm 0.18^{b,d}$ |

$^{a,b,c,d}$ Literales diferentes entre hileras para cada factor analizado denotan diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$).

## CONCLUSIONES

Los parámetros de IEP, LDIP y #SC no son afectados por el nivel de encaste de las vacas ni por la época de empadre o parto; sin embargo, existe variación a través de los años que afectan estos parámetros. De acuerdo con los resultados obtenidos la eficiencia reproductiva del rebaño es bastante mejorable, por lo tanto, se debe establecer metas y estrategias que contribuyan a corto plazo a mejorar los mismos a fin de mejorar la eficiencia productiva y económica del sistema de producción.

## AGRADECIMIENTOS

Especial agradecimiento al MVZ Jorge Priego Noguera por abrirnos las puertas al Rancho la Carolina y darnos la confianza para acceder a la información del Rancho la Carolina a fin de realizar estos trabajos. Así también a la Lic. María Ángela Torres Pérez por la colaboración en la recuperación y organización de la información.

## LITERATURA CITADA

De Dios-Vallejo, O. O. 2001. Ecofisiología de los bovinos en sistemas de producción del trópico húmedo. Colección José N. Rovirosa. Villahermosa, Tabasco. México. 376 p.

Milián-Suazo, F., R. Hernández-Ortiz, L. Hernández-Andrade, A. Alvarado-Islas, E. Díaz-Aparicio, F. Mejía-Estrada, E. G. Palomares-Reséndiz, I. B. Reyes and H. Zendejas-Martínez. 2016. Seroprevalence and risk factors for reproductive diseases in dairy cattle in Mexico. J. Vet. Med. Anim. Health 8(8): 89-98.

Orantes-Zebadua, M. A., D. Platas-Rosado, V. Córdova-Avalos, M. A. De los Santos-Lara y A. Córdova-Avalos. 2014. Caracterización de la ganadería de doble propósito en una región de Chiapas, México. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 1(1): 49-58.

Padilla-Ramírez, F. J., H. Román-Ponce y H. Catillo-Rojas. 1984. Evaluación del comportamiento reproductivo de ganado bovino lechero cruzado con Cebú en clima tropical. Tec. Pec. Mex. 47: 170-175.

Rojo-Rubio, R., J. F. Vázquez-Armijo, P. Pérez-Hernández. 2009. Dual purpose cattle production in Mexico. Trop Anim Health Prod (2009) 41: 715. https://doi.org/10.1007/s11250-008-9249-8.

Román- Ponce, H., J. J. Hernandez Ledezma y H. Catillo Rojas. 1983. Comportamiento reproductivo de ganado lechero en clima tropical. 1. Características reproductivas de vacas Holstein y Suizo Pardo. Tec. Pec. Mex. 45: 21-30.

Salas-Reyes, I. G., C. M. Arriaga-Jordán and S. Rebollar-Rebollar. 2015. Assessment of the sustainability of dual-purpose farms by the IDEA method in the subtropical area of central Mexico. Trop Anim Health Prod. 47: 1187.

SIAP-SAGARPA. 2016. Producción anual. Disponible en: http://www.siap.gob.mx

SIEA-SAGARPA. 2010. Población Ganadera. Disponible en: http://www.siea.sagarpa.gob.mx

Vite-Cristobal, C., R. López-Ordaz, J. G. García-Muñiz, R. Ramírez-Valverde, A. Ruiz-Flores y R. López-Ordaz. 2007. Producción de leche y comportamiento reproductivo de vacas de doble propósito que consumen forrajes tropicales y concentrados. Vet. Mex. 38(1): 63-79.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CRECIMIENTO PREDESTETE DE BECERROS EN CRIANZA ARTIFICIAL BAJO UN SISTEMA DE LECHERIA TROPICAL

# [CALF PRE-WEANING GROWTH IN ARTIFICIAL REARING UNDER A TROPICAL DAIRY SYSTEM]

**José Manuel Velázquez-Guillen[1], Carlos Luna-Palomera[1§], Ulises Macías-Cruz[2], Fernando Sánchez-Dávila**

[1]Universidad Juárez Autómoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Agropecuarias, Villahermosa, Tabasco, México. [2]Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ciencias Agrícolas, Valle de Mexicali, Baja California, México. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía. [§]Autor para correspondencia: (carlos.luna@ujat.mx).

## RESUMEN

El objetivo fue caracterizar el efecto del nivel de encaste racial (alto vs. bajo en vacas y becerros), época, sexo y número de lactancia sobre el crecimiento pre-destete en becerros bajo crianza artificial en un sistema de lechería tropical. Con base en un estudio retrospectivo de los registros de producción de un rebaño bovino Holstein x Cebú bajo lechería tropical se evaluaron mediante un ANOVA las características de peso al nacer (PN), peso ajustado a los 90 días (PA 90d), peso ajustado a los 205 días (PA 205d) y la ganancia diaria de peso (GDP). La variable de PN fue afectada significativamente ($p < 0.05$) por el sexo, nivel de encaste y época de nacimiento de la cría, así como el número de partos de la madre. El PA 90d, PA 205d y GPPD no fueron afectados por el sexo y nivel de encaste de la cría. Por otra parte, el nivel de encaste materno afectó significativamente ($p < 0.05$) el PA 90d, PA 205d y GPPD, siendo las crías de madres ≤ 50% *Bos taurus* las que tuvieron mejor desempeño para las variables bajo estudio. Finalmente, la época de nacimiento no tuvo efecto sobre el PA 90d, PA 205d y GPPD. El comportamiento pre-destete de becerros bajo crianza artificial en sistemas de lechería en el trópico húmedo son influenciados mayormente por las características maternas y genéticas de vacas ≤ 50% *Bos taurus*, lo que les confiere un mejor desarrollo.

**Palabras clave:** Ganancia diaria de peso, peso al destete, nivel de encaste racial.

## ABSTRACT

This study aimed to characterize the effects of crossbreed level (high vs. low, in calves and cows), birth season, offspring sex and lactation number on pre-weaning growth of calves subjected to artificial rearing under a tropical dairy system. Based on a retrospective study of the production records of a Holstein x Cebu cattle herd in a tropical dairy, birth weight (PN), weight adjusted at 90 days (PA90d) and 205 days (PA205d), and daily weight gain pre-weaning (GDP) were analyzed by ANOVA. The PN was affected ($p < 0.05$) by sex, crossbreed level, birth season and dam calving number. With exception of sex, birth season and calve crossbreed level, all study factors affected ($p < 0.05$) PA90d, PA205d and GPP. Calves of mothers ≤ 50% *Bos taurus* had a best overall pre-

weaning growth than its counterpart. In conclusion, pre-weaning growth in calves reared artificially in dairy systems of the humid tropic is mainly influenced by maternal and genetic factors of cows with ≤ 50% *Bos taurus*, which gives them a better development.

**Index words:** Daily weight gain, weaning weight, crossbred level.

## INTRODUCCIÓN

En México, las regiones tropicales comprenden el 25% del territorio nacional, y los sistemas bovinos de doble propósito (SBDP) aportan el 18.3% de la producción nacional de leche (SIEA-SAGARPA, 2016). La leche producida en estos sistemas es mayormente comercializada a nivel local, constituyendo una fuente importante de ingresos para las familias y liquidez de las unidades de producción pecuaria (UPP) (Rojo-Rubio *et al*., 2009; Orante-Zebadúa *et al*., 2014). En el caso de los becerros producidos bajo SBDP, son criados de manera tradicional con la leche residual de la madre, es regulado por el tipo de amamantamiento donde es común tener bajas ganancias de pesos por el bajo consumo de leche (Osorio-Arce y Segura-Correa, 2008); las hembras recriadas en repastos y los machos vendidos al destete para su engorda (Rojo-Rubio, 2009). El desarrollo del becerro esta significativamente afectado por su consumo de leche durante los primeros meses de vida (Sandoval *et al*. 2005, Combellas y Tesorero 2003), ya que no solo hace un aporte nutricional, sino que facilita el crecimiento y el desarrollo del tracto digestivo, al mismo tiempo que mejora el sistema inmunológico que ayuda a mantener sano al becerro contra enfermedades (Arrayet *et al*., 2002; Cozzi *et al*., 2002).

Una alternativa para incrementar la productividad en los sistemas de doble propósito es la intensificación de los sistemas de lechería tropical, donde la crianza de los becerros se realiza de manera artificial como en los sistemas de lechería especializados (Magaña *et al*., 1996). Sin embargo, es importante evaluar el desempeño y desarrollo de los becerros bajo estos nuevos esquemas de producción en trópico húmedo, considerando que la información disponible es escasa y contradictoria. Por lo tanto, el objetivo fue caracterizar los efectos de nivel de encaste (alto vs. bajo en madre y crías), época de nacimiento, sexo y número de lactancias sobre el crecimiento pre-destete en becerros criados artificialmente en un sistema de lechería tropical de México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio retrospectivo con base en la información de los registros de producción (1998 al 2016) de un rebaño de bovinos en trópico húmedo ubicado en el municipio del Centro, Tabasco. El hato incluyó aproximadamente 200 vacas en línea con doble ordeña al día, así como la producción de sus propios reemplazos mediante inseminación artificial (IA) y monta natural (MN). Durante el perido evaluado, la producción de leche se manejó bajo un sistema de lechería tropical donde los becerros fueron criados en forma artificial desde el nacimiento hasta el destete, iniciándolas al pastoreo en forma paulatina a lo largo de su desarrollo. Durante el ordeño, las vacas recibieron un kilogramo de alimento comercial (16% de PC) por la mañana y por la tarde, sales minerales y agua *ad libitum.*

Con la finalidad de conocer el crecimiento pre-destete de los becerros, se tomó la información de peso al nacimiento (PN), peso ajustado a 90 días (PA 90d), peso ajustado a los 205 días (PA 205d) y ganancia diaria de peso pre-destete (GDP). Los efectos evaluados fueron nivel de encaste de la madre (> 50% genes *Bos taurus* y ≤ 50% de genes *Bos taurus*), nivel de encaste de la cría (> 50% genes *Bos taurus* y ≤ 50% de genes *Bos taurus*), época de nacimiento (Lluvia, Norte y Seca), sexo de la cría (hembra y macho), así como el número de lactancias de la madre (1 a la 6). Un análisis de efecto principales mediante un ANOVA fue aplicado a la información. Un análisis de medias ajustada usando la opción PDIFF fue aplicado a una $\alpha$=0.05. Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico de SAS (2004).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro1 se resumen los parámetros productivos de becerros en crianza artificial bajo un sistema de lechería en el trópico. El PN fue afectado ($p < 0.05$) por sexo, nivel de encaste y epoca de nacimiento de la cría, así como por el número de lactancia de la madre, siendo los machos más pesados. Sin embargo, el PA90d, PA205d y GDP no fueron afectados por el sexo de la cría. El PA90d, PA205d y GDP no fueron afectado por el nivel de encaste de la cría. Por otra parte, el nivel de encaste materno afectó ($p < 0.05$) PA 90d, PA 205d y GDP, siendo las crías de madres ≤ 50% *Bos taurus* las que tuvieron mejor desempeño para las variables bajo estudio. El número de parto de la madre no afectó ($p > 0.05$) las variables de estudio, aunque numéricamente las crías de 2, 4 y ≥6 partos las que registraron mejor crecimiento pre-destete. Finalmente, la época de nacimiento no afectó ($p > 0.05$) PA90d, PA205d y GDP.

El PN es una característica influenciada por el medio ambiente y factores genéticos, dependiendo en gran medida de la relación que se establece entre la madre y el feto (Dreiling et al., 1991). Cuando no se pone atención a esta característica, los PN pueden ser causa de una alta tasa de mortalidad por crías con muy bajo PN, o, por el contrario, muerte por partos distócicos debido a altos PN (Frisch y Vercoe, 1984). Los resultados encontrados son similares a los reportados por Teyer-Bobadilla et al. (2002) bajo un sistema especializado de lechería en Yucatán con PN de 35.2 kg; Osorio-Arce y Segura-Correa (2008) en becerros encastados de Holstein x Cebú en sistemas de DP en el trópico húmedo de Tabasco reportaron promedios de 32.7±7.9 kg, donde el componente materno, sexo de la cría y época de nacimiento no resultó significativo, pero si el año de nacimiento y número de partos de la madre.

Las características de PA90d, PA205d y GDP no fueron afectadas por el sexo y nivel de encaste de la cría, pero si por el nivel de encaste de la madre, siendo significativamente mayor ($p$ <0.05) para los becerros destetados de madres ≤ 50% *Bos taurus*. El número de partos de la madre ni la época de nacimiento de la cría resultaron ser un factor que altere el desempeño productivo de los becerros. Estos promedios encontrados son superiores a los reportados por Osorio-Arce y Segura-Correa (2008) para becerros de DP en el trópico húmedo de Tabasco, donde se reportan pesos de 121.4 ± 32.5 kg a una edad promedio de 224 d. Por su parte, Teyer-Bobadilla *et al*. (2002) en un sistema especializado reportaron pesos inferiores a los encontrados en este estudio, con pesos de 65.4 ± 2.02 kg a los 60 d de edad. Es importante hacer notar que existe una diferencia significante

entre sistemas de crianza artificial sin ayuda de la madre y de doble propósito con ayuda de la madre, ya que se ha encontrado que la ayuda de la madre favorece el desarrollo del becerro (Magaña *et al*., 1996; Sandoval *et al*., 1997) y mejor desempeño del sistema de defensa ante las enfermedades (Coverdale *et al.*, 2004), y por lo tanto mejor desempeño productivo (Teyer-Bobadilla *et al.*, 2002). Sin embargo, los parámetros encontrados en este estudio son bastante favorables para el sistema de crianza artificial en el trópico húmedo.

**Cuadro 1.** Desempeño productivo de becerros en crianza artificial bajo un sistema de lechería en el trópico.

| Factores | PN (kg) | PA 90d (kg) | PA 205d (kg) | GPPD (kg) |
|---|---|---|---|---|
| Sexo | | | | |
| Hembra | $33.09 \pm 0.31^{b}$ | $100.59 \pm 11.14^{a}$ | $188.63 \pm 25.6^{a}$ | $0.765 \pm 0.12^{a}$ |
| Macho | $34.65 \pm 0.32^{a}$ | $96.16 \pm 13.38^{a}$ | $179.93 \pm 30.7^{a}$ | $0.729 \pm 0.15^{a}$ |
| Encaste cría | | | | |
| ≤ 50% Bos taurus | $33.46 \pm 0.31^{b}$ | $105.70 \pm 11.31^{a}$ | $200.21 \pm 26.01^{a}$ | $0.822 \pm 0.12^{a}$ |
| > 50% Bos taurus | $34.28 \pm 0.33^{a}$ | $91.04 \pm 13.87^{a}$ | $168.35 \pm 31.89^{a}$ | $0.673 \pm 0.15^{a}$ |
| Encaste materno | | | | |
| ≤ 50% Bos taurus | $33.50 \pm 0.27^{a}$ | $112.27 \pm 11.60^{a}$ | $217.34 \pm 26.68^{a}$ | $0.914 \pm 0.13^{a}$ |
| > 50% Bos taurus | $34.24 \pm 0.42^{a}$ | $84.48 \pm 12.27^{b}$ | $151.22 \pm 28.20^{b}$ | $0.581 \pm 0.13^{b}$ |
| # de partos | | | | |
| 1 | $31.92 \pm 0.35^{b,d}$ | $101.61 \pm 14.56^{a}$ | $191.12 \pm 33.47^{a}$ | $0.777 \pm 0.16^{a}$ |
| 2 | $33.82 \pm 0.41^{b,d}$ | $102.25 \pm 18.65^{a}$ | $196.20 \pm 42.87^{a}$ | $0.817 \pm 0.21^{a}$ |
| 3 | $35.19 \pm 0.49^{a,c}$ | $91.06 \pm 16.93^{a}$ | $167.98 \pm 38.93^{a}$ | $0.670 \pm 0.19^{a}$ |
| 4 | $33.49 \pm 0.54^{b,c}$ | $104.80 \pm 25.78^{a}$ | $201.03 \pm 59.28^{a}$ | $0.837 \pm 0.29^{a}$ |
| 5 | $34.28 \pm 0.62^{a,c}$ | $87.82 \pm 28.40^{a}$ | $154.30 \pm 65.31^{a}$ | $0.579 \pm 0.32^{a}$ |
| ≥ 6 | $34.74 \pm 0.46^{a,c}$ | $102.71 \pm 24.90^{a}$ | $195.05 \pm 57.26^{a}$ | $0.804 \pm 0.28^{a}$ |
| Época | | | | |
| Lluvia | $34.36 \pm 0.49^{a}$ | $92.94 \pm 25.49^{a}$ | $174.18 \pm 58.61^{a}$ | $0.708 \pm 0.28^{a}$ |
| Norte | $34.02 \pm 0.31^{a}$ | $97.07 \pm 13.18^{a}$ | $179.43 \pm 30.29^{a}$ | $0.716 \pm 0.14^{a}$ |
| Seca | $33.23 \pm 0.34^{b}$ | $105.12 \pm 12.08^{a}$ | $199.23 \pm 27.79^{a}$ | $0.819 \pm 0.13^{a}$ |

$^{a,b,c,d}$ Literales diferentes entre hileras para cada factor analizado denotan diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$).

## CONCLUSIONES

El comportamiento pre-destete de becerros bajo crianza artificial en sistemas de lechería especializada en el trópico húmedo son influenciados por las características maternas y genéticas de vacas ≤ 50% *Bos taurus*, lo que les confiere un mejor desarrollo. Dado que las madres no contribuyen a la crianza del becerro, el número de lactancias/partos de la madre no constituye en un factor ambiental importante sobre el desarrollo de los becerros, así como tampoco lo es la época de nacimiento de la cría.

## AGRADECIMIENTOS

Especial agradecimiento al MVZ Jorge Priego Noguera por abrirnos la puerta al Rancho la Carolina y darnos la confianza para acceder a la información del Rancho la Carolina a fin de realizar estos trabajos. Así también a la Lic. María Ángela Torres Pérez por la colaboración en la recuperación y organización de la información.

## LITERATURA CITADA

Arrayet, J. L., A. M. Oberbauer, T. R. Famula, I. Garnett, J. W. Oltjen, J. Imhoof, M. E. Kehrli Jr and T. W. Graham. 2002. Growth of Holstein calves from birth to 90 days: the influence of dietary zinc and BLAD status. Journal of Dairy Science 80: 545-552. http://jas.fass.org/cgi/reprint/80/3/545.pdf

Combellas, J. and M. Tesorero. 2003. Cow-calf relationship during milking and its effects on milk yield and calf live weight gain. Livestock Research for Rural Development 15(3). http://www.lrrd.org/lrrd15/3/comb153.htm

Coverdale, J. A., H. D. Tyler, J. D. Quigley and J. A. Brumm. 2004. Effect of various levels of forage and form of diet on rumen development and growth in calves. Journal of Dairy Science 87: 2554-2562.

Cozzi, G., F. Gottardo, S. Mattiello, E. Canali, E. Scanziani, M. Verga and I. Andrighetto. 2002. The provision of solid feeds to veal calves: I. Growth performance, forestomach development, and carcass and meat quality. Journal of Dairy Science 80: 357-366. http://jas.fass.org/cgi/reprint/80/2/357.pdf

Dreiling, C. E., S. C. Franklin and D. E. Brown. 1991. Maternal endocrine and fetal metabolic responses to heat stress. Journal of Dairy Science 74: 312-327.

Frisch, J. E. and J. E. Vercoe. 1984. An analysis of growth of different cattle genotypes reared in different environments, Journal of Agricultural Science Cambridge. 103: 137-153

Magaña, J., E. Valencia y R. Delgado. 1996. Efecto del amamantamiento restringido y la crianza artificial sobre el comportamiento de vacas Holstein y sus crías en el trópico subhúmedo de México. Veterinaria México 27: 271-277.

Orantes-Zebadua, M. A., D. Platas-Rosado, V. Córdova-Avalos, M. A. De los Santos-Lara, y A. Córdova-Avalos. 2014. Caracterización de la ganadería de doble propósito en una región de Chiapas, México. Ecosistemas y recursos agropecuarios 1(1): 49-58.

Osorio-Arce, M. M. y J. C. Segura-Correa. 2008. Crecimiento pre-destete de becerros en ranchos de doble propósito en el trópico mexicano. Livestock Research for Rural Development 20(18). Retrieved July 26, 2019, from http://www.lrrd.org/lrrd20/2/osor20018.htm.

Osorio-Arce, M. M. y J. C. Segura-Correa. 2008. Factores que afectan el peso al nacer y al destete de becerros de doble propósito en el trópico. Livestock Research for Rural Development 20(15). Retrieved July 29, 2019, from http://www.lrrd.org/lrrd20/1/osor20015.htm

Rojo-Rubio, R., J. F. Vázquez-Armijo, P. Pérez-Hernández. 2009. Dual purpose cattle production in Mexico. Trop Anim Health Prod. 41: 715. https://doi.org/10.1007/s11250-008-9249-8.

SAS. 2004. Statistical Analysis System.SAS Institute, Cary, N.C. USA.

Sandova, C, D. Leaver y S. Anderson. 1997. Manejo de la nutrición de la vaca y la relación vaca-ternero, En: Conceptos y metodologias de investigación en fincas con sistemas de producción animal de doble propósito (Lascano C E y Hollman F: Ed). CIAT, Consorsio Tropileche, Colombia. pp 45-66.

Sandoval, E., A. Valle, D. Jiménez D y O. Márquez. 2005. Evaluación de pesos al nacer y crecimiento en becerros doble propósito amamantados con vacas nodrizas durante la etapa de lactantes. Zootecnia Tropical 23: 1-16. http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/ZootecniaTropical/zt2301/arti/sandoval_e.htm.

SIAP-SAGARPA. 2016. Producción anual. Disponible en: http://www.siap.gob.mx.

Teyer-Bobadilla, R., J. G. Magaña, J. Santos y C. Aguilar. 2002. Comportamiento productivo y reproductivo de vacas Holstein manejadas en un sistema de lechería especializada y otra de doble propósito en el sureste de México. Livestock Research for Rural Development 14(31). Retrieved July 29, 2019, from http://www.lrrd.org/lrrd14/4/teye144.htm.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CONTENIDO MINERAL EN FORRAJES DE CUATRO RANCHOS EN EL TRÓPICO HÚMEDO DE CHIAPAS

# [MINERAL CONTENT IN FORAGES OF FOUR RANCHES IN THE HUMID TROPIC OF CHIAPAS]

**J. C. Muñoz-González[1], A. T. Piñeiro-Vázquez[2], A. J. Chay-Canul[3], E. Lozano-López[1§]**

[1]Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad Maya de Estudios Agropecuarios. Carretera Catazajá-Palenque Km. 4, Catazajá, Chiapas, CP 29980. México. Tel: 916 100 0736. [2]Instituto Tecnológico de Conkal División de Estudios de Posgrado e investigación. Avenida Tecnológico s/N Conkal, Yucatán C. P. 97345. [3]División académica de Ciencias Agropecuarias. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carr. Villahermosa-Teapa-Tabasco, km 2.5 R/A. Segunda sección Villahermosa Tabasco. CP. 86280. Tel. (993) 358-1585. México. [§]Autor para correspondencia: (agronojuan@hotmail.com).

## RESUMEN

Con el propósito de evaluar el estado mineral de los forrajes en el trópico húmedo de Chiapas, se determinaron los contenidos de cobre (Cu) hierro (Fe), zinc (Zn), calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na), potasio (K) y fósforo (P) en muestras de forraje en cuatro unidades de producción (UP) de ganado bovino doble propósito durante las épocas de nortes. Hubo diferencias ($p \leq 0.05$) en las concentraciones de Ca, Mg, Na, K y P entre los predios. También hubo diferencias ($p \leq 0.05$) en las concentraciones de Ca, Mg, K y P entre las especies forrajeras estudiadas. Se concluye que el 75, 17.5, 22.5 y 70% de las muestras de forrajes tuvieron valores por abajo del nivel mínimo de Cu, Zn, Na y P, respectivamente.

**Palabras clave:** Chiapas, época de nortes, forrajes, minerales, trópico húmedo.

## ABSTRACT

In order to evaluate the mineral status of components in dual-purpose cattle in the humid tropics of Chiapas State, the contents of copper (Cu) iron (Fe), zinc (Zn), calcium (Ca), magnesium (Mg) (Na), potassium (K) and phosphorus (P) in samples of forage in four production units (UP) of dual-purpose cattle in the "nortes" season were determined. The analysis of the data considered the effects of production units and forage species. In forages there were differences ($p \leq 0.05$) in Ca, Mg, K and P concentrations between species too. It is concluded that 75, 17.5, 22.5 y 70% of the forage samples had values below the minimum level of Cu, Zn, Na and P, respectively.

**Index words:** Chiapas, forage, humid tropic, "nortes" season, minerals.

## INTRODUCCIÓN

En el norte del estado de Chiapas se han encontrado desbalances de minerales, principalmente deficiencias de cobre, zinc y fósforo en forrajes (Muñoz *et al.,* 2016). Asimismo, en el trópico

húmedo del sureste de México se presentan tres épocas del año bien definidas, las épocas de lluvias (junio-septiembre), nortes (octubre-enero) y secas (febrero-mayo); las diferentes condiciones climatológicas de cada época influyen en la cantidad y calidad del forraje disponible para el ganado. Así, Muñoz *et al.* (2016) mencionan que existen diferencias en la composición química de los forrajes en condiciones de trópico húmedo. Los desbalances nutricionales, ya sea por carencia o exceso de vitaminas, minerales, proteína o energía tienen un efecto significativo en la eficiencia productiva de los rumiantes. La desnutrición es comúnmente aceptada como una de las limitaciones más importantes en la producción de animales en pastoreo en países tropicales. La insuficiencia de nutrimentos como energía y proteína es responsable de la limitada producción de bovinos en pastoreo de zonas tropicales; sin embargo, en algunos casos se indican bajos niveles de producción en el ganado con abundancia de forraje.

Los desbalances minerales, deficientes o excesos, en suelos y forraje han sido señalados como responsables de estos niveles bajos de producción al provocar problemas productivos, que incrementa la incidencia de enfermedades y muerte del ganado (Mcdowell *et al*., 1997). Los elementos minerales son nutrientes esenciales para todos los animales e influyen en la eficiencia de producción y desarrollo del ganado, de hecho un 5% del peso de un animal consiste en minerales (McDowell y Arthington, 2005). Los elementos minerales existen en las células y tejidos del organismo animal en diversas combinaciones funcionales, químicas y concentraciones características dependientes del elemento y tejido (Underword y Suttle, 2003). Las concentraciones de los elementos esenciales deben mantenerse dentro de unos límites bastante estrechos para salvaguardar la integridad funcional y estructural de los tejidos y mantener inalterado el crecimiento, la salud y la productividad del animal (Underword y Suttle, 2003). El objetivo fue evaluar el perfil mineral de los forrajes en la época de nortes, para identificar las deficiencias o excesos en el sistema de producción de bovinos de doble propósito (SPDP) para tomar decisiones e implementar las medidas correctivas necesarias e incrementar la eficiencia productiva de este sistema.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la época de nortes (octubre a enero) del 2016 con abundantes en lluvias y bajas temperaturas. Se tomaron muestras en cuatro predios con un sistema de producción de bovinos de doble propósito. Dos predios están situados en el ejido de Tzeltal Mucul-ja municipio de palenque, Chiapas, México. Los predios están ubicados en la región norte del estado de Chiapas en las coordenadas de 17° 37' 00" N con 92° 07 '47" y 17° 37' 09" con 96° 06' 12"; el tercer predio se encuentra en la Escuela Maya de Estudios Agropecuarios ubicada en el municipio de Catazajá, Chiapas, México en las coordenadas 17° 40' 36" y 92° 01' 29"; el cuarto predio está localizado el municipio de Salto de Agua Chiapas, México en las coordenadas 17° 40' 36" y 92° 01' 29". La región es clasificada como con clima cálido húmedo con lluvias todo el año, y con abundantes lluvias en verano con un rango de precipitación de 1500 a 3000 mm al año y con rango de temperatura promedio anual (INEGI, 2009). Los forrajes predominantes en las praderas fueron *Brachiaria humidicola y Brachiaria decumbens.* Se colectaron cinco muestras de 400 g de forraje en cada rancho usando la técnica de muestreo manual dirigido "Hand Plucking" (Le Du y Penning,

1982), simulando la actividad de pastoreo del ganado (Fick *et al.*, 1979). Las muestras fueron secadas a 100 °C, luego molidas en un molino Wiley con criba de 1 mm y se guardaron en frascos de vidrio a temperatura ambiente hasta su análisis. Se determinaron las concentraciones de Cu, Fe, Zn, Ca, Mg, Na, K y P a través de espectrofotometría de absorción atómica (AAnalyst 700) de acuerdo a los procedimientos indicados por Perkin-Elmer (1996). El fósforo se determinó por colorimetría con el (Espectrómetro UV/VIS marca Perkin Elmer modelo Lambda 2) acorde a los procedimientos de AOAC (1995). Los datos se analizaron mediante el procedimiento GLM del paquete SAS (2004), con un diseño completamente al azar. El modelo estadístico contempló los efectos de predio, especie forrajera y sus interacciones utilizando el siguiente modelo: $Y_{ij} = \mu + P_i + E_j + (P*E)_{ij} + \boldsymbol{\varepsilon}_{ij}$. Donde, $Y_{ij}$ = variable de respuesta, $\boldsymbol{\mu}$ = media general, $P_i$ = efecto del *i-ésimo* predio (i = 1, 2, 3, 4), $E_j$= efecto de la *j-ésima* especie forrajera (*Brachiaria humidicola, Brachiaria decumbens*), $(P*E)_{ij}$= efecto de la interacción del *i-ésimo* predio en la *j-ésima* especie forrajera y $\boldsymbol{\varepsilon}_{ij}$ = error aleatorio ~ NIID (0, $\boldsymbol{\sigma}^2_e$).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hubo diferencias ($p \leq 0.05$) en las concentraciones de Ca, Mg, Na, K y P en el forraje entre los predios y especies estudiadas (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Concentración de minerales en forraje de cuatro predios en el noreste de Chiapas, México.

| Efecto | Mineral | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ppm | | | % | | | | |
| | Cu | Fe | Zn | Ca | Mg | Na | K | P |
| Predio | | | | | | | | |
| 1 | 7.23$^{a}$ | 175$^{a}$ | 40$^{a}$ | 0.79$^{a}$ | 0.35$^{b}$ | 0.07$^{b}$ | 1.19$^{bc}$ | 0.19$^{ab}$ |
| 2 | 8.85$^{a}$ | 147$^{a}$ | 37$^{a}$ | 0.67$^{b}$ | 0.49$^{a}$ | 0.10$^{a}$ | 1.43$^{a}$ | 0.09$^{b}$ |
| 3 | 6.92$^{a}$ | 136$^{a}$ | 36$^{a}$ | 0.43$^{c}$ | 0.32$^{b}$ | 0.06$^{b}$ | 1.30$^{ab}$ | 0.26$^{a}$ |
| 4 | 7.86$^{a}$ | 148$^{a}$ | 43$^{a}$ | 0.60$^{b}$ | 0.20$^{c}$ | 0.10$^{a}$ | 1.05$^{c}$ | 0.23$^{ab}$ |
| Promedio | 7.72 | 152 | 39 | 0.62 | 0.34 | 0.08 | 1.24 | 0.19 |
| EEM | 0.416 | 6.246 | 1.275 | 0.011 | 0.009 | 0.002 | 0.025 | 0.019 |
| Especie | | | | | | | | |
| *B. Brizantha* | 7.45$^{a}$ | 144$^{a}$ | 40$^{a}$ | 0.53$^{b}$ | 0.27$^{b}$ | 0.08$^{a}$ | 1.18$^{b}$ | 0.24$^{a}$ |
| *B. Humidicola* | 8.01$^{a}$ | 160$^{a}$ | 38$^{a}$ | 0.73$^{a}$ | 0.41$^{a}$ | 0.08$^{a}$ | 1.31$^{a}$ | 0.14$^{b}$ |
| Promedio | 7.73 | 152 | 39 | 0.63 | 0.34 | 0.08 | 1.25 | 0.19 |
| EEM | 0.416 | 6.246 | 1.275 | 0.011 | 0.009 | 0.002 | 0.025 | 0.019 |
| NM$^{(1)}$ | 10 | 30 | 30 | 0.3 | 0.2 | 0.06 | 0.8 | 0.25 |
| MT$^{(2)}$ | 40 | 500 | 500 | 1.5 | 0.6 | 1.6 | 3 | 0.7 |

$^{abc}$ Medias en la misma columna con una literal en común son similares ($p > 0.05$).
EEM= Error Estándar de la Media; $^{(1)}$) Nivel mínimo en base a los requerimientos del ganado bovino (McDowell y Arthington, 2005); $^{(2)}$ Niveles máximos tolerables de minerales en la dieta de bovinos (NRC, 2005).

Estos resultados fueron similares a lo reportado por Cruz (2017) quien reporta concentraciones de 7.55, 146, 36 mg kg$^{-1}$ y 0.51, 0.28, 0.07, 1.21, 0.24% de Cu, Fe, Zn, Ca Mg, Na, K y P en la época húmeda en la misma región de estudio. Las diferencias en el contenido mineral de los forrajes

entre los ranchos son congruentes con lo reportado por Muñoz *et al*. (2014). Concentraciones bajas de Cu (6-8 ppm), Zn (20-25 ppm), Na (0.04 %) en los forrajes durante la época de nortes fueron reportadas previamente por Muñoz-González *et al.* (2014). Domínguez-Vara y Huerta-Bravo (2008) reportaron concentraciones bajas de Fe en forrajes durante la época de nortes (278 mg $kg^{-1}$) y altas durante la época de secas (761 mg $kg^{-1}$). Por otro lado, Vieyra-Alberto *et al.* (2013) reportaron contenidos de Fe en el forraje de 114 y 149 mg $kg^{-1}$ para las épocas de lluvias y secas, respectivamente, en una región del trópico seco en México. Estos mismos autores obtuvieron concentraciones menores de K y P en el forraje cosechado durante la época seca comparado con la época de lluvias (0.13 y 0.06 vs 0.17 y 0.07 mg $kg^{-1}$), respectivamente. En México varios estudios han reportado efectos de la interacción entre la unidad de producción y la época del año en el perfil mineral de los forrajes. Domínguez-Vara y Huerta-Bravo (2008) reportaron diferencias en el contenido de Cu, Zn, Mg, Na y P en forrajes de clima templado; Morales *et al*. (2007), analizando Fe, Zn y P en forrajes de clima templado, observaron efecto de rancho x época del año; y similarmente Muñoz-González *et al.* (2014) en la determinación de Cu, Fe, Zn, Ca, Mg, Na, K y P en forrajes del trópico húmedo mexicano.

De acuerdo con los requerimientos mínimos para rumiantes sugeridos por McDowell y Arthington (2005), en ninguno de los ranchos evaluados se alcanzaron los niveles mínimos requeridos de Cu y P en el forraje para los rumiantes. El 75, 17.5, 22.5 y 70% de las muestras de forrajes tuvieron valores por abajo del nivel mínimo de Cu, Zn, Na y P, respectivamente. Se tuvieron niveles altos de Fe en las pasturas, sin llegar a los máximos tolerables. Esto pudo deberse a cantidades altas de Fe en el suelo, lo que permitió que las plantas forrajeras presentes acumularan más Fe que el requerido por los bovinos (Kabata-Pendias, 2011). Weiss *et al.* (2010) mencionan que más de 250 mg $kg^{-1}$ de Fe en la dieta de bovinos incrementa el estrés oxidativo y disminuye el status del Cu, afectando la salud, la producción, el consumo y la digestión de la fibra. Por otro lado, Genther y Hansen (2014) concluyen que las dietas altas en Fe y Mo antagonizan con Cu disminuyendo las reservas de este mineral en el hígado. El antagonismo entre minerales como el Cu y Fe, es un factor que limita la disponibilidad y promueve el exceso para una potencial toxicidad (Suttle, 2010).

## CONCLUSIONES

En el sistema ganadero de bovinos doble propósito en las condiciones estudiadas en el trópico húmedo de México se concluye lo siguiente: Los forrajes disponibles para los animales presentaron deficiencias de cobre, cinc, sodio y fósforo en la época de nortes. El 75, 17.5, 22.5 y 70% de las muestras de forrajes tuvieron valores por abajo del nivel mínimo de Cu, Zn, Na y P, respectivamente. Se recomienda suplementar cobre, zinc, sodio y fósforo todo el año.

## LITERATURA CITADA

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1995. Official Methods of Analysis. 15th ed. Arlington Virginia. USA. 853 p.

Cruz, S. C. A. Evaluación nutrimental del agua, suelo y forraje en la época húmeda en el norte de Chiapas. Tesis de licenciatura. Facultad Maya de Estudios Agropecuarios. UNACH. 76 p.

Domínguez-Vara, I. A. y M. Huerta-Bravo. 2008. Concentración e interrelación mineral en suelo, forraje y suero de ovinos durante dos épocas en el Valle de Toluca, México. Agrociencia. 42: 173-183.

Fick, K. R., L. R. McDowell, P. H. Miles, N. S. Wilkinson, J. D. Funk, J. H. Conrad y R. Valdivia. 1979. Métodos de análisis de minerales para tejidos de plantas y animales. Segunda Edición. (Universidad de Florida, Gainesville, Florida, USA).

Genther, O. N. and S. L. Hansen. 2014. A multi-element trace mineral injection improves liver copper and selenium concentrations and manganese superoxide dismutase activity in beef steers. Journal of Animal Science 92: 695-704.

INEGI. 2009. Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Catazajá, Chiapas. Clave Geoestadística 07016: 1-8.

Kabata-Pendias, A. 2011. Trace Elements in Soil and Plants. Fourth ed. (CRC Press. USA). 505 p.

Le Du, Y. L. P. and P. D. Penning. 1982. Animal based techniques for estimating herbage intake. *In:* J. Leaver (ed.) Herbage Intake Handbook, (The British Grassland Society).

McDowell, L. R., P. J. Velásquez. y G. Valle. 1997. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. 3a. ed. Departamento de Zootecnia. Centro de Agricultura Tropical. Universidad de Florida. Florida. USA. 83 p.

McDowell, L. R., y J. D. Arthington. 2005. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. Cuarta edición. Universidad de Florida. Gainesville, Florida. USA. 94 p.

Morales, A. E., V. I. Domínguez, M. González-Ronquillo., E. G. Jaramillo, O. O. Castelán, S. N. Pescador y B. M. Huerta. 2007. Diagnóstico mineral en forraje y suero sanguíneo de bovinos lecheros en dos épocas en el valle central de México. Técnica Pecuaria México 45(3): 329-344.

Muñoz-González, J. C., M. Huerta-Bravo, R. Rangel-Santos y A. Lara- Bueno. 2016. Evaluación del sistema de producción de bovinos de doble propósito en Catazajá, Chiapas, México. Tesis de Doctorado en Ciencias. 249 p.

Muñoz-González, J. C., M. Huerta-Bravo, R. Rangel-Santos, A. Lara-Bueno and J. L. De la Rosa-Arana. 2014. Mineral assessment of forage in mexican humid tropics. Tropical and Subtropical Agroecosystems 17: 285-287.

NRC (National Research Council). 2005. Mineral Tolerance of Animals. 2nd Edition. The National Academies Press. Washington, DC. USA. 511 p. 33

Perkin-Elmer. 1996. Métodos Analíticos para Espectroscopia de Absorción Atómica, (USA)

SAS. 2004. SAS/STAT 9.1. User's Guide. Vol. 1-7. SAS Publishing. Cary, NC, USA. 5180 p.

Suttle, N. F. 2010. Mineral Nutrition of Livestock. 4th Edition, CABI Publishing, UK. 595 p.

Underwood, E. J. y N. F. Suttle. 2003. Los minerales en la nutrición del ganado. Tercera Edición. Acribia. Zaragoza, España. 633 p.

Vieyra-Alberto, R., I. A. Domínguez-Vara, G. Olmos-Oropeza, J. F. Martínez-Montoya, J. L. Borquez-Gastelum, J. Palacio-Nuñez., J. A. Lugo y E. Morales-Almaráz. 2013. Perfil e interrelación mineral en agua, forraje y suero sanguíneo de bovinos durante dos épocas en la huasteca potosina, México. Agrociencia 47: 121-133.

Weiss, W. P., J. M. Pinos-Rodriguez and T. M. Socha. 2010. Effects of feeding supplemental organic iron to late gestation and early lactation cows. Journal of Dairy Science 93: 2153-2160.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CARGA ANIMAL E IMPACTO AMBIENTAL EN EL TRÓPICO HUMEDO DE VERACRUZ

# [STOCKING RATE AND ENVIRONMENTAL IMPACT IN THE HUMID TROPIC OF VERACRUZ]

**Julissa Lozano-Rojas[1], Jesús Jarillo-Rodríguez[2§], Epigmenio Castillo-Gallegos[2], Rafael Olea-Pérez[3], Zabdi Uziel González-López[1], Daniel Cedillo Herrera[3]**

[1]Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván-Campus Tlapacoyan. [2]Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia, Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical. [3]Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. [§]Autor para correspondencia: (jarillorj22@hotmail.com).

## RESUMEN

La ganadería bovina bajo condiciones de pastoreo extensivo ha estado asociada con una alta generación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), sin embargo, se requiere evaluar el efecto de la carga animal sobre emisiones de GEI. La metodología más enfocada a la medición del impacto ambiental que tienen los procesos que producen bienes o servicios, es el Análisis de Ciclo de Vida (ACV). El objetivo del presente estudio fue caracterizar mediante el ACV las emisiones de gases con efecto invernadero por producción animal a diferente carga en un sistema de producción en el trópico de Veracruz. Se realizó en un clima Af (m) w "(e) y suelo ácido tipo ultisol. Los tratamientos fueron de 2 (T2), 3 (T3) y 4 (T4) vacas $ha^{-1}$, en un sistema doble proposito bajo pastoreo. El tratamiento de mayor emisión fue el T4, seguido del T3 y el de menor emisión de GEI T2. No hubo una diferencia estadística significante en cuanto la emisión de gases entre cada carga animal, destacando que existe una relación directamente proporcional entre la carga animal y la cantidad de GEI, respectivamente.

**Palabras clave:** Ciclo de vida, carga animal, trópico húmedo.

## ABSTRACT

Cattle farming under extensive grazing conditions has been associated with a high generation of emissions greenhouse gases (EGG), however, it is necessary to assess the effect of the stocking rate on EGG. The methodology most focused on measuring the environmental impact of processes that produce goods or services is Life Cycle Analysis (LCA). The objective of this study was to characterize by the LCA the EGG produced in different stocking rate in a production system in the tropics of Veracruz state. It was performed in a climate Af (m) w"(e) and soil acid type ultisol. Treatments were 2 (T2), 3 (T3) and 4 (T4) cows ha-1, in a double purpose system in grazing. The highest emission treatment was T4, followed by T3 and the lowest EGG T2 emission. There was no significant statistical difference in terms of gas emission between each stocking rate, there was a directly proportional relationship between the animal load and the amount of EGG, respectively.

**Index words:** Life cycle, stocking rate, humid tropic.

## INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina bajo condiciones de pastoreo extensivo ha estado asociada con una alta generación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), degradación general de los recursos naturales y bajos parámetros productivos (Rivera *et al*., 2016). Según el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC, 2015) el 10% de las emisiones de GEI se originaron por la actividad agropecuaria (Gerber *et al*., 2013). Existen distintas metodologías para medir las distintas dimensiones que forman parte del desarrollo sostenible. La metodología más enfocada a la medición del impacto ambiental que tienen los procesos que producen bienes o servicios, es el Análisis de Ciclo de Vida (ACV), el cual permite realizar mediciones del impacto ambiental desde la obtención de materias primas hasta que este producto es consumido o desechado (SIAC, 2006).

El ACV es una herramienta que evalúa el impacto ambiental de un producto o proceso a través de todo su ciclo de vida. Una de las categorías que mide el ACV es el potencial de calentamiento global (Antón, 2004). Según la FAO (2019), el sector ganadero contribuye significativamente al total de emisiones humanas de GEI, por lo que la caracterización y evaluación de los sistemas productivos es de vital importancia para mitigar el cambio climático. En tal contexto, el objetivo del presente estudio fue caracterizar mediante el ACV las emisiones de gases con efecto invernadero que se generan por la producción animal a diferente carga (2, 3 y 4 vacas/ha) en un sistema doble proposito en el trópico de Veracruz.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical de la FMVZ-UNAM, ubicado en Tlapacoyan, Veracruz, México, (Lat. 20 ° 02 'N, Long. 97° 06' W, altitud 112 m), con una temperatura media anual de 23.5 ° C y una precipitación media anual de 1991 mm. La clasificación climática es Af (m) w "(e), equivalente al tipo cálido y húmedo, con lluvia durante todo el año (García, 1981). En la Figura 1, se presentan las fluctuaciones en la temperatura y la lluvia durante el período de evaluación.

El tipo de suelo en el sitio experimental fue ácido (pH 4.5 - 5.2), ultisol con bajo contenido de N (0.032%), P (2.32 ppm) y K (8.5 ppm). Tiene una capa arable poco profunda (2 - 5 a 25 cm), limitada en el fondo por una capa áspera conocida localmente como "tepetate", que tiene silicatos ácidos que limitan la penetración de la raíz y causan un engorde deficiente (Jarillo *et al*., 2011).

Se realizó un diseño experimental donde los tratamientos fueron de 2, 3 y 4 vacas $ha^{-1}$ (Cuadro 1). Cada tratamiento tuvo 10 vacas Holstein x Cebú F1 (489 ± 67.5 kg de peso vivo) y áreas de 5, 3.3 y 2.5 ha, respectivamente, para una carga animal (CA) de 2, 3 y 4 vacas $ha^{-1}$, que se dividieron en 10 potreros de 0.5, 0.33 y 0.25 ha, respectivamente. Cada división se pastoreo por tres días y se descanso 27 días. Los potreros no fueron fertilizados desde cuatro años antes del inicio del estudio.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

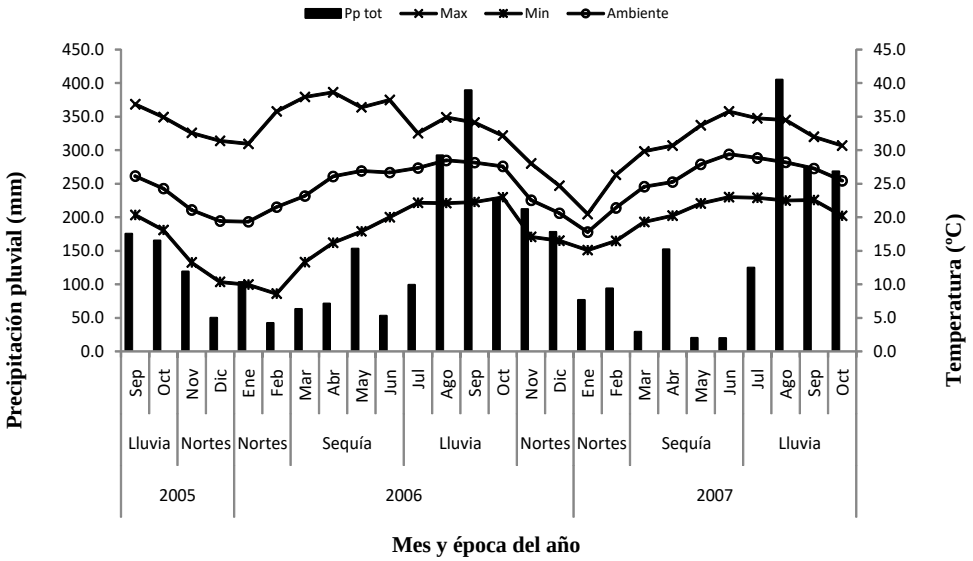



**Figura 1.** Temperatura máxima (Max), mínima (min), ambiente y precipitación pluvial (Pp tot) en las épocas de lluvia, nortes y sequía de septiembre de 2005 a octubre 2007 en el trópico húmedo de México.

Las vacas se mantuvieron en sus respectivos potreros todo el tiempo, excepto cuando fueron ordeñadas. Las vacas en cada tratamiento recibieron 1 kg de alimento concentrado (12% CP) al momento del ordeño y 2 kg de ensilado de taiwan (*Pennisetum purpureum*) solo por dos meses durante el invierno.

**Cuadro 1.** Principales características de cada uno de los tratamientos evaluados.

| Tratamiento | Carga animal (vaca/ha$^{-1}$) | No. Vacas | Área (ha) | Forraje | Suplementación |
|---|---|---|---|---|---|
| T2 | 2 | 10 | 5 | Praderas mixtas[1] | Sales minerales, Concentrado[2], sustituto de leche, silo de Taiwán. |
| T3 | 3 | 10 | 3.3 | | |
| T4 | 4 | 10 | 2.5 | | |

[1]Praderas mixtas está integrada por forrajes de los géneros: Paspalum spp., Axonopus spp., Brachuaria arrecta, Desmodium spp., malezas. 2Concentrado para vacas y concentrado para becerros.

El ACV se utiliza para estimar los contaminantes ambientales emitidos durante un proceso productivo, donde en forma estandarizada y objetiva se contabilizan los efectos del flujo de los recursos y las emisiones que le son atribuidas a la producción del bien o servicio, en este caso la producción de leche en pastoreo (Molina, 2019).

Como ya se mencionó, el ACV tiene una metodología que se encuentra estandarizada (ISO, 2007) descrita en las normas ISO 14040 y 14044 (ISO, 2006b, 2006a), por lo que puede llevarse a cabo en cualquier región, clima y se utiliza en una gran variedad de sectores. En este sentido, se reconocen cuatro componentes metodológicos, fases o etapas relacionadas entre sí, (Rebitzer *et al*., 2004; Hellweg y Milà i Canals, 2014) establecidas bajo los siguientes parámetros:

## Objetivo y alcance

Esta etapa garantiza la descripción detallada del producto que se va a evaluar y su contexto, el sistema en términos de fronteras (Antón, 2004), así como definir la Unidad Funcional (UF) o unidades en las que se expresarán las cargas ambientales.

Los límites se establecieron desde la entrada de insumos para la producción hasta la salida del producto como becerros y reproductores de desecho o leche vendidos a pie de potrero. Se construyó la unidad funcional (UF) estandarizando los principales productos (peso vivo en pie y leche) con base a su contenido de proteína cruda para expresarse como kilogramo de peso en pie de ganado bovino vendido, ajustado a 18.75 % de proteína cruda (kgPV-eq). Las categorías de impacto ambiental evaluadas fueron el potencial de calentamiento global o emisiones de gases de efecto invernadero expresado como kgCO2-eq kgPV-eq-1 y el uso del suelo expresado como m2 kgPV-eq-1.

## Inventario de ACV

La segunda etapa es el desarrollo del inventario del ciclo de vida, que en forma clara y detallada describe los procesos e información utilizada para desarrollar el flujo productivo y estimación de emisiones (Molina, 2019). Por lo tanto, se debe obtener información sobre todo el material y energía que entra e igualmente se registran todas las salidas, como lo serían las excretas, contaminantes, gases y otros desechos sólidos, tomando en cuenta todos los posibles subproductos y el producto principal de la unidad pecuaria (SIAC, 2006).

De acuerdo con intervenciones previas que han permitido contar con una base de datos sólida sobre el manejo del Modulo de Producción Bovinos Doble Proposito del CEIEGT, se recolectó la información de la UPP. Con esta información se determinó la superficie para cada tratamiento con diferente CA, la cantidad de tierra destinada al pastoreo, al cultivo de forrajes y la sala de ordeña; también se determinó la composición de la dieta, la cantidad de alimento ofrecido y el inventario animal. Además, se obtuvieron los parámetros productivos y reproductivos y el manejo de las excretas.

Para que la información de este ACV sea de valía en la construcción del inventario de emisiones de GEI en forma regional y evitar duplicidad de contabilización de emisiones, no se consideró dentro del estudio insumos que correspondan a otros sectores como el agrícola o el industrial, por ejemplo: los fertilizantes y los combustibles que consuman las UPP.

## Evaluación del impacto

En esta etapa se detallan los procesos para la estimación de emisiones en relación con la UF. Con la información previa se estimaron los impactos del Potencial de Calentamiento Global y Uso de Suelo. El Potencial de Calentamiento Global (PCG) se estandarizó a emisiones de GEI en kgCO2-eq, utilizando los equivalentes de PCG a 100 años de 1, 25 y 298 para $CO_2$, $CH_4$ y $N_2O$, respectivamente (IPCC, 2006). En el cálculo del PCG, se incluyeron las emisiones de metano de

la fermentación entérica y del manejo de las excretas a nivel de potrero y por su deposición en las praderas.

Para la estimación de metano, producto del manejo de las excretas se calculó con base en el Tier 2 del IPCC (2006). Las fuentes de óxido nitroso estuvieron relacionadas a las excreciones de nitrógeno vía estiércol y orina, en concordancia con las recomendaciones del IPCC, Tier 2 (IPCC, 2006; Molina, 2019). Es importante resaltar que la excreción de nitrógeno fue calculada como el total de nitrógeno remanente que no se convirtió en leche o carne y de acuerdo a los lineamientos del IPCC (2006).

El uso de suelo considerado en este estudio fue en su mayoría aquel que se utilizó para pastoreo continuo para cada CA y en menor superficie el suelo utilizado para la producción de cultivos forrajeros, instalaciones, caminos y otros.

**Interpretación del ciclo de vida**

La cuarta y última etapa es la interpretación del análisis, donde se exponen los resultados y su interpretación. Para el cálculo del Potencial de Calentamiento Global se usó un modelo de Excel automatizado, construido bajo la metodología "Tier 1 y 2" del IPCC (2006). En este se desarrolló el Inventario de ciclo de vida para la producción del hato bovino, la alimentación del ganado y la productividad de los potreros, para que el modelo calcule las emisiones producto del metabolismo animal y el manejo del estiércol para la producción de metano y óxidos nitrosos como principales GEI en la producción pecuaria. Finalmente, se realizó un análisis estadístico utilizando el análisis de varianza (ANOVA) para determinar la incertidumbre entre las emisiones de GEI, uso de suelo o productividad entre los tres tratamientos con su respectiva carga animal.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se observan las emisiones de los GEI por cada tratamiento. El tratamiento de mayor emisión fue el T4, seguido del T3. El T2 fue en donde se observo una menor cantidad de GEI. No obstante, no hubo una diferencia estadística significativa en cuanto la emisión de gases entre carga animal, pero existió una relación directamente proporcional entre la carga animal y la cantidad de GEI producidos, respectivamente.

En el caso de la fuente de emisión, los tratamientos se comportaron de manera similar como se puede observar en la Figura 2, el metano producido por fermentación entérica tuvo la mayor contribución con un 72%, seguido por el metano producido por el manejo de excretas con un 18% y finalmente los óxidos nitrosos con un 10%, aproximadamente. Aunque son porcentajes muy similares destacamos que el T3 presenta un porcentaje ligeramente mayor en $CH_4$ entérico con un 71.92%, en $CH_4$ producido por el manejo de excretas con un 18.12%. Por lo contrario, la producción de $N_2O$ representa el 9.94% siendo el porcentaje ligeramente más bajo comparado con el T2 y T4.

**Cuadro 2.** Distribución de las emisiones de GEI en los tres tratamientos por fuente de emisión en kgCO2-eq kgPV-eq-1

| Tratamiento | T2 | T3 | T4 |
|---|---|---|---|
| Carga animal (vaca/ha$^{-1}$) | 2 | 3 | 4 |
| $CH_4$-Ruminal | 1.431 | 1.504 | 2.667 |
| $CH_4$-MEx | 0.36 | 0.379 | 0.672 |
| $CH_4$-Total | 1.791 | 1.883 | 3.339 |
| $N_2O$-Total | 0.201 | 0.208 | 0.382 |
| Total | 1.992 | 2.091 | 3.721 |

CH4-Ruminal: metano producido por fermentación entérica. CH4-MEx: metano producido por el manejo de excretas. CH4-Total: total de metano emitido. N2O-Total: total de óxidos nitrosos emitidos. Total: Total de GEI emitidos.

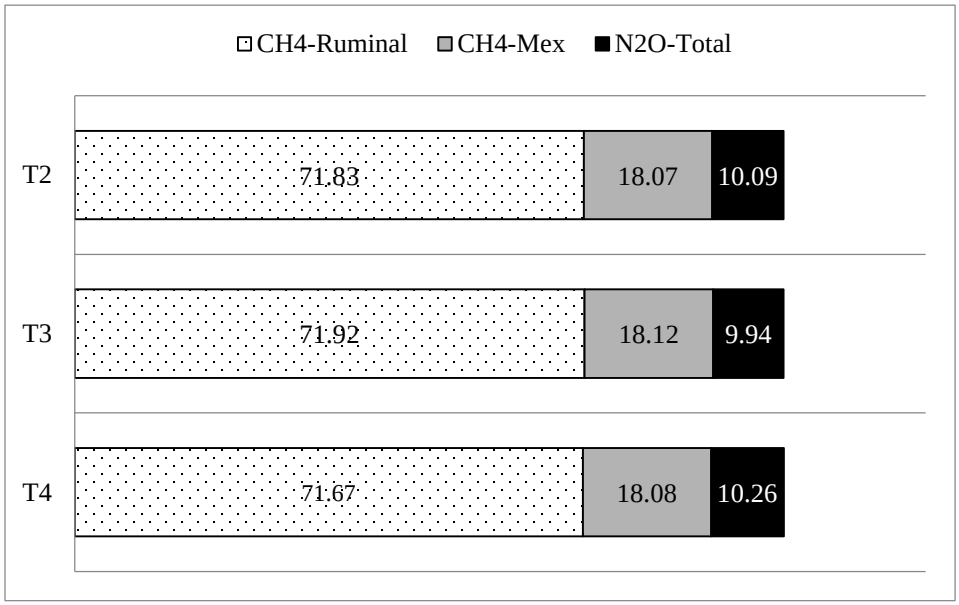



**Figura 2.** Porcentaje de los principales gases de efecto invernadero emitidos por cada tratamiento.

## CONCLUSIONES

La principal fuente de emisión en los tres tratamientos estudiados fue el de $CH_4$ de la fermentación entérica. En la mayoría de los estudios realizados, la producción de $CH_4$ entérico es la de mayor proporción dentro del PCG total, con rangos del 51 al 87% del total de los GEI emitidos (Rivera *et al.,* 2016; De Figueiredo *et al.,* 2017). Este es seguido por $CH_4$ producido por el manejo de las excretas, ya que este no lleva ningún manejo después de su deposición por los animales en el potrero. Pese a que sus porcentajes son menores al $CH_4$ entérico producido en esta investigación, fueron muy altos a los encontrados por Molina *et al*. (2019) en donde evaluaron tres sistemas ganaderos tropicales en el estado de Campeche, México, encontrando porcentajes cercanos al 3%. El $N_2O$ es un gas que en sistemas extensivos no causa un impacto tan alto por el manejo de las

excretas, la mayor parte de las excretas es depositada directamente en los pastizales y una parte regresa a formar parte del ciclo de nutrientes en el suelo. La literatura reporta porcentajes de $N_2O$ que va desde los 17 hasta los 29% del total de las emisiones (Opio *et al*., 2013; Gaitán *et al*., 2016), por lo tanto, en este trabajo el porcentaje de $N_2O$ se encuentra por abajo del rango.

## LITERATURA CITADA

Antón-Vallejo, M. A. 2004. Utilización del Análisis del ciclo de vida en la evaluación del impacto ambiental del cultivo bajo invernadero mediterráneo. Tesis doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Projectes d'Enginyeria. España. Disponible en: http://hdl.handle.net/2117/94137

FAO. 2019. Modelo de Evaluación Ambiental de la Ganadería Mundial (GLEAM) - Evaluación de las emisiones de gases de efecto invernadero y su potencial de mitigación. Disponible en: http://www.fao.org/gleam/results/es/

De Figueiredo, E., S. B. Jayasundara, R. de Oliveira Bordonal, T. Teresinha Berchielli, R. Andrade Reis, C. Wagner-Riddle and N. La Scala. 2017. Greenhouse gas balance and carbón footprint of beef cattle in three contrasting pasture-management systems in Brazil. Journal of Cleaner Production 142: 420-431.

Gaitán, L., P. Laderach, S. Graefe, I. Rao and R. Van der Hoeket. 2016. Climatesmart livestock systems: An assessment of carbón stock and GHG emissions in Nicaragua. Plos one. 11(12): 1-19.

García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 3a. ed. Instituto de Geografía, UNAM. México, D.F.

Gerber, P. J., H. Steinfeld, B. Henderson, A. Mottet, C. Opio, J. Dijkman, A. Falcucci and G. Tempio. G. 2013. Enfrentando el cambio climático a través de la ganadería – Una evaluación global de las emisiones y oportunidades de mitigación. Disponible en: http://www.fao.org/3/a-i3437s.pdf

Hellweg, S. and L. Milà i Canals. 2014. Emerging approaches, challenges and opportunities in life cycle assessment. Special section: Rethinking the global supply chain. Science. 344: 1109-1113.

INECC. 2015. Inventario nacional de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero. Disponible en: https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/inventario-nacional-de-emisiones-de-gases-y-compuestos-de-efecto-invernadero

IPCC. 2006. Emissions from livestock and manure management. En: IPCC. Guidlines for national greenhouse gas inventories, Volume 4: Agriculture, forestry and other land use. IGES. Japón.

ISO. 2006a. Environmental managment - LCA: Requirements and guidelines. ISO 14044. European Commitee for Standatisation. Belguim.

ISO. 2006b. Environmental managment-LCA: Principles and framework. ISO 14040. European Commitee for Standatisation. Belguim.

ISO. 2007. ISO 14040: Environmental management. Life cycle assessment. Principles and framework.

Jarillo-Rodríguez, J., E. Castillo-Gallegos, A. Flores-Garrido, A. F. Valles-de la Mora, B. Ramírez, L. Avilés, R. Escobar-Hernández and E. Ocaña-Zabaleta. 2011. Forage yield, quality and

utilization efficiency on native pastures under different stocking rates and seasons of the year in the mexican humid tropic. Tropical and Subtropical Agroecosystems 13: 1-11.

Molina, M., R. Olea Pérez, F. A. Galindo Maldonado and C. M. Arriaga Jordán. 2019. Life cycle assessment of three tropical livestock systems in Campeche, Mexico: Case of study. Tropical and Subtropical Agroecosystems 22: 127-141.

Opio, C., P. Gerber, A. Mottet, A. Falcucci, G. Tempio, M. MacLeod, T. Vellinga, B. Henderson and H. Steinfeld. 2013. Greenhouse gas emissions from ruminant supply chains-A global life cycle assesment. Rome: Food anf Agricultura Organization of the United Nations (FAO).

Rebitzer, G., T. Ekvall, R. Frischknecht, D. Hunkeler, G. Norris and T. Rydberg. 2004. Life cycle assessment. Part 1: Framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications. Environ. Int. 30 (5): 701-720.

Rivera, J. E., J. Chará y R. Barahona. 2016. Análisis del ciclo de vida para la producción de leche bovina en un sistema silvopastoril intensivo y un sistema convencional en colombia. Tropical and Subtropical Agroecosystems 19: 237-251.

SIAC. 2006. Life Cycle Assessment- Principles and Practice, U. S. Environmental Protection Agency. Cincinnati, Ohio. Disponible en: http://www.epa.gov/ORD/NRMRL/lcaccess/lca101.htm.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# COMPARACIÓN DE TÉCNICAS DE DESHIDRATACIÓN DE CARNE DE RES, NATURAL Y POR FLUJO DE AIRE CALIENTE

# [COMPARISON OF BEEF DEHYDRATION TECHNIQUES, NATURAL AND BY HOT AIR FLUX]

**E. Aldaba-Mendoza[1], M. A. Araiza-Esquivel[1], C. A. Almaraz de Horta[2], B. Rodríguez-Manrique[3], L. Delgadillo-Ruiz[4], C. A. Olvera-Olvera[1], A. López-Martínez[1], A. A. Ortiz-Hernández[3§]**

[1]Maestría en Ciencias de la Ingeniería, Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica, UAZ. [2]Ingeniería en Sistemas Computacionales, UPIIZ-IPN. [3]Ingeniería Mecatrónica, Universidad Politécnica de Zacatecas & DryLab-AORTech, Research Department. [4]Laboratorio de Biotecnología, Universidad Autónoma de Zacatecas. [§]Autor para correspondencia: (aaortizhernandez@upz.edu.mx).

## RESUMEN

Debido a la creciente demanda de alimentos nutritivos que garanticen una alimentación balanceada, se ha incrementado el consumo de alimentos deshidratados en nuestra sociedad. En este trabajo de investigación se hace una comparación de la eficiencia de dos técnicas de deshidratación utilizando carne de res como objeto de estudio. Se compararon, el secado natural contra la técnica de secado por flujo de aire caliente, que es de los métodos artificiales, la más utilizada. Para su estudio se cortaron muestras de tamaño homogéneo y sistemáticamente se variaron los tiempos de deshidratado en cada una de las técnicas empleadas, obteniendo como resultado, tablas y gráficas comparativas de pérdida de masa y humedad, además se determinaron las características físicas del producto final, se obtuvieron algunos parámetros de calidad. El contenido nutricional del producto final se podrá complementar con la caracterización química de los productos finales. Se realizaron pruebas de deshidratación de carne por medio de un deshidratador comercial de flujo de aire caliente $T \approx 70ºC$ y se simuló la técnica de secado natural a cielo abierto con ayuda de un reflector de halógeno, simulando las condiciones de temperatura $25ºC \leq T \leq 35ºC$ y flujo de aire natural, simulado en condiciones controladas en laboratorio. Los resultados de la caracterización física de la deshidratación por flujo de aire caliente se asemejan más a las deseadas para un producto comercial. En conclusión, la técnica de secado natural tarda más del doble de tiempo en retirar el mismo porcentaje de humedad contenida en la carne que la técnica de secado por flujo de aire caliente.

**Palabras clave:** Alimentos deshidratados, carne seca.

## ABSTRACT

Due to the growing demand for nutritious food that guarantees a balanced diet, the consumption of dehydrated foods in our society has increased. In this research work a comparison is made of the efficiency of two dehydration techniques using beef as the object of study. The natural drying against the hot air flow drying technique, which is the most commonly used artificial methods, was compared. For their study, samples of homogeneous size were cut and the dehydration times in

each of the techniques used were systematically varied, obtaining as a result, comparative tables and graphs of mass and moisture loss, in addition the physical characteristics of the final product are determined, some quality parameters were obtained. The nutritional content of the final product can be complemented with the chemical characterization of the final products. Meat dehydration tests were carried out by means of a commercial hot air flow dehydrator T≈70ºC and the natural drying technique was simulated in the open sky with the help of a halogen reflector, simulating the temperature conditions 25ºC ≤ T ≤ 35ºC and natural air flow, simulated in controlled laboratory conditions. The results of the physical characterization of dehydration by hot air flow are more similar to those desired for a commercial product. In conclusion, the natural drying technique takes more than twice the time to remove the same percentage of moisture contained in the meat as the hot air flow drying technique.

**Index words:** Dehydrated food, dried meat.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha tenido un crecimiento significativo relacionado con el consumo de alimentos deshidratados, principalmente por la demanda de alimentos naturales, nutritivos y saludables (Luna-Guevara y Guerrero-Beltrán, 2010). La carne es la parte comestible de los músculos de los animales, se considera como un alimento altamente proteico y al ser incluida en nuestra dieta diaria aporta entre el 15% y 20% de proteínas, ya que proporciona todos los aminoácidos necesarios para su síntesis en el cuerpo humano. También es la mejor fuente de hierro y vitamina B12. El contenido de agua de la carne oscila entre un 50% y 80% (Neira-Izquierdo y Ponce-Choéz, 2019).

La calidad depende del tipo de carne que se desee consumir y del animal del cual es proveniente, varía con la raza, el sexo, el tipo de alimentación, edad, etc. Puede ser obtenida de animales exclusivamente criados para consumo o de animales provenientes de otras actividades (Neira-Izquierdo y Ponce-Choéz, 2019; García Díaz *et al*., 1989).

La producción de carne de bobino a nivel mundial se ha incrementado 1.4% anualmente en la última década, mientras que en México se mostró un crecimiento del 1.8% (FIRA, 2017). Además, la producción de ganado se ha convertido en una gran oportunidad de comercio nacional e internacional, con una gran participación en la exportación hacia otros países (Génesis Consultoría, 2009).

El consumo de carne es altamente recomendado para tener una dieta equilibrada y saludable ya que aporta las cantidades necesarias de aminoácidos esenciales, vitaminas, minerales y ácidos grasos que requiere el organismo. La carne es uno de los alimentos más perecederos por ello requiere mayor cuidado en su manipulación y transporte, para evitar la generación de bacterias y evitar su descomposición (Rubio-Lozano *et al.*, 2012.), por ello se han implementado técnicas de deshidratación para su conservación.

En varios estados del país se tiene como costumbre secar la carne de manera natural o artificial para conservarla por más tiempo y posteriormente consumirse, ejemplo de ello es la gastronomía regiomontana. La carne seca conserva sus propiedades nutricionales y puede consumirse directamente o cocinarse previamente (García *et al*., 1989).

Es bien sabido que desde el inicio de la civilización se intentaba preservar el alimento durante un periodo de tiempo más prolongado para satisfacer sus necesidades alimentarias en tiempos de escasez y una de las técnicas más utilizadas fue la deshidratación *(*García-Díaz *et al*., 1989). Al día de hoy, se ha encontrado que incluir alimentos deshidratados dentro de nuestra dieta diaria conlleva a mejorar nuestra salud (Salas-Salvadó *et al.*, 2005). Por otro lado en el área de la industria se puede comercializar mejor un alimento deshidratado, ya que tanto el almacenamiento como el transporte se vuelven más rentables (Marín-B *et al.*, 2006). De ahí nace la importancia de la optimización de las técnicas de deshidratación, ya que, gracias a este proceso, es posible comercializar dentro y fuera de nuestro país carne en buenas condiciones y libre de patógenos, llegando hasta el consumidor final sin la necesidad de mantener una cadena de distribución en ambiente controlado (T > 4ºC para producto fresco y T > -12ºC para carne congelada).

La deshidratación es una de las técnicas más antiguas empleadas para la preservación de alimentos, que de acuerdo a la literatura este proceso consiste en la transferencia de calor y de masa simultáneamente. Las características físicas del producto, tales como el peso, tamaño, color y textura, cambian durante el proceso de deshidratación, de igual manera parámetros como el contenido de humedad y el coeficiente de transferencia de masa entre el producto y los alrededores varían de acuerdo al tiempo de deshidratación (Méndez-Robles *et al*., 2018 ).

Es importante saber que existen múltiples técnicas de deshidratación que permiten obtener productos de calidad, que no afectan el contenido nutricional de los alimentos deshidratados. Entre las técnicas más relevantes para este trabajo se encuentran las siguientes:

La deshidratación a cielo abierto o natural, es un método usado tradicionalmente para la conservación de alimentos, consiste en exponer directamente los productos a los rayos del sol, normalmente sobre azoteas sin protección alguna. En este método los alimentos pueden ser contaminados por agentes presentes en el medio que los rodea, como lo son: el polvo, los microorganismos y la fauna, además de las condiciones climatológicas de cada zona geográfica, lo que conlleva a una mala calidad en el producto final y pérdidas por contaminación o putrefacción.

Existen alternativas que ayudan a preservar los alimentos de las condiciones ambientales, dichas alternativas son los secadores solares que son diseñados especialmente para el tipo de alimento que se desea deshidratar. Aunque es un método económico y permiten reducir el tiempo de secado, depende totalmente de las condiciones climáticas a las que es sometido el producto durante el periodo de deshidratación y tiende a contaminarse con agentes extraños (Castillo-Téllez *et al*., 2018; Fonseca *et al.*, 2000).

La técnica más aplicada dentro de métodos artificiales es la deshidratación por flujo de aire caliente, la cual consiste en hacer, como su nombre lo dice, fluir aire caliente a través del recipiente que contiene al alimento a deshidratar, por medio de dicho flujo se logra evapora el agua contenida en el alimento evitando así el desarrollo de microorganismos que puedan dañar sus propiedades organolépticas. Durante el proceso existen cambios en los atributos originales de los alimentos. Según la literatura consultada para la deshidratación de frutos, se recomienda que la temperatura del aire se encuentre dentro de cierto rango (de 40°C a 80°C) ya que fuera de éste se obtiene un producto final de mala calidad (García-Pereira *et al*., 2013; González *et al.*, 2008; Condorí *et al.*, 2006).

La deshidratación por microondas es considerada como uno de los procesos que permite un menor tiempo de secado (Karam *et al*., 2016). Este proceso se da en tres etapas, en la primera, la energía de microondas es convertida en energía térmica. En la segunda, la energía térmica es utilizada para retirar la humedad del alimento. Por último, en la tercera etapa el bajo contenido de humedad en las muestras es retirada rápidamente, ya que es menor que la energía que inducen las microondas. Según la literatura analizada, se ha encontrado que las microondas mejoran el aroma, color y contenido nutricional de los productos (Karam *et al.*, 2016), aunque por otra parte, también se encontró que las proteínas pueden ser desnaturalizadas (García-Paternina *et al.*, 2015).

La deshidratación por inducción electromagnética y bajas presiones es una nueva técnica en proceso de validación que permitirá reducir recursos en su aplicación además de la obtención de productos de mayor calidad (Ortiz-Hernández *et al*., 2017). El sistema de deshidratación se fundamenta en la eficiencia lograda en la transferencia energética para los sistemas de inducción electromagnética (Picon *et al.*, 2007) aunado al conocimiento de las propiedades fisicoquímicas del agua documentadas en el diagrama de fases del agua, donde se puede observar que en condiciones de presión relativa menor a la atmosférica se logra alcanzar el punto de ebullición del agua a menor temperatura.

El objetivo de esta investigación es comparar la deshidratación natural (Deshidratación Natural Simulado, SNS) y la Deshidratación por Flujo de Aire Caliente (SFAC), se eligió la carne de res por su disponibilidad a nivel mundial y por sus altos contenidos proteicos, además de ser parte de la dieta recomendada. Se midió la pérdida de masa a medida que el tiempo de deshidratación transcurre de manera simultánea en cada uno de los sistemas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La carne empleada es proveniente de cadenas comerciales con altos estándares de calidad de sus productos y proveedores. Se utilizó carne magra de res, cortada en láminas de 5±2mm de espesor, fue lavada y cortada en rectángulos regulares de (100 X 60) mm en promedio (±1.9 mm), cada muestra fue debidamente etiquetada y se determinaron sus dimensiones (largo, ancho y espesor)

con ayuda de un Vernier digital (±0.01mm), seguido de la medición de masa de cada muestra utilizando una báscula digital (±0.01g).

Se realizó el pretratamiento de la materia prima en el cual cada trozo de carne fue sumergido durante 1 minuto en una solución de benzoato de sodio ($C_7H_5NaO_2$) al 1% en volumen, para evitar la proliferación de hongos en la carne durante su almacenamiento posterior al proceso.

Para la deshidratación por flujo de aire caliente, se utilizó un deshidratador comercial modelo *Nesco-Garden master-pro-deshidratador,* en el cual se colocaron las muestras de manera ordenada en cada una de las cuatro charolas que componen al deshidratador, y se procedió a deshidratar a una temperatura de 71°C durante 8.5h. Durante dicho tiempo se tomaron muestras después de 5h y 8.5h de deshidratación y se fueron registrando las medidas para determinar la pérdida de humedad durante el proceso.

La deshidratación natural a cielo abierto se simulo colocando las muestras en posición horizontal y a 25cm en línea perpendicular se colocó un reflector halógeno de 500 Watts, marca ROTTER®, modelo RO2750, alcanzando temperaturas desde 25°C hasta 35°C en promedio, medidos en la superficie de las muestras con un termómetro Infrarrojo (0.01°C). Fueron expuestas 6 muestras en una charola debajo del reflector durante 19.08h, se tomaron medidas de masa y dimensiones geométricas después de 10.36 y 19.08 h para determinar la pérdida de humedad.

Se realizaron registros de masa (g) de cada muestra durante el proceso de deshidratación y se determinó el porcentaje de pérdida de humedad mediante la ecuación (1):

$$\%H_m = \frac{m_f}{m_i} \times 100 \qquad (1)$$

Dónde: $\%H_m$: es el porcentaje de humedad presente en la muestra; $m_i$: es la masa inicial de la muestra; $m_f$: es la masa final de la muestra.

El análisis estadístico empleado en este estudio es de tipo multivariable, ya que además de variar el tiempo de secado y la temperatura a la que están expuestas las muestras, para comparar los métodos de deshidratación aplicados. Así mismo, se promedió la pérdida de humedad de las muestras.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico de este trabajo se realizó mediante el software de Origin 8 Pro, con el cual se promedió la pérdida de humedad y de masa respecto al tiempo. En el Cuadro 1 se pueden observar los datos obtenidos de cada uno de los 2 métodos. En el Cuadro 1 se muestra, principalmente la pérdida de masa y de humedad del Deshidratado Natural Simulado (DNS) durante dos periodos de tiempo diferentes: transcurridas 10.36 y 19.08 horas de deshidratación, así como sus condiciones iniciales en el tiempo 0. Durante el primer lapso, se puede notar que se perdió

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

poco más del 50% de humedad viéndose reflejado en la masa que poseen en promedio las muestras. De igual manera, se puede observar que después de 19.08 horas se perdió casi el 70% de masa, logrando llegar a una masa final de 10 g.

**Cuadro 1**: Relación de pérdida de masa en función del tiempo por: Técnica de Deshidratación Natural Simulada y Deshidratación por Flujo de Aire Caliente.

| Método | Tiempo (h) | Masa (g) | Masa total (%) |
|---|---|---|---|
| Deshidratación Natural | 0.00 | 33.84 | 100.00 |
| Simulada | 10.36 | 15.66 | 46.18 |
| (DNS) | 19.08 | 10.00 | 29.56 |
| Deshidratación por Flujo de | 0.00 | 31.54 | 100.00 |
| Aire Caliente | 5.00 | 9.21 | 29.19 |
| (DFAC) | 8.50 | 8.67 | 27.47 |

Para el segundo método de deshidratación, que es el Deshidratación por Flujo de Aire Caliente (DFAC), se observan igualmente dos periodos de tiempo, correspondientes a 5 y 8.5 horas de deshidratación y sus condiciones iniciales en el tiempo 0. En este método, después de 5 horas de deshidratación se logró retirar casi el 70% de masa de la muestra, y después de 8.5 horas se retiró el 72.8% de masa. En la Figura 1 se muestran las gráficas del porcentaje de masa que se fue perdiendo durante el tiempo de deshidratado.

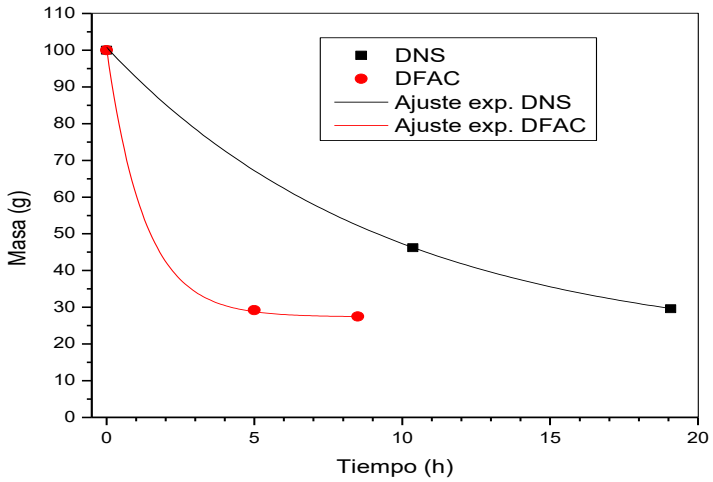



**Figura 1.** Comparativo del porcentaje de masa perdida (Humedad) por unidad de tiempo, entre las dos técnicas utilizadas, (DFAC y DNS).

En ambos casos los puntos obtenidos de las mediciones de masa a lo lago de los diferentes tiempos de deshidratación, se logran ajustar a una funciones exponenciales decrecientes, para el caso de la DFAC, la función es $f(x) = 82.21032*e^{-(k/9.51426)}+18.60364$ mientras que para el DNS $f(x) = 73.33632*e^{-(k/1.26396)}+27.38978$.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye que la técnica de deshidratación por flujo de aire caliente retira la humedad en promedio 5 veces más rápido que la técnica de DNS para una humedad relativa del 40%, es decir, las muestras pierden mayor porcentaje de humedad en menor tiempo. El porcentaje de base seca de la carne empleada para este experimento fue de 27.47%, ya que con la técnica de SFAC la carne se continuó deshidratando hasta que no existió variación en la masa de las muestras, el tiempo necesario fue de 8.5 h, mientras que en la simulación de el secado natural después de 19.08h continuas no se llegó al porcentaje de base seca de las muestras.

En el presente trabajo se muestran los primeros resultados de la línea de investigación en vías de desarrollo referente al empleo de diferentes técnicas de deshidratación y los efectos físico-químicos en los productos, además de que en un futuro cercano se pretende validar una innovadora técnica de Deshidratación mediante la aplicación de Inducción Electromagnética para incrementar la temperatura y la utilización de Bajas Presiones para reducir el punto de ebullición del agua, dicha combinación de técnicas se ha nombrado (DEMI-LP) Pat. Pend. MX/a/2017/009811, además, en paralelo a esta investigación se desarrollan otras tecnologías hibridas combinando algunas de las técnicas en este trabajo descritas.

**Cuadro 2.** Determinación de porcentaje de humedad considerando 27.47% de base seca de la carne.

| Método | Tiempo (h) | Masa (g) | Base seca (g) | Humedad (g) | Humedad (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| Deshidratación Natural | 0.00 | 33.84 | 9.30 | 24.54 | 72.53 |
| Simulada | 10.36 | 15.66 | 9.30 | 6.36 | 18.81 |
| (SNS) | 19.08 | 10.00 | 9.30 | 0.70 | 2.08 |
| Deshidratación por | 0.00 | 31.54 | 8.66 | 22.88 | 72.53 |
| Flujo de Aire Caliente | 5.00 | 9.21 | 8.66 | 0.54 | 1.72 |
| (SFAC) | 8.50 | 8.67 | 8.66 | 0.00 | 0.01 |

## AGRADECIMIENTOS

Los autores (E. Aldaba-Mendoza, y A. A. Ortiz-Hernández) agradecen a CONACYT el apoyo parcial que permitió la realización de este proyecto.

## LITERATURA CITADA

Castillo-Téllez, M., B. C. Téllez, O. S. Martínez, G. H. Gálvez y J. C. Ovando-Sierra. 2018. Estudio experimental y matemático de la deshidratación de maíz con tecnologías directas y horno a temperaturas controladas. Journal of Energy, Engineering Optimization and Sustainability 2: 17-40.

Condorí, M., R. Echazú y L. Saravia. 2006. Secador solar indirecto con flujo de aire forzado para huacalera, Quebrada de Humahuaca. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente 10: 02-47-02-54.

FIRA. 2017. Carne de bovino 2017. Panorama agroalimentario. S/V: 1-26

Fonseca, S. F., J. L. A. Rodríguez, A. T. Ten y J. P. Enríquez. 2000. Análisis térmico del secador solar de tambor rotatorio para granos. Tecnología Química 20: 70-75.

García-Díaz, G., C. Guajardo de los Santos y L. Loera Castillo. 1989. Tema de tesis: Eficiencia en el proceso del producto carne seca: Consumo en Monterrey y su área metropolitana. 3-23.

García, P. A., B. S. Muñiz, G. A. Hernández, L. M. González y V. D. Fernández. 2013. Análisis comparativo de la cinética de deshidratación osmótica y por flujo de aire caliente de la piña (Ananas Comosus, variedad Cayena lisa). Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias 22: 62-69.

García-Paternina, M., A. Alvis-Bermudez y C. A. García-Mogollon. 2015. Evaluación de los pretratamientos de deshidratación osmótica y microondas en la obtención de hojuelas de mango (Tommy Atkins). Información tecnológica 26: 63-70.

Génesis Consultoría. 2009. Estudio de mercado y sistema de comercialización para la exportación de carne a EUA, Europa y Asia de la planta TIF de la UGR-BC. 2009. Genesis Consultoría. S/V: 1-250.

González, A., A. E. Estaba y A. E. C. Chacín. 2008. Obtención de un polvo de ají dulce (*Capsicum chinense*) producido mediante deshidratación por aire forzado. Revista Científica UDO Agrícola 8: 118-126.

Karam, M. C., J. Petit, D. Zimmer, E. Baudelaire-Djantou and J. Scher. 2016. Effects of drying and grinding in production of fruit and vegetable powders: A review. Journal of Food Engineering 188: 32-49.

Luna-Guevara, J. J. y J. A. Guerrero-Beltrán. 2010. Algunas características de compuestos presentes en los frutos secoas y su relación con la salud. Temas Selectos de Ingeniería el Alimentos 4: 37-48.

Marín-B, E., M. R. Lemus, M. V. Flores y G. A. Vega. 2006. La rehidratación de alimentos deshidratados. Revista Chilena de Nutrición 33: 527-538.

Méndez-Robles, L. I., E. U. Carrera-Arellano, J. M. García-González y V. M. García-Saldivar. 2018. Análisis de propiedades físicas en el deshidratado. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos 3:264-269.

Neira-Izquierdo, J. L. y I. R. Ponce-Choéz. 2019. Tema de tesis: Elaboración de carnes Deshidratadas. 11-16

Ortiz-Hernández, A. A., A. Ortiz Rivera, J. L. Carrera Escobedo, M. A. Garcia Ruiz, J. M. Robles Solis, C. A. Almaraz de Horta y H. R. Vega Carrillo. 2017. MX/a/2017/009811. México.

Picon, A. A., J. B. Pérez y J. A. G. Figueredo, J. 2007. Calentamiento por inducción electromagnética: Diseño y construcción de un prototipo. Revista UIS Ingenierías, 6: 69–76.

Rubio-Lozano, M. S., D. Braña-Varela y R. B. Méndez-Medina. 2012. Carne de res mexicana. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. INIFAP.

Salas-Salvadó, J., E. Ros-Rahola y J. Sabaté-Casellas. 2005. Frutos secos, salud y culturas mediterráneas. París: Editorial Glosa, S.L. 51-58.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# LA EDAD TEMPRANA AL PRIMER PARTO INFLUYE EN LA LONGEVIDAD, VIDA ÚTIL Y PRODUCTIVIDAD DE VACAS HOLSTEIN EN HONDURAS

## [EARLY AGE AT FIRST CALVING AFFECT LONGEVITY, NUMBER OF DAYS IN PRODUCTION AND LIFETIME MILK YIELD OF HOLSTEIN COWS IN HONDURAS]

**J. C. Segura-Correa[1§], K. A. Copas-Medina[1], J. J. Baeza-Rodriguez[2], J. G. Magaña-Monforte[1], M. A. Valladares-Rodas[3]**

[1]Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias[2], Campo experimental Mocochá, Yucatán, México, [3]Asociación de Agricultores y Ganaderos de Oriente, Danlí, El Paraíso, Honduras. [§]Autor para correspondencia: (jose.segura@correo.uady.mx).

## RESUMEN

El objetivo fue determinar el efecto de la edad al primer parto (EPP) sobre la longevidad, vida productiva y producción de leche por vida de vacas Holstein en la sabana tropical de Honduras. La información se recolectó en fincas lecheras con vacas Holstein (n=1391) nacidas entre 1993 y 2013. Datos de la fecha de nacimiento, fecha de primer parto, fechas de desecho y producción de leche por lactancia se usaron para determinar el efecto del grupo de EPP sobre la longevidad, vida productiva y producción de leche por vida de las vacas bajo condiciones intensivas. El modelo estadístico que describió las variables de interés incluyó el efecto de hato, periodo de nacimiento, época de nacimiento y la interacción rancho x periodo y el error residual. Se encontró efecto significativo ($p < 0.05$) de hato, periodo e interacción de ambos, así como del grupo de EPP sobre las tres variables de respuesta. Se encontró un efecto *(*$p < 0.05$*)* de las vacas que tuvieron su primer parto a una edad más temprana, las vacas con menos de 3 años tuvieron más días productivos (1399 días) y produjeron más leche (14,396 kg) que las vacas con más 3.5 o más años al primer parto (1080 días y 10840 kg, respectivamente). En conclusión, las vacas que parieron a temprana edad produjeron más leche durante su vida productiva, por tanto, el hacer parir a las vacas a una edad temprana podría ser una estrategia de manejo para aumentar la productividad en los hatos. Sin embargo, el peso al parto y aspectos fisiológicos del animal deben ser tomados en consideración.

**Palabras clave:** Efectos ambientales, permanencia en el hato, producción de leche, trópico.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# FACTORES NO GENÉTICOS QUE INFLUYEN EN LA EDAD AL PRIMER PARTO DE VACAS HOLSTEIN EN HONDURAS

# [NON-GENETIC FACTORS THAT AFFECT THE AGE AT FIRST CALVING OF HOLSTEIN COWS IN HONDURAS]

**J. C. Segura-Correa[1§], K. A. Copas-Medina[1], J. J. Baeza-Rodríguez[2], J. G. Magaña-Monforte[1]**

[1]Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México. [2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias[2], Campo experimental Mocochá, Yucatán, México, [3]Asociación de Agricultores y Ganaderos de Oriente, Danlí, El Paraíso, Honduras. [§]Autor para correspondencia: (jose.segura@correo.uady.mx).

## RESUMEN

Las características reproductivas son de gran importancia económica para la producción animal, ya que inciden en la rentabilidad de la unidad de producción. El objetivo de este estudio fue estimar la edad al primer parto (EPP) y determinar los efectos de hato, periodo y época de nacimiento de la vaca sobre la EPP en vacas Holstein en la región Centro de Honduras. Se utilizó la información de tres hatos lecheros estabulados y 1391 vacas Holstein nacidas entre 1993 y 2013. El modelo estadístico que describió la EPP incluyó los efectos fijos de hato (1, 2, 3), periodo de nacimiento de la vaca (1993-2003, 2004-2005, 2006-2008 y 2009-2013), época de nacimiento (seca y lluviosa) y la interacción hato x periodo. La media y desviación estándar de EPP de las vacas Holstein fue 915±212 días. Hato, periodo de nacimiento y su interacción tuvieron efectos significativos sobre la variable de interés *($p < 0.05$).* Bajo las condiciones de este estudio, se encontró que las vacas Holstein de este estudio tuvieron EPP, 6 meses arriba del óptimo deseado de 24 meses. Así mismo, se encontró que esta variable estuvo influida por el hato, periodo y la interacción de éstos. El efecto significativo de la interacción hato x periodo de nacimiento indicó variaciones en el comportamiento de la variable según el hato y el periodo. El hato con la menor EPP fue el hato 2 (media 884 días). En conclusión, debido a que la EPP es mayor al óptimo, existen posibilidades de mejora de ésta, mediante mejores prácticas de manejo y mejor alimentación.

**Palabras clave:** Centroamérica, época, ganado lechero, trópico.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CAUSAS DE SUBFERTILIDAD EN TOROS BRAHMAN EVALUADOS EN RANCHOS DEL SURESTE DEL ESTADO DE CAMPECHE, MÉXICO

# [SUBFERTILITY CAUSES IN BRAHMAN BULLS EVALUATED ON FIELD OF SOUTHEAST OF THE CAMPECHE STATE, MEXICO]

**M. E. Huchín-Cab[§], A. Martínez-Moreno**

Escuela Superior de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Campeche, Calle 53 SN, Col. Unidad, Esfuerzo y Trabajo # 2. C.P.24350. Escárcega, Campeche, México. [§]Autor para correspondencia: (mihuchin@uacam.mx).

## RESUMEN

Eliminar toros con problemas reproductivos en la ganadería permite mejorar la fertilidad del hato y vender más becerros al año. El objetivo del trabajo fue identificar sementales subfértiles en 5 ranchos de la zona ganadera de Campeche. La hipótesis fue que los sementales Brahman presentan baja capacidad reproductiva. Se evaluaron 116 toros. El manejo zootécnico y sanitario fue similar en los ranchos, monta natural todo el año, pastoreo libre con suplementación. No se realizan lotificaciones ni programa de reemplazos, no hubo previas evaluaciones reproductivas. Los toros se evaluaron en base a los criterios y métodos recomendados por la sociedad de Teriogenología e incluyó: historia clínica, examen físico general y especial del aparato reproductor. Los toros con problemas de salud fueron excluidos. El examen especial incluyó los siguientes criterios: revisión del pene (sin lesiones), evaluación del prepucio, (arriba del corvejón); testículos: su circunferencia (> 28 cm) y su tono (4), integridad del epidídimo (sin lesiones), y palpación vía rectal de las glándulas accesorias. La recolección de semen fue por electroeyaculación, y las variables macroscópicas fueron: volumen (> 3ml), color (cremoso, lechoso) y la variable microscópica motilidad en masa (> =3). El análisis se realizó por estadística descriptiva y permitió clasificar el potencial reproductivo de la siguiente forma: se encontró que un 53% de los toros (*n*=60) cumplieron satisfactoriamente con los criterios mínimos aceptables. El 29% (*n*=33) se clasificaron como cuestionables, toros que cumplieron los criterios físicos pero que la calidad de semen fue pobre o que no respondieron a la electroeyaculación. Y un 18% (*n*=21) no cumplieron con los criterios físicos ni con la calidad seminal y fueron clasificados como no satisfactorios. Se concluye que el porcentaje de subfertilidad de toros Brahman en campo fue alto, lo que hace suponer que es la misma situación que ocurre en la ganadería del estado.

**Palabras clave:** Fertilidad, reproducción, sementales.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CALIDAD SEMINAL DE TOROS BRAHMAN EN DOS MUNICIPIOS DEL SURESTE DEL ESTADO DE CAMPECHE, MÉXICO

# [SEMINAL QUALITY IN BRAHMAN BULLS ON TWO MUNICIPALITIES OF THE SOUTHEAST OF CAMPECHE ESTATE, MÉXICO]

**E. A. Martínez-Moreno, M. Huchín-Cab**

Escuela Superior de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Campeche. Calle 53 SN, Col. Unidad, Esfuerzo y Trabajo # 2. C.P.24350. Escárcega, Campeche, México. §Autor para correspondencia: (Al052434@uacam.mx).

## RESUMEN

La importancia del toro en el hato es que produce de 25 a 50 becerros al año, bajo inseminación hasta 10,000, mientras que una vaca solo uno. El objetivo del trabajo fue evaluar la calidad seminal de toros Brahman en dos municipios del estado de Campeche. La hipótesis fue que los toros Brahman presentan baja calidad seminal. Se evaluaron 37 toros, el manejo zootécnico, reproductivo y sanitario fue similar en todas las unidades. El criterio de inclusión de los ranchos fue la disponibilidad de los propietarios, que los toros estén en actividad reproductiva y de raza Brahman. Previo a este trabajo fueron desechados los que presentaron problemas físicos, de salud y reproductivos. Se realizó una historia clínica para saber su edad, temperamento y condición corporal. La recolección de semen fue por electroeyaculación y la evaluación del semen en base a la metodología descrita por Chenoweth. El trabajo se realizó una parte en campo y otra en laboratorio. Las variables macroscópicas fueron: volumen, densidad y pH. Las microscópicas: Motilidad en masa microscópica, concentración, porcentaje de espermatozoides vivos y anormalidades. El análisis de la información se realizó con estadística descriptiva. Los resultados encontrados fueron los siguientes: el volumen promedio fue 3.7 ±1.8 ml, en densidad se encontró: muestras traslucidas 5, aguachentas 12, lechoso 12 y cremoso 3. El pH fue de 7.6 ±0.8, motilidad en masa 3.2 ±1.1, concentración en ml. 718,378.4 ±667,168, porcentaje de espermatozoides vivos 60% ± 20%, anormalidades 20% ±1%. En general las variables volumen, densidad, concentración y motilidad en masa son aceptables, de acuerdo a la literatura, mientras que pH, porcentaje de espermatozoides vivos y porcentaje de anormalidades están por debajo de los valores aceptables. Por lo tanto, se concluye que la calidad seminal de los toros Brahman de dos municipios del sureste de Campeche es aceptable.

**Palabras clave:** *Bos indicus*, semen, reproducción.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# PARÁMETROS GENÉTICOS DE VIDA PRODUCTIVA DE VACAS HOLSTEIN EN HONDURAS

# [GENETIC PARAMETERS FOR PRODUCTIVE LIFE OF HOLSTEIN COWS IN HONDURAS]

**K. A. Copas-Medina[1], M. Valladares-Rodas[1], J. J. Baeza-Rodríguez[2], J. C. Segura-Correa[1], J. G. Magaña-Monforte[1§]**

[1]Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Carretera Mérida-Xmatkuil Km. 15.5 Apdo, Itzimná, 97100 Mérida, Yucatán, México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, [2]Agrícolas y Pecuarias, Campo experimental Mocochá, Km 25 Carretera Mérida-Motul, Yucatán, México. [§]Autor para correspondencia: (jmagana@correo.uady.mx).

## RESUMEN

La raza Holstein es la más utilizada en Honduras para la producción de leche en sistemas intensivos y semi-intensivos. Con el objetivo de estimar la heredabilidad y correlaciones genéticas y fenotípicas entre la vida útil (VU) y total de leche producida durante la VU (TPL, kg), se utilizó la información 1369 vacas, hijas de 338 toros y 1011 vacas, manejadas en tres hatos de sistemas intensivos de Honduras. Se utilizó el procedimiento de máxima verosimilitud restringida (REML), ajustado a un modelo animal bivariado. Para las variables analizadas, se utilizó el efecto fijo del grupo contemporáneo que incluía hato, año y época de nacimiento, y el grupo de edad al primer parto y la interacción entre ambos. Las heredabilidades estimadas para Holstein fueron 0.7 y 0.22 para VU y PL, respectivamente; y las correlaciones fenotípicas y genéticas de 0.78 y 0.96. La baja heredabilidad indica que existe una gran influencia de factores ambientales sobre ellos, pero por la correlación genética alta y positiva, sugiere posible mejora genética de esta raza en climas húmedos para la vida productiva ya que vacas de más edad son también las de mayor fertilidad y producción.

**Palabras clave**: Correlaciones genéticas, ganado de leche, heredabilidad, trópico.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# MODELACIÓN DE CURVAS DE LACTANCIA EN BOVINOS HOLSTEIN EN PASTOREO EN EL ALTIPLANO DE QUERÉTARO

# [MODELING THE LACTATION CURVES FOR HOLSTEIN DAIRY COWS UNDER GRAZING CONDITIONS IN THE ALTIPLANO OF QUERÉTARO]

**Daniel Alonso Domínguez Olvera[1], José Guadalupe Herrera Haro[1], Vicente Lemus Ramírez[2], Edgar Meraz Romero[2§]**

[1]Colegio de Postgraduados, Programa de Ganadería 56230, Montecillo, Edo de México.[2] Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Animal en Altiplano. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México, 76790. Tequisquiapan, Querétaro. [§]Autor para correspondencia: (dominguez.daniel@colpos.mx).

## RESUMEN

Las curvas de lactancia, son básicas para predecir producciones totales, determinar manejo y caracterizar los sistemas de producción pecuarios. Por lo anterior, se planteó la hipótesis de que el modelo de Wood con efectos aleatorios presentará el mejor ajuste de la curva, basado en los criterios de Criterio de Información de Akaike condicional (AICC) y Criterio de Información Bayesiano (BIC). El objetivo de la investigación fue usar el método de modelos no lineales mixtos (NLMM) para construir curvas de lactancia considerando los efectos de año, paridad y época. Se utilizó la información obtenida mediante muestreo periódico de 49 animales de la raza Holstein, durante los años 2008, 2009, 2010 y 2011, en el módulo lechero del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Animal en Altiplano, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. Los datos, se compararon usando los modelos no lineales propuestos por Wood, Brody, Papajcsik y Bordero y Wilmink, incorporando los efectos aleatorios. Usando el modelo que presentó el mejor ajuste, se determinó el efecto de la paridad, época y año de parto. Los resultados mostraron que la curva de lactancia estimada por NLMM de Wood presentó los mejores valores de AICC y BIC. Las variables de paridad, año y época de parto mostraron efecto *($p \leq 0.05$)* en la producción máxima de leche y el momento en el que se alcanza ese pico de producción, únicamente el año de parto mostró diferencias *($p \leq 0.01$)* en el coeficiente relacionado con su producción inicial de leche. Se concluye que la mejor estimación de la curva de lactancia se obtiene con el procedimiento NLMM de Wood, en vacas Holstein de la región de estudio. Las ecuaciones de NLMM permitieron la utilización del total de la información contenida en las bases de datos, obteniendo buenos ajustes de las curvas de lactancia, aún con bases de datos desbalanceadas.

**Palabras clave:** Estadísticos de ajuste, efectos aleatorios, efectos fijos, modelo no lineal mixto, modelo de Wood.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# TERMOGRAFÍA INFRARROJA Y SU RELACIÓN CON LA TEMPERATURA RECTAL Y FRECUENCIA RESPIRATORIA EN VACAS LECHERAS BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS CALÓRICO

# [INFRARED THERMOGRAPHY AND ITS RELATIONSHIP WITH RECTAL TEMPERATURE AND RESPIRATORY FRECUENCY IN DAIRY COWS UNDER HEAT STRESS CONDITIONS]

**Felícitas Vázquez-Flores[1, 2§], Isaac Aristeo López-Galindo[1, 3], Crisóforo Martínez-Cruz[1, 3], Francisco Aurelio Galindo-Maldonado[1]**

[1]Universidad Nacional Autónoma de México. [2]Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. [3]Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. [§]Autor para correspondencia: (contacto: fvazquez6810@gmail.com).

## RESUMEN

La identificación del mejor sitio anatómico para asegurar el uso eficiente de la termografía infrarroja (TIR) como herramienta para medir la variación de la temperatura de la superficie corporal en respuesta al estrés por calor, puede permitir un monitoreo fácil, no invasivo, práctico y en tiempo real del bienestar animal en vacas productoras de leche. El objetivo de este estudio fue identificar el sitio anatómico más representativo para la medición de la temperatura corporal superficial con TIR que mejor refleje la temperatura rectal (TR) tomada con termómetro digital, como una herramienta para monitorear la respuesta al estrés por calor de vacas productoras de leche en el trópico. Los sitios anatómicos estudiados fueron la frente, el ojo, el costado, la grupa y la ubre; se midió también la frecuencia respiratoria (FR). Las variables se obtuvieron de 62 vacas con diferente composición genética (Cebú x Holstein) a las que se les midió la temperatura corporal superficial con TIR en los puntos mencionados y la FR en potrero y en manga de manejo. La TR solo se midió en manga de manejo. Para el análisis estadístico se llevaron a cabo regresión lineal simple y correlación de Pearson. La TR ($r$=0.63 a $r$=0.79) y la FR ($r$=0.49 a $r$=0.60) correlacionaron positivamente *($p$ < 0.0001)* con las diferentes regiones anatómicas medidas por TIR. La mayor asociación encontrada con la TR, fue la región de la ubre y la FR ($r$=0.79 y $r$=0.76 respectivamente). La temperatura de la ubre explicó la mayor variación en ambas variables fisiológicas (63 y 36% en la TR y la FR respectivamente, ($p$ < 0.01*).* Se concluye que la región de la ubre parece ser un punto confiable para medir la temperatura corporal superficial a través de TIR en respuesta al estrés por calor en bovinos lecheros en el trópico.

**Palabras clave:** Bienestar animal, bovinos, respuesta fisiológica, temperatura infrarroja.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# PEQUEÑOS RUMIANTES

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE LA PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA EN EL SURESTE DE MÉXICO

# [CURRENT SITUATION AND PERSPECTIVES OF THE PRODUCTION OF OVINE MEAT IN THE SOUTHEAST OF MEXICO]

**José de Jesús Pérez Bautista[1], Ricardo Martínez Martínez[2§], Martín Hernández Mogica[3], María Teresa González Lemus[3]**

[1]Universidad Politécnica de Huejutla, Municipio de Huejutla, Hidalgo. [2]Centro Universitario la Costa Sur / Universidad de Guadalajara Jalisco. [3]Instituto Tecnológico de Huejutla, Hidalgo. [§]Autor para correspondencia: (marmarric@hotmail.com).

## RESUMEN

El sureste de México, por su diversidad de los ecosistemas tiene potencial para la ganadería ovina, el cual es considerado de importancia económica en el país, porque existe un alto consumo de carne y los precios de comercialización hacen que sea una actividad rentable. El objetivo de este estudio fue analizar la situación actual y las perspectivas de desarrollo de la producción de carne ovina en el sureste de México. Para este propósito se consultaron fuentes de información oficial, literatura científica y documentos de difusión relacionados a la ovinocultura, donde se describe el aspecto social, técnico y económico. El 23% las unidades de producción ovina se encuentran en el sureste mexicano y son sistemas de producción tradicional. En el cual el pastoreo es basado en la vegetación natural como única fuente de alimentación de los rebaños y las principales razas de ovinos que utilizan son cruzas de Pelibuey, Black Belly, Dorper y Katahdin. Sin embargo, los productores consideran la crianza de ovinos como una opción secundaria de ingresos y como consecuencia de esto carece de una visión empresarial, predominado los sistemas de producción extensivo. Es por esto que se han impulsado en los últimos años apoyos como proyectos productivos, repoblación y cría, infraestructura, maquinaria y equipo, a través de programas públicos para fortalecer el sector ovino.

**Palabras clave:** Manejo, mercado, pequeños rumiantes, sistema.

## ABSTRACT

The southeast of Mexico, due to its diversity of ecosystems, has potential for sheep farming, which is considered of economic importance in the country, because there is a high consumption of meat and marketing prices make it a profitable activity. The objective of this study was to analyze the current situation and the prospects for the development of sheep meat production in southeastern Mexico. For this purpose, sources of official information, scientific literature and dissemination documents related to sheep culture were consulted, describing the social, technical and economic aspects. 23% of the sheep production units are located in southeastern Mexico and are traditional production systems. In which the grazing is based on natural vegetation as the only source of food

for the herds and the main breeds of sheep used are Pelibuey, Black Belly, Dorper and Katahdin crosses. However, producers consider the raising of sheep as a secondary income option and as a result lacks a business vision, predominantly extensive production systems. This is why support such as productive projects, repopulation and breeding, infrastructure, machinery and equipment have been promoted in recent years, through public programs to strengthen the sheep sector.

**Index words:** Management, market, small ruminants, system.

## INTRODUCCIÓN

En México existe una demanda interna de carne ovina insatisfecha, por lo que se importa más del 50% de la carne para consumo, estimada en 99,000 t de carne en canal al año$^{-1}$ (Hernández *et al.*, 2014; Olivo *et al.,* 2014) principalmente, de Nueva Zelanda, Australia, Reino Unido, Irlanda y España (FAOSTAT, 2013).

Los estados que comprenden el sureste de México son: Veracruz, Tabasco, Chiapas, Oaxaca, Campeche, Yucatán y Quinta Roo, en conjunto cuentan con un inventario de 1,916.053 cabezas de ovinos, lo que representa el 22% del rebaño nacional (SIAP, 2014) y producen 11,217 t de carne en canal al año$^{-1}$, esto representa el 19% de la producción nacional (SIAP, 2015). Esta producción esta dado porque la mayoría de los productores que consideran a los ovinos como una actividad secundaria y fuente de ahorro (Cuéllar *et al.*, 2012), por lo cual no visualizan al sistema de producción ovina como una agroempresa (Dzib *et al.,* 2006).

A pesar de lo anterior, la producción ovina en el sureste de México ha tenido un crecimiento en los últimos años (Partida *et al.,* 2013). Los ovinos por sus características reproductivas y su adaptación a las condiciones del trópico tienen un alto potencial (Atto, 2007), por lo cual, se considera una opción económicamente viable y complementaria para contribuir con los ingresos de las familias (Morales *et al.*, 2004). Además, los ovinos son preferido por los productores (Aréchiga *et al.,* 2008; Dzib *et al.,* 2011) por las ventajas: eficiente conversión de la vegetación en productos alimenticios de alta calidad para consumo humano, buena conversión alimenticia, alto índice de prolificidad en comparación con grandes rumiantes, desarrollo precoz de las crías, obtención de diversos productos (carne, lana y leche), poca inversión económica para su establecimiento, adaptación a diversos ambientes y alta docilidad que facilita su manejo (Mejía, 2014), lo que permite ser manejado por la mayoría de los integrantes de la familia (Romero, 2010) en sistemas de poca infraestructura. Los índices de producción son bajos, por escasez de alimento en la temporada de seca (Nuncio *et al.*, 2001; Dzib *et al.,* 2006) y al manejo tradicional (Góngora *et al.,* 2010).

No obstante, la ovinocultura es de suma importancia y se considera como una de las cadenas agroalimentarias prioritarias en el país (INIFAP, 2012). Por lo tanto, el objetivo del presente escrito es describir la situación actual y perspectivas de la producción de carne ovina en el sureste de México.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

**Sistemas de producción de ovinos en el Sureste de México**

Los sistemas de producción ovina (SPO) de acuerdo a sus características socioeconómicos, técnicos y tecnológicos (Galaviz *et al.,* 2011), se clasifican en intensivo, semi-intensivo y extensivo (Díaz y Torres, 1999; Pérez *et al.,* 2011).

Candelaria *et al.* (2015) reportaron en el estado de Yucatán tres sistemas de producción: 78.8% extensivo, 11.1% semi-estabulado y 9.7% estabulado. Los pastos utilizados para la alimentación de los rebaños son gramíneas mejoradas, los productores tienen en promedio 33.5 ha y poseen en promedio 36.6 ovinos cruzados con Dorper, Pelibuey, Katadhin y Black Belly, tienen más de diez años en la actividad y el 75% de los productores considera la actividad ovina con como una segunda opción de ingresos para la familiar.

A su vez Pérez *et al.* (2011) reportaron tres tipos de sistemas de producción en el estado de Veracruz: sistema de subsistencia (42%), transición (21%) y comerciales (37%). En los sistemas de subsistencia se caracterizan porque más del 94% de la producción es para fines de autoconsumo y ventas ocasionales. Los sistemas de transición se identificaron con 57% de la producción producen cordero para el consumo de carne. En los sistemas de producción comerciales el 53% de los productores producen ovinos para abasto y pie de cría como una fuente de empleo. La superficie que utilizan para pastoreo oscila entre 4 a 52 has en pastos mejorados. Las principales cruces que utilizan en los sistemas de subsistencia y transición son Pelibuey, Black Belly y Dorper y en los sistemas comerciales, razas especializadas para la producción de carne como es Sulffolk, Katadhin, Charolais y cruzas con Pelibuey y Balck Belly.

En Campeche, las unidades de producción ovina por su nivel de tecnificación se clasificaron en: alto, mediano y bajo (Dbzib *et al.,* 2006), con 110, 50 y 53 ovinos. Los animales utilizados son cruzas de Pelibuey y Black Belly alimentados principalmente en pastizales naturales más forrajes de las variedades *Pennisetum purpureum*, rastrojo de maíz y en algunos casos caña de azúcar.

En Tabasco se identificaron dos sistemas de producción, el tradicional y semi-intensivo tecnificado. El sistema extensivo se caracteriza por poseer una diversidad de especie como ovina, bovina, porcina y aves en el traspatio. Además, alto uso de insumo locales y escasa reinversión económica. La superficie que dedican a los ovinos en promedio es de 10 ha con un promedio de 30 ovinos. En cambio, el sistema semi-intensivo tecnificado tiene poca diversidad de especies, uso constante de insumos externos con una alta reinversión económica; los productores utilizan en promedio 41 ha y 152 ovinos. Los dos sistemas, poseen razas encastado con Black Belly y Pelibuey con una alimentación de pastizales naturales e introducidos (Nuncio *et al.,* 2001).

Perezgrovas y Castro (2000) reportaron en la región montañosa de los altos del estado de Chiapas, el manejo de los sistemas de producción ovina es diferente a lo explicado anteriormente. Los productores indígenas tzotziles, tienen ovinos con el objetivo de producir lana para elaborar diferentes prendas de vestir y la carne no es consumida por ellos, debido que lo prohíbe su religión. Por lo tanto, los ovinos son considerados como un integrante de la familia. El sistema de

alimentación consiste en amarrar al ovino en una estaca en el suelo en praderas de vegetación natural. En el estado de Oaxaca, los productores indígenas Mixes tienen bovinos, ovinos y caprinos, no existen ningunas prácticas de manejo sanitario, reproductivo, ni mejoramiento en el proceso de producción (Bautista, 2006).

**Situación actual del manejo técnico de la producción ovina en el sureste de México**

**Manejo nutricional**

La alimentación de los ovinos en el sureste del país se basa principalmente de plantas nativas (Nuncio *et al.,* 2001) y algunos forrajes como: Estrella de África (*Cyodon nlemfuensis*), Pangola (*Digitaria decumbens*), Privilegio (*Panicum máximum*) e Insurgente (*Brachiaria brizantha*) (Pérez *at al.,* 2011) además residuos de subproductos agrícolas (rastrojo de maíz), en diversos SPO (Perezgrovas y Castro 2000; Góngora *et al.,* 2010).

En la Península de Yucatán se usan pastos de corte del género *Pennisetum* (Dzib *et al.,* 2006) para evitar la desnutrición de los ovinos (Díaz *et al.,* 2014) y la alimentación se complementa con follaje de árboles como el Pixoy (*Guazuma ulmifolia*), Leucaena (*Leucaena leucaocephala*), Ciruela (*Spondias purpurea*), Huaya (*Melicoccus olivaeformis*) y Ramón (*Brosimun alicastrum*) (Góngora *et al.,* 2010; Candelaria *et al.,* 2015) para solucionar la falta de alimento en temporada de estiaje (Castillo *et al.,* 2013).

**Manejo reproductivo y genético**

En México el 79.2% de los productores utilizan la monta directa (Cuéllar *et al.,* 2012). A su vez, en el sureste de México, más del 70% de los productores realiza el manejo de empadre continuo en sus rebaños (Dzib *et al.,* 2006; Góngora *et al.,* 2010; Pérez *et al.,* 2011). Sin embargo, entre un 23 a 26% practican el empadre controlado en los ovinos (Góngora *et al.,* 2010; Pérez *et al.,* 2011) utilizando razas para el mejoramiento genético la Pelibuey y Dorper (Góngora *et al.,* 2010), predominando más del 85% las cruzas del Pelibuey y la Black Belly (Pérez *et al.,* 2011).

La relación macho y hembra (M:H) en el sureste mexicano varía es 1:25 hasta 1:44 (Dzib *et al.,* 2006; Candelaria *et al.,* 2015). Los partos se presentan principalmente entre noviembre-febrero y marzo-mayo (Perezgrovas y Castro 2000; Pérez *et al.,* 2011); 40% son partos con más de una cría (Góngora *et al.,* 2010) y pueden llegar a 1.5 hasta 2.0 crías por año (Pérez *et al.,* 2011).

**Manejo sanitario**

Las prácticas zoosanitarias más comunes son vacunación y desparasitación (Pérez *et al.,* 2011). Uno de los problemas sanitarios que afecta a los ovinos, sobre todo en la etapa joven y adulta (Dzib *et al.,* 2006) son los nematodos gastrointestinales (Munguía *et al.,* 2013; Candelaria *et al.,* 2015), de los cuales *Haemonchus contortus* causa trastornos metabólico severos e inclusive la muerte (González *et al.,* 2011; Rivera *et al.,* 2011).

**Comercialización**

En el sureste de México la comercialización de los ovinos se realiza a través de diversos canales como es de productor a intermediario o productor a acopiador y en algunos casos al consumidor final (Pérez *et al.,* 2011; Hernández *et al.,* 2013). En Yucatán, 16.3% de los productores venden a través de la asociación ganadera y solo 17.3% lo vende en pie en la unidad de producción (Góngora *et al.,* 2010) con un peso que oscila entre 30 y 40 kg (Macedo y Castellanos, 2004); los precios de compra de los ovinos son bajos (Nuncio *et al.,* 2001) y varían durante el año entre $25.00 y $31.00 kg (Candelaria *et al.,* 2015) y la venta se realiza de manera informal en la unidad de producción donde acude el comprador, lo que evita los gastos de traslado (Morantes y Rondón, 2008) y no se utiliza ningún criterio para decidir que animal se vender (Hernández *et al.,* 2013).

En Oaxaca, la comercialización de los rebaños de ovinos se lleva a cabo a través de intercambio de productos agrícolas, animales y utensilios domésticos. No existe ningún criterio para su venta, solo se realiza de acuerdo a la necesidad de la familia (Bautista, 2006). Sin embargo, en Chiapas la compra y venta de los ovinos, los productores solo extraer la lana que utilizan para elaborar diversas artesanías para vestir y son vendidas a turistas con la finalidad de obtener ingresos (Perezgrovas y Castro, 2000).

**Aspectos de la producción ovina en el sureste de México**

**Aspecto político**

Actualmente en México, las dependencias gubernamentales federal y estatal, han sumado esfuerzos para impulsar la producción ganadera en el país. Con respecto a la ganadería ovina la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), beneficiando a 500 productores ganaderos en la adquisición de hasta 100 cabezas de ovinos con una inversión de 625 millones de pesos para el sureste de México. Otro apoyo otorgado en el sureste mexicano, es por la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI), que destinó 32 millones de pesos en el 2015, con proyectos de ganado ovino en el componente del Programa para Mejoramiento de la Producción y Productividad Indígena (PROIN) en el estado de Campeche. Sin embargo, existen otras alternativas de apoyo como son la Secretaria de Desarrollo Social (SEDESOL) y el Instituto Nacional de la Economía Social (INAES).

**Aspecto tecnológico**

La reproducción y la alimentación en los ovinos son aspectos importantes para sistema de producción. En la reproducción de los rebaños uno de los avances tecnológicos es la inseminación artificial (I.A.) en ovinos, con el fin de mejorar la producción de carne en los ovinos (Domínguez *et al.,* 2007). La I.A. en los sistemas de producción ovina del sureste de México solo existen evidencias reportadas en el estado de Yucatán (Góngora *et al.,* 2010) encontraron el uso de la I.A. se práctica, el 2.2% en sistemas de producción ovina y las razas utilizadas en la I.A. son Pelibuey y Dorper. Por otra parte, otras aplicaciones tecnológicas utilizadas por los productores es la introducción de los forrajes de corte del género *Pennisetum* como una alternativa para solucionar

la falta de alimento de los ovinos en temporada de estiaje (Castillo *et al.,* 2013; Díaz *et al.,* 2014). Además, complementada con el uso de bloques nutricionales y dietas, esto ha contribuido al incremento de peso en los ovinos (González *et al.,* 2011).

**Aspecto ambiental**

Uno de los restos de la ganadería ovina es el cuidado del medio ambiente durante las actividades, esto ha llevado a buscar alternativas de sistemas que mitiguen el daño a los agroecosistemas, el cual los sistemas silvopastoriles es una opción económica y viable que contribuye a la alimentación de los ovinos (Nuncio *et al.,* 2001), fijan carbono y reducen la erosión de los suelos conservando la biodiversidad (Solorio *et al.,* 2009). De acuerdo con Tolentino *et al.* (2011) reportaron en sistemas ganaderos en Veracruz, los productores utilizan sistemas silvopastoriles como una alternativa de alimentación en temporada de seca y al cuidado de la restauración del suelo. En cambio, en el estado de Chiapas los productores utilizan el estiércol de los ovinos como un abono natural para enriquecer de nutrientes al suelo (Perezgrovas y Castro 2000).

**Aspecto social**

En el sureste de México, los productores que se encuentran en los sistemas de producción ovina, el 61% se encuentran en edad productiva en un rango de 30 a 60 años de edad (Candelaria *et al.,* 2015). Con un nivel básico de educación y más del 80% sabe leer y escribir (Morales *et al.*, 2004; Góngora *et al.,* 2010). Los productores tienen 4 a 7 años en la crianza de ovinos. Sin embargo, la utilización de registros reproductivos y productivos es mínima, el cual indica que carecen de asistencia técnica y capacitación especializada (Dzib *et al.*, 2006).

**Perspectivas de desarrollo de la producción ovina en el sureste de México**

Los productores de ovino en el sureste de México, en su mayoría tienen características de subsistencia (Aréchiga *et al.,* 2008) y son pequeños productores que se encuentran en zonas de alta marginación (Cuéllar *et al.,* 2012). Esto platea a buscar alternativas para mejorar la producción ovina, una forma es la organización, tenemos ejemplos de los ovinocultores asociados, del Valle de Tulancingo, Hidalgo, a través de la organización y estrategias de producción han lograron vender al mercado local y regional. Además, vende embriones en pajilla en Centroamérica (Granados *et al.,* 2015). Esta alternativa deberá explorarse e implementarse en algunos estados del sureste de México que carezcan de organización.

En el sureste de México, más del 70% de los sistemas de producción ovina, los productores no realizan prácticas de mejoramiento genético en sus rebaños. Por lo tanto, se debe promover esquemas de selección y cruzamientos de razas de ovinos especializadas en la producción de carne. Se requiere la participación de instituciones educación y de investigación para fomentar e implementar tecnología reproductiva como la trasferencia de embriones y la inseminación artificial.

Los sistemas de producción utilizados en la ganadería ovina en el sureste de México aún siguen siendo tradicionales, las prácticas de este tipo de sistema han provocado un impacto en el medio ambiental. Sin embargo, esto observado como causa de pérdida de biodiversidad de flora y fauna silvestre, degradación de la vegetación, erosión de los suelos. Para contrarrestar esta falta se deberá promover sistemas que favorezcan a los ecosistemas como es la multiasociación de numerosas especies (gramíneas y leguminosas herbáceas y arbóreas) en alta densidad contribuyendo aumentar la biodiversidad, disminución de la erosión y mejora la vida del suelo (Mirela, 2013).

## CONCLUSIONES

Para lograr el crecimiento de la ganadería ovina en el sureste de México, una de las opciones más prometedoras es realizar una red de comercialización que contribuya a mejorar la venta de la carne de ovino, deberían apoyarse unidad de producción comprometidas con el sector ovino y cuidado del medio ambiente. En tal caso, que realicen prácticas en los sistemas de producción como es la utilización de sistemas silvopastoril que son medidas para reducir el impacto negativo del medio ambiente.

## LITERATURA CITADA

Aréchiga, C. F., J. L. Aguilera, R. M. Rincón, S. Méndez de Lara, V. R. Bañuelos y C. A. Meza-Herrera. 2008. Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. Tropical and subtropical agroecosystems 9:1-14.

Atto, J. A. M. 2007. Importancia de los ovinos tropicales introducidos al país: características productivas y reproductivas. XX Reunión ALPA Cusco-Perú Arch. Latinoam. Prod. Anim. 15: 310-315.

Bautista, A. J. 2006. Diseño de una estrategia de trasferencia de tecnología en la ganadería campesina de la región mixe (ayuuk) en Oaxaca, México. Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable 419-433.

Candelaria-Martínez, B., C. Flota-Bañuelos y L. E. Castillo-Sánchez. 2015. Caracterización de los agroecosistemas con producción ovina en el oriente de Yucatán, México. Agronomía Mesoamericana 26: 225-236.

Castillo, M. P. P., H. V. Huerta, L. A. T. Arámbula, P. P. Hernández, A. C. H. Corredor y J. G. Sánchez. 2013. Restablecimiento de la actividad reproductiva posparto en ovejas de pelo. Archivos de Zootecnia 62: 419-428.

Cuéllar-Ordaz, J. A., A. Tórtora-Pérez, A. Trejo-González y P. Román-Reyes. 2012. La producción ovina mexicana particularidades y complejidades. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México. 178 p.

Díaz, C. A., V. S. López, E. C. Corría, C. P. Corrales, H. J. Vázquez, R. O. M. Zubiaur, T. E. R. Vázquez, M. F. D. Sánchez, F. A. M. Cruz, O. G. Cruz, D. A. Tovar, M. R. A. Ruiz y G. O. García. 2014. Caracterización de ranchos ganaderos de Campeche, México. Resultados de proyectos de transferencia de tecnología. Avances en Investigación Agropecuaria 18: 41-61.

Díaz, R. P. y H. G. Torres.1999. Manejo general del rebaño. Producción sustentable de ovinos tropicales. X Congreso nacional de producción ovina. AMATEO Veracruz. pp 83-90.

Domínguez, R. A., S. L. Navarrete, T. A. Cruz, L. A. Aguilar, D. S. Erosa, O. R. Bolio, P. E. González, M. L. Paredes y U. J. Ramón. 2007. Fertilidad en ovejas de pelo inseminadas con semen congelado rediluido con plasma seminal. Revista Científica. 73-76.

Dzib, C. A., A. Ortiz de Montellano y G. Torres-Hernández. 2011. Variabilidad morfoestructural de ovinos BlackBelly en Campeche, México. Archivos Zootecnia 60: 1291-1301.

Dzib-Can, A., G. Torres-Hernández, A. Ortiz-de-Montellano y E. Aceves-Navarro. 2006. Prácticas de manejo utilizadas por productores de ovinos de pelo de dos sectores sociales en Campeche, México. Livestock Research for Rural Development. Disponible en línea: http://www.lrrd.org/lrrd18/7/dzib18105.htm (Consultado 15 junio 2015).

FAOSTAT (Food and agriculture organization of the United Nations statistics division).2013.http://faostat3.fao.org/faostat-geteway/go/to/download/Q/*/E (revisado el 05 Junio 2015)

Galaviz-Rodríguez, J. R., S. Vargas-López, J. L. Zaragoza-Ramírez, A. Bustamante-González, E. Ramírez-Bribiesca, J. D. Guerrero-Rodríguez y J. S. Hernández-Zepeda. 2011. Evaluación territorial de los sistemas de producción ovina en la región nor-poniente de Tlaxcala. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 2: 53-68.

Góngora, P. R. D., S. F. Góngora-González, M. A. Magaña-Magaña y P. E. Lara-Lara. 2010. Caracterización técnica y socioeconómica de la producción ovina en el estado de Yucatán, México. Agronomía Mesoamérica. 21: 131-144.

González-Garduño, R., H. G. Torres y G. J. Arece. 2011. Ganancia de peso de ovinos alimentados con pasto (*Pennisetum purpureum*) suplementado con diversas fuentes de proteína. Avances en Investigación Agropecuaria 15: 3-20.

Granados-Sánchez, M. R., J. A. Leos-Rodriguez, V. H. Santoyo-Cortés y L. Goméz-Oliver. 2015. Estrategias de fortalecimiento para la ganadería de ovinos del Valle de Tulancingo, Hidalgo, México. Agroproductividad 5: 9-15.

Hernández-Cortázar, I., M. Rejón-Ávila, E. Valencia-Heredia y L. Araujo-Andrade. 2014. Análisis de inversión para la producción de ovinos en el municipio de Tzucacab, Yucatán, México. Revista Mexicana de Agronegocios 34: 677-687.

Hernández-Martínez, J., M. I. Ortiz-Rivera, S. Rebollar-Rebollar, E. Guzmán-Soria y F. J. González-Razo. 2013. Comercialización de ovinos de pelo en los municipios de Tejupilco y Amatepec del Estado de México. Agronomía Mesoamericana 24: 195-201.

INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias) centro de investigación región sureste, San Francisco de Campeche. 2012. Diagnostico sectorial para la planeación en el Estado de Campeche. 148 p.

Macedo. R. y Y. Castellanos. 2004. Rentabilidad de un sistema intensivo de producción ovina en el trópico. Avances en investigación agropecuaria. 8:1-9.

Mejía, A. H. 2014. Importancia de la crianza de cabras y ovejas, ventajas y desventajas. Disponible en línea: https://zootecniaparaunfuturomejor. wordpress.com/2014/11 /17/importancia-de-la-crianza-de-cabras-y-ovejos-por-hipolita-mejia-abreu 100278412/. Consultado 5 enero 2016.

Mellado, M. 2008. Técnicas para el manejo reproductivo de las cabras en agostadero. Tropical and subtropical Agroecosystemas 47-63.

Mirela, M. 2013. Contribución de los sistemas silvopastoriles en la producción y el medio ambiente. Avances de Investigación Agropecuaria 7-24.

Morales, M. M., D. T. P. Martínez, H. G. Torres y V. J. E. Pacheco. 2004. Evaluación del potencial para la producción ovina con el enfoque de agroecosistemas en un ejido de Veracruz, México. Técnica Pecuaria Mexicana 3: 347-359.

Morantes, M. y Z. Rondón. 2008. Análisis descriptivo de los sistemas de producción con ovinos en el municipio San Genaro de Boconoito (estado portuguesa, Venezuela). Revista Científica 18: 20-25.

Munguía-Xóchihua, J. A., W. Valenzuela-Medrano, J. C. Leyva-Corona, M. I. Morales-Pablos y J. A. Figueroa-Castillo. 2013. Potencial del orégano como alternativa natural para el control *Haemonchus contortus* en ovinos de pelo. Revista Latinoamericana de Recursos Naturales. 9: 150-154.

Nuncio-Ochoa, G., J. Nahed-Toral, B. Díaz-Hernández, F. Escobedo-Amezcua y B. Salvatierra-Izaba. 2001. Caracterización de los sistemas de producción ovina en el estado de tabasco. Agrociencia 35: 469-477.

Olivo, Z. I. B., T. I. A. Toscano, N. J. J. Conejo, J. M. Cajero, A. E. Núñez y M. M. J. Tena. 2014. Evaluación del uso de semen refrigerado y congelado en la inseminación artificial por la paroscopia en ovinos. XVIII Congreso Internacional de Ovinocultura. Puebla 16-17 de octubre. pp 1919-194.

Partida, P. J. A., V. D. Braña, H. S. Jiménez, F. G. R. Ríos y G. R. Buendía. 2013. Producción de carne ovina. Libró Técnico. 107 p.

Pérez, H. P., A. J. Vilaboa, M. H. Chalate, M. B. Candelaria, R. P. Díaz y O. S. López. 2011. Análisis descriptivo en los sistemas de producción con ovino en el estado de Veracruz, México. Revista científica Facultad Ciencias Veterinarias. Universidad de Zulia. 21: 327-334.

Perezgroves, G. R. y G. H. Castro. 2000. El borrego Chiapas y el sistema tradicional de manejo de ovinos entre las pasturas tzotziles. Archivos de Zootecnia. 391-403.

Rivera, G. H. V., A. P. Cervantes, M. J. M. Hernández, G. R. Vega, B. A. Hernández y M. B. Domínguez. 2011. Variación en la carga parasitaria en ovinos de pelo de acuerdo a manejo: pastoreo extensivo y estabulado en Veracruz centro. XXIV Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria Veracruz y III de trópico mexicano. Veracruz, México. pp 470-473.

Romero, D. E. B. 2010. La participación de la mujer en la ovinocultura. Reuniones nacionales de investigación e innovación agroalimentaria y forestal en México. San Francisco, Campeche. pp 67-76.

Sistema Información Agroalimentaria y Pesca (SIAP). 2014. Disponible en línea: http://www.siap.gob.mx/opt/poblagand/Ovinos.pdf. Consultado 22 Marzo 2015.

Sistema Información Agroalimentaria y Pesca (SIAP). 2015. http://www.siap.gob.mx/opt/poblagand/Ovinos.pdf (revisado el 22 Marzo 2015).

Solorio, S. F. J., P. H. Bacab, C. S. B. Castillo, A. L. Ramírez y L. F. Casanova. 2009. Potencial de los sistemas silvopastoriles en México. *In*: II Congreso sobre sistemas Silvopastoriles Intensivos, en camino hacia núcleo de ganadería y bosques. Morelia, México: Fundación Produce Michoacán, Universidad Autónoma de Yucatán.

Tolentino, B. M., O. S. López, H. P. Pérez, M. M. Vargas, L. F. Gallardo y M. F. C. Gómez. 2011. Sistemasagro y silvopastoriles en la comunidad El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz, México. Tropical and subtropical Agroecosystems. 63-76.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# TENDENCIAS GENÉTICAS DE POBLACIONES OVINAS DE PELO EN MÉXICO

# [GENETIC TRENDS OF MEXICAN HAIR SHEEP POPULATIONS]

**N. Larios-Sarabia[1], J. Domínguez-Viveros[2§], R. Ramírez-Valverde[1], R. Núñez-Domínguez[1], F. A. Rodríguez-Almeida[2], J. G. García-Muñiz[1]**

[1]Posgrado en Producción Animal, Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5 carretera México-Texcoco, Chapingo, Méx. 56230. [2]Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Periférico Francisco R. Almada km 1. Chihuahua, Chih., Méx. 31453. [§]Autor para correspondencia: (joeldguezviveros@yahoo.com.mx).

## RESUMEN

El objetivo del estudio fue cuantificar las tendencias genéticas de las poblaciones ovinas de pelo de las razas Katahdin, Dorper y Pelibuey. Se utilizaron las bases de datos genealógicas y productivas facilitadas por el Organismo de la Unidad Nacional de Ovinocultores. Las características de crecimiento analizadas fueron peso al nacimiento (PN), peso al destete (PD) y ganancia diaria posdestete (GDP). La estimación de parámetros genéticos y predicción de valores genéticos se realizaron con modelos mixtos univariados (PN) y bivariados (PD y GDP), considerando los efectos aleatorios genéticos directos (d), genéticos maternos (m) y de ambiente permanente de las madres. Las tendencias fenotípicas y genéticas se estimaron mediante la regresión ponderada de los valores productivos y genéticos a través del tiempo, utilizando el procedimiento REG de SAS. Las tendencias fenotípicas fueron positivas y significativas ($p<0.05$) para las variables de crecimiento analizadas (excepto PD en Dorper). La raza Katahdin registró ganancias genéticas considerables para PDd y GDP; sin embargo, también se registraron considerables cambios genéticos indeseables en PNd y PDm. Para Dorper, los esfuerzos en selección no se han enfocado en el crecimiento de los corderos (PDd y GDP). Para Pelibuey se aprecian cambios positivos de baja magnitud en PDd y GDP, y reducciones de PDm. Los resultados indican que la selección en características de crecimiento ha sido efectiva en algunas variables para Katahdin y Pelibuey; sin embargo, aún existe un rango amplio de mejora en Dorper y Pelibuey, además de evitar el deterioro de la habilidad materna en Katahdin y Pelibuey.

**Palabras clave:** Ganancia diaria posdestete, ganancia genética, peso al destete, valor genético.

## ABSTRACT

The study aimed to quantify the genetic trends for hair sheep populations of the Katahdin, Dorper, and Pelibuey breeds. The genealogical and performance database utilized was provided by the Organismo de la Unidad Nacional de Ovinocultores. The growth traits analyzed were birth weight (PN), weaning weight (PD), and postweaning daily gain (GDP). Univariate (PN) and bivariate (PD and GDP) mixed linear models were fitted to estimate genetic parameters and to predict breeding values. Models fitted considered the direct genetic (d), maternal genetic (m) and permanent environmental effects of dams. The phenotypic and genetic trends were estimated by weighted regression of performance and genetic values over time, using the SAS REG procedure. The

phenotypic trends were positive and significant ($p$ <0.05) for the studied growth traits (except PD in Dorper). The Katahdin breed achieved considerable genetic gains for PDd and GDP; however, there were also substantial undesirable genetic changes in PNd and PDm. For Dorper, the efforts in selection have not been focused on the growth of the lambs (PDd and GDP). For Pelibuey, there are positive changes of low magnitude in PDd and GDP, and decreases in PDm. The results indicate that selection for growth traits has been effective in some traits for Katahdin and Pelibuey; however, there is still a wide range to improve in Dorper and Pelibuey, and to avoid the decline of maternal ability in Katahdin and Pelibuey.

**Index words:** Breeding value, genetic gain, postweaning daily gain, weaning weight.

## INTRODUCCIÓN

Los criadores de animales de registro tienen como objetivo principal maximizar el mejoramiento genético de su población, a través de la selección de características de importancia económica (Dangar y Pravin, 2018). En México, a partir de la creación de bases de datos por los criadores de las asociaciones de las razas especializadas y el trabajo conjunto con el sector gubernamental e instituciones académicas y de investigación, permitió la implementación de evaluaciones genéticas en poblaciones ovinas mexicanas. Así, desde 2010 se publican evaluaciones genéticas de manera regular para más de 10 razas ovinas (CONARGEN, 2016). En estas evaluaciones genéticas, las características de crecimiento han sido las más analizadas, debido a su importancia económica, fácil registro de datos productivos y suficiente variabilidad genética aditiva para obtener progreso genético.

El progreso genético de una población puede obtenerse estimando la tendencia genética para la característica de interés, en la cual se evalúa el cambio obtenido por el proceso de selección a través de los años. La tendencia genética nos indica la dirección y la magnitud del cambio genético, con lo que les es posible a los criadores de animales de registro evaluar el progreso genético obtenido, y en su caso redefinir los objetivos de selección para maximizar el cambio genético (Farokhad *et al*., 2011; Mokhtari y Rashidi, 2010; Roshanfekr, 2014).

En México la ovinocultura de los últimos años ha cambiado la composición genética del rebaño nacional, con un incremento en la participación de ovinos de pelo, donde destacan las razas Katahdin, Dorper y Pelibuey, debido a su adaptación a diferentes ambientes y capacidad reproductiva (INIFAP, 2013). En México no se han realizado estudios sobre tendencias genéticas de las poblaciones ovinas, por lo que se desconoce el impacto que han tenido las evaluaciones genéticas nacionales en el mejoramiento genético de las diferentes razas. Así, el objetivo de la presente investigación fue cuantificar las tendencias genéticas de las poblaciones ovinas de pelo de las razas Katahdin, Dorper y Pelibuey.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron las bases de datos genealógicas y productivas de las razas Katahdin, Dorper y Pelibuey, proporcionadas por el Organismo de la Unidad Nacional de Ovinocultores. La

información de pedigrí estuvo conformada por 69,782; 38,175; y 40,850 animales para las razas Katahdin, Dorper, y Pelibuey, respectivamente. Las características analizadas fueron el peso al nacimiento (PN, kg), registrado en las primeras 24 h de nacimiento del cordero; peso al destete (PD, kg), ajustado a 75 días; y ganancia diaria posdestete (GDP, g), entre el peso al destete y el peso a los 150 días. En el Cuadro 1 se presenta el número de registros productivos utilizados en la estimación de los componentes de (co) varianza, parámetros y valores genéticos para las variables analizadas.

La estimación de parámetros genéticos y predicción de valores genéticos de los animales fueron realizados con el programa MTDFREML (Boldman et al. 1995); con modelos univariados (PN) y bivariados (PD con GDP). Los efectos fijos incluidos en los modelos fueron grupo contemporáneo, compuesto por rebaño, y año y época de nacimiento para PN, además del grupo de pesada al destete para PD; rebaño y grupo de pesada a los 150 días de edad para GDP. También se incluyeron, para todas las características, la combinación de sexo con número de corderos por parto y edad de la madre al parto como covariable lineal y cuadrática. El Cuadro 1 indica los componentes aleatorios de los modelos empleados en las diferentes características y los parámetros genéticos estimados.

**Cuadro 1.** Estadísticos descriptivos y parámetros genéticos de las variables analizadas.

| Variable[W] | Estadísticos descriptivos | | | | Modelo[X] | Parámetros genéticos[Y] | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | No. | Prom. ± DE | Mín. | Max. | | $h^2_d$ | $h^2_m$ | $r_{dm}$ | $r_{dd}$ | $c^2$ |
| Katahdin | | | | | | | | | | |
| PN | 52,649 | 3.86±0.95 | 1.10 | 6.60 | DMC | 0.16 | 0.08 | -0.43 | | |
| PD | 47,136 | 22.15±5.0 | 7.60 | 37.00 | DMC | 0.23 | 0.10 | -0.40 | | |
| GDP | 32,776 | 227.42±77.62 | 10.64 | 460.94 | D | 0.18 | | | 0.10 | |
| Dorper | | | | | | | | | | |
| PN | 25,857 | 3.86±0.85 | 1.00 | 6.50 | DMCP | 0.14 | 0.04 | -0.59 | | 0.15 |
| PD | 22,403 | 24.82±5.36 | 5.66 | 42.07 | DMCP | 0.17 | 0.10 | -0.45 | | 0.11 |
| GDP | 17,854 | 213.27±73.84 | 10.64 | 451.61 | D | 0.22 | | | 0.08 | |
| Pelibuey | | | | | | | | | | |
| PN | 25,129 | 2.96±0.62 | 1.00 | 4.90 | DMC | 0.18 | 0.14 | -0.22 | | |
| PD | 22,018 | 17.52±4.04 | 5.55 | 30.24 | DMCP | 0.20 | 0.09 | -0.45 | | 0.14 |
| GDP | 12,387 | 199.06±70.15 | 6.67 | 424.66 | D | 0.17 | | | 0.18 | |

[W] PN: peso al nacimiento (kg), PD: peso al destete (kg), y GDP: ganancia diaria posdestete (g). [X] D: efectos genéticos directos; M: efectos genéticos maternos; C: covarianza entre efectos genéticos directos y maternos; P: efectos maternos de ambiente permanente. [Y] $h^2_d$: heredabilidad directa; $h^2_m$: heredabilidad materna; $r_{dm}$: correlación genética entre efectos directos y maternos; $c^2$: proporción de la varianza fenotípica por efectos maternos de ambiente permanente; $r_{dd}$: correlación genética entre efectos directos de PD y GDP.

Las tendencias fenotípicas y genéticas fueron estimadas con el procedimiento REG del programa SAS (2002), mediante regresión ponderada (por el número de animales) de los valores productivos y genéticos de los animales sobre los años de nacimiento, para las diferentes variables en cada raza.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las tendencias fenotípicas para las variables de crecimiento analizadas fueron positivas y significativas ($p < 0.05$) en las diferentes razas, excepto para PD en Dorper (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Periodo de estudio y tendencias fenotípicas en razas ovinas de pelo en México.

| | Katahdin | | Dorper | | Pelibuey | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Variable[X] | Periodo | b±EE[Z] | Periodo | b±EE[Z] | Periodo | b±EE[Z] |
| PN | 2003-2016 | 0.050±0.001*** | 2006-2016 | 0.017±0.002*** | 2002-2016 | 0.010±0.001*** |
| PD | 2003-2016 | 0.063±0.006*** | 2006-2016 | 0.015±0.012ns | 2002-2016 | 0.141±0.007*** |
| GDP | 2007-2016 | 4.190±0.160*** | 2008-2016 | 0.854±0.229*** | 2007-2016 | 3.465±0.232*** |

[X]PN: peso al nacimiento (kg año$^{-1}$), PD: peso al destete (kg año$^{-1}$), y GDP: ganancia diaria posdestete (g año$^{-1}$).
[Z] Coeficiente de regresión y su error estándar, y nivel de significancia: *** $p \leq 0.001$ y ns: no significativo.

La raza Katahdin registró los mayores incrementos fenotípicos en PN y GDP, y para esta última registró los mayores promedios para la mayoría de los años. Por su parte, la raza Pelibuey mostró los mayores cambios para PD, aunque los promedios fenotípicos fueron menores en las diferentes variables de crecimiento. Por el contrario, Dorper mostró cambios de baja magnitud en PN y GDP, pero con los mayores promedios fenotípicos.

Las tendencias genéticas estimadas para las razas de ovinos se presentan en la Figura 1 y Cuadro 3; con excepción de GDP en Dorper, todas fueron significativas ($p < 0.05$). Para PN directo (PNd), los cambios genéticos fueron positivos, Katahdin presentó el mayor valor de 12 g año$^{-1}$, lo que representa 0.30% de la media fenotípica; para las otras razas, los cambios genéticos fueron de baja magnitud (<0.10% de la media fenotípica). Por otra parte, en PN materno (PNm), los cambios genéticos fueron bajos, cercanos a cero (entre -0.03 y 0.03% de la media fenotípica). Para PD directo (PDd), las tenencias genéticas fueron positivas, y Katahdin presentó un valor mayor (62 g año$^{-1}$; 0.28%) que las otras razas (<0.01%), debido a la mayor ganancia genética en la segunda mitad del periodo de estudio. Por otra parte, el efecto materno de PD (PDm) en Katahdin y Pelibuey presentaron valores negativos, lo que fue diferente a lo estimado en Dorper, donde ambos efectos de PD presentan ganancias genéticas positivas. Para GDP, sólo las razas Katahdin y Pelibuey presentaron valores positivos significativos ($p < 0.05$).

Los estudios sobre tendencias genéticas en poblaciones ovinas se han realizado sólo para características de crecimiento, y principalmente en rebaños individuales bajo mejoramiento genético (núcleos) de razas nativas en Irán (Baneh y Ahmadpanah, 2018; Gholizadeh y Ghafouri-Kesbi, 2017; Mohammadi *et al.*, 2013), en grupos de rebaños de registro en India con Madras Red (Arthy *et al*. 2018; Balasubramanyam *et al.,* 2012), y en menor cantidad con rebaños de registro para razas transfronterizas como en Brasil con Santa Inés (Aguirre *et al.*, 2016), y en Sudáfrica con Dorper (Zishiri *et al*., 2013), y Dormer e Ile de France (Zishiri *et al.*, 2010).

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

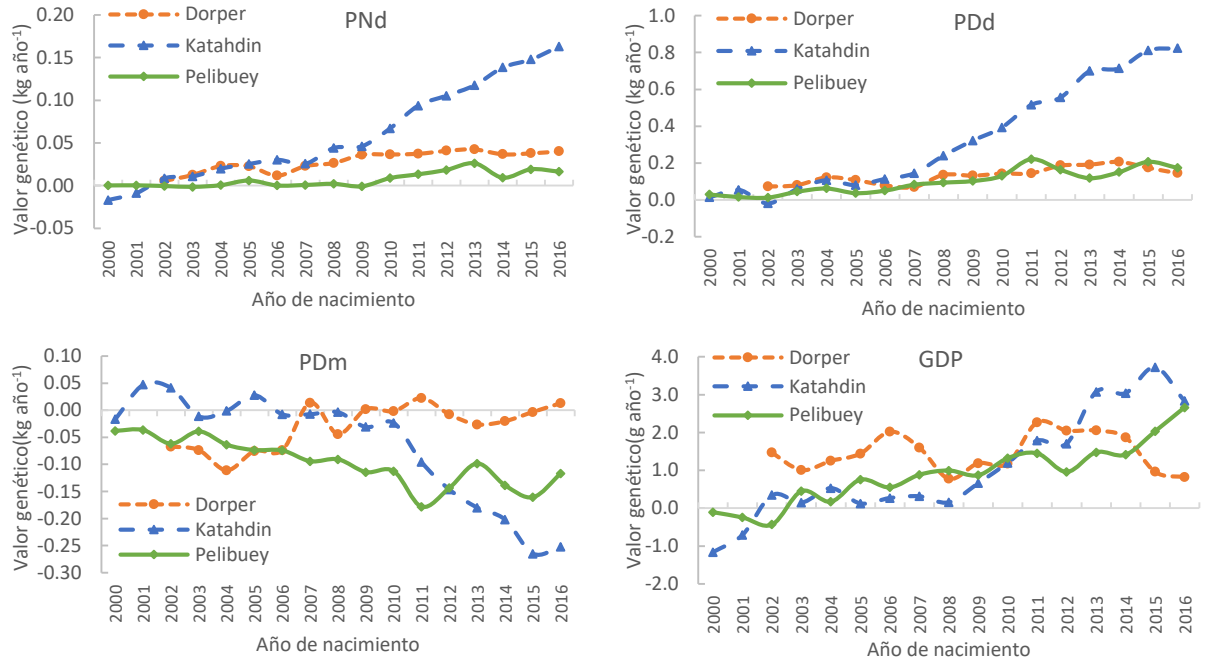



**Figura 1.** Tendencias genéticas para peso al nacimiento directo (PNd), peso al destete directo (PDd), peso al destete materno (PDm), y ganancia diaria posdestete (GDP) en razas ovinas de pelo en México.

**Cuadro 3.** Tendencias genéticas en razas ovinas de pelo en México.

| | Katahdin (2000-2016) | | Dorper (2002-2016) | | Pelibuey (2000-2016) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Variable[W] | b±EE[Z] | ΔG[X](%) | b±EE[Z] | ΔG[X](%) | b±EE[Z] | ΔG[X](%) |
| PNd | 0.012±0.0001*** | 0.301 | 0.002±0.0001*** | 0.062 | 0.001±0.0001*** | 0.044 |
| PNm | -0.001±0.0001*** | -0.015 | -0.001±0.0001*** | -0.027 | 0.001±0.0001*** | 0.025 |
| PDd | 0.062±0.0010*** | 0.279 | 0.009±0.0010*** | 0.037 | 0.011±0.0005*** | 0.065 |
| PDm | -0.020±0.0004*** | -0.092 | 0.007±0.0010*** | 0.026 | -0.008±0.0003*** | -0.044 |
| GDP | 0.285±0.0060*** | 0.125 | 0.010±0.010ns | 0.005 | 0.146±0.0060*** | 0.073 |

[W] PNd: peso al nacimiento directo (kg año$^{-1}$), PNm: peso al nacimiento materno (kg año$^{-1}$), PDd: peso al destete directo (kg año$^{-1}$), PDm: peso al destete materno (kg año$^{-1}$), y GDP: ganancia diaria posdestete (g año$^{-1}$). [X] ΔG: ganancia genética anual como porcentaje de la media fenotípica. [Z] Coeficiente de regresión y su error estándar, y nivel de significancia: * $p \leq 0.05$, *** $p \leq 0.001$ y ns: no significativo.

Para la característica de PN, valores altos están asociados con la incidencia de problemas al parto (Zishiri *et al.*, 2010); en este sentido, varios estudios han reportado tendencias genéticas para PN cercanas a cero con Ile de France (Zishiri *et al.*, 2010), Zandi (Khojastehkey y Aslaminejad, 2013), Baluchi (Gholizadeh y Ghafouri-kesbi, 2015) y Madras Red (Balasubramanyam *et al.*, 2012); e incluso negativas para la raza de pelo Santa Inés (-1.1 g año$^{-1}$; Aguirre *et al.*, 2016), Sardi (-1.12±0.18 g año$^{-1}$; Boujenane y Diallo, 2017) y Dormer (-2.1±1.0 g año$^{-1}$; Zishiri *et al.*, 2010). También se reportan tendencias genéticas similares a las encontradas en Pelibuey y Dorper, con razas nativas como Madras Red (1.5±0.0 g año$^{-1}$; Arthy *et al.*, 2018), Moghani (1.63±0.51 g año$^{-1}$; Hossein-Zadeh, 2012), Arman (2.0±0.39 g año$^{-1}$; Farokhad *et al.*, 2011), Kermani (2.0±0.44 g año$^{-1}$; Mokhtari y Rashidi, 2010) y Ghezel (2.34±0.84 g año$^{-1}$; Baneh y Ahmadpanah, 2018). Aunque

Kariuki *et al.* (2010) reportan ganancias genéticas altas para Dorper en Kenia y Roshanfekr (2014) con Arabi de 6.0 g año$^{-1}$, y Mohammadi *et al*. (2013) con Makooei de hasta 8.5±2.0 g año$^{-1}$, estos valores altos aún son menores que el estimado con Katahdin en este estudio.

Para el efecto materno de PN, los valores obtenidos en este estudio fueron menores que los reportados para otras poblaciones. En razas nativas de Irán reportan valores positivos bajos (Baneh y Ahmadpanah, 2018; Hossein-Zadeh, 2012; Mokhtari y Rashidi, 2010), e incluso de hasta 5.0 g año$^{-1}$ para Arabi (Roshanfekr 2014) y 7.1±2.0 g año$^{-1}$ para Makooei (Mohammadi *et al*., 2013). El PD es una medida del potencial de crecimiento del cordero (PDd) y de las cualidades maternas de la oveja (PDm). Los resultados para PDd se encuentran en el rango de los publicados en diversos estudios. Algunos valores menores (7.0 g año$^{-1}$) fueron reportados para razas Baluchi (Gholizadeh y Ghafouri-kesbi, 2015) y Arman (Farokhad *et al*., 2011). Ganancias de magnitud media (entre 20 a 50 g año$^{-1}$) se han reportado en rebaños núcleo como Arabi (Roshanfekr, 2014), Zandi (Khojastehkey y Aslaminejad, 2013) y Ghezel (Baneh y Ahmadpanah, 2018), y en rebaños de registro como Madras Red (Arthy *et al*., 2018), Santa Inés (Aguirre *et al*., 2016) y Dormer (Zishiri *et al*., 2010). Sin embargo, también se han reportado ganancias genéticas mayores que las estimadas en este estudio para Katahdin (61.75 g año$^{-1}$), en poblaciones como Makooei (67.4±5.0 g año$^{-1}$; Mohammadi *et al*., 2013), Moghani (69.2±9.8 g año$^{-1}$; Hossein-Zadeh, 2012), Madras Red (72.9±26.4 g año$^{-1}$; Balasubramanyam *et al*., 2012), y con Dorper en Sudáfrica (73±4.0 g año$^{-1}$; Zishiri *et al*., 2013) y Kenia (96 g año$^{-1}$; Kariuki *et al.*, 2010); e incluso hasta de 125±18 g año$^{-1}$ con Kermani (Mokhtari y Rashidi, 2010) y 344.5±20.0 g año$^{-1}$ con Ile de France (Zishiri *et al*., 2010).

Para el efecto materno de PD, se han reportado ganancias genéticas principalmente positivas, mayores que las obtenidas en Dorper (6.6 g año$^{-1}$) para poblaciones nativas de Irán: Arman (7.0±0.61 g año$^{-1}$; Farokhad *et al*., 2011), Arabi (15.0 g año$^{-1}$; Roshanfekr, 2014), Ghezel (17.05±1.61 g año$^{-1}$; Baneh y Ahmadpanah, 2018) y Moghani (49.2±6.7 g año$^{-1}$; Hossein-Zadeh, 2012). También se han publicado valores cercanos a cero en rebaños de registro Santa Inés (-0.06 g año$^{-1}$; Aguirre *et al*., 2016), y negativos en Dorper (-26.0±4.0 g año$^{-1}$; Zishiri *et al*., 2013). Este componente materno es especialmente importante para razas de tipo materno como Pelibuey, usada en cruzamientos con otras razas para generar animales más productivos (Aguilar-Martínez *et al*., 2017).

La GDP es un indicador del potencial genético del animal para velocidad de crecimiento durante la engorda, siendo de mayor relevancia en su selección en las razas de tipo paterno. Para GDP se reportan desde ganancias negativas para Dorper (-0.058±0.035 g año$^{-1}$; Zishiri *et al.*, 2013), positivas bajas con Baluchi (0.03 g año$^{-1}$; Gholizadeh y Ghafouri-Kesbi, 2017) y Madras Red (0.139±0.024 g año$^{-1}$; Arthy *et al*., 2018); e incluso mayores a las estimadas en Katahdin de este estudio (0.285 g año$^{-1}$) con 0.6 g año$^{-1}$ en rebaños de registro Santa Inés (Aguirre *et al*., 2016). Así, la raza Katahdin registró ganancias genéticas considerables para PNd, PDd y GDP, indicando que la selección para características de crecimiento ha sido efectiva, orientada a una línea paterna. Sin embargo, también se registraron considerables cambios no deseables en PNd y PDm; por lo que es importante tomar acciones para evitar futuros problemas al parto y deterioro de la habilidad

materna. Para la raza Dorper, considerada como raza paterna, los esfuerzos en selección no se han enfocado en el crecimiento de los corderos (PDd y GDP). Por su parte, en Pelibuey se aprecian cambios positivos de baja magnitud para PDd y GDP, aunque se observan reducciones de PDm, lo que demerita a dicha raza materna.

## CONCLUSIONES

En general, las tendencias genéticas de las razas ovinas estudiadas fueron positivas, pero de baja magnitud para los efectos directos de las características de crecimiento, y altas en Katahdin, especialmente en los años recientes. Lo anterior refleja la efectividad de la selección aplicada en los rebaños para estas características y el espacio amplio para el mejoramiento genético de las razas estudiadas. Sin embargo, también se encontraron algunos cambios genéticos en la dirección incorrecta para los efectos maternos de PD.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Organismo de la Unidad Nacional de Ovinocultores por las facilidades para acceder a las bases de datos utilizadas para este estudio.

## LITERATURA CITADA

Aguilar-Martínez, C. U., J. M. Berruecos-Villalobos, B. Espinoza-Gutiérrez, J. C. Segura-Correa, J. Valencia-Méndez and A. Roldán-Roldán. 2017. Origen, historia y situación actual de la oveja Pelibuey en México. Tropical and Subtropical Agroecosystems 20(3): 429-439.

Aguirre, E. L., E. C. Mattos, J. P. Eler, A. D. Barreto Neto and J. B. Ferraz. 2016. Estimation of genetic parameters and genetic changes for growth characteristics of santa ines sheep. Genetics and Molecular Research 15(3): 1-12. https://doi.org/10.4238/gmr.15038910

Arthy, V., R. Venkataramanan, S. N. Sivaselvam, C. Sreekumar and D. Balasubramanyam. 2018. Genetic evaluation of growth in farmers' flocks of Madras Red sheep under long-term selection in a group breeding scheme. Tropical Animal Health and Production 50(7): 1463-1471. https://doi.org/10.1007/s11250-018-1581-z

Balasubramanyam, D., T. V. Raja, P. Kumarasamy, and S. N. Sivaselvam. 2012. Estimation of Genetic Parameters and Trends for body weight traits in Madras Red sheep. Indian Journal of Small Ruminants 18(2): 173-179.

Baneh, H. and J. Ahmadpanah. 2018. Genetic evaluation of body weight traits in Iranian native Ghezel sheep. Genetika 50(1): 275-284. https://doi.org/10.2298/GENSR1801275B

Boldman, K. G., L. A. Kriese, L. D. Van Vleck, C. P. Van Tassell and S. D. Kachman. 1995. A manual for use of MTDFREML: A set of programs to obtain estimates of variances and covariances. Lincoln: Agricultural Research Service.

Boujenane, I. and I. T. Diallo. 2017. Estimates of genetic parameters and genetic trends for pre-weaning growth traits in Sardi sheep. Small Ruminant Research 146: 61-68. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.12.002

CONARGEN. 2016. Página Principal. Retrieved December 10, 2016, from www://conargen.mx

Dangar, N. and V. Pravin. 2018. Reliable methods of estimation of genetic, phenotypic and environmental trend for production traits in gir cattle. Indian Veterinary Journal 95(3): 35-39.

Farokhad, M. L., H. Roshanfekr, S. Amiri, K. Mohammadi, and K. Mirzadeh. 2011. Genetic trends estimation for some of the growth traits in Arman sheep. Journal of Animal and Veterinary Advances. https://doi.org/10.3923/javaa.2011.1801.1803

Gholizadeh, M. and F. Ghafouri-kesbi. 2015. Estimation of genetic parameters for growth-related traits and evaluating the results of a 27-year selection program in Baluchi sheep. Small Ruminant Research 130: 8-14. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.07.032

Gholizadeh, M. and F. Ghafouri-Kesbi. 2017. Genetic analysis of average daily gain in Baluchi sheep. Meta Gene, 13: 119–123. https://doi.org/10.1016/j.mgene.2017.05.009

Hossein-Zadeh, N. G. 2012. Bayesian estimates of genetic changes for body weight traits of Moghani sheep using Gibbs sampling. Tropical Animal Health and Production 44: 531-536. https://doi.org/10.1007/s11250-011-9930-1

INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias). 2013. Producción Carne Ovina (No. 5).

Kariuki, C. M., E. D. Ilatsia, I. S. Kosgey and A. K. Kahi. 2010. Direct and maternal (co)variance components, genetic parameters and annual trends for growth traits of Dorper sheep in semi-arid Kenya. Tropical Animal Health and Production 42(3): 473-481. https://doi.org/10.1007/s11250-009-9446-0

Khojastehkey, M. and A. A. Aslaminejad. 2013. Study of the environmental, genetic and phenotypic trends for pelt traits and body weight traits in Zandi sheep. Journal of Applied Animal Research 41(3): 356-361. https://doi.org/10.1080/09712119.2013.783480

Mohammadi, H., M. M. Shahrebabak, H. M. Vatankhah and Shahrebabak. 2013. Direct and maternal (co)variance components, genetic parameters, and annual trends for growth traits of Makooei sheep in Iran. Tropical Animal Health and Production 45(1): 185-191. https://doi.org/10.1007/s11250-012-0190-5

Mokhtari, M. S. and A. Rashidi. 2010. Genetic trends estimation for body weights of Kermani sheep at different ages using multivariate animal models. Small Ruminant Research 88(1): 23-26. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.11.003

Roshanfekr, H. 2014. Estimation of Genetic Parameters for Kleiber Ratio and Trends for Weight at Birth and Weaning in Arabi Sheep. International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research 2(11): 2830-2836.

SAS. (2002). User's guide: statistics, version 9.1.3. Cary, NC: SAS Institute.

Zishiri, O. T., S. W. P. Cloete, J. J. Olivier and K.Dzama. 2010. Genetic trends in South African terminal sire sheep breeds. South African Journal of Animal Science 40(5): 455-458.

Zishiri, O. T., S. W. Cloete, J. J. Olivier and K. Dzama. 2013. Genetic trends for objectively measured and subjectively assessed traits in a Dorper sheep flock. Tropical Animal Health and Production 45(2): 517-524. https://doi.org/10.1007/s11250-012-0251-9

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DEL GRUPO GENÉTICO SOBRE EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA CARNE DE OVINOS DE PELO EN UN SISTEMA INTENSIVO DE FINALIZACIÓN DEL ESTADO DE YUCATÁN

# [EFFECT OF THE GENETIC GROUP ON THE PROFILE OF FATTY ACIDS OF THE MEAT OF SHEEP HAIR IN AN INTENSIVE FINISHING SYSTEM OF THE STATE OF YUCATAN]

**Raciel Javier Estrada-León[1§], Victor Manuel Moo-Huchin[2], Emilio Pérez-Pacheco[1], Yasser Alejandro Chim-Chi[1], Alejandro Ortiz-Fernández[1], José Valentin Cárdenas-Medina[3]**

[1]Tecnológico Nacional de México. C.A. Bioprocesos. Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, Av. Ah. Canul, C.P. 24900 Calkiní, Campeche, México. [2]Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Mérida, km 5 Mérida-Progreso, C.P. 97118. Mérida, Yucatán, México. [3]Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Tizimín, Av. final aeropuerto Cupul s/n C.P. 97700, Tizimín, Yucatán. [§]Autor de Correspondencia: (rjestrada@itescam.edu.mx).

## RESUMEN

El contenido de lípidos y el tipo de ácidos grasos saturados e insaturados son de las principales características a considerar dentro del concepto de calidad de carne; ya que se ha evidenciado la importancia de los ácidos grasos en la dieta con respecto a la salud humana, debido a que se sabe que ciertos ácidos grasos presentes en la carne de cordero (omega 3, 6 y 9), son esenciales y muestran actividad biológica. El objetivo del presente estudio fue determinar el perfil de ácidos grasos en tres grupos genéticos de ovinos de pelo clasificados fenotípicamente (Pelibuey (Pb); Dorper (Dp); BlackBelly (Bb) y sometidos a una finalización intensiva a base de alimento balanceado, en una unidad de producción comercial del Estado de Yucatán. La composición de ácidos grasos fue determinada mediante cromatografía de gases. Acorde a los resultados, los ácidos grasos identificados, en la carne de lomo de los corderos evaluados fueron: Mirístico (4.05%), Palmítico (28.18%), Esteárico (13.72%), Palmitoléico (16.76%), Oleico (23.29%) y Linoléico (9.84%), con un total de ácidos grasos saturados (SFA) de 46.12%, ácidos grasos Monoinsaturados (MUFA) 40.05% y ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) de 9.84%. Los tres grupos genéticos presentaron un perfil de ácidos grasos similar ($p > 0.05$), con excepción del ácido graso oleico (ω-9,C18:1) ($p < 0.05$), pudiéndose identificar que los lomos de Pb y Bb ($p > 0.05$) presentaron una mayor proporción en comparación con Dp ($p < 0.05$), presentando una tendencia a una mayor cantidad de MUFA. En conclusión, los tres grupos genéticos evaluados, se caracterizan por su composición de ácidos grasos predominantemente saturados, sin embargo, se recomienda el consumo de lomos de Pb y Bb, por su mayor cantidad de ácido Oleico, por lo que podrían promoverse en mercados exigentes.

**Palabras clave**: Grupos cromatografía, ovinos de pelo, perfil de ácidos grasos.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## ABSTRACT

The lipid content and the type of saturated and unsaturated fatty acids, are the main characteristics to be considered in the meat quality concept; since the importance of fatty acids in the diet with respect to human health has been evidenced, because it is known that certain fatty acids present in lamb meat (omega 3, 6 and 9), are essential and show biological activity. The objective of the preent study was to determine the fatty acids profile in three genetic groups of hair sheep phenotypically classified as (Pelibuey (Pb); Dorper (Dp); BlackBelly (Bb), fattened in an intensive feeding system, localizated in the State of Yucatán. The of fatty acids composition was determined by gas chromatography According to the results, the fatty acids identified in the loin of the lambs evaluated were: Myristic (4.05%), Palmitic (28.18%), Stearic (13.72%), Palmitoléic (16.76%), Oleic (23.29%) and Linoleic (9.84%), with a total of saturated fatty acids (SFA) of 46.12%, Monounsaturated fatty acids (MUFA) 40.05 % and polyunsaturated fatty acids (PUFA) of 9.84% The three evaluated genetic groups had a similar fatty acid profile ($p > 0.05$), except of oleic fatty acid (ω-9, C18: 1) ($p < 0.05$), identify the loins of Pb and Bb ($p > 0.05$) presented a higher proportion compared to Dp ($p < 0.05$), with a trend of greater amount MUFA. In conclusion, the three genetic groups evaluated, are characterized by their predominantly saturated fatty acid composition, however, the Pb and Bb loins is recommended for their greater amount of Oleic acid, so they could be promoted in demanding markets.

**Index words**: Chromatography groups, hair ovine, fat acid profile.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las personas demandan cada vez más alimentos saludables, en busca de una mejor calidad y mayor expectativa de vida, lo que ha cambiado el patrón de consumo, aumentando la tendencia a una dieta con mayor inclusión de carne, como fuente importante de proteínas de alto valor biológico, con una baja cantidad de grasa y de colesterol, pero con un adecuado contenido de ácidos grasos esenciales (Teixeira *et al.*, 2005; Costa *et al*., 2009).

De manera general, el consumo de carnes rojas, incluidas las de cordero, es considerado poco saludable para el ser humano, debido a su alto contenido de grasas saturadas y colesterol, con poco deseable perfil de ácidos grasos, caracterizado por altas proporciones de ácidos grasos saturados (SFA) con respecto a los ácidos grasos insaturados (UFA), monoinsaturados (MUFA) y Poliinsaturados (PUFA) (razón UFA:SFA, MUFA:SFA, PUFA:UFA). En carnes de rumiantes, las altas concentraciones de SFA y baja proporción PUFA:SFA se deben a la acción de hidrogenación en el rumen por parte de los microorganismos (Bartoň *et al.,* 2007; Kaczor *et al.*, 2010).

La proporción o perfil de ácidos grasos en la dieta es muy importante para la salud de los consumidores. Diversos estudios han sido realizados para conocer el efecto del consumo de ciertos ácidos grasos sobre algunas enfermedades, reportando que un consumo alto de SFA, así como un bajo consumo de PUFA (relación PUFA:SFA) están asociadas un mayor riesgo de padecer una enfermedad cardiaca coronaria y enfermedades cardiovascular (Cañeque *et al*., 2005; Hoenselaar,

2012). Sin embargo, desde otro punto de vista, la carne de cordero (rumiantes) es uno de los alimentos más nutritivos, su contenido graso (intramuscular o subcutáneo) es una fuente concentrada de energía, proveen ácidos grasos esenciales como omega ω3, ω6, ω9 e importantes compuestos bioactivos (portadores de vitaminas A, D, E y K). (Wood *et al.,* 2004).

Asimismo, posee una adecuada proporción ω6:ω3, (la recomendada es de 1-4/1). El ácido graso ω6, está relacionado con la ocurrencia de desórdenes autoinmunes y enfermedades cardiovasculares e inflamatorias; mientras que el ω3 tiene propiedades antinflamatorias (Simopoulos, 2002). La importancia de estos ácidos grasos radica en que estos no pueden ser sintetizados en el organismo de las personas, por lo que deben ser consumidos en la dieta. Asimismo, la presencia de grasa intramuscular en la carne (marmoleo), afecta características de importancia para el consumidor como color, aroma, sabor, la percepción de su textura y jugosidad de la carne (Muchenje *et al*., 2009), aspectos ligados a su aceptabilidad.

En este sentido, el contenido de lípidos y el perfil de ácidos grasos saturados e insaturados, son las principales características a considerar dentro del concepto de calidad de la carne. La calidad de la carne, es un concepto complejo, ya que se refiere a características de composición, visuales y sensoriales de la carne. En general se refiere al grado de excelencia de un producto (Tompson, 1988). Por lo antes expuesto, los consumidores están cada vez más conscientes de que una carne de calidad y saludable, está relacionada con su cantidad de grasa y perfil de ácidos grasos, por lo que investigadores, están cada vez más interesados en estudiar los factores que afectan la variación presencia y concentración de diversos ácidos grasos.

Al respecto, han sido reportados factores como alimentación, raza o grupo genético (cruzamientos), sexo, sistema de producción, edad, peso y tipo de corte, que afectan el perfil de ácidos grasos en corderos (Fisher *et al*., 2000; Cañeque *et al.,* 2005; Díaz *et al*., 2005; Costa *et al.*, 2009). Diferencias en el contenido y perfil de ácidos grasos han sido reportados entre diversas razas y/o cruzamientos, debido a que es un factor que determina la tasa y el lugar donde los corderos depositan grasa (intramuscular (marmoleo), subcutánea, peri-renal, etc.), (Fisher *et al.,* 2000; Salvatori *et al*., 2004; Wood *et al*., 2004). Sin embargo, a pesar de la importancia, pocos estudios han reportado el perfil de ácidos grasos de diferentes grupos genéticos en carne de ovinos de pelo en el trópico mexicano (Hernández-Cruz *et al.*, 2009).

Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue determinar efecto del grupo genético (Pb, Dp y Bb) sobre el perfil cromatográfico de ácidos grasos en sistema de engorda intensiva del Estado de Yucatán, a fin de determinar sus principales características y promover su comercialización a mercados exigentes, favoreciendo de esta manera el desarrollo socioeconómico de la región.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio, se realizó en una unidad ovina comercial, ubicada en la zona centro del estado de Yucatán, dedicada a la venta de corderos finalizados en pie, en canal y cortes. Se seleccionaron al azar 18 corderos machos y se clasificaron fenotípicamente en tres grupos genéticos (Pelibuey

(Pb); Dorper (Dp) y Blackbelly (Bb)); los cuales, fueron criados bajo un sistema intensivo de alimentación, alimentados *ad libitum* con una dieta alta en cereales (16% de Proteína Cruda y 2.8 Mcal/kg de materia seca), por un período de tres meses (90 días), en dos jaulas elevadas con 3 animales de cada grupo genético (9 corderos por jaula). Transcurrido el período experimental, los animales fueron sacrificados con un peso promedio de 34.7±3. kg, a una edad aproximada de 6 meses.

Tras el sacrificio por un procedimiento estandarizado, las canales obtenidas se mantuvieron a 4°C durante 24 horas, para posteriormente obtenerse muestras del musculo *Longissimus dorsi* (Lomo) por cada grupo genético. En el laboratorio, las muestras de carne fueron cortadas y empacadas al vacío (Oster modelo V2240-013, China) utilizando un film de polietileno. Una parte de las muestras fueron destinadas para su análisis como carne fresca y el resto de las muestras fueron congeladas a -20°C hasta su análisis.

La determinación del contenido de ácidos grasos, se realizó mediante la técnica de extracción de los lípidos descrita por Hanson y Holley (1963) y para la formación de los ésteres metílicos se siguió la técnica de Morrison y Smith (1965). La composición de ácidos grasos, fue obtenida mediante cromatografía de gases, utilizando las condiciones cromatográficas descritas por Moo-Huchin *et. al.* (2013). Los resultados se presentaron como porcentaje del total de ácidos grasos. El análisis estadístico, se realizó utilizando Proc GLM del paquete estadístico SAS (2002).

El modelo lineal utilizado fue: $\mathbf{Y_{ij} = \mu + GG_i + \mathcal{E}_{ij}}$; donde: $Y_{ij}$ es la variable de respuesta, μ es la media general, $GG_i$ es efecto del *i*-ésimo grupo genético (Pb, Dp, Bb) y $\mathcal{E}_{ij}$ es el error aleatorio. La comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Acorde a los resultados, los ácidos grasos identificados en la carne de lomo de los ovinos de pelo evaluados, presentaron una media general de: Mirístico (4.05%), Palmítico (28.18%), Esteárico (13.72%), Palmitoléico (16.76%), Oleico (23.29%) y Linoléico (9.84%), con un total de ácidos grasos saturados (SFA) de 46.12%, ácidos grasos Monoinsaturados (MUFA) 40.05%, ácidos grasos poliinsaturados (∑PUFA) de 9.84%; pudiéndose identificar, que los ácidos grasos más abundantes fueron Palmítico, Oleico, Palmitoleico y Esteárico (ver Cuadro 1). Resultados similares han sido reportados por Hoffman *et al*. (2003), para el musculo *semimembranosus* en diferentes razas de corderos y por Sañudo *et al.* (2000), quienes reporta los mismos ácidos grasos como principales para las razas Aragonesa, Merino, Montaña Galesa y Cordero temprano.

Asimismo, el perfil de ácidos grasos saturados determinados en el presente trabajo, se encuentran dentro del rango reportado para carne de corderos, cerdo y res, con valores entre 30% y 50%, indicando que diferencias importantes pueden existir debido a especie, raza y tipo de alimentación (Schimd, 2011).

**Cuadro 1.** Perfil de ácidos grasos de los grupos genéticos evaluados.

| Ácidos Grasos % | | Grupo Genético | | | | P-value |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\bar{X}$ | PB | DP | BB | ±E.E. | Grupo Genético |
| Mirístico (C14:0) | 4.05 | 3.28 | 5.83 | 3.03 | 1.57 | Ns |
| Palmítico (C16:0) | 28.18 | 27.44 | 29.61 | 27.49 | 3.68 | Ns |
| Margárico (C17:0) | 0.17 | 0.19 | 0.17 | 0.15 | 0.08 | Ns |
| Esteárico (C18:0) | 13.72 | 14.95 | 15.00 | 11.21 | 4.76 | Ns |
| ∑*SFA* | 46.12 | 45.86 | 50.61 | 41.88 | 4.39 | Ns |
| Palmitoléico (C16:1) | 16.76 | 12.75 | 17.9 | 19.63 | 3.48 | Ns |
| Oleico (C18:1) | 23.29 | $28.52^{b}$ | $19.46^{a}$ | $21.89^{ab}$ | 4.48 | * |
| ∑*MUFA* | 40.05 | 41.27 | 37.36 | 41.52 | 4.55 | Ns |
| Linoléico (C18:2) | 9.84 | 9.87 | 8.9 | 10.75 | 1.16 | Ns |
| ∑*PUFA* | 9.84 | 9.87 | 8.9 | 10.75 | 1.16 | Ns |
| Colesterol mg/100g | 104.12 | 97.91 | 114.14 | 100.32 | | Ns |

∑*SFA* = Sumatoria ácidos grasos Saturados, ∑*MUFA*= Sumatoria ácidos grasos Monoinsaturados, ∑*PUFA* Sumatoria ácidos grasos Poliinsaturados Saturados NS= $p > 0.05$, * $p \leq 0.05$, ** $p < 0.01$.

También, resultados similares con respecto al perfil de ácidos grasos y el porcentaje contenido de los mismos en cortes de lomo (*Longissimus dorsi*), fueron reportados en México, para ovinos de pelo en confinamiento, con un cruzamiento indefinido de razas (Pelibuey x Blackbelly x Dorper) y para ovinos de lana (Rambouillet x Criollo) (Hernández-Cruz *et al.,* 2009). Por el contrario, un diferente perfil de ácidos grasos fue reportado por Cohen-Zinder *et al.,* (2017), para la raza Assaf en Israel, quienes reportaron valores para SFA de 36.88% y para MUFA de 46.3%, los cuales difieren, a los encontrados en el presente trabajo. Las diferencias pudieron deberse al efecto de la raza y/o al efecto de la raza y a una dieta balanceada a base de Moringa, maíz entero, avena, melaza de caña de azúcar y alimento concentrado comercial.

Por otro lado, en el presente trabajo de investigación se determinó que los tres grupos genéticos presentaron un perfil de ácidos grasos similar ($p > 0.05$), con excepción del ácido graso oleico (C18:1) ($p < 0.05$), pudiéndose identificar que los lomos del grupo genético Pb y Bb, presentaron un contenido mayor de éste ácido graso, comparado con Dp ($p < 0.05$) (ver Cuadro 1).

De manera similar, diferencias significativas en el contenido de ácidos grasos monoinsaturados como el ácido Oleico ($p < 0.05$) y no diferencia de otros ($p > 0.05$) como el ácido Palmitoléico, debidos factores genéticos han sido reportados para dos razas de ovinos en Irán por Reza Younsefi *et al.* (2012). Al respecto, otros autores han reportado resultados similares con respecto a la diferencia entre razas y/o grupos genéticos (animales cruzados) en ácidos grasos monoinsaturados. Salvatori *et al.* (2004), reportaron que las concentraciones de ácido Palmitoleico (C16:1) en el musculo *semimembranosus* de corderos, difirió entre las cruzas de razas French Ile x Pagliarola y Gentile di Puglia x Sopravissana. Por el contrario, Arsenos *et al.* (2006), reportaron diferencias únicamente en las concentraciones del ácido graso palmítico (C16:0), entre las razas de ovinos Boutsco, Serres, and Karagounico; al igual que Díaz *et al.* (2005) quienes observaron diferencias entre los ácidos grasos Oleico, Estearico y Palmítico de la carne de corderos provenientes de

España, Alemania, Uruguay y Reino Unido, debidas a razas, sistemas de producción entre otros factores, en diferentes los países.

Al respecto, las diferencias en el contenido y perfil de ácidos grasos entre otros factores, se debe a la tasa y el lugar donde los corderos depositan grasa, ya sea intramuscular (marmoleo), subcutánea, perirenal, etc, lo que está determinado por la raza y/o grupo genético (Fisher *et al.* 2000; Salvatori *et al.* 2004; Wood *et al*. 2004). Con respecto al contenido de colesterol, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) entre los grupos genéticos evaluados.

## CONCLUSIONES.

Los tres grupos genéticos evaluados, se caracterizan por su composición de ácidos grasos predominantemente saturados, sin embargo, se recomienda el consumo de lomos de Pb y Bb, por su mayor cantidad de ácido Oleico, por lo que podrían promoverse en mercados exigentes.

## LETERATURA CITADA

Arsenos, G., D. Kufidis, D. Zygoyiannis, N. Katsaounis and C. stamataris. 2006. Fatty acid composition of lambs of indigenous dairy Greek breeds of sheep as affected by post-weaning nutritional management and weight at slaughter. Meat Science 73(1): 55-65.

Bartoň, L., M. Marounek, V. Kudrna, D. Bureš and R. Zahradkova. 2007. Growth performance and fatty acid profiles of intramuscular and subcutaneous fat from Limousin and Charolais heifers fed extruded linseed. Meat Science 76(3): 517-523.

Cañeque, V., M. Diaz, I. Alvarez, S. Lauzurica, C. Pérez and J. De la Fuente. 2005. The influences of carcass weight and depot on the fatty acid composition of fats of suckling Manchego lambs. Meat Science 70(2): 373-379.

Cohen-Zinder, M., A. Orlov, O. Trofimyuk, R. Agmon, R. Kabiya, E. Shor-Shimoni, E.Wagner, K. Hussey, H. Leibovich and J. Miron. 2017. Dietary supplementation of M*oringa oleifera* silage increases meat tenderness of Assaf lambs. Small Ruminant Research 151: 110-116.

Costa, R. G., A. S. M. Batista, M. S. Madruga, S. G. Neto, R. d. C. R. do Egypto, J. T. de Araújo Filho and A. S. Villarroel. 2009. Physical and chemical characterization of lamb meat from different genotypes submitted to diet with different fibre contents. Small Ruminant Research 81(1): 29-34.

Díaz, M. T., I. Álvarez, J.De la Fuente, C. Sañudo, M. M. Campo, M. A. Oliver, M. Font i Furnols, F. Montossi, R. San Julian, G. R. Nute and V. Cañeque. 2005. Fatty acid composition of meat from typical lamb production systems of Spain, United Kindom, Germany and Uruguay. Meat Science 71: 256-263.

Fisher, A. V., M. Enser, R. I. Richardson, J. D. Wood, G. R. Nute, E. Kurt, L. A. Sinclair and R. G. Wilkinson. 2000. Fatty acid composition and eating quality of lamb type derived from four diverse breed x production system. Meat Science (51): 141-147.

Hanson, S. W. F. and J. Holley. 1963. Application of the bligh and dyer method of lipid extraction to tissues homogenates. Biochemical Journal 1(89): 101-102.

Hernández-Cruz, L., J. E. Ramírez-Bribiesca, M. J. Gerrero-Legarreta, O. Hernández-Mendo, M. M. Crosby-Galván and L. M. Hernández-Calva. 2009. Effects of crossbreeding on carcass and meat quality of mexican lambs. Arq. Bras. Med. Vet. 2(61): 475-483.

Hoenselaar, R. 2012. Saturated fat and cardiovascular disease: the discrepancy between the scientific literature and dietary advice. Nutrition 28(2): 118-123.

Hoffman, L., M. Muller, S. Cloete and D. Schmidt. 2003. Comparison of six crossbred lamb types: sensory, physical and nutritional meat quality characteristics. Meat Science 65(4): 1265-1274.

Kaczor, U., B. Borys and H. Pustkowiak. 2010. Effect of intensive fattening of lambs with forages on the fatty acid profile of intramuscular and subcutaneous fat. Czech Journal of Animal Science 55(10): 408-419.

Moo-Huchin, V., I. Estada-Mota, R. Estrada-León, L. Cuevas-Glory and E. Saury-Duch. 2013. Chemical composition of crude oil from the seeds of pumpkin (*Cucurbita* spp.) and Mameysapota (*Pouteria sapota* Jacq.) Grown in Yucatán, México. CyTA - Journal of Food, DOI:10.1080/19476337.19472012.19761652.

Morrison, W. R. and L. M.Smith. 1965. Preparation of fatty acid methil esters and dimetyl acetals from lipids with boron fluoride-methanol. J. Lipid Res. 5: 600-608.

Muchenje, V., K. Dzama, M. Chimonyo, P. E. Strydom, A. Hugo and J. G. Raats. 2009. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review. Food Chemistry (112), 279-289.

Reza Younsefi, A., H. Kohram, A. Zare Shahneh, A. Nik-Khah and A. W. Campell. 2012. Comparision of the meat quality and fatty acid composition of traditional fat-tailed (Chall) and Tailed (Zel) Iranian sheep breeds. Meat Science 92: 417-422.

Salvatori, G., L. Pantaleo, C. Di Cesare, G. Maiorano, F. Filetti and G. Oriani. 2004. Fatty acid composition and cholesterol content of muscles as related to genotype and vitamin E treatment in Crossbred Lambs. Meat Science 67: 45-55.

Sañudo, C., M. Enser, M. Campo, G. Nute, G. Marıa, I. Sierra and J. Wood. 2000. Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. Meat Science 54(4): 339-346.

Schimd, A. 2011. The rol of meat fat in human diet. Crit. Rev. food Sci. 51: 50-66.

Simopoulos, A. P. 2002. Omega-3 fatty acids in inflammation and autoimmune diseases. Journal of the American College of nutrition 21(6): 495-505.

Teixeira, A., S. Batista, R. Delfa and V. Cadavez. 2005. Lamb meat quality of two breeds with protected origin designation. Influence of breed, sex and live weight. Meat Science 71(3): 530-536.

Tompson, J. M. 1988. Meat quality. Proceedings of 6th Worl Congress of Genetic Applied to Livestock Production, 1-2.

Wood, J. D., R. Richardson, G. R. Nute, A. V. Fisher, M. M. Campos, E. Kasapidou, P. R. Sheard and M. Enser. 2004. Effects of fatty acids on meat quality: A review. Meat Science 66: 21-32.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# INDUCCIÓN DE ESTRO EN OVEJAS EN LACTACIÓN UTILIZANDO UN ANTAGONISTA OPIOIDE

# [ESTRUS INDUCTION IN LACTATING EWES WITH THE AID OF AN OPIOID ANTAGONIST]

**A. De Anda Padilla, V. O. Fuentes Hernández[§], R. Orozco Hernández**

Centro Universitario de los Altos, Universidad de Guadalajara, Tepatitlan Jalisco México 47600 [§]Autor para correspondencia: (vfuentes@cualtos.udg.mx).

## RESUMEN

El objetivo de este estudio es observar el efecto de un antagonista opioide sobre la presentación sincronizada de estro en ovejas lactantes. Se implantaron esponjas intra vaginales con MAP por una duración de 14 días. Al retirar la esponja se administraron 250 UI de eCG. Los grupos experimentales fueron medicados con 4 dosis de Naloxona 0.5 mg im cada 12 horas desde un día antes de sacar las esponjas. Se utilizó un carnero celador, y se realizó monta dirigida, tomado nota de la hora del procedimiento. Las ovejas que fueron sincronizadas con progestágenos eCG y naloxona presentaron estro y preñez significativamente más elevada que las borregas del grupo testigo de tal manera que de 15 ovejas sincronizadas se obtuvieron un total de 15 corderos entre los cuales 5 fueron machos y 11 hembras. En el grupo testigo se observó que 6/10 presentaron estro y parieron 5 crías. En el grupo de borregas Pelifolk se puede apreciar que existió un número de 30 crías al parto, con una presencia significativa ($p < 0.001$) de partos dobles al comparar con los del grupo testigo. Se concluye que los Opioides endógenos son moduladores importantes de la reproducción y de la fertilidad en las ovejas.

**Palabras clave:** Ovejas lactantes, progestágenos eCG, sincronización.

## ABSTRACT

The objective of this study was to observe the effect of an opioid antagonist on estrus display and fertility of synchronized lactating ewes. Intravaginal sponges with MPA were inserted for a period of 14 days. On sponge withdrawal an im injection of 250 IU eCG was administered. Experimental ewes were treated with four doses of 0.5 mg naloxone im at 12 hs intervals since 24 hs before sponge withdrawal. Estrus was detected using a marker ram and mounting permitted. Note was taken of each observation. Lactating ewes synchronized with MAP and eCG plus naloxone displayed estrus and pregnancy significantly higher than controls. From 16 lactating ewes synchronized and medicated with naloxone produced a total of 15 lambs; 6/10 control lactating ewes displayed estrus and 5 lambs were produced... In lactating synchronized ewes treated with naloxone 30 lambs were produced with a high number of twins on delivery ($p$ <0.001) when compared with controls. It was concluded that opioid endogens are important modulators of reproduction and fertility in the ewe.

**Index wors:** Lactating sheep, eCG progestogens, synchronization.

## INTRODUCCIÓN

Las ovejas empleadas para la producción de lana y de pelo tienen un potencial reproductivo el cual en teoría podrían generar en la producción de 3 a 4 crías a intervalos de 6 meses. Sin embargo, existen factores biológicos y ambientales en estos animales que pueden limitar este potencial, uno de los cuales es el anéstro estacional y el otro el efecto de las modificaciones que tienen lugar durante el periodo posparto y del amamantamiento (Cerna *et al*., 2000).

A diferencia de las ovejas que son empleadas en la producción de lana, la borrega Pelibuey se caracteriza por tener una etapa de anestro más corta (2.8 meses) comparativamente con las razas de origen europeo, el cual ocurre entre los meses de marzo a junio (Porras *et al*., 1997; Cerna *et al*., 2000; Martinez *et al*., 2001; Porras *et al*., 2003). Por otro lado, en los ovinos la reproducción es un fenómeno que tiene variaciones con el manejo nutricional, pero la manipulación endócrina podría proveer una fuente constante de carne y productos al consumidor. La reproducción ovina presenta por lo tanto características especiales, una de ellas, que puede ser la más importantes, es su carácter estacional sobre todo en las razas ovinas de lana (Hervé *et al*., 1997).

La manipulación del ciclo estral en la borrega permite tener partos que se encuentren fuera de temporada de dicho evento, acción que económicamente permite al ovinocultor producir ovinos durante casi todo el año (Laborde *et al*., 1990). Ayuda a este propósito la manipulación de la reproducción en el sentido de acortar el intervalo interparto o periodo abierto. Durante los períodos de anestro estacional, las hembras ovinas de lana disminuyen su capacidad reproductiva de una manera importante (Hogue, 1987), por influencia ambiental no se producen ovulaciones, o cuando se producen, no son acompañadas de comportamiento reproductivo, lo cual imposibilita los apareamientos (Urarte, 1989).

Por otro lado, cuando las ovejas de lana o de pelo se encuentran en lactancia es muy difícil la presentación de celo (Gordon, 1997; Cerna *et al*., 2000; Porras *et al*., 2003). La oveja de la raza Pelibuey tiene la particularidad de que el primer celo puede presentarse a los 90 y 100 días después del parto (Cabrera *et al*., 2001). Además, refieren que el primer celo posparto en Cuba se presenta entre los 40 y 55 días en ovejas Pelibuey, que son poliéstricas continuas. Sin embargo, la presencia del cordero y el amamantamiento inhiben el restablecimiento de la actividad ovárica posparto (Morales *et al*., 2004; Hernández *et al*., 2009).

La inducción del estro en la oveja de lana es más difícil cuando está lactando después del parto y en época de anestro (agosto, septiembre, octubre). Mientras que en la raza Pelibuey el anestro es en marzo-abril y después del parto (Cerna *et al*., 2000). A esta época se debe añadir además del efecto estacional que se refleja en un anestro incipiente o no perceptible, otros factores fisiológicos como es el proceso de involución uterina y la acción anovulatoria del amamantamiento (Espinoza, 1987; Hernandez *et al*., 2009). Se considera desde el punto de vista fisiológico que a partir la tercera semana posparto, el ovario es sensible al estimulo de las hormonas gonadotroficas exógenas y por

lo tanto puede responder con secreción de estradiol, induciéndose así un ciclo de duración normal (*Urarte,* 1989). Se ha observado que es necesario esperar 1.5 meses en la época de anestro estacional antes de estimular la función reproductiva mediante un tratamiento con progestágeno asociado a Gonadotropina Coriónica Equina (**eCG)** (Thimonier y Cognie, 1971*).*

Se refieren varios métodos para inducir estro en la época de silencio sexual de las ovejas, siendo los más utilizados la selección de la raza y los genes que son propensos a no presentar estacionalidad, el manejo del fotoperiodo y melatonina, así como el uso de hormonas exógenas (Smith *et al.*, 1989). Pero se ha observado que una de las alternativas eficientes para inducir ovulación fuera de temporada en ovejas, es el uso de progestágenos combinados con eCG.

Sin embargo, existe escasa información sobre inducción de estro y preñez durante el período inicial de lactancia de ovejas paridas en primavera verano. Existe más información para la inducción del estro estacional y sin lactancia. Se dispone de resultados de inducción de estro en ovejas en lactancia con parto de primavera. Por ejemplo, en la raza Latxa, Urarte (1989) informa acerca de la estacionalidad de la raza Latxa en cuanto a su fisiología ovárica. Por otro lado, Rubianes *et al*. (1999), Restall *et al*. (1978) y Letelier *et al.* (2003) describieron los resultados de tratamientos cortos para la sincronización en ovejas Milchscha lactantes y ovejas Merino paridas en primavera y durante el anestro estacional, con hormonas exógenas comentando que los índices de presentación de estro son muy variables y de baja fertilidad.

Siendo tan importante desde el punto de vista productivo la necesidad de que las ovejas inicien su actividad sexual en forma temprana después del parto, este trabajo tiene como objetivo combinar las experiencias del uso de progestágenos y eCG en la inducción del estro, pero en la borrega lactante, con las experiencias realizadas con el uso de los antagonistas opioides como es el caso de la naloxona.

En trabajos previos se ha observado que este antagonista opioide facilita la expresión del estro, disminuye la secreción de prolactina en la oveja durante la época de anestro estacional, adelanta a secreción preovulatoria de LH y asimismo se ha observado que la naloxona estimula la producción de testosterona y la libido en machos cabríos y carneros durante la época de anestro estacional (Fuentes, 1997; Fuentes *et al*., 1997, 1998, 2007, 2009). También se ha reportado que con el uso de antagonistas opioides se puede incrementar el número de ovulaciones y la duración del estro en la oveja durante el anestro estacional. El uso de antagonistas opioides en otras especies como es el caso de conejos y porcinos ha permitido observar una mejora en sus parámetros reproductivos y productivos Fuentes *et al*., 2003).

De acuerdo con la información anterior se consideró de interés observar el efecto de la sincronización de estro en ovejas lactantes utilizando progestágenos y eCG; añadiendo la acción farmacológica de un antagonista opioide como es el caso de la naloxona, utilizando ovejas Pelibuey y Pelifolk en diferentes etapas de lactación.

**Hipótesis**

La inducción de estro con progestágenos y eCG en borregas Pelibuey y Pelifolk en diferentes etapas de lactación será facilitada con el efecto coadyuvante de un antagonista opioide.

**Objetivo**

Utilizar un método de sincronización del estro empleando acetato de medroxiprogesterona, eCG y naloxona en borregas lactantes para evaluar este tratamiento sobre su capacidad reproductiva.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron dos lotes de ovejas uno formado por 26 ovejas Pelibuey y Dorset, con una condición corporal promedio de 2.55 en octubre. Este lote de ovejas presentó fecha promedio de parto entre agosto y septiembre de 2008, todas se encontraban en la etapa de lactación. De este grupo se seleccionaron 16 ovejas lactando para sincronización y aplicación del antagonista opioide, las 10 ovejas restantes fungieron como controles.

El segundo lote de ovejas utilizado se encontraba formado por 26 ovejas Pelifolk de las cuales de manera aleatoria se seleccionaron 14 para ser sincronizadas y sujetas al tratamiento experimental, y como testigos se seleccionaron 9 de este grupo, la condición corporal promedio fue de 2.9 y también se encontraban en lactación.

**Manejo reproductivo**

Los dos grupos se sometieron a sincronización del estro en el mes de octubre de 2008, mediante dispositivos intra vaginales con 70 mg de MAP por una duración de 14 días. Al retirar la esponja se administraron 250 UI de eCG (Folligon® 5000, Intervet). El grupo experimental recibió desde un día antes de sacar la esponja y 24 horas después una inyección intramuscular de 0.5 mg de naloxona cada 12 horas.

Se procedió a la detección de la presentación del estro mediante un carnero celador, y se realizó monta dirigida, tomado nota de la hora del procedimiento. El carnero se introdujo tres veces al día para tomar nota de la duración del estro. Las ovejas en celo recibieron por lo menos 2 montas dirigidas. Cuando posible se pesaron los corderos al nacer utilizando un medidor de peso digital.

Los datos fueron sometidos a análisis estadístico comparando ambos grupos mediante el procedimiento de "T" de Student.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se observa en las borregas del lote 1 que fueron sincronizadas con progestágenos eCG y naloxona presentaron una preñez más elevada que las borregas del grupo testigo de tal manera que

de 15 ovejas sincronizadas se obtuvieron un total de 15 corderos entre los cuales 5 fueron machos y 11 hembras.

Al comparar el número de partos y crías con el grupo testigo se observa que de 10 ovejas sincronizadas con progesterona y eCG sin Naloxona se obtuvieron solo 5 crías, y 6/10 presentaron estro y parieron En el grupo experimental, de borregas Pelifolk se puede apreciar que existió un número de 28 crías al parto, con una presencia significativa ($p < 0.001$) de partos dobles al comparar con los del grupo testigo. Se puede observar que existe una diferencia significativa en el peso ($p < 0.001$) al nacer al comparar a los nacidos de hembras medicadas con naloxona con los no tratados con el antagonista opioide. Resultado nunca antes reportado.

La lactación representa una acción de la naturaleza para permitir que el gasto energético de la madre se oriente hacia la producción de leche para el beneficio de sus crías. Por otro lado, los niveles elevados de prolactina circulante ejercen un efecto directo sobre el hipotálamo y el ovario de tal manera que suprimen la secreción de gonadotrofina y asimismo inhiben la dinámica ovárica, acciones que están reguladas por la glándula antes mencionada. Lo anterior se respalda con observaciones realizadas en la mujer en la cual la hiper-prolactinemia produce un estado de infertilidad. Este padecimiento se puede revertir empleando un medicamento que disminuya los niveles de la hormona prolactina, lo que permitirá el restablecimiento de la fertilidad.

Sin embargo, en las hembras ovinas existen dos factores que de manera natural pueden modular sus aspectos reproductivos; uno de ellos lo es el fotoperiodo y el otro es la lactación. El primero de ellos (fotoperíodo) afecta el sistema nervioso central, lo que puede provocar que se presente el comportamiento reproductivo cuando los días son de corta duración y que la actitud reproductiva se inhiba durante los días largos. El objetivo del anterior comportamiento de manera natural permite que el parto se realice dentro del periodo inmediato posterior a la época de invierno, lo que asegura la sobrevivencia de la cría y por tanto de la madre. En el presente experimento se utilizó un antagonista opioide con el objetivo de disminuir los niveles circulantes de la hormona prolactina (Fuentes *et al*., 2007) para así aumentar o facilitar la secreción de las hormonas gonadotroficas, elementos importantes para la reproducción de las hembras, como en este caso de las ovinas.

Para sincronizar la presentación de celo en las borregas se utilizó una esponja intravaginal que libera de manera continua progesterona, esta provoca un freno en la actividad del eje hipotálamo pituitaria ovario. Este freno hace que el sistema reproductor se mantenga en fase lútea, Cuando las esponjas son extraídas los niveles sanguíneos de progesterona exógena disminuyen de manera rápida. Al momento de extraer la esponja se administra una dosis de 250 U.I. de eCG, que tiene como función estimular al ovario para que produzca un ovulo y que el ovario responda a las gonadotropinas, estimulando al ovario para que se produzcan los estrógenos necesarios para que la borrega sincronizada exprese los síntomas de estro.

Lo expresado anteriormente hace notar lo complejo de los procesos reproductivos y una posible manera de poder manipularlos, pues los resultados de este trabajo indican que las borregas aún cuando se encuentran en lactación, amamantando a sus crías es posible estimular su sistema

reproductivo permitiendo la gestación de otra cría durante su etapa de lactancia. Otra observación importante es que en la borrega pelibuey el número de crías producto de los tratamientos utilizados no es diferente a lo observado en condiciones naturales, pero en el caso de las borregas Pelifolk, se observa un efecto significativo en el número de crías comparadas con el testigo; este hallazgo requiere de más investigación puesto que en el borrego Pelibuey se afirma que su prolificidad es excelente, pariendo más de una cría en cada parto. Suceso no observado en este experimento. Pero en las borregas Pelifolk el número de crías esperado es más significativo.

## CONCLUSIONES

Es posible manipular el comportamiento sexual de la oveja al utilizar antagonistas opioides específicos para manipular el comportamiento sexual de la oveja.

La lactación no necesariamente es un impedimento para el inicio de la reproducción en la oveja.

## LITERATURA CITADA

Cabrera, T. E. J., R. A. F. Castellanos, P. R. C. Montes y de L. R. Delgado. 2001. Efecto de la suplementación fosforada sobre el comportamiento posparto de borregas Pelibuey en el trópico. Livestock Research for Rural Development 13(44). Retrieved February 21, 2019, from http://www.lrrd.org/lrrd13/5/cabr135.htm

Cerna, C., A. Porras, J. Valencia, G. Perera and L. Zarco. 2000. Effect of an inverse subtropical (19°13'N) photoperiod on ovarian activity, melatonin and prolactin secretion in Pelibuey ewes. Animal Reproduction Science 60-61: 511-525.

Espinoza, E. 1987. Reproducción ovina: Características y testigo. III Jornadas Internacionales sobre reproducción animal e inseminación artificial. Córdoba. pp. 71-82.

Fuentes, V. O., H. Gonzalez, V. Sanchez, A. García and P. Fuentes.1998 The effect of naloxone on the duration of Oestrus ovulation rate and oestradiol 17β in crossbreed ewes with induced oestrus during seasonal anoestrus. Small Ruminant Research 29: 89-92

Fuentes, V. O., V. Sanchez, R. Rosiles and P. I. Fuentes. 2001 The effect of naloxone on the preovulatory surge of LH and on the duration of oestrus in the ewe with induced oestrus during the non breeding season. Animal Reproduction Science 65: 225-231

Fuentes, V. O., P. I. Fuentes and A. García. 1998 The effect of naloxone on plasma concentrations of testosterone in male goats. Small Ruminant Research 27: 173-176

Fuentes, V. O. 1997 The chronic treatment with naloxone enhances libido in the male goat during anoestrus. The Veterinary Record 141: 52

Fuentes, V. O., H. Gonzalez, V. M. Sanchez and P. I. Fuentes. 2007. Effect of small doses of naloxone on the pulsatile secretion of prolactin in the crossbreed ewe during the non-breeding season. Animal Reproduction Science100(1-2): 44-50.

Gabiña, D. 1979. Estudio genético de la prolificidad obtenida como respuesta a tratamientos hormonales en ganado ovino. Tesis doctorado. Universidad Politécnica de Madrid.

Gordon, I. 1997. Artificial control of estrus and ovulation. En Reproduction in sheep and goat. CABI Publishing pp 86-115.

Herve, M., R. Ihl y M. Toirkens. 1997. Reproducción extemporánea inducida en borregas de raza Austral. Archiivos de Medicina Veterinaria 29: 69-75.

Hogue, D. 1987. Frequent lambing systems. New Techniques in sheep production. Editors: Marai, I. F. M., y J. B. Owen. Butterworths. London. pp. 57-63.

Lamothe, N. 1983. Durée de gestation et problèmes de reproduction après synchronisation des challeurs et I.A. des brebis laitières des Pyrénées Atlantiques. Memoire fin d'etude. ESAP.

Laborde, M. y J. Romano. 1990. Leche ovina y caprina. Una nueva alternativa agroindustrial. Larrosa, J. y R. Kremer (Eds). Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. pp. 101-117.

Letelier, C., M. Hervé, J. P. Smulders, A. Escobar, R. Vidal y M. V. H. Uribe. 2003. Resultados reproductivos de encaste extemporáneo en ovejas lecheras Latxas lactantes. Archivos de Medicina Veterinaria 35(2): 237-241.

Martínez, R. R., Q. L. Zarco, G. I. Rubio, L. C. Cruz y M. J. Valencia. 2001. Efecto de los implantes subcutáneos de melatonina y la suplementación alimentaria sobre la inducción de la actividad ovárica en ovejas Pelibuey durante la época de anestro. Veterinaria México 32(4): 237-248.

Mauleon, P. 1979. Manipulation of the breeding cycle. *In*: Tomes, G., D. Robertson, y R. Lighfoot (eds.). Studies in the agricultural and food sciences. Sheep Breeding. Butterworths. London, UK.

Morales-Terán, G., A. Pro-Martínez, B. Figueroa-Sandoval, C. Sánchez-del-Real y J. Gallegos-Sánchez. 2004. Amamantamiento continuo o restringido y su relación con la duración del anestro postparto en ovejas Pelibuey. Agrociencia 38: 165-171.

Hernández, P. P., V. M. Hernández, S. B. Figueroa, H. G. Torres, R. P. Díaz y S. J. Gallegos. 2009. Efecto del tipo de amamantamiento en la actividad ovárica postparto de ovejas Pelibuey y tasas de crecimiento de corderos en los primeros 90 días de edad**.** Revista Científica, FCV-LUZ/ 4: 343-349

Perón, N., T. Limas y J. L. Fuentes. 1991. El ovino Pelibuey de Cuba revisión bibliográfica de algunas características productivas. Revista mundial de zootecnia. Pequeños rumiantes 66:1.

Porras, A. A., Zarco Q.L. y M. J. Valencia. 2003. Estacionalidad reproductiva en ovejas. Ciencia Veterinaria 9: 1-34.

Restall, B. J., R. D. Kearins, J. Herdegen and P. Carberry. 1978. The induction of reproductive activity in lactating ewes. Australian Journal of Agricultural Research 29(1): 181-187.

Rubianes, E., R. Ungerfeld, T. de Castro. 1999. Inducción y sincronización de celo en ovejas y cabras. *In*: III Simposio Internacional de Reproducción Animal, Montevideo, Uruguay. pp. 109-131.

Robinson, T. 1959. The oestrus cycle in the ewe and doe. En: Reproduction in domestic animals. Vol. 1. Cole H. & Cupps, P. (eds.). Academic Press, New York.

Siebald, E., M. Matzner y F. Becker. 1983. Mejoramiento de praderas naturales del Llano Central de la décima Región. Agricultura Técnica (Chile) 43: 313-321.

Smith, J., Andrews, W., Knight, T., McMillan, W., Quinlivan and T. 1989. A review of technology used for out of season breeding with New Zeland sheep Breeds. Second International Congress for Sheep Veterinarians. Palmerston North, New Zealand. pp. 169-203.

Smith, J., and T. Knight. 1998. Reproductive management of sheep. Reproductive Zealand. E.D. Fielden & J.F. Smith (eds.). Occasional Publication 12. NZSAP. Hamilton, New Zealand.

Thimonier, J. and Y. Cognie. 1971. Accélération des mises-bas et conduite d'élevage chez les ovins. Bulletin. Technich. Inf. 256:187-196.

Urarte, E. 1989. La raza Latxa: sistemas de producción y características reproductivas. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# FERTILIDAD Y PROLIFICIDAD DE OVEJAS PELIBUEY ANÉSTRICAS TRATADAS CON BST Y ECG ANTES Y DESPUÉS DEL RETIRO DE ESPONJAS CON FGA

# [FERTILITY AND PROLIFICITY OF PELIBUEY ANESTRIC SHEETS TREATED WITH BST AND ECG BEFORE AND AFTER THE RETIREMENT OF SPONGES WITH FGA]

**Nestor Méndez[1], Joel Hernández Ceron[2], Méndez N.[1], Alejandro Córdova Izquierdo[3§], Adrian E. Iglesias Reyes[3], Armando Gómez Vázquez[4], Gerardo Cansino Arroyo[4], Maximino Méndez Mendoza[1]**

[1]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla [2]Departamento de Reproducción. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. [3]Departamento de Producción Agrícola y Animal. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. [4]División Académica de Ciencias Agropecuarias. Universidad Juárez autónoma de Tabasco. Autor de correspondencia: [§]Dr. Alejandro Córdova Izquierdo. Calz. Del hueso 1100. Col. Villa Quietud. C.P. 04960, CDMX. (acordova@corre.xoc.uam.mx)

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue valora el efecto de la administración de somatotropina bovina (BST) y gonadotropina coriónica equina (eCG) antes y después del retiro de esponja con FGA sobre la fertilidad y prolificidad de ovejas pelibuey anéstricas. Se utilizaron 100 ovejas Pelibuey con diferente número de partos. A todas las ovejas se les colocó esponja intravaginal impregnada con 45 mg de FGA durante 12 días. Cinco días antes del retiro de las esponjas, fueron asignadas al azar a cuatro tratamientos: 1) BST (*n*=25) 125 mg de BST vía SC; 2) eCG (*n*=25), 300 UI de eCG vía SC al momento de retirar la esponja; 3) BST+eCG (*n*=25) 125 mg de BST vía SC cinco días antes de retirar la esponja y 300 UI eCG vía IM al momento de retirar la esponja; 4) testigo (*n*=25). Las variables valoradas fueron % de ovejas que presentaron estro, % de concepción y prolificidad. La respuesta estral fue similar ($p > 0.05$) entre los grupos. El % de concepción fue mayor ($p < 0.05$) en los grupos BST (83.3%) y eCG+BST (100%) que en el testigo (65%), pero fue similar ($p > 0.05$) en los grupos eCG (66.6%) y testigo (65.2%). El % de prolificidad fue similar ($p > 0.05$) en los grupos BST (35%) y testigo (20%); sin embargo, fue mayor en los grupos eCG (69%) y eCG+BST (80%). Se concluye que el tratamiento con BST cinco días antes de retirar la esponja de FGA más eCG al momento de retirar la esponja aumenta el porcentaje % de concepción y prolificidad en ovejas anéstricas pelibuey.

**Palabras clave**: Gonadotropinas, hembras ovinas, sincronización.

## ABSTRACT

The objective of this work was to assess the effect of the administration of BST and eCG before and after sponge removal with FGA on the fertility and prolificacy of pelibuey ancestric sheep. We used 100 Pelibuey sheep with different number of births. All the sheep were placed intravaginal sponge impregnated with 45 mg of FGA for 12 days. Five days before the removal of the sponges, they were randomly assigned to four treatments: 1) BST (*n* = 25) 125 mg of BST via SC; 2) eCG

(*n* = 25), 300 IU of eCG via SC at the time of sponge removal; 3) BST + eCG (*n* = 25) 125 mg of BST via SC five days before removing the sponge and 300 IU eCG via IM at the time of removing the sponge; 4) witness (*n* = 25). The variables evaluated were% of sheep that presented estrus, % of conception and prolificacy. The estrus response was similar ($p > 0.05$) between the groups. The conception% was higher ($p < 0.05$) in the BST (83.3%) and eCG + BST (100%) groups than in the control group (65%) but was similar ($p > 0.05$) in the eCG groups (66.6) %) and witness (65.2%). The% prolificacy was similar ($p > 0.05$) in the BST (35%) and control (20%) groups; however, it was higher in the eCG (69%) and eCG + BST (80%) groups. It is concluded that treatment with BST five days before removing the sponge of FGA plus eCG at the time of removing the sponge increases the% conception and prolificacy in pelibuey ancestric sheep.

**Index words**: Gonadotropins, female sheep, synchronization.

## INTRODUCCIÓN

La Hormona del Crecimiento Bovina o Somatotropina Recombinante Bovina ha generado buenas expectativas en la fertilidad y prolificidad en pequeños rumiantes, la prolificidad está determinada por el número de folículos que ovulan, por la tasa de fertilización y por la sobrevivencia embrionaria (Scaramuzzi *et al*., 1993). La tasa de ovulación puede incrementarse por un aumento del número de folículos dependientes de gonadotropinas (Scaramuzzi *et al*., 1993). Por ejemplo, en ovejas, la sobrealimentación energética (flushing) ha incrementado la tasa de ovulación mediante el aumento de la oferta de folículos sensibles a la FSH (Gutiérrez *et al*., 2000). En las ovejas tratadas con bST, no obstante que la bST favorece el desarrollo folicular, no se tiene evidencia de un incremento de la tasa de ovulación (Davis *et al*., 1990; Joyce *et al*., 1998).

En los primeros estudios con bST en la oveja con propósitos reproductivos, Rosas *et al*. (1995) observaron un efecto favorable del tratamiento el día del servicio, ya que las ovejas tratadas tuvieron embriones que alcanzaron etapas más avanzadas de desarrollo que las ovejas testigo. Tomando en consideración el estudio realizado con cabras sincronizadas por Domínguez *et al.*, 2001, en el cual dos grupos de cabras recibieron una inyección de 100 mg de bST, un grupo 5 días antes del retiro de la esponja de FGA y el otro grupo 10 días antes. La tasa de ovulación no varió entre los grupos tratados con bST 5 y 10 días, y el grupo testigo ($p > 0.05$).

En el grupo testigo hubo una diferencia en la prolificidad de cabras primíparas (1.16±0.16) y cabras multíparas (1.77±0.11); sin embargo, el tratamiento con bST provocó la desaparición del efecto de la paridad (interacción tratamiento/paridad; $p < 0.05$). Además, la tasa de ovulación fue similar entre las cabras primíparas tratadas con bST y testigos lo que permite proponer que el aumento en la prolificidad en las cabras primíparas se puede deber a un aumento de la supervivencia embrionaria. Por tanto, el propósito de este trabajo fue evaluar la inyección de bST cinco días antes de retirar la esponja de FGA y eCG al momento de retirarla incrementa la fertilidad y prolificidad en ovejas Pelibuey.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la Posta Zootécnica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Ubicada en los Paralelos 18º 47´ 6´´ y 18º 57´ 6´´ Latitud Norte y los Meridianos 97º 40´00´´ y 48º 54´ 00´´ de Longitud Occidental Se utilizaron 100 ovejas Pelibuey de diferente número de partos. A todas las ovejas se les insertó una esponja intravaginal impregnada con 45 mg de FGA durante 12 días. Cinco días antes del retiro del progestágeno, las ovejas fueron asignadas al azar a cuatro tratamientos: 1) BST (*n*=25) recibieron 125 mg de bST vía SC cinco días antes de retirar la esponja de FGA; 2) eCG (n=25), recibieron 300 UI de eCG vía SC al momento de retirar la esponja; 3) BST+eCG (*n*=25) recibieron 125 mg de bST vía SC cinco días antes de retirar la esponja de FGA y 300 UI eCG vía IM al momento de retirar la esponja con FGA; 4) testigo (*n*=25) no recibieron bST ni eCG. Se comparó la proporción de ovejas que presentaron estro, el porcentaje de concepción y la proporción de ovejas con parto múltiple. Se observaron estros durante cinco días o hasta que todas las ovejas presentaron signos de celo. Respuesta estral (% de presentación de estro), horas de inicio del estro, Fertilidad, Prolificidad Se realizó estadística descriptiva, un ANOVA y una Prueba de Tukey para comparar medias entre grupos. SPSS 15. 2007.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1. Se presentan los porcentajes de ovejas con diferente tipo de parto y el promedio de cordero nacidos por hembra.

**Cuadro 1.** Efecto de un tratamiento de 125 mg de bST 5 días antes de remover la esponja de Acetato de Fluorogestona (FGA), eCG 300 UI al retiro de la esponja y el efecto aditivo de eCG+SBT.

| Grupos | n | Porcentaje de ovejas con diferente tipo de parto* | | | Corderos nacidos por parto |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Simples | Dobles | Triples | |
| eCG | 25 | 31.25 | 68.75* | 0 | 1.69* |
| bST | 25 | 65 | 35 | 0 | 1.35 |
| Testigo | 25 | 80 | 20 | 0 | 1.20 |
| eCG+SBT | 25 | 20 | 64* | 16* | 1.96* |

* La proporción de ovejas con diferente tipo de parto es diferente ($p < 0.05$). **El porcentaje de ovejas con diferentes tipos de parto se calculó en base al número de ovejas que presentaron celo cubiertas/el número de ovejas que parieron (partos simples, dobles, triples).

El incremento de la prolificidad puede deberse a los efectos de la bST sobre el desarrollo embrionario y no sobre la tasa de ovulación, ya que en diversos estudios (Joyce *et al*., 1998, 2000) la hormona del crecimiento no ha aumentado la tasa de ovulación en la oveja. Para conocer el mecanismo de acción de la bST en la prolificidad, se realizó un estudio para probar si el tratamiento con bST 5 días antes de retirar la esponja afecta la tasa de fertilización y el desarrollo embrionario.

En éste trabajo se encontró que el porcentaje de óvulos fertilizados fue mayor ($p < 0.001$) en el grupo bST (85.7) que en el grupo testigo (62.0), el porcentaje de embriones transferibles fue similar ($p > 0.832$) en ambos grupos (bST = 88.5 *vs* testigo = 87.5); sin embargo, una proporción mayor

($p < 0.001$) de los embriones alcanzó la etapa de blastocisto en las ovejas tratadas con bST (77.6%) en comparación con las testigo (48.5%); asimismo, los blastocistos de las ovejas del grupo bST tuvieron más células que los del grupo testigo (88.9 *vs* 76.1, respectivamente; $p < 0.009$).

Como lo menciona Wahtes et al. (1998ª), las concentraciones de IGF-I e insulina, fueron más altas ($p < 0.001$) en las ovejas que recibieron bST que en las ovejas del grupo testigo y las concentraciones de progesterona fueron similares entre grupos ($p > 0.498$). Los resultados del presente experimento pueden explicar, en parte, las observaciones hechas por Carrillo *et al.,* (2006), en las cuales las ovejas que recibieron la bST cinco días antes del retiro del progestágeno, tuvieron un incremento de la prolificidad.

Así, los niveles altos de bST, IGF-I e insulina que se reflejaron en el trabajo anterior, pudieron favorecer el porcentaje de fertilización y la sobrevivencia embrionaria. La respuesta estral fue similar en los cuatro grupos ($p > 0.05$). Dando como resultado que las ovejas de los grupos Testigo, eCG Vs bST y bST+eCG tuvieran un porcentaje mayor de concepción (66.6, 65.2 Vs 83.3 y 100%), lo cual se reflejó en un incremento de la prolificidad (1.20, 1.35, Vs 1.69 y 1.96) respectivamente.

## CONCLUSIONES

En conclusión, el tratamiento con BST cinco días antes de retirar la esponja de FGA más eCG al momento de retirar la esponja incrementa el porcentaje de concepción y la prolificidad en ovejas Pelibuey.

## LITERATURA CITADA

Carrillo, F., J. Hernández-Cerón, V. Orozco, J. A. Hernández and C. G. Gutiérrez. 2006. A single dose of bovine somatotropin 5 days before the end of progestin-based estrous synchronization increases prolificy in sheep. Animal Reproduction Science 2: 1324-1330.

Davis, S. R., J. F. Smith and P. D. Gluckman. 1990. Effects of growth hormone injections on ovulation rate in ewes. Reproduction, Fertility and Development 2: 173-178.

Domínguez, Y., J. Hernández, A. Rodríguez y C. G. Gutiérrez. 2001. Efecto de la inyección de 100 mg de bST 5 y 10 días antes del retiro de la esponja de FGA sobre la tasa ovulatoria y la fertilidad en cabras. *In:* Memorias del XXV Congreso Nacional de Buiatría; 2001 agosto 16-18; Veracruz (Ver) México (DF): Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, A.C., 2001:240 p.

Joyce, I. M., M. Khalid and W. Haresign. 1998. Growth hormone priming as an adjunct treatment in superovulatory protocols in the ewe alters follicle development but has no effect on ovulation rate. Theriogenology 50: 873-884.

Joyce, I. M., M. Khalid and W. Haresign. 2000. The effect of recombinant GH treatment on ovarian follicle growth and atresia in sheep. Theriogenology 54: 327-338.

Rosas, P. J., Q. L. Zarco y M. J. Valencia. 1995. Efecto de un tratamiento corto de somatotropina bovina recombinante (rbST) sobre la función lútea y el desarrollo embrionario temprano en la oveja superovulada. Veterinaria México 26 (Suppl 2): 339.

Scaramuzzi, R. J., N. R. Adams, D. T. Baird, B. K. Campbell, J. A. Downing, J. K. Findlay, K. M. Henderson, G. B. Martin, K. P. McNatty and A. S. McNeilly. 1993. A model for follicle selection and the determination of ovulation rate in the ewe. Reproduction Fertility and Development 5: 459-478.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# FERTILIDAD Y PROLIFICIDAD DE OVEJAS ANÉSTRICAS USANDO ESPONJAS INTRAVAGINALES

# [FERTILITY AND PROLIFICITY OF ANESTRIC SHEEP USING INTRAVAGINAL SPONGES]

**Alejandro Córdova Izquierdo[1§], Adrian E. Iglesias Reyes[1], Juan Eulogio Guerra Liera[2], Abel E. Villa Mancera[3], Maximino Méndez Mendoza[3], Rubén Huerta Crispín[3], Ma. De Lourdes Juárez Mosqueda[4], Armando Gómez Vázquez[5], Jaime Olivares Pérez[6], Gustavo Ruiz Lang[1], Silvia D. Peña Betancourt[7], Raúl Sánchez Sánchez[7], Román Espinosa Cervantes[1]**

[1]Departamento de Producción Agrícola y Animal. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, México, CDMX. [2]Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Sinaloa, México. [3]Facultad de Veterinaria. Benemérita Universidad autónoma de Puebla, México. [4]FMVZ-UNAM. [5]División Académica de Ciencias Agropecuarias. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. [6]Unidad Académica de Veterinaria. Universidad Autónoma de Guerrero, México. [7]Departamento de Reproducción. INIA. Madrid, España. [§]Autor para correspondencia: (acordova@corre.xoc.uam.mx).

## RESUMEN

La sincronización de ovejas en temporada anéstrica, es un método sumamente útil en las unidades de producción ovina, permite obtener crías en época no reproductiva; sin embargo, en ocasiones resulta incosteable para el ovinocultor. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del uso de esponjas de elaboración doméstica y comercial sobre el porcentaje de estro, fertilidad y prolificidad en ovejas anéstricas. Se utilizaron 60 ovejas suffolk/hampshire anéstricas estacionales, divididas en tres grupos. Tratamiento 1 (T1), 25 ovejas, a cada una se le colocó una esponja intravaginal de elaboración doméstica con 40 mg de Progesterona; Tratamiento 2 (T2) con 25 ovejas, se les colocaron esponjas intravaginales comerciales con 20 mg de Cronolone. En ambos tratamientos, las esponjas permanecieron en las ovejas durante 12 días y éstas recibieron 400 U.I de eCG vía intramuscular 24 horas antes de retirar las esponjas; Grupo Testigo (GT) con 10 ovejas. El porcentaje de presentación de estro fue diferente entre grupos (T1=72%, T2=92% y GT=50). En cuanto al porcentaje de fertilidad, se observaron diferencias (T1=64%, T2=76% y GT=50%). No se observaron diferencias en el porcentaje de prolificidad; en todos los tratamientos los partos fueron simples. En conclusión, las ovejas anéstricas tratadas con esponjas intravaginales de elaboración doméstica son inducidas al estro de forma eficiente y mostraron un porcentaje de gestación aceptable en comparación con las esponjas de elaboración comercial; además, el costo de elaboración es relativamente bajo comparado con los productos existentes en el mercado; el uso de esponjas intravaginales de elaboración doméstica es un método económicamente viable para el ovinocultor.

**Palabras clave:** Gestación, hembras ovinas, sincronización.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## ABSTRACT

The synchronization of sheep in the anetric season, is an extremely useful method in sheep production units, allows to obtain offspring in non-breeding season; however, it is sometimes unaffordable for the ovine farmer. The objective of the present work was to evaluate the effect of the use of sponges of domestic and commercial elaboration on the percentage of estrus, fertility and prolificacy in ancestric sheep. A seasonal suffolk/hampshire ancestry sheep were used, divided into three groups. Treatment 1 (T1), 25 sheep, each one was given a home-made intravaginal sponge with 40 mg of Progesterone; Treatment 2 (T2) with 25 sheep, commercial intravaginal sponges were placed with 20 mg of Cronolone. In both treatments, the sponges remained in the sheep for 12 days and they received 400 U.I of eCG intramuscularly 24 hours before removing the sponges; Witness Group (GT) with 10 sheep. The percentage of estrus presentation was different between groups (T1 = 72%, T2 = 92% and GT = 50). Regarding the percentage of fertility, differences were observed although not very significant (T1 = 64%, T2 = 76% and GT = 50%). No differences were observed in the percentage of prolificacy; in all the treatments the deliveries were simple. In conclusion, the anetric sheep treated with intravaginal sponges of domestic elaboration are induced to estrus in an efficient way and showed an acceptable percentage of gestation in comparison with the sponges of commercial elaboration; In addition, the cost of processing is relatively low compared to the products existing in the market; the use of intravaginal sponges of domestic elaboration, is an economically viable method for the ovinecultor; nevertheless, a higher dose of eCG is necessary to increase the prolificacy percentage.

**Index words:** Gestation, sheep, synchronization.

## INTRODUCCIÓN

El crecimiento progresivo de la población humana, contrariamente a la producción de alimentos, ha obligado al hombre a buscar nuevas y mejores técnicas en la producción agropecuaria, para satisfacer sus necesidades nutricionales básicas. En México la producción de ovinos se ha incrementado significativamente. Sin embargo, la producción de esta especie es muy baja y no alcanza a cubrir las demandas de consumo de carne de la población nacional. Lo anterior hace necesario el desarrollo y la aplicación de tecnologías de tipo reproductivo que eleven la población ovina en relación con la demanda (Cabañas *et al*., 2006; Catalano *et al*., 2007).

Una de estas tecnologías es la sincronización de estros, la cual permite inducir al estro a un número determinado de borregas con la finalidad de preñarlas en un periodo de tiempo programado, para así obtener hasta tres partos en dos años; esta práctica de inducción es muy efectiva cuando las ovejas están fuera de época reproductiva, por esta razón es ampliamente utilizada en el mundo. Existe una gran variedad de métodos y productos hormonales que son eficientes y mejoran la reproducción en animales domésticos. Sin embargo, en sistemas de producción rural con baja tecnificación, la sincronización no se aplica principalmente por la baja disponibilidad y el alto costo de los productos, que resultan incosteables para el pequeño productor, así como el desconocimiento de la metodología para la fabricación y aplicación de protocolos de

sincronización (9), por lo que la implementación de técnicas caseras permitirán al pequeño productor obtener a bajo costo beneficios similares a los que ofrecen los productos comerciales.

La sincronización de estros puede realizarse mediante distintos métodos, pudiendo ser estos naturales o artificiales (Anwar *et al*., 2008; Arroyo *et al*., 2006). Los métodos artificiales más empleados son la utilización de progestágenos mediante esponjas impregnadas con análogos sintéticos de progesterona, Acetato de Medroxiprogesterona (MAP) y Acetato de Fluorogestona (FGA). El fundamento de este método es producir en los animales un efecto similar al producido naturalmente por la progesterona, esto es, una prolongación de la fase luteal y una inhibición de la acción de las gonadotropinas y por lo tanto de las etapas finales de maduración de los folículos. Al retirarse las esponjas se anula la administración del progestágeno y con ello la inhibición de las gonadotrofinas, debido a esto, las ovejas se sincronizan en un estado similar de su ciclo estral, entrando la mayoría de las ellas en celo, en un periodo corto de tiempo (Gibbons y Cueto, 2007).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del uso de esponjas de elaboración doméstica y comercial sobre el porcentaje de estro, fertilidad y prolificidad en ovejas suffolk/hampshire anéstricas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 60 ovejas Suffolk/Hampshire de entre 2 y 5 años de edad (de dos a cuatro partos) divididas en tres grupos: Tratamiento 1 (T1), 25 ovejas con esponja intravaginal de elaboración doméstica impregnada con 40 mg de Progesterona por 12 días, más 400 U.I de eCG vía intramuscular 24 horas antes de retirar las esponjas. Tratamiento 2 (T2) 25 ovejas con esponja intravaginal de elaboración comercial impregnada con 20 mg de cronolone por 12 días, más 400 U.I de eCG vía intramuscular 24 horas antes del retiro de las esponjas. Grupo Testigo (GT) 10 ovejas.

Para la detección de estros, se repartieron las ovejas en tres corrales con 20 animales, cada uno con un semental entero destinado a montar, marcar y cubrir a las ovejas. La detección se llevó a cabo por observación directa (6:00am-11:00 y 3:00pm-8:00pm) durante 3 días a partir de las 24 horas posteriores al retiro de las esponjas. El diagnóstico de gestación se determinó mediante la observación del no retorno al estro de 15 a 18 días posteriores a la monta. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de estro (porcentaje de animales que permitieron la monta dentro del periodo de detección de estros sobre el total de hembras tratadas), porcentaje de fertilidad (número de ovejas no repetidoras entre el total de ovejas tratadas) y porcentaje de prolificidad (porcentaje de ovejas que parieron 1, 2 ó 3 crías sobre el total de ovejas gestantes).

### Fabricación doméstica de las esponjas

Se cortó la esponja (tapicería) en círculos iguales de 4 cms de diámetro mediante un sacabocados de cobre, se atravesó cada una de ellas con 60 cm de hilo de algodón con una aguja a lo largo y de regreso. Luego de atravesar la esponja se anudaron los hilos, se esterilizaron mediante la introducción en agua en ebullición por 15min y posteriormente se pusieron a escurrir. Cada una de

las esponjas secas. Se colocó en cada compartimento de un molde para cubos de hielo y se les administraron 40 mg de progesterona por esponja, se dejaron reposar por 60 minutos y se les colocó 1 ml de enrofloxacina al 5%, posteriormente se cubrieron con una bolsa nueva.

**Colocación de las esponjas intravaginales**

Antes de colocar las esponjas en la vagina de las hembras, se lavó la vulva utilizando agua y jabón neutro, se introdujo la esponja intravaginal tomándola con guantes en el extremo biselado del aplicador, cuidando que el hilo quedara hacia fuera, el vástago se colocó dentro del aplicador hasta hacer contacto con la esponja, se humedeció el aplicador externamente con vaselina, el aplicador y el vástago se introdujeron hasta el fondo de la vagina, retrayendo el aplicador 3-4 cm manteniendo el vástago en su sitio hasta liberar la esponja, ambos fueron retirados dejando los hilos fuera para su posterior retiro. Cada oveja fue registrada e identificada con el tipo de tratamiento administrado.

**Aplicación de eCG**

24 horas antes del retiro de las esponjas, se administró 400 U.I. de eCG por vía intramuscular a todas las ovejas de ambos tratamientos.

**Retiro de las esponjas intravaginales**

Doce días después se realizó el retiro de las esponjas tirando de los hilos suavemente hacia atrás, manteniendo una leve inclinación hacia abajo. Las esponjas de las cuales se desprendieron los hilos antes del retiro fueron extraídas cuidadosamente con pinzas quirúrgicas estériles.

**Detección de estros**

Para la detección de estro, las ovejas tratadas y las del grupo testigo, fueron repartidas equitativamente en tres corrales con 20 animales y un macho para montar, marcar y cubrir a las ovejas. También se detectaron por observación directa en un horario de 6:00 am a 11:00 y de 3:00 a 8:00 pm a partir de las 24 horas posteriores al retiro de las esponjas, durante 3 días.

**Diagnóstico de gestación**

El diagnostico de gestación se determinó mediante la observación del no retorno a estro, 15 a 18 días posteriores a la monta.

**Partos**

Se atendieron la mayor cantidad de partos posible, limpiando y reanimando a la cría cuando así se requiriera. Se destinaron dos corrales cubiertos de la intemperie para los nacimientos, en los cuales se introducía a la cría con su madre durante una semana o hasta que el cordero pudiera seguirla en el pastoreo. Se registró cada uno de los partos.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los Cuadros 1, 2 y 3 se presentan los resultados de la presentación de estros, porcentaje de fertilidad y el costo por tipo de esponja, respectivamente.

**Cuadro 1.** Presentación de estros.

| | Tratamiento | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Horas de presentación | T1 | | T2 | | GT | |
| | N | % | N | % | N | % |
| 24 | 2 | 8% | 0 | 0% | 2 | 20% |
| 48 | 11 | 44% | 14 | 56% | 3 | 30% |
| 72 | 5 | 20% | 9 | 36% | 0 | 0% |
| Total | 18 | 72% | 23 | 92% | 5 | 50% |

T1=Esponjas de fabricación doméstica. T2=Esponjas Comerciales. GT=Grupo Testigo. N=Número de animales.

**Cuadro 2.** Porcentaje de fertilidad.

| | Tratamiento | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Fertilidad | T1 | | T2 | | GT | |
| | N | % | N | % | N | % |
| Ovejas Gestantes | 16 | 64% | 19 | 76% | 5 | 50% |

T1=Esponjas de fabricación doméstica. T2=Esponjas Comerciales. GT=Grupo Testigo. N=Número de animales.

**Cuadro 3.** Costo por tipo de esponja.

| Tratamiento | Material | Costo/oveja en pesos |
|---|---|---|
| Esponja Comercial | Esponja | 64.00 |
| | Aplicador | 12.00 |
| | eCG (Gonaforte-Parfarm) | 14.00 |
| | Yodo | 0.80 |
| | Gasas | 0.80 |
| | Total | 91.60 |
| Esponja de fabricación doméstica | Esponja de tapicería | 0.30 |
| | Hilo de algodón | 0.20 |
| | Aplicador | 12.00 |
| | Progesterona (Fort Dodge) | 10.80 |
| | Enroxil | 2.00 |
| | Hieleras | 1.20 |
| | Bolsas | 0.40 |
| | eCG (Gonaforte-Parfarm) | 14.00 |
| | Yodo | 0.80 |
| | Gasas | 0.80 |
| | Total | 42.50 |

**Presentación de estros**

En cuanto al porcentaje de inducción al estro, este fue de 72% en el grupo de las ovejas tratadas con las esponjas intravaginales de fabricación doméstica más 400 U.I. de eCG, contra un 92% en el tratamiento con el producto comercial, mientras que para el grupo testigo, el porcentaje fue de 50%. En todos los casos, el estro se presentó después de 24 horas del retiro de las esponjas, presentándose la mayor parte alrededor de las 48 horas posteriores (Cuadro 1).

**Fertilidad**

La fertilidad, expresada como ovejas gestantes sobre ovejas tratadas, mostró los siguientes resultados (Cuadro 2). El porcentaje de fertilidad obtenido en el presente trabajo fue de 64% para el grupo tratado con esponjas de fabricación doméstica y de 76% para el tratamiento con esponjas comerciales, mientras que para el grupo testigo el resultado obtenido fue del 50%.

**Prolificidad**

Con respecto a la prolificidad, no se observaron diferencias entre los animales tratados con esponjas de fabricación doméstica, de fabricación comercial y los del grupo testigo; todas las hembras presentaron partos simples.

**Viabilidad económica**

La evaluación de la viabilidad económica de las esponjas de fabricación doméstica se determinó mediante la comparación de gastos entre dicho tratamiento y el realizado con las esponjas comerciales (Cuadro 3).

El análisis de costos mostró diferencias económicas importantes, el costo por animal inducido fue más elevado para el producto comercial (T2) con un costo por borrega de 91.60 pesos; la esponja de fabricación doméstica tuvo un costo de 42.50 pesos, resultando en un 53.6 % más barata que la esponja de fabricación comercial; aun cuando la esponja de fabricación doméstica tuvo una eficacia de 21.7% menor a las de fabricación comercial, no afecta su rentabilidad, desde el punto de vista costo-beneficio.

El control de la actividad reproductiva es una técnica de manejo fundamental en las modernas unidades de producción de ovinos, ya que permite aumentar su rentabilidad. Posibilita una mejor planificación de actividades como la alimentación y las épocas de cubrición y de parición, según las variaciones anuales de la demanda del mercado y los recursos. En consecuencia, se incrementan las tasas de fertilidad y de nacimientos, la productividad del sistema (número de canales/número de ovejas cubiertas) y la obtención de productos de mayor calidad y más homogéneos (Azevedo *et al*., 2006).

Los resultados de presentación de estro, encontrados en este trabajo (Cuadro 1) coinciden con los reportados por (Uribe-Velazquez *et al*., 2008), quienes indicaron que el suministro de FGA más

PMSG induce a la presencia de estro de 36-72 horas posteriores al retiro del implante de FGA en ovejas Bergamacia.

En el trabajo realizado por (Estrada *et al*., 2009) se obtuvo que el uso de esponjas fabricadas de forma doméstica, indicaron parámetros reproductivos, porcentaje de estro y fecundaciones similares a los reportados en estudios, en donde se utilizaron esponjas comerciales para sincronizar estros; en el trabajo de estos autores con esponjas de fabricación doméstica, obtuvieron al retiro, un resultado de 79 % estro y 58 % de gestación. En el presente trabajo, con esponjas de fabricación doméstica, se obtuvo como resultado 72 % en la presentación de estros y 64 % de gestación (tablas 1 y 2), siendo este último más favorable, aún con los resultados obtenidos de menor porcentaje de estro, al comprarlo con los que obtuvieron los autores antes citados.

En el presente trabajo, no se obtuvieron resultados en cuanto a prolificidad, ya que todas las hembras, consideradas en el trabajo, tuvieron partos simples. Esto difiere con lo presentado por (Raso *et al*., 2006), donde al utilizar esponjas impregnadas con Acetato de Medroxiprogesterona (MAP) durante 12 días más 300 U.I. de PMSG al retiro de las esponjas, obtuvieron 14 crías de 10 hembras. En nuestro trabajo, se esperaba obtener porcentajes de prolificidad; sin embargo, probablemente la condición corporal de los animales fue una de las cusas de estos resultados.

## CONCLUSIONES

En conclusión, se puede decir que la sincronización de ovejas suffolk/hampshire anéstricas con esponjas de fabricación doméstica, es un método sumamente eficaz, útil, práctico y económico; es una posibilidad para el criador de ovinos ante los elevados costos que representa la sincronización con productos comerciales, dándole así un mayor número de crías por año haciendo más rentable la producción ovina.

## LITERATURA CITADA

Anwar, M., A. Riaz, N. Ullah and M. Rafiq. 2008. Use of ultrasonography for pregnancy diagnosis in balkhi sheep. Vet. J. 28(3): 144-146.

Arroyo, L. J., J. Gallegos-Sánchez, G. A. Villa y M. J. Valencia. 2006. Sistemas neurales de retroalimentación durante el ciclo reproductivo anual de la oveja. INCI. (1): 8-15.

Azevedo, J. M., R. C. Valentim y T. M. Correa. 2006. Control hormonal de la actividad ovárica en ovinos. Albéitar. Publicación para Veterinarios y Técnicos del sector de animales de producción. 98: 6-8.

Cabañas, H. A., R. C. Reyes, A. Promartínez y S. J. Gallegos. 2006. Presentación de estros en ovejas Pelibuey con PGF2α sola o combinada con Acetato de Fluorogestona y Gonadotropina Coriónica Equina. Benemérita UAP. Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 369-371.

Catalano, R. I., M. Teruel, J. Cabodevilla y S. Callejas. 2007. Efecto de diferentes dosis de gonadotrofina coriónica equina sobre la respuesta reproductiva de hembras ovinas con un tratamiento para inducción de celos. Facultad de Ciencias Veterinarias. UNCPBA. Campus Universitario.

Estrada, G. M., C. B. Tintori R., F. Mariñelarena, F. G. Corral, G. A. Anchondo, M. C. Rodríguez, A. A. Grado J. y G. A. Ramírez. 2009. Propuesta para la fabricación y uso de una esponja para sincronizar estros y su respuesta a la fertilidad en ovejas. Tecnociencia Chihuahua 3(3): 154-159.

Gibbons, A. y M. Cueto. 2007. Inseminación Artificial con semen fresco en ovinos. Grupo de Reproducción Área Producción Animal. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Estación Experimental Agropecuaria Bariloche Argentina (INTA EEA BARILOCHE). Revista Presencia 51: 8-12.

Raso, M., C. Buratovich y M. Villa. 2006. Comparación de cuatro tratamientos de sincronización de celos en ovinos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Estación Experimental Agropecuaria (INTA EEA) Bariloche. Argentina Ganadería. 9: 1-6.

Uribe-Velásquez, L. F., S. M. I. Lenz y E. A. M. Loaiza. 2008. Efecto de la sincronización del estro con Prostaglandina $F_2$-VS CIDR + 500 UI de ECG en ovejas Bergamacia durante el inicio de la fase luteal. Revista Científica FCV-LUZ. 18 (4): 368-373.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EL AMAMANTAMIENTO CONTROLADO Y EFECTO MACHO COMO ESTRATEGIAS REPRODUCTIVAS EN OVEJAS EN EL POSTPARTO EN CONDICIONES DE TRÓPICO

# [CONTROLLED BREASTFEEDING AND MALE EFFECT AS REPRODUCTIVE STRATEGIES IN SHEEP IN THE POSTPARTUM IN TROPICAL CONDITIONS]

**Frankie Medina-Cruz[1], Carolina Flota-Bañuelos[2], Veronica Rosales-Martínez[2], Silvia Fraire-Cordero[2§]**

[1]Escuela Superior de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Campeche. Calle 53 SN, Escárcega, Campeche. C.P. 24350. [2]CONACyT-Colegio de postgraduados, Campus Campeche. Carretera Haltunchén-Edzná km 17.5, Sihochac, Champotón, Campeche. C.P. 24450. [§] Autor para Correspondencia: (frairec@colpos.mx).

## RESUMEN

Se realizó un experimento con la finalidad de evaluar la respuesta reproductiva postparto de ovejas de pelo al uso del efecto macho por 20 días, control del amamantamiento y un protocolo de inducción-sincronización del estro por nueve días con progesterona. Se evaluó el porcentaje de ovulación a los 32 días, la incidencia, inicio al estro y la parición. Se utilizaron 30 hembras, asignadas al azar a uno de dos tratamientos. T1 = Amamantamiento continuo + Sin macho (AC+SM; *n* = 15) y T2 = Amamantamiento Controlado + Efecto macho (Ac+EM; *n* = 15). El análisis de datos se realizó mediante el método de tiempos de vida y modelos de regresión logística. Para el porcentaje de ovulación se encontraron diferencias *($p \leq 0.05$)* para el grupo de ovejas con control del amamantamiento y expuestas al macho (T2; 93.3 %) con respecto a las que no tuvieron ningún manejo y no expuestas (60.0 %). La incidencia al estro fue similar entre tratamientos (T1= 100 % y T2= 93.3 %). El inicio del estro fue diferente *($p \leq 0.05$)* para las ovejas de T2 (54.5 ± 5.2 h) en comparación con las ovejas de T1 (30.1 ± 3.0 h). La parición fue mayor *($p \leq 0.05$)* para las ovejas de T2 (92.8 %) que para T1 (66.6 %). Se concluye que el control del amamantamiento y la presencia del carnero influyeron positivamente sobre el restablecimiento ovárico postparto a los 32 días en ovejas de pelo y puede utilizarse como estrategia para mejorar la eficiencia reproductiva durante un protocolo de inducción-sincronización del estro en ovejas en el postparto.

**Palabras clave:** Anestro postparto, bioestimulación con carneros, ovinos, reproducción.

## ABSTRACT

An experiment was conducted in order to evaluate the postpartum reproductive response of hair sheep to the use of the male effect for 20 days, breastfeeding control and an induction-synchronization protocol of estrus for nine days with progesterone. The percentage of ovulation was evaluated at 32 days, the incidence, onset to estrus and delivery. Thirty females were used, randomly assigned to one of two treatments. T1 = Continuous breastfeeding + Without male (AC + SM; *n* = 15) and T2 = Controlled breastfeeding + Male effect (Ac + EM; *n* = 15). Data analysis was performed using the method of lifetimes and logistic regression models. For the percentage of ovulation differences were found *($p \leq 0.05$)* for the group of sheep with breastfeeding control and

exposed to the male (T2; 93.3%) with respect to those who had no handling and not exposed (60.0%). The incidence of estrus was similar between treatments (T1= 100% and T2= 93.3%). The onset of estrus was different *($p \leq 0.05$)* for T2 sheep (54.5 ± 5.2 h) compared to T1 sheep (30.1 ± 3.0 h). The calving was greater *($p \leq 0.05$)* for sheep of T2 (92.8%) than for T1 (66.6%). It is concluded that breastfeeding control and the presence of the ram positively influenced postpartum ovarian restoration at 32 days in sheep and can be used as a strategy to improve reproductive efficiency during an induction-synchronization protocol of estrus in sheep in the postpartum.

**Index words:** Postpartum anestrus sheep biostimulation with rams, ovine, reproduction.

## INTRODUCCIÓN

En los sistemas de producción de ovinos, la eficiencia reproductiva representa uno de los aspectos económicos más importantes y junto con otros factores determinan la rentabilidad de la granja. Para lograr una aceptable eficiencia reproductiva se debe tratar de reducir el periodo de anestro postparto, que es el periodo de tiempo después del parto durante el cual no existe una frecuencia suficiente de pulsos de la hormona estimuladora de gonadotropinas y hormona luteinizante (GnRH/LH) que permitan el desarrollo final del folículo y la consiguiente ovulación (Sosa *et al*., 2006). Algunos de los principales factores que influyen en este periodo son: el amamantamiento, la raza, la condición corporal, la nutrición y la presencia de machos (Arroyo-Ledezma *et al*., 2000). Es por ello que el control del amamantamiento, suele acortar este periodo sin afectar la ganancia de peso ni la mortalidad de corderos (Morales *et al*., 2004; Castillo-Maldonado *et al*., 2013) ya que suele reducir el efecto negativo del estradiol sobre la secreción de pulsos de GnRH/LH. Otro método es la bioestimulación con el carnero o "efecto macho" el cual por medio de señales socio-sexuales incrementa la frecuencia de pulsos de GnRH/LH e induce la ovulación en las hembras (Martin y Reza, 2016). Estudios realizados con bovinos y ovinos muestran que estos factores reducen el periodo postparto e incrementan el número de hembras que ovula (Morales-Terán *et al*., 2011; Castillo-Maldonado *et al*., 2013; Fraire-Cordero *et al*., 2018). El objetivo del presente estudio fue evaluar la respuesta reproductiva postparto de ovejas de pelo al uso del efecto macho por 20 días, control del amamantamiento y un protocolo de inducción-sincronización del estro por nueve días con progesterona.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó de abril a septiembre de 2018 en el rancho "La Perla" ubicado en el ejido Manuel Crescencio Rejón del municipio de Calakmul, estado de Campeche. El lugar de estudio se ubica a 390 m, en las coordenadas geográficas 19° 10´ LN y 90° 17´ LO, con clima cálido subhúmedo, lluvias en verano, y humedad media de 64% (García, 2004). Se utilizaron 30 ovejas de pelo adultas, con una edad promedio de 4 años y sus respectivos corderos. El peso promedio de las ovejas fue de 41.4 (± 0.3) kg. A los doce días después del parto, las ovejas y sus corderos fueron distribuidos de manera aleatoria a uno de los siguientes tratamientos (T): T1 = grupo testigo, Amamantamiento continuo + Sin macho (AC+ SM; $n$ = 15) y T2= grupo Amamantamiento controlado + Efecto Macho (T2 = Ac + EM; $n$ = 15).

**Alimentación**

La alimentación fue a libre pastoreo sobre pasto Brizantha (*Brachiaria decumbens* vc Brizantha) de 08:00 a 16:00 h. Adicionalmente se les ofreció en corral 300 g oveja$^{-1}$ de un alimento balanceado comercial (Provi B 82 Borrego E ® PROVI con 15 % de proteína). El agua y las sales minerales (Vitasal reproductor ®, SEPA) se ofrecieron *ad libitum* para todos los animales. Los corderos se alimentaron de la leche de sus madres y a partir del día 12 de edad, se les ofreció un concentrado iniciador medicado con decoquinato (Provi B 81 Corderos ®, PROVI; con 16 % de proteína cruda) *ad libitum*.

**Manejo de los carneros**

Se utilizaron tres carneros de raza Pelibuey con edad promedio de dos años, con una condición corporal de 2.5 unidades en la escala de Russel *et al*. (1969) y con buena libido. Los carneros se aislaron de las hembras un mes antes del parto y fueron alimentados de la misma dieta de las ovejas a razón de 300 g carnero$^{-1}$. En el T2 se introdujo al corral un carnero provisto con un mandil por dos periodos de tiempo de 40 min d$^{-1}$ (07:00 y 18:00 h) a partir del día 12 hasta el día 32 postparto. La rotación de carneros se realizó todos los días para evitar que las ovejas se acostumbraran al mismo carnero.

**Progesterona**

Se tomaron muestras sanguíneas a todas las ovejas 30 y 32 días postparto vía punción de la vena yugular y recolectada en tubos vacutainer sin anticoagulante, se centrifugaron 693 x *g* durante 15 min (2500 rpm, centrifuga Solbat ® C-600), posteriormente se recolectó el suero por decantación y se conservó a -20 °C hasta su análisis. Para la determinación de progesterona ($P_4$) se utilizaron reactivos de radioinmunoanálisis en fase sólida (COAT-A-COUNT ®, Siemens). Se consideró que una oveja restableció su actividad ovárica si en dos muestreos consecutivos se obtuvieron 0.5 ng mL$^{-1}$ de $P_4$ o en un muestreo se obtenía más de 1 ng mL$^{-1}$ de $P_4$ (Thorburn *et al*., 1969).

**Protocolo de sincronización**

Las ovejas fueron sincronizadas al estro al día 32 postparto con un dispositivo intravaginal (CIDR ®, Pfizer) con 0.3 g de $P_4$, durante nueve días. El séptimo día dentro del protocolo se aplicó, vía intramuscular un mL de un análogo de PGF2α (Lutalyse ® Zoetis) a todas las ovejas. El día nueve del protocolo, se retiraron los dispositivos de $P_4$, iniciando la detección de estros con intervalos de 4 h. Se consideró que una oveja no había respondido al tratamiento si no presentó estro durante las primeras 72 h. Para la detección de estros, se utilizaron dos carneros de diferentes razas con edad promedio de dos años, provistos con mandil. Cuando la oveja permaneció inmóvil y permitió la monta del carnero, se consideró que estaba en estro. Posteriormente, 12 h después de haber detectado el estro, las hembras fueron inseminadas naturalmente por medio de machos a los cuales previamente se les había verificado la calidad seminal y las montas fueron de manera controlada.

**Variables y análisis estadístico**

Las variables de respuesta en el estudio fueron: el porcentaje de ovejas que ovularon antes de los 32 días postparto. Dentro del protocolo de inducción-sincronización se evaluaron: la incidencia e inicio al estro y parición. Las ovejas que reiniciaron su actividad ovárica antes de los 32 días postparto se determinó como el número de ovejas que ovularon y detectadas por la cantidad de $P_4$ en suero; la incidencia al estro se calculó como el número de ovejas a las que se les observó manifestaciones externas de estro dividido entre el total de ovejas en el tratamiento. El inicio del estro se calculó como el tiempo al estro de las ovejas, después de retirado el CIDR ® y la parición fue calculada como el número de ovejas que parieron, después del primer servicio, del total de ovejas en el tratamiento. El análisis de la variable tiempo al inicio del estro se realizó mediante el método de tiempos de vida usando la rutina PROC LIFETEST y se establecieron diferencias entre tratamientos con la prueba de Long-Rank. La determinación del número de ovejas que ovularon antes de los 32 días postparto, la incidencia al estro y la parición fueron analizadas con el modelo de regresión logística usando la rutina PROC LOGISTIC. Todos los análisis fueron realizados usando SAS/STAT (SAS, 2002).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el porcentaje de ovejas que ovularon antes de los 32 días postparto se encontraron diferencias *($p \leq 0.05$)* para las ovejas expuestas al macho y al control del amamantamiento (T2) con respecto a las que no fueron expuestas a ningún manejo (Cuadro 1). Posiblemente estos resultados se beben al estímulo del macho, ya que es conocido que la presencia de machos estimula la secreción de GnRH y LH provocando la reactivación ovárica de hembras para presentar una ovulación (Fabre-Nys *et al*. 2015). Además de que el control del amamantamiento parece ser un estímulo positivo para disminuir el efecto negativo que este ejerce de forma normal sobre la secreción pulsátil de GnRH/LH. En un estudio similar, pero introduciendo un macho en dos lapsos de tiempo de 30 min Morales-Terán *et al*. (2011) encontraron un porcentaje de ovulación a los 51 días de 57 %, siendo inferior al encontrado en este estudio, la diferencia podría deberse al tiempo de contacto entre los machos y las hembras y la cantidad de hembras utilizadas en ambos estudios. Lassoued *et al*. (2004) encontraron que todas las ovejas ovularon con la presencia continua del macho antes de los 50 días postparto, siendo el promedio de días a la primera ovulación de 20.3 (± 9.7). Es evidente que el uso del efecto macho aunado al control del amamantamiento son estímulos positivos para reactivar la ciclicidad en las hembras en anestro postparto.

No se observó diferencia *($p > 0.05$)* para la incidencia al estro entre ambos tratamientos (Cuadro 1). La respuesta muestra la efectividad del progestágeno por médio del CIDR para inducir la presentación del estro en ovejas en el postparto, posiblemente desencadenando un efecto positivo en el crecimiento folicular, incrementando la cantidad de folículos grandes con mayor secreción de estradiol y con potencial para ovular. Siendo el estradiol un componente esencial para presentar las manifestaciones externas de estro en ovejas. En un estudio similar con ovejas en el postparto, con un protocolo de cinco días, encontraron una presentación del estro de 94.4 %, semejante a la encontrada en este estudio (Méndez, 2014).

**Cuadro 1.** Variables reproductivas en ovejas de pelo en el postparto sometidas a efecto macho y amamantamiento controlado.

T. Tratamiento; [a, b,] Letra diferente dentro de cada columna indica diferencia *($p \leq 0.05$)*.

| T | Total de animales | % de ovulación | % Incidencia al estro | H Inicio al estro | % Parición |
|---|---|---|---|---|---|
| T1: Amamantamiento continuo (AC) + Sin Macho (SM) | 15 | 60.0(9) [a] | 100.0(14) [a] | 30.1 ± 3.0 [a] | 71.4(10) [a] |
| T2: Amamantamiento controlado (Ac) + Efecto macho (EM) | 15 | 93.3(14) [b] | 93.3(14) [a] | 54.5 ± 5.2 [b] | 92.8(13) [b] |

El início al estro fue mayor *($p \leq 0.05$)* para T2 en comparación a T1. El mayor tiempo de inicio al estro en las ovejas de T2 sugieren que el estímulo inicial es a nivel hipotalámico incrementando la secreción pulsátil de GnRH/LH y eventualmente a nivel gonadal incrementando el nivel de estradiol para las manifestaciones externas de estro y posteriormente un pico preovulatorio de LH y la ovulación (Fabre-Nys *et al*., 2016) por lo que se cree que se reclutan mayor cantidad de folículos y se mejora la calidad de los mismos en un tiempo mayor en comparación con el solo uso del progestágeno. Castillo-Maldonado *et al*. (2013) encontró que el estro comienza a las 35.8 y 32.8 h después de retirado el CIDR para los tratamientos Ac y EM, respectivamente; utilizando la presencia del carnero 48 horas antes del retiro del CIDR, siendo menores a los encontrados en este estudio para T2. De manera similar Fraire-Cordero *et al*. (2018) observaron un inicio del estro de 31 h con uso de dos machos por dos periodos de tiempo, en donde menciona que la presencia del carnero suele retardar la presentación de estros, pero quizá generar óvulos de mejor calidad capaces de ser fecundados. La presencia del carnero y el control del amamantamiento no ayudo a mejorar el inicio del estro en un protocolo de inducción-sincronización del estro por cinco días en el postparto.

El mejor porcentaje de parición *($p \leq 0.05$)* se encontró para las ovejas expuestas al macho y control del amamantamiento, en comparación con las ovejas testigo (Cuadro 1). Estos resultados muestran que la estimulación hormonal en las hembras ejercida por el carnero y reducción del efecto negativo del estradiol ayudo a mejorar la calidad de los óvulos liberados por lo que se incrementó el porcentaje de parición en comparación con las ovejas testigo en donde el progestágeno logro la ovulación de óvulos de menor calidad incapaces de mantener una gestación y llegar a término. En un estudio similar, Cruz (2011) reportó un porcentaje de parición en ovejas en el postparto del 54 % con el uso del efecto macho, cifra inferior a los encontrados en el presente trabajo.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con las condiciones del experimento, se concluye que la presencia del carnero por 20 días y el control del amamantamiento influyeron positivamente en el restablecimiento ovárico postparto antes de los 32 días en ovejas de pelo y puede utilizarse como estrategia para mejorar las variables reproductivas en un protocolo de inducción-sincronización del estro en el postparto.

## LITERATURA CITADA

Arroyo-Ledezma, J., P. Pérez-Hernández., A. I. Porras-Almeraya, H. Vaquera-Huerta, A. Pro-Martínez y J. Gallegos-Sánchez. 2000. Amamantamiento y concentración sérica de progesterona (P4) posparto en ovejas Pelibuey. Revista Chapingo, Serie Ingeniería Agropecuaria 3: 47-54.

Castillo-Maldonado, P. P., H. Vaquera-Huerta, L. A. Tarango-Arámbula, P. Pérez-Hernández, A. C. Herrera-Corredor y J. Gallegos-Sánchez. 2013. Restablecimiento de la actividad reproductiva posparto en ovejas de pelo. Archivos de Zootecnia 62 (239): 419-428.

Cruz, E. F. 2011. "Efecto macho" y su relación con el anestro postparto en la oveja Pelibuey amamantando. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. 40 p.

Fabre-Nys, C., A. Chanvallon, J. Dupont, L. Lardic, D. Lomet, S. Martinet and J. R. Scaramuzzi. 2016. The "Ram Effect": A "Non-Classical" mechanism for inducing LH surges in sheep. PLoS ONE. 2: 7.

Fabre-Nys, C., M. H. Kendrick and J. R. Scaramuzzi. 2015. The "ram effect": new insights into neural modulation of the gonadotropic axis by male odors and socio-sexual interactions. Frontiers in Neuroscience 9: 3.

Fraire-Cordero, S., J. Salazar-Ortiz, C. Cortez-Romero, P. Pérez-Hernández, C. A. Herrera-Corredor y J. Gallegos-Sánchez. 2018. External stimuli help restore post-partum ovarian activity in Pelibuey sheep. South African Journal of Animal Science 48(2): 337-343.

García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Ed. Instituto de Geografía/UNAM. 5a. Ed. México. 90 p.

Lassoued, N., M. Naouali, G. Khaldi and M. Rekik. 2004. Influence of the permanent presence of rams on the resumption of sexual activity in postpartum Barbarine ewes. Small Ruminant Research 54: 25-31.

Martin, G. B. and Reza and F. T. 2016. Clean, green, ethical (CGE) management: what research do we really need?. The International Journal of Tropical Veterinary and Biomedical Research 1(1): 1-9.

Méndez, R. H. Z. 2014. Somatotropina Bovina Recombinante (rbST) y su efecto en la inducción de la ovulación en ovejas Pelibuey amamantando. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. De México 60 p.

Morales-Terán, G., A. C. Herrera-Corredor, P. Pérez-Hernández, J. Salazar-Ortiz y J. Gallegos-Sánchez. 2011. Influencia del amamantamiento controlado y del efecto macho sobre el restablecimiento de la actividad ovárica postparto en la oveja Pelibuey. Tropical and Subtropical Agroecosystems 13: 493-500.

Morales-Terán, G. A., M. B. Pro, S. C. Figueroa, R. del Sánchez y S. J. Gallegos 2004. Amamantamiento continuo o restringido y su relación con la duración del anestro postparto en ovejas Pelibuey. Agrociencia 38: 165-171.

Russel, A. J. F., J. M. Doney and R. G. Gunn. 1969. Subjetive assessment of body fat in live sheep. Journal Agricultural Science 72: 451-454.

SAS (Statistical Analysis System), 2002. SAS/STAT ® 9.0 User's Guide (Business Analytics software). SAS Institute, Inc., Cary, North Carolina, USA.

Sosa, C. J., A. Abecia, I. Palacín, F. Forcada y A. Meikle. 2006. El reinicio de la ciclicidad ovárica postparto en ovejas está determinado por la condición corporal al parto. *In*: XXXI Jornadas Científicas de Reproducción. Zamora, España. SEOC. pp. 362-365.

Thorburn, G. D., J. M. Bassett y I. D. Smith. 1969. Proegesterone concentrations in the peropheral plasma of sheep during the oestrous cycle. Journal of Endocrinology 45: 459-469.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTOS DE LA ÉPOCA DEL AÑO Y CLIMATOLÓGICOS SOBRE LA CALIDAD SEMINAL EN CARNEROS

# [SEASON OF YEAR AND CLIMATOLOGICAL EFFECTS ON SEMINAL QUALITY IN RAMS]

**Jocelyn Amayrani Paredes Cruz, Arturo Víctor Gómez González, Jorge Osorio Avalos[§]**

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia / Universidad Autónoma del Estado de México [§]Autor para correspondencia: (josorioa@uaemex.mx).

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue medir los efectos de la época del año y las variables de temperatura, humedad y su índice sobre la calidad seminal (volumen, motilidad masal e individual, porcentaje de espermatozoides vivos y concentración espermática). Se utilizaron 10 carneros de las razas Dorper (*n*=2), Dorset (*n*=2), Katahdin (*n*=2), Hampshire (*n*=2) y Suffolk (*n*=2), albergados en el Centro de Mejoramiento Genético Ovino de la UAEM. Las muestras de semen se obtuvieron a través de vagina artificial durante 52 semanas con un total de 781 muestras (primavera *n*=207, verano *n*=230, otoño *n*=176 e invierno *n*=168), registrando la temperatura ambiental, humedad relativa y el índice temperatura-humedad (ITH). Un análisis de varianza fue realizado, mientras que para la comparación de medias entre los efectos se utilizó la prueba de Tukey. Los resultados indicaron que, en las variables evaluadas de la calidad seminal, los efectos de temperatura, humedad e ITH con respecto a la época del año no presentaron diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$). La variable de la temperatura solo tuvo efecto significativo para la motilidad masal ($p < 0.05$); mientras que la humedad tuvo efecto significativo solo para el porcentaje de espermatozoides vivos ($p < 0.05$). Para el caso del índice temperatura-humedad (ITH), no se encontraron efectos significativos sobre todas las características de calidad seminal en el carnero ($p > 0.05$). Con respecto a la época del año, los resultados indicaron que existieron diferencias estadísticamente significativas para todas las variables evaluadas en este estudio ($p < 0.05$). Entre las diferentes razas estudiadas se observó que las épocas de verano y primavera registraron los mejores valores en la calidad seminal, siendo contrario en otoño e invierno, mientras que el factor estacionalidad en aspectos climatológicos no tuvo un efecto claro que afectara su calidad.

**Palabras clave:** Humedad, ITH, semen, temperatura.

## ABSTRACT

The objective of the present study was to measure the effects of the season of year and the variables of temperature, humidity and its index on seminal quality (volume, mass and individual motility, percentage of live sperm and sperm concentration). Ten rams from Dorper ($n = 2$), Dorset ($n = 2$), Katahdin ($n = 2$), Hampshire ($n = 2$) and Suffolk ($n = 2$) breeds, housed in the Center for Ovine

Genetic Improvement, were used. Semen samples were obtained through artificial vagina for 52 weeks with a total of 781 samples (spring $n$ = 207, summer $n$ = 230, autumn $n$ = 176 and winter n = 168), recording the environmental temperature, relative humidity and the temperature-humidity index (ITH). An analysis of variance was performed, while for the comparison of means between the effects the Tukey test was used. The results indicated that in the evaluated variables of the seminal quality, the effects of temperature, humidity and ITH with respect to the time of year did not show significant statistical differences ($p > 0.05$). The temperature variable only had a significant effect for mass motility ($p < 0.05$); while the humidity had a significant effect only for the percentage of live sperm ($p < 0.05$). In the case of the temperature-humidity index (ITH), no significant effects were found on all the seminal quality characteristics in sheep ($p > 0.05$). With respect to the season of year, the results indicated that there were statistically significant differences for all the variables evaluated in this study ($p < 0.05$). Among the different breeds studied it was observed that the summer and spring seasons recorded the best values in the seminal quality, being opposite in autumn and winter, while the seasonality factor in climatological aspects did not have a clear effect that affected its quality.

**Index words:** Humidity, ITH, semen, temperatura.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad puede existir una mayor susceptibilidad del ganado a los efectos negativos de altas o bajas temperaturas, fundamentalmente en aquellas actividades con mayor productividad y una crianza intensiva, este hecho es particularmente cierto en avicultura o ganado porcino y también referido con frecuencia en ganado bovino lechero (Vega *et al.,* 2007). Actualmente los estudios son escasos con respecto al ganado ovino, debido a la gran diversidad de razas en función de la notable adaptación de la especie a diferentes condiciones climáticas y de disponibilidad de recursos, dificultando diseñar ensayos y extrapolar resultados. La temperatura de "confort" en los ovinos es cuando no experimenta sensación de frío ni de calor y se realiza a través de mecanismos físicos, sin gasto de energía. De esta forma, existen distintas aproximaciones para evaluar el estrés térmico.

La libido es una de las primeras características en la reproducción que es afectada por las altas temperaturas en el carnero. La producción de semen de carnero se encuentra influenciada por diversos factores como la raza, edad, medio ambiente (duración de la luz de día, temperatura y humedad) y el manejo, lo que da grandes variaciones en las características del semen (Karagiannidis *et al.,* 2000). La actividad reproductiva del carnero parece estar influenciada por ciertas razas y regiones dentro de un país e inclusive de una región, así por la estación del año, siendo el fotoperiodo la señal ambiental clave que sincroniza el ciclo reproductivo en los ovinos (Kafi *et al*., 2004).

En un estudio realizado con carneros demostraron que la baja calidad del semen está asociada con altas temperaturas durante el verano (Rivera y Cardozo, 1969). Cuando la temperatura del semen es aproximadamente igual a la temperatura normal del cuerpo del ovino (39-40°C), es

indicativo de que existe una mayor tasa metabólica, disminuyendo la vida del espermatozoide (Macaldowie *et al*., 2004). Temperaturas superiores a los 40°C aseguran la muerte del espermatozoide. Caso contrario es la exposición al frío, el cual disminuye el metabolismo y en temperaturas por debajo de 10°C se produce una pérdida irreversible de la viabilidad y la motilidad no se recupera, este fenómeno se conoce como shock por frío (Meléndez, 2014).

Para la producción de semen es necesario que la temperatura testicular esté por debajo de la temperatura corporal (4 a 6°C) (Hafez y Hafez, 2002). No obstante, no es fácil estudiar la incidencia de la temperatura sobre la producción y calidad espermática, sobre todo en la especie ovina en la que, además del calor, el fotoperiodo juega un papel muy importante en la eficiencia reproductiva, de manera que es difícil disociar ambos factores (Vega *et al*., 2007). Por ello en este trabajo se pretende realizar un estudio a través del análisis de los indicadores de la calidad seminal (volumen de eyaculado, motilidad masal e individual, porcentaje de espermatozoides vivos y concentración espermática) observando sus efectos, relacionándolos al registro de la temperatura, humedad y su índice en carneros de diferentes razas y en diferentes épocas del año.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Laboratorio de Procesamiento de Semen del Centro de Mejoramiento Genético Ovino de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UAEM. Los carneros alojados en corrales individuales fueron alimentados dos veces al día con una dieta integral que contiene 14% proteína y 2.9 Mcal Em/Kg M.S. La administración de agua es de libre acceso mediante bebedero automático.

**S**e utilizaron 10 carneros de las razas Dorper (n=2), Dorset (n=2), Katahdin (n=2), Hampshire (n=2) y Suffolk (n=2). Los sementales cuentan con registro de pureza racial y con registro genealógico, con una edad promedio de 3.5 años, que se encuentran albergados en el Centro de Mejoramiento Genético Ovino (CeMeGO), de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UAEM.

Las muestras de semen fueron obtenidas una vez por semana en un periodo de 52 semanas para un total de 781 muestras (primavera n=207, verano n=230, otoño n=176 e invierno n=168), registrando a su vez la temperatura ambiental, la humedad relativa y con base en estas dos variables se calcularon el índice temperatura-humedad de acuerdo con Mader *et al.* (2002). THI = 0.8 x Ta + {HR * (Ta – 14.3)/100} + 46.3, dónde Ta es el promedio de la temperatura ambiental y HR es el promedio de la humedad relativa.

El método de recolección de semen fue por el método de vagina artificial (VA) bajo las condiciones recomendadas por Daza (1997) y Evans y Maxwell (1990). La muestra de semen fue evaluada registrando el volumen de eyaculado, motilidad masal e individual, el porcentaje de espermatozoides vivos a través de un frotis con tinción de eosina-nigrosina y concentración espermática, que al igual que Nunes (2003), se realizó a través de la espectrofotometría con una calibración a 600 nm y en tramitancia. Para este estudio se utilizó una base de datos dentro del

periodo del 21 de marzo de 2017 al 20 de marzo de 2018. Fueron registrados y capturados en Excel. Se agruparán en 4 épocas del año: primavera, verano, otoño e invierno. El estadístico de prueba correspondió a un análisis de varianza (ANDEVA) y la comparación de medias entre los efectos de raza, época, temperatura, humedad relativa y su índice se utilizó la prueba de Tukey. Los datos obtenidos fueron analizados a través del paquete estadístico JMP from SAS V8 para Windows.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Efecto de la temperatura, humedad e índice temperatura-humedad (ITH)

La temperatura no tuvo efecto significativo para el volumen de eyaculado, motilidad individual, porcentaje de espermatozoides vivos y la concentración espermática ($p > 0.05$), solo se observó que cuando la temperatura ambiental se encontraba entre 5.7 y 8.9°C, así como de 18.8 a 22.0°C la motilidad masal fue menor (valor de 2.9, de acuerdo a la escala de Evans y Maxwell, 1987), en cambio cuando la temperatura registró entre 14.0 a 17.0°C hubo una mayor motilidad masal con valores promedio de 4.3 ($p < 0.05$). Con respecto a la humedad no tuvo efecto significativo para el volumen de eyaculado, motilidad masal e individual y la concentración espermática ($p > 0.05$); mientras que para el porcentaje de espermatozoides vivos si hubo diferencias significativas *(*$p < 0.05$*)* observándose que cuando se registraban valores menores a 68% de humedad, alcanzando un mayor porcentaje de espermatozoides vivos (90.1%) cuándo se registró una humedad por encima de 69%, obteniéndose en promedio el 81% de espermatozoides vivos. Para el caso del ITH, no se encontraron efectos significativos sobre todas las características de calidad seminal en el carnero analizadas en este estudio ($p > 0.05$*).* Un estudio menciona que las variables de la calidad seminal de los carneros se alteran significativamente con índices de temperatura-humedad superiores a 80 (ITH > 80), temperaturas máximas superiores a 30°C y humedades superiores a 50% (Vega *et al*., 2007). En comparación a este estudio los índices de temperatura humedad de acuerdo a las temporadas del año no alcanzan niveles superiores al 80%. El volumen de un eyaculado del carnero oscila entre 0.8 y 1.2 mL, con una concentración espermática aproximada de 1.5 x 109 (Parraguez *et al*., 2000). Asimismo, Arellano *et al.* (2016) mencionan que obtuvieron 1.2 ± 0.1mL con la raza Pelibuey en su estudio de factores ambientales que afectan la calidad seminal del carnero, resultados muy semejantes a los encontrados en nuestro.

### Efecto época del año

Los resultados indicaron que existieron diferencias significativas *(*$p < 0.05$*)* para el volumen de eyaculado, motilidad masal, motilidad individual, espermatozoides vivos y concentración espermática (Cuadro 1). El volumen de eyaculado en la época de invierno registró valores menores de volumen de eyaculado con respecto a las épocas primavera, verano y otoño *(*$p < 0.05$*).* También la motilidad masal fue mayor en verano *(*$p < 0.05$*),* con respecto a las épocas de primavera e invierno, sin mostrar diferencias estadísticas con otoño ($p > 0.05$). Asimismo, en la época de primavera se observó un porcentaje menor de espermatozoides móviles, mostrando diferencias significativas con respecto a las épocas de verano y otoño ($p < 0.05$*),* y sin mostrar diferencias significativas con invierno ($p > 0.05$), mientras que el porcentaje de espermatozoides vivos mostró

un aumento en invierno con respecto a las estaciones de primavera, verano y otoño ($p < 0.05$). Para la concentración espermática se observó que en primavera fueron registrados las mayores concentraciones y fueron diferentes con respecto a las épocas de otoño e invierno ($p < 0.05$). Comparando efecto época del año sobre la calidad seminal en los carneros con lo que mencionan Kafi *et al.* (2004), el volumen de eyaculado de semen aumento significativamente durante el otoño ($p < 0.01$), observándose una disminución significativa *(*$p < 0.01$) desde primavera hasta verano. Karagiannidis *et al.* (2000) mencionan que la motilidad individual fue menor en verano con 4.8% y en otoño se observó un mayor porcentaje 4.34% de la misma variable.

**Cuadro 1.** Medias mínimo cuadráticas y error estándar del efecto de la época del año sobre la calidad seminal en los carneros.

| Época del año | Volumen eyaculado (mL) | Motilidad masal (%) | Motilidad individual (%) | Espermatozoides vivos (%) | Concentración espermática (x $10^6$/mL) |
|---|---|---|---|---|---|
| Primavera | $1.00 \pm 0.03^{a}$ | $3.82 \pm 0.07^{b}$ | $77.78 \pm 1.33^{b}$ | $84.16 \pm 0.93^{b}$ | $3{,}809.39 \pm 129.00^{a}$ |
| Verano | $0.98 \pm 0.02^{a}$ | $4.17 \pm 0.07^{a}$ | $85.32 \pm 1.35^{a}$ | $82.54 \pm 0.96^{b}$ | $3{,}218.27 \pm 131.61^{ab}$ |
| Otoño | $0.98 \pm 0.03^{a}$ | $3.89 \pm 0.08^{ab}$ | $84.36 \pm 1.45^{a}$ | $81.57 \pm 1.03^{b}$ | $3{,}371.63 \pm 150.44^{b}$ |
| Invierno | $0.78 \pm 0.03^{b}$ | $3.73 \pm 0.08^{b}$ | $82.01 \pm 1.49^{ab}$ | $88.62 \pm 1.05^{a}$ | $3{,}124.53 \pm 142.58^{b}$ |
| Valor de P | 0.0001 | 0.0002 | 0.0004 | 0.0001 | 0.0014 |

a, b, c: Literales distintas indican diferencias significativas *(*$p < 0.05$*).*

## Efecto temperatura

En mayor o menor intensidad, el clima es un importante moderador en la producción animal, ya que influye en su comportamiento en cualquiera de los sistemas de producción (Leyva y Morales, 2015). En el Cuadro 2 se observan que existieron diferencias estadísticamente significativas *(*$p < 0.05$*)* para el volumen de eyaculado, motilidad masal, porcentaje de espermatozoides vivos y concentración espermática.

En el presente estudio se observó que en el rango de temperatura entre 9.0 a 18.8 °C el volumen de eyaculado se mantiene entre 0.8 a 1.0 mL considerándose una medida apropiada y estable, pero cuando la temperatura desciende a un rango de 7.3 a 9.0 °C el volumen de eyaculado suele ser de 0.64 mL. Cuando la temperatura asciende a 18.9 a 23.6°C el eyaculado mejoró el volumen de 1.01 y 1.04 mL, posicionándose como la mejor obtención del volumen de eyaculado. En cuanto a la motilidad masal se observó que cuando la temperatura esta por 7.3 a 9.0°C la escala que se obtiene es menor, y no así cuando la temperatura va de 14.0 a 17.2°C donde se encontró una mejor motilidad masal, y manteniéndose estable en temperaturas drásticas en esta variable siendo éstas mayores de 20.6°C y menores a 7.3°C. El porcentaje de espermatozoides vivos muestra lo contrario a la motilidad masal y volumen de eyaculado, pues en valores realmente opuestas de 5.7 a 7.3°C aumentó la cantidad de espermatozoides vivos y a temperatura de 20.6°C a 23.6°C los espermatozoides vivos descendieron notablemente. La concentración espermática registró solamente a temperatura entre 7.4 a 9.0°C una disminución con respecto a las demás temperaturas registradas en este trabajo *(*$p < 0.05$*)* y generalmente se obtuvo una buena concentración, siendo estables en temperaturas media (12.4 a 15.6°C) y alta (18.9 a 20.5° C).

**Cuadro 2.** Medias mínimo cuadráticas y error estándar del efecto de la temperatura sobre la calidad seminal en los carneros.

| Temperatura (°C) | n | Volumen eyaculado (mL) | Motilidad masal | Motilidad individual | Espermatozoides vivos (%) | Concentración espermática ($x10^6$/mL) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5.7 - 7.3 | 12 | $0.85 \pm 0.15^{ab}$ | $3.31 \pm 0.38^{abc}$ | $80.63 \pm 6.90$ | $90.63 \pm 4.72^{a}$ | $2797.1 \pm 653.2^{b}$ |
| 7.4 – 9.0 | 22 | $0.64 \pm 0.12^{b}$ | $2.88 \pm 0.26^{c}$ | $74.62 \pm 5.41$ | $83.46 \pm 3.70^{ab}$ | $2294.9 \pm 512.4^{b}$ |
| 9.1 - 10.6 | 61 | $0.80 \pm 0.05^{ab}$ | $3.44 \pm 0.14^{bc}$ | $79.34 \pm 2.61$ | $85.66 \pm 1.78^{ab}$ | $2897.3 \pm 246.9^{b}$ |
| 10.7 - 12.3 | 66 | $0.91 \pm 0.05^{ab}$ | $3.96 \pm 0.13^{ab}$ | $83.42 \pm 2.44$ | $85.69 \pm 1.67^{ab}$ | $3489.5 \pm 230.9^{ab}$ |
| 12.4 - 13.9 | 59 | $0.87 \pm 0.05^{ab}$ | $3.82 \pm 0.14^{abc}$ | $79.83 \pm 2.56$ | $86.26 \pm 1.75^{ab}$ | $3896.3 \pm 242.6^{a}$ |
| 14.0 - 15.6 | 118 | $1.00 \pm 0.04^{ab}$ | $4.17 \pm 0.11^{a}$ | $85.44 \pm 1.92$ | $87.30 \pm 1.32^{ab}$ | $3825.2 \pm 182.0^{a}$ |
| 15.7 - 17.2 | 287 | $0.97 \pm 0.02^{ab}$ | $4.01 \pm 0.06^{a}$ | $83.20 \pm 1.18$ | $83.75 \pm 0.81^{abc}$ | $3423.2 \pm 111.8^{ab}$ |
| 17.3 - 18.8 | 109 | $0.95 \pm 0.04^{ab}$ | $3.88 \pm 0.11^{abc}$ | $81.97 \pm 2.01$ | $81.32 \pm 1.38^{bc}$ | $3380.0 \pm 190.5^{bc}$ |
| 18.9 - 20.5 | 30 | $1.01 \pm 0.08^{a}$ | $3.70 \pm 0.21^{abc}$ | $78.65 \pm 3.83$ | $81.62 \pm 2.62^{bc}$ | $3710.2 \pm 362.3^{bc}$ |
| 20.6 - 23.6 | 17 | $1.04 \pm 0.08^{a}$ | $3.69 \pm 0.21^{abc}$ | $74.71 \pm 4.73$ | $80.47 \pm 3.24^{c}$ | $3512.4 \pm 448.1^{c}$ |
| Valor de P | | 0.05 | 0.001 | 0.26 | 0.04 | 0.02 |

a, b, c: Literales distintas indican diferencias significativas *($p < 0.05$).*

## Efecto humedad

La humedad registrada en este estudio, no encontró diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$, Cuadro 3) para todas la variables de calidad seminal, aunque en otro estudio con registros de diversidad de humedad, menciona que la exposición a altas temperaturas ambientales (>33ºC) por períodos prolongados y, especialmente con valores de humedad relativas también altas, puede verse afectada su fertilidad, disminuyendo el volumen de eyaculado, la concentración espermática, la motilidad, el porcentaje de espermatozoides vivos, la concentración de fructuosa y también una disminución en el deseo sexual (libido), lo cual puede provocar infertilidad temporal (Castellaro, 2016).

## Efecto índice temperatura-humedad (ITH)

A medida que la humedad relativa aumenta, los efectos de la temperatura ambiente se vuelven más drásticos y es necesario realizar un cálculo de impacto por estrés calórico (Yousef, 1984). En la Cuadro 4 se observó que el efecto del índice temperatura-humedad (ITH) tuvo diferencias significativas con respecto al volumen de eyaculado, motilidad masal, porcentaje de espermatozoides vivos y concentración espermática ($p < 0.05$), no así en la variable de la motilidad individual ($p > 0.05$). En cuanto a un ITH con un rango de 51.5 a 55.6 se encuentra las menores cantidades de volumen de eyaculado, motilidad masal y concentración espermática. Siendo diferente de un ITH de 61.2 a 65.8 para un menor número de porcentaje de espermatozoides vivos y una mayor cantidad de volumen de eyaculado, resaltando que un ITH de 51.5 a 55.6 se encuentra una mayor cantidad de espermatozoides vivos. De acuerdo con el efecto de la temperatura, humedad e ITH, Karagiannidis *et al*. (2000) mencionan que el volumen de eyaculado al igual que la motilidad individual y concentración espermática fue menor ($p < 0.05$) cuando se presentaba una humedad de 46.58% a 66.18%. Con una humedad de 53.05% a 75%, el porcentaje de

espermatozoides vivos fue mayor (75%) en comparación con una humedad de 41.47% a 62.14% (69.3% de espermatozoides vivos).

**Cuadro 3.** Medias mínimo cuadráticas y error estándar del efecto de la humedad sobre la calidad de semen de ovino.

| Humedad (%) | n | Volumen eyaculado (mL) | Motilidad masal | Motilidad individual | Espermatozoides vivos (%) | Concentración espermática ($x10^6$/mL) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 32 – 50.3 | 13 | 1.10 ± 0.11 | 4.00 ± 0.32 | 78.75 ± 5.67 | 87.33 ± 3.85 | 3,662.8 ± 535.6 |
| 50.4 – 56.4 | 12 | 1.05 ± 0.12 | 4.30 ± 0.35 | 86.00 ± 6.21 | 82.50 ± 4.22 | 4,206.0 ± 586.7 |
| 56.5 – 62.5 | 50 | 0.99 ± 0.06 | 4.03 ± 0.16 | 81.22 ± 2.80 | 84.67 ± 1.90 | 4,081.6 ± 265.1 |
| 62.6 – 68.6 | 71 | 0.92 ± 0.05 | 3.95 ± 0.14 | 81.85 ± 2.43 | 82.63 ± 1.65 | 3,394.1 ± 230.1 |
| 68.7 – 74.7 | 135 | 0.85 ± 0.04 | 4.00 ± 0.10 | 81.86 ± 1.87 | 88.11 ± 1.27 | 3,290.1 ± 176.9 |
| 74.8 – 80.8 | 205 | 0.92 ± 0.03 | 3.75 ± 0.08 | 81.57 ± 1.43 | 83.23 ± 0.97 | 3,294.2 ± 135.0 |
| 80.9 – 86.9 | 134 | 0.97 ± 0.04 | 3.94 ± 0.10 | 83.17 ± 1.79 | 82.46 ± 1.22 | 3,436.2 ± 169.4 |
| 87 – 93 | 141 | 0.96 ± 0.03 | 3.96 ± 0.09 | 82.98 ± 1.68 | 84.51 ± 1.14 | 3,183.4 ± 158.5 |
| 93.1 – 99 | 20 | 1.08 ± 0.09 | 3.73 ± 0.24 | 84.25 ± 4.39 | 89.85 ± 2.98 | 3,829.4 ± 41.9 |
| Valor de P | | 0.1 | 0.45 | 0.98 | 0.1 | 0.12 |

**Cuadro 4.** Medias mínimo cuadráticas y error estándar del efecto del índice temperatura-humedad (ITH) sobre a la calidad seminal en el carnero.

| ITH | n | Volumen eyaculado (mL) | Motilidad masal | Motilidad individual | Espermatozoides vivos (%) | Concentración espermática ($x10^6$/mL) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 51.5 – 54.29 | 39 | $0.72 \pm 0.08^{b}$ | $3.26 \pm 0.22^{b}$ | 77.60 ± 3.97 | $87.68 \pm 2.68^{a}$ | $2742.4 \pm 369.4^{b}$ |
| 54.30 – 55.63 | 63 | $0.81 \pm 0.05^{b}$ | $3.46 \pm 1.40^{b}$ | 77.68 ± 2.54 | $84.66 \pm 1.74^{a}$ | $3006.9 \pm 240.5^{b}$ |
| 55.64 – 57.09 | 67 | $0.90 \pm 0.05^{ab}$ | $3.92 \pm 0.13^{ab}$ | 83.98 ± 2.42 | $86.37 \pm 1.66^{ab}$ | $3367.6 \pm 229.1^{ab}$ |
| 57.10 – 58.38 | 75 | $0.93 \pm 0.05^{ab}$ | $3.92 \pm 0.13^{ab}$ | 81.46 ± 2.30 | $86.49 \pm 1.58^{a}$ | $3314.9 \pm 218.7^{ab}$ |
| 58.39 – 59.89 | 198 | $0.99 \pm 0.03^{a}$ | $4.05 \pm 0.08^{a}$ | 83.31 ± 1.44 | $84.65 \pm 0.99^{a}$ | $3734.7 \pm 136.9^{a}$ |
| 59.90 – 61.21 | 250 | $0.96\pm 0.03^{a}$ | $3.99 \pm 0.07^{a}$ | 82.69 ± 1.28 | $83.59 \pm 0.88^{a}$ | $3213.2 \pm 121.3^{ab}$ |
| 61.22 – 62.61 | 60 | $1.04 \pm 0.05^{a}$ | $3.88 \pm 0.15^{ab}$ | 85.87 ± 2.70 | $81.00 \pm 1.86^{b}$ | $3898.3 \pm 256.1^{a}$ |
| 62.62 – 65.80 | 29 | $1.01 \pm 0.08^{a}$ | $3.94 \pm 0.22^{ab}$ | 74.00 ± 3.90 | $81.80 \pm 2.68^{b}$ | $3390.6 \pm 369.4^{ab}$ |
| Valor de P | | 0.01 | 0.001 | 0.13 | 0.04 | 0.01 |

a, b, c: Literales distintas indican diferencias significativas *($p < 0.05$).*

## CONCLUSIONES

El efecto de la temperatura (°C), humedad (%) e índice temperatura humedad (ITH) con relación a la época del año y de los carneros, no presentaron diferencias significativas en cuanto a la calidad seminal, ya que en todas las temporadas del año mostraron semen con características viables para su uso en la inseminación artificial. Los carneros del CeMeGO tuvieron cierta irregularidad en cuanto a calidad seminal con respecto a la época reproductiva, ya que el fotoperiodo es un factor ambiental primario que regula el ciclo reproductivo de la oveja y del carnero. Esto debiera ocurrir durante la época de días cortos otoño-invierno, pero en este estudio no se denota ese comportamiento, ya que en la mayoría de las mediciones se vieron aumentadas en época de días largos primavera-verano, denotando que los carneros al ser manejados constantemente durante todo el año para la extracción del semen, el factor estacionalidad en aspectos climatológicos no tuvo un efecto claro que no afectara la calidad de semen en diferentes épocas del año.

## LITERATURA CITADA

Arellano, L. T., E. F. Cruz, A. Martínez, O. J. Salazar y S. J. Gallegos. 2016. Factores ambientales que afectan la calidad seminal del carnero. AGRO Productividad 10(2): 57-59.

Castellaro, G. 2016. Criterios para la selección de reproductores ovinos. file:///D:/Selección-de-reproductores.pdf, (consulta: 29 de mayo de 2018).

Daza, A. 1997. Reproducción y sistemas de explotación del ganado Ovino. Mundi Prensa. México.

Evans, G., Maxwell, W.M.C. 1990. Inseminación artificial de ovejas y cabras. Acriba, España.

Hafez, E. y Hafez. B. 2002. Reproducción e inseminación artificial en animales domésticos 7ª ed., Interamericana-MacGraw Hill, 4-55.

Kafi, M., M. Safdarian and M. Hashemi. 2004. Seasonal variation in semen characteristics, scrotal circumference and libido of Persian Karakul rams. Small Ruminant Research 53: 133-139.

Karagiannidis, A., S. Varsakeli, C. Alexopoulos and I. Amarantis. 2000. Seasonal variation in semen characteristics of Chios and Friesian rams in Greece. Small Ruminant Research 37: 125-130.

Leyva, C. J. C. y P. M. I. Morales. 2015. Estrés por calor, en: Enfermedades de las cabras. 1, 1ª ed. Editado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México.

Macaldowie, C., A. Eales and J. Small. 2004. Practical Lambing and Lamb Care. Blackwell Publishing. USA.

Mader, T. L., S. M. Holt, G. L. Hanh, M. S. Davis and D. E. Spiers. 2002. Feeding strategies for managing heat load in feedlot cattle. J. Anim. Sci. 80: 2373-2382.

Meléndez, M. L. 2014. Caracterización seminal de tres razas ovinas baleares, Menorquín, Mallorquín y rojo Mallorquín, programa de máster en zootecnia y gestión sostenible. Universidad de Córdoba 18-19.

Parraguez, H. V., O. M. V. Blank, C. M. V. Muños y E. M. V. Latorre. 2000. Inseminación artificial en ovinos (Principales procedimientos para la IA en ovinos). https://web.uchile.cl/vignette/monografiasveterinaria/monografiasveterinaria.uchile.cl/CDA/mon_vet_seccion/0,1419,SCID%253D18371%2526ISID%253D452,00.html (consultado 22 de Marzo de 2019).

Rivera, S. y A. Cardozo. 1969. Efecto de la luz en la calidad del semen de carnero. *In*: Segundas Jornadas Agronomicas, La Paz Bolivia. pp. 1-7.

Vega, S., F. Forcada, J. A. Cebrián, J. A. Abecia, T. Muiño y I. Palacín. 2007. Alteración de la calidad espermática en moruecos como consecuencia de la acción sinérgica de elevadas temperaturas y humedades relativas, Sitio Argentino de Producción Animal 8(1): 8-14.

Yousef, M. K. 1984. Stress physiology: Definition and terminology. In stress physiology. Vol. 1. Basic principles. Ed. CRC Press, Boca Raton, FL. US, 3-7.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# FACTORES DE RIESGO PARA CONCEPCIÓN Y PROLIFICIDAD EN BORREGAS DE PELO BAJO CONDICIONES TEMPLADAS

# [RISK FACTORS FOR CONCEPTION AND PROLIFICACY IN HAIR EWES UNDER MILD CLIMATE CONDITIONS]

**M. A. Espinosa M.[1§], R. G. Buendía[1], G. F. Villaseñor[2], S. H. Jiménez[1]**

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)-CENID Fisiología y Mejoramiento Animal. [2]INIFAP-C.E. Centro-Altos de Jalisco. [§]Autor para correspondencia: (marespinosa71@yahoo.com).

## RESUMEN

Con la finalidad de determinar posibles factores de riesgo asociados a la concepción (no gestante vs gestante) y la prolificidad (1 vs ≥ 2 crías), los datos de 142 borregas de pelo bajo condiciones templadas, que se sometieron a empadres de manera natural o con previa sincronización de estros, fueron analizados mediante estadística descriptiva y análisis de regresión logística. La información considerada fue la condición corporal al empadre (≥ 3.00 vs ≤ 2.75), la raza (Pelibuey vs otras), el número de parto (multípara vs primípara), el periodo de empadre (febrero vs otro), el año de empadre (2017 vs 2018), el peso al empadre (> 42.9 vs ≤ 42.9 kg) y el tipo de empadre (natural vs previa sincronización de estro). De estas variables, los que resultaron ser factores de riesgo *(p* < 0.05*)* asociados a la concepción fueron el mes de empadre y el tipo de empadre. El riesgo para no concebir fue mayor *(p* = 0.02) para el mes de febrero, en comparación a cualquier otro periodo de empadre (11.118, 1.40-87.98), lo que sugiere el involucramiento de una menor actividad reproductiva estacional en las razas involucradas. Adicionalmente, existió un menor riesgo de no concebir *(p* = 0.017*)* en empadre natural vs empadre con previa sincronización de estro (0.082, 0.010-0.649), lo que podría estar asociado a un periodo adicional de exposición de las hembras al semental, al realizar empadres de manera natural. Por otro lado, no existieron factores de riesgo *(p* > 0.05*)* para una menor prolificidad; sólo el número de parto se acercó a una tendencia estadística (*p* =0.115). Los resultados podrían ser empleados para establecer medidas de manejo que permitan mejorar indicadores reproductivos (tasa de concepción y prolificidad) en ovejas de pelo, bajo las condiciones de este estudio.

**Palabras clave:** Concepción, factores de riesgo, Pelibuey, prolificidad.

## ABSTRACT

The aim of the study was to determine potential risk factors associated to conception (not pregnant vs pregnant) and prolificacy (1 vs ≥ 2 lambs). Data from 142 hair ewes under mild climate conditions, that were submitted to natural breeding or breeding with previous estrous synchronization, were analyzed through descriptive statistics and logistic regression analysis. The information considered were the body condition score at breeding ( ≥ 3.00 vs ≤ 2.75), breed (Pelibuey vs others), number of partum (multiparous vs primiparous), period of breeding (February

vs others), year of breeding (2017 vs 2018), weight at breeding (> 42.9 vs ≤ 42.9 kg) and breeding type (natural vs previous estrous synchronization). Variables considered as risk factors, associated to conception were period of breeding and breeding type. The risk was higher *(p* = 0.02*)* in february, as compared to any other period of breeding (11.118, 1.40-87.98), which suggest the involvement of a lower seasonal reproductive activity in the ewes. Additionally, there was a lower risk *(p* = 0.017*)* in natural breeding vs breeding with previous estrous synchronization (0.082, 0.010-0.649), that could be associated to an additional period of exposure of ewes to rams in the natural breeding. On the other hand, there were no risk factors *(p* > 0.05*)* for a lower prolificacy; only the number of partum was close to statistical tendency *(p* = 0.115*)*. Results can be used to establish actions in order to improve reproductive parameters (conception and prolificacy) in hair ewes, under the conditions used in this study.

**Index words**: Conception, risk factors, Pelibuey, prolificacy.

## INTRODUCCIÓN

Las razas ovinas de pelo son de las de mayor uso en México. Estas razas, originarias de regiones tropicales se han adaptado a otras condiciones climáticas. Aunque razas como la Pelibuey se han considerado como no estacionales, algunos estudios han mostrado que pueden presentar una menor actividad reproductiva en algunos meses del año (Arroyo *et al.,* 2017; De la Isla *et al.,* 2010; Valencia *et al.,* 2001). Esto puede generar una menor tasa de concepción, tanto en empadres naturales, como cuando se hace uso de tecnologías reproductivas como los protocolos de sincronización de estros. Aunque algunos estudios describen indicadores reproductivos en las razas de pelo, como una prolificidad que puede ser muy variable (Galina *et al.,* 1996), pocos estudios describen factores de riesgo que podrían estar afectando estos indicadores y en especial bajo condiciones templadas. Por ello, el objetivo de este estudio fue el determinar posibles factores de riesgo para concepción y fertilidad en ovejas de pelo bajo condiciones templadas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en el municipio de Colón, en el estado de Querétaro (20º42'N,100º01'O), que tiene un clima templado semiseco y una temperatura anual promedio de 17.4ºC. Se obtuvieron datos de 142 partos de borregas de pelo bajo estabulación de una unidad ovina, que fueron alimentadas de acuerdo a lo sugerido por el NRC (2007) y que fueron sometidas a apareamientos de manera natural durante 34 días o con una previa sincronización de estros, en tres periodos del año (febrero-marzo, junio-julio y octubre-noviembre), de dos años consecutivos. Aquellas borregas que fueron sincronizadas recibieron protocolos basados en el uso de dispositivos intravaginales impregnados con progesterona (CIDR) y gonadotropina coriónica equina. Los datos recopilados fueron el peso corporal de la borrega al empadre, la condición corporal al empadre, la raza de la borrega (pelibuey vs otras), el número de partos (primípara vs multípara), el periodo de empadre (febrero vs otro), año de empadre (2017 vs 2018) y el tipo de empadre (natural vs previa sincronización).

Estas variables fueron consideradas para su análisis como posibles factores de riesgo para concepción (no gestante) y prolificidad (menos de 2 crías por parto). Inicialmente, los datos fueron sometidos a estadística descriptiva para obtener el promedio, error estándar, mínimo, máximo y los cuartiles 1 y 3 para aquellas variables numéricas. Posteriormente, mediante análisis de regresión logística univariada se determinó la relación de los probables factores de riesgo descritos previamente, con la concepción y la prolificidad. Para las variables peso corporal y condición corporal al empadre, el punto de corte para someterlos al análisis de regresión logística fue el registrado en el primer cuartil de su distribución. En aquellos casos en los que se observó una diferencia estadística significante, se estimó el valor de la razón de grados de probabilidad y el intervalo de confianza al 95%. Los valores de $p < 0.05$ fueron considerados como significativos. Para los análisis se empleó el paquete estadístico SAS.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso corporal promedio de las borregas al empadre fue ligeramente superior a los 51 kg (Cuadro 1), mientras que la condición corporal fue de 3.22. Esta condición corporal promedio se ubica dentro de los valores deseables para animales que entrarán a empadre. El valor del primer cuartil para el peso corporal fue de 42.9 kg y para la condición corporal fue de 2.75; dichos valores fueron empleados posteriormente como punto de corte para los análisis de regresión logística. El 90.97% de las ovejas sometidas a empadre quedaron gestantes, mientras que el 81.40% de las ovejas gestantes tuvieron más de una cría al parto. La prolificidad promedio fue de 2.07, lo cual es muy superior a lo que se ha descrito en otros estudios (1.46 corderos por nacimiento, 1.37 para Blackbelly y 1.55 para Pelibuey; Galina *et al*., 1996).

**Cuadro 1**. Estadística descriptiva para el peso corporal, condición corporal y prolificidad de ovejas de pelo.

| | n | Promedio | EE | Mínimo | Máximo | Q1 | Q3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Peso corporal de la madre, kg | 142 | 51.13 | 0.878 | 29.4 | 77.0 | 42.9 | 57.9 |
| Condición corporal de la madre | 141 | 3.22 | 0.047 | 1.50 | 4.50 | 2.75 | 3.5 |
| Prolificidad | 129 | 2.07 | 0.058 | 1 | 3 | 2 | 3 |

El estudio de factores de riesgo para aspectos reproductivos en ovejas es muy limitado, enfocandose principalmente en indicadores como la mortalidad al nacimiento y la presentación de distocia (McHugh *et al*., 2016). En este estudio, los análisis de regresión logística sólo mostraron que los factores periodo de empadre y tipo de empadre pueden ser considerados como factores de riesgo (Cuadro 2) para no quedar gestantes. Aquellas borregas que entran a empadre en los meses de febrero-marzo tienen una mayor probabilidad de no concebir, en comparación a aquellas que están en empadre en cualquier otra época del año. Esto puede ser reflejo de una característica que mantienen diferentes razas ovinas, la estacionalidad reproductiva, presentando una época de anestro o anovulatoria desde el final de la primavera a la mitad del verano (Abecia *et al.*, 2011). Las ovejas estarían cercanas al periodo de anestro, lo que pudo afectar su desempeño reproductivo ya que se ha observado que la oveja Pelibuey muestra una menor actividad reproductiva en los meses de febrero-mayo (Arroyo *et al*., 2017; De la Isla *et al.*, 2010; Valencia *et al*., 2001) o un menor número de crías nacidas durante el otoño vs otras épocas (Galina *et al*., 1996).

Por otro lado, aquellas borregas que tienen un empadre de manera natural tienen una menor probabilidad de no concebir, en comparación a aquellas borregas que previo a su apareamiento reciben una sincronización de estro. En otras palabras, muestran un mejor desempeño reproductivo en comparación a las borregas sincronizadas. Esto puede deberse en parte a que las borregas tienen un periodo de empadre que abarca dos ciclos estrales (34 días), lo que en teoría implica al menos dos oportunidades de aparearse de manera exitosa, mientras que aquellas ovejas que fueron sincronizadas sólo tuvieron una oportunidad para concebir.

Tanto la condición corporal, como el año de empadre estuvieron cercanos a presentar una tendencia significativa. Se ha descrito que una mayor condición corporal puede favorecer indicadores reproductivos como la tasa ovulatoria (De la Isla *et al*., 2010). En este estudio, aunque una condición corporal de al menos 3 puntos podría favorecer la concepción en las ovejas, la inclusión de un mayor número de observaciones en el estudio permitirá confirmar esta hipótesis para ovejas de pelo bajo las condiciones descritas. Adicionalmente, es probable que las diferencias entre grupos (≥ 3.00 vs ≤ 2.75) sea mínima y que un valor inferior más crítico pudiera mostrar efectos más evidentes.

**Cuadro 2**. Factores de riesgo para concepción (no gestante), en ovejas Pelibuey bajo condiciones templadas.

| Factor evaluado | Niveles comparados | OR (*IC 95%) | Valor de P |
|---|---|---|---|
| Condición corporal al empadre | ≥ 3.00 | 0.422(0.132-1.345) | 0.14 |
| | ≤ 2.75 | Referencia | |
| Raza | Otras | NE | 0.99 |
| | Pelibuey | Referencia | |
| Número de parto | Multípara | NE | 0.20 |
| | Primípara | Referencia | |
| Mes de empadre | Febrero | 11.118 (1.40-87.98) | 0.02 |
| | Otro | Referencia | |
| Año de empadre | 2017 | 2.472(0.782-7.812) | 0.12 |
| | 2018 | Referencia | |
| Peso madre al empadre, kg | >42.9 | NE | 0.63 |
| | ≤ 42.9 | Referencia | |
| Tipo de empadre | Natural | 0.082 (0.010-0.649) | 0.017 |
| | Sincronizado | Referencia | |

En cuanto a una menor prolificidad, no se observaron factores de riesgo para este indicador (Cuadro 3). Sólo el número de parto presentó un valor de probabilidad cercano a una tendencia estadística *(p* = 0.115*).* Nuevamente, un mayor número de observaciones permitirá confirmar si las ovejas primíparas presentan un mayor riesgo para una menor prolificidad, en comparación a las ovejas multíparas bajo condiciones templadas. Esto estaría en acuerdo en estudios que han mostrado que las ovejas Pelibuey y de pelo multíparas bajo condiciones de trópico, presentan una mayor prolificidad en comparación a las primíparas (Galina *et al*., 1996; Magaña-Monforte *et al*., 2013).

**Cuadro 3.** Factores de riesgo para menor prolificidaden ovejas Pelibuey bajo condiciones templadas.

| Factor | Niveles comparados | OR (*IC 95%) | Valor de probabilidad |
|---|---|---|---|
| Condición corporal empadre | ≥ 3.00 | NE | P=0.96 |
| | ≤ 2.75 | Referencia | |
| Raza | Otras | NE | P=0.60 |
| | Pelibuey | Referencia | |
| Número de parto | Multípara | 0.467(0.181-1.205) | P=0.115 |
| | Primípara | Referencia | |
| Mes de empadre | Febrero | NE | P=0.74 |
| | Otro | Referencia | |
| Año de empadre | 2017 | NE | P= 0.43 |
| | 2018 | Referencia | |
| Peso madre al empadre, kg | > 42.9 | NE | P=0.31 |
| | ≤ 42.9 | Referencia | |
| Tipo de empadre | Natural | NE | P=0.89 |
| | Sincronizado | Referencia | |

## CONCLUSIONES

El empadre durante los meses de febrero-marzo, así como los empadres con previa sincronización de estros de las ovejas de pelo, representan un riesgo para que estas conciban. Aunque no se observaron factores de riesgo para prolificidad, la inclusión de un número mayor de observaciones permitirá confirmar si la condición corporal, el año de empadre y el número de parto, pueden ser un riesgo para ambos indicadores en ovejas de pelo bajo condiciones templadas y con ello favorecer el establecimiento de estrategias sustentadas para mejorar su eficiencia reproductiva.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, por el apoyo brindado a través de la Unidad Experimental Ovina mediante el proyecto SIGI 166213934.

## LITERATURA CITADA

Abecia, J. A., F. Forcada and A. González-Bulnes. 2011. Pharmaceutical control of reproduction in sheep and goats. Veterinary Clinics: Food Animal Practice 27: 67-79.

Arroyo, L. J., J. Gallegos-Sánchez, A. Villa-Godoy, J. M. Berruecos, G. Perera and J. Valencia. 2007. Reproductive activity of Pelibuey and Suffolk ewes at 19º north latitude. Animal Reproduction Science 102: 24-30.

De la Isla, H. G., L. J. R. Aké, B. A. Ayala y J. González-Bulnes.2010. Efecto de la condición corporal y la época del año sobre el ciclo estral, estro, desarrollo folicular y tasa ovulatoria en ovejas Pelibuey mantenidas en condiciones de trópico. Veterinaria México 41(3): 167-175.

Galina, M. A., R. Morales, E. Silva and B. López. 1996. Reproductive performance of Pelibuey and Blackbelly sheep under tropical management systems in Mexico. Small Ruminant Research. 22(1): 31-37.

Magaña-Monforte, J. G., M. Huchin-Cab, R. J. Aké-López and J. C. Segura-Correa. 2013. A field study of reproductive performance and productivity of Pelibuey ewes in Southeastern Mexico. Tropical Animal Health and Production 45(8): 1771-1776.

McHugh, N., D. P. Berry and T. Pabiou. 2016. Risk factors associated with lambing traits. Animal. 10(1): 89-95.

NRC. National Research Council. (2007). Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington, DC: National Research Council (NRC). The National Academies Press.

Valencia, J., A. Porras, O. Mejía, J. M. Berruecos y L. Zarco. 2001. Estacionalidad reproductiva de ovejas Pelibuey (madres e hijas) seleccionadas para mostrar ciclos estrales en una manera continua. *In*: Memoria XXV Congreso Nacional de Buiatría. Asoc. De Méd. Vet Esp en Bovinos, A.C. Veracruz, México, 1-5.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DE LA GRASA DE SOBREPASO EN LAS VARIABLES REPRODUCTIVAS DE OVEJAS CON DIFERENTE CONDICIÓN CORPORAL

## [EFFECT OF BYPASS FAT IN REPRODUCTIVE VARIABLES OF EWES WITH DIFFERENT BODY CONDITION]

**Rafael Nieto-Aquino[§], David Hernández-Rodríguez, Blas Hernández-Rodríguez, Luis Félix-Gutiérrez, Eliceo Hernández-Hernández, Roberto Jiménez-San Juan, Jesús Hernández-Aguilera, Egleyde Gómez-Nochebuena, Silvestre Tellez-Argüellez, Melchor Olivares-Nochebuena**

Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Huejutla. Ingeniería en Agronomía con Especialidad en Zootecnia. C.P. 43000. Huejutla de Reyes. Hidalgo, México. [§]Autor para correspondencia**: (**rnietoa@colpos.mx).

## RESUMEN

Se evaluó el efecto de la grasa de sobrepaso sobre la respuesta del estro sincronizado, porcentaje de gestación y prolificidad en ovejas con baja y alta grasa dorsal, y su respuesta en hormona luteinizante (LH). Se utilizaron 59 ovejas, con diferente espesor de grasa dorsal, bajo (EGb) y alto (EGa), que se subdividieron en grupos sin (Sg) y con (Cg) la adición de 150 g de grasa de sobrepaso: (EGbSg, $n = 16$), (EGbCg, $n = 14$), (EGaSg, $n = 14$) y (EGaCg, $n = 15$), respectivamente. Se sincronizaron con esponjas de FGA (20 mg), por 12 d, a diez días de su inserción se aplicaron 15 mg de $PGF_{2\alpha}$. No se encontraron diferencias ($p > 0.05$) para las variables inicio y duración del estro, inicio y duración del pico pre-ovulatorio de LH e índice de prolificidad, por efecto de la adición de la grasa; sin embargo, la amplitud del pico de LH y porcentaje de gestación fueron diferentes entre tratamientos ($p < 0.05$). Se concluye que la adición de grasa de sobrepaso no modificó la respuesta en inicio y duración del estro, pico pre-ovulatorio de LH e índice de prolificidad; sin embargo, ovejas con mejor condición corporal mostraron diferencias en la tasa de gestación, lo cual se atribuye al estado metabólico y nutricional presente en estos animales.

**Palabras clave*:*** Estro, gestación, LH, metabólico, prolificidad.

## ABSTRACT

The effect of bypass fat was evaluated, with the aim of measuring synchronized estrus, percentage of gestation and prolificacy in ewes with low and high dorsal fat, and its response in luteinizing hormone (LH). Fifty-nine ewes were used, with different thickness of dorsal fat, low (EGb) and high (EGa), which were subdivided into groups without (Sg) and with the addition of 150 g of bypass fat (EGbSg, $n = 16$), (EGbCg, $n = 14$), (EGaSg, $n = 14$) and (EGaCg, $n = 15$), respectively. They were synchronized with FGA sponges (20 mg), for 12 d, ten days after insertion, 15 mg of $PGF_{2\alpha}$ were applied. No differences were found ($p > 0.05$) for the variables start and duration of estrus, onset and duration of the pre-ovulatory peak of LH and prolificacy index, by effect of the addition of fat, however, the amplitude of the peak of LH and gestation percentage were different between treatments ($p < 0.05$). It is concluded that the addition of bypass fat did not modify the response at onset and duration of estrus, pre-ovulatory peak of LH and prolificacy index, however,

ewes with better body condition showed differences in the gestation rate which is attributed to the metabolic and nutritional state present in these animals.

**Index words:** Estrus, gestation, LH, metabolic, prolificity.

## INTRODUCCIÓN

El estado nutricional y corporal presente en los animales domésticos repercute directamente sobre su actividad reproductiva Dunn (1992). Los cambios en la reserva corporal y en el nivel del consumo de alimento se relacionan con alteraciones en la secreción de gonadotropinas, dinámica folicular, tasa ovulatoria y desarrollo embrionario (Boland *et al.,* 2000; Guerra y García, 2009). Los mecanismos mediante los cuales la nutrición afecta los procesos reproductivos no están bien determinados en su totalidad, pero se estima que son mediados por cambios en los niveles de hormonas metabólicas (Scaramuzzi *et al*., 2006).

En rumiantes, la actividad reproductiva es asociada con la disponibilidad de energía (Funston, 2004), aunque la respuesta hormonal se modifica de acuerdo a la fuente energética (grasas saturadas, poliinsaturadas, aceites de semillas oleaginosas, grasas protegidas). No obstante, se menciona que, la disponibilidad de ácidos grasos como el linoleico debe vigilarse puesto que éste podría seguir la ruta biosintética hacia acido araquidónico y originar una secreción temprana de prostaglandinas, causando la mortalidad embrionaria, por lo que es importante manipular el perfil de ácidos grasos en la dieta, así como establecer una alimentación integral acorde a los requerimientos nutricionales necesarios para cada etapa fisiológica del animal (Mattos *et al.,* 2000).

Actualmente, se hace énfasis en una alimentación estratégica, suplementando ovejas con alimentos ricos en proteína y energía por periodos cortos (5-7 d) durante los días 9 al 13 del ciclo estral, con el propósito de cambiar el estado metabólico y nutricional del animal e incrementar la tasa ovulatoria (Viñoles *et al;* 2002; Somchit *et al*; 2007). Por esa razón, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la adición de grasa de sobrepaso por un periodo de siete días en ovejas (*Ovis aries*), con diferente espesor de grasa dorsal y observar su respuesta en presentación, inicio y duración del estro, así como porcentaje de gestación y prolificidad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue realizada en la granja experimental del Colegio de Postgraduados, localizada en Montecillo, estado de México, a $98^0$ 53' O y $19^0$ 29' N, a 2250 msnm (García, 1988). Se utilizaron 59 ovejas con cinco meses después del parto (Dorset, Suffolk y sus cruces, con una edad de 3.5 ± 0.5 años). La medición de grasa dorsal (GD) se realizó con el equipo de ultrasonido Sonovet 600 y un transductor de 7.5 Mhz, la medida se realizó en posición perpendicular a la línea media dorsal, entre la doceava y treceava costilla (Silva *et al.* 2005). Las mediciones de 1 a 2 mm se relacionaron con ovejas de grasa dorsal baja (GDb) y las mediciones de 3 a 4 mm con ovejas de grasa dorsal alta (GDa). Durante el experimento se realizaron tres mediciones: inicio del estudio, para determinar el estado corporal de los animales, la segunda durante el consumo de la grasa de sobrepaso y la última al término del periodo de la complementación con grasa de sobrepaso.

Las ovejas clasificadas de acuerdo al espesor de grasa dorsal, en baja (GDb) y alta (GDa), fueron adicionadas con (150 g) o sin (0 g) grasa de sobrepaso, para constituir los siguientes tratamientos (T): T1) Ovejas con grasa dorsal baja sin grasa de sobrepaso (GDb + 0g, *n*= 16); T2) Grasa dorsal baja más grasa de sobrepaso (GDb + 150 g, *n*=14); T3) Grasa dorsal alta sin grasa de sobrepaso (GDa + 0g, *n* =14); y T4) Grasa dorsal alta más grasa de sobrepaso (GDa + 150 g, *n*=15).

En los cuatro tratamientos, las ovejas se alimentaron con heno de avena (*Avena* sativa) *ad libitum* y 600 g de alimento comercial con 14% de proteína cruda (PC) y 2,4 Mcal $kg^{-1}$ de energía metabolizable (EM). Sólo en los tratamientos 2 y 4 (GDb + 150 g y GDa + 150 g) se adicionó 150 g de grasa de sobrepaso, con 1,1 Mcal $kg^{-1}$ de EM durante un periodo de siete días antes del retiro de la esponja intravaginal.

El método de sincronización del estro se realizó mediante el uso de una esponja intravaginal de poliuretano por oveja, impregnadas con 20 mg de acetato de fluorogesterona (FGA) por un periodo de 12 días. Dos días antes del retiro de la esponja, se aplicó 15 mg de prostaglandinas $F_{2\alpha}$ por vía intramuscular.

**Análisis hormonal**

La determinación de las concentraciones de LH se realizó mediante radioinmunoanálisis (RIA) con doble anticuerpo, la sensibilidad fue de 0,7 ng $mL^{-1}$, con coeficientes de variación intra e inter ensayo de 5,7 y 5,4%. El inicio y la duración del pico preovulatorio se obtuvo mediante la técnica de Van Cleeff *et al.* (1998) la amplitud del pulso preovulatorio de LH según Mattioli *et al.* (1986). Las concentraciones de $E_2$ se determinaron mediante RIA con una sensibilidad de 8 pg $mL^{-1}$ y coeficientes de variación intra e inter ensayo de 1,1 y 1,6%. La determinación de las concentraciones de INS se realizó por RIA con una sensibilidad de 4,09 ng $mL^{-1}$ y coeficientes de variación intra e inter ensayo de 1,44 y 0,25%. La medición de las concentraciones de $P_4$ se realizó por ensayo inmunoenzimático (EIA) de Immunometrics (UK Ldt, 280 Muster Road, London SW6 6BQ, Inglaterra) con sensibilidad de 0,13 ng $mL^{-1}$ con coeficientes de variación intra e inter ensayo de 9,59 y 13,7% respectivamente.

El diseño experimental fue completamente al azar con arreglo factorial 2 x 2, donde los efectos principales fueron la grasa dorsal y la administración de grasa de sobrepaso, con dos niveles: grasa dorsal baja y alta, con y sin adicionar grasa de sobrepaso, respectivamente. Para determinar el inicio y duración del estro se utilizó el PROC GLM más la prueba de comparación de medias de Tukey. Para las variables presentación de estros, porcentaje de gestación y prolificidad se realizó la prueba de $X^2$ SAS (2011).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Espesor de grasa dorsa**l

El espesor de grasa dorsal se mantuvo diferente ($p > 0,05$) entre los grupos GDb y GDa hasta el final del periodo experimental (2,5 ± 0,05 vs 3,2 ± 0,06 mm, respectivamente); no obstante, las

ovejas del grupo GDb presentaron un incremento en la medida de grasa dorsal al término de la adición de la grasa de sobrepaso comparado con el grupo GDa, aunque esto no fue significativo ($p > 0,05$; 2,8 ± 0,08 vs 3,1 ± 0,08 mm, respectivamente). Estos datos muestran que aun cuando no hubo diferencia entre los grupos que recibieron o no grasa de sobrepaso y el periodo de suplementación fue corto, se manifestó una deposición de grasa corporal en las ovejas con GDb, generando una mejor condición corporal.

**Presentación, inicio y duración del estro**

La presentación del estro (100% en grupos GDb + 0 g, GDa + 0g, GDa + 150 g y 92,8% en GDb + 150 g) no fue diferente entre tratamientos ($p > 0,05$); sin embargo, éstos resultados fueron similares (100% de presentación de estros) a los encontrados por Urviola *et al.* (2005) utilizando 30 mg de FGA durante 12 días y por Ali (2007), con 40 mg de FGA por ocho días, aplicando 500 UI de eCG (gonadotropina coriónica equina) dos días antes de retirar la esponja. No obstante, los porcentajes de estros obtenidos con 20 mg de FGA en este estudio fueron mayores al 87% de estros reportado por Mustafa *et al*. (2007) quienes redujeron a cuatro días el tiempo de permanencia de la esponja con 40 mg del progestágeno FGA, aplicando 500 UI de eCG al momento del retiro de la esponja, durante el periodo de anestro, atribuyendo que la baja presentación de estros fue debida a una inadecuada secreción de $E_2$.

En lo que respecta al inicio y duración del estro no hubo diferencia entre tratamientos ($p > 0,05$). Ali (2007), observó un inicio de estro de 32 ± 5,6 h, después de retirada la esponja, mientras que Mustafa *et al*. (2007) reportan un inicio de estro de 34,5 ± 2,6 h, cuando administraron 500 UI de eCG; en ambos estudios el uso de eCG indujo a una temprana presencia de estro, sugiriendo que la eCG influye en el desarrollo de folículos de mayor tamaño, por lo tanto, hay una mayor secreción de estrógenos. Estos resultados contrastan con los obtenidos por Zeleke *et al.* (2005) quienes observaron una duración del estro de 18,7 ± 1,7 h en ovejas Dorper, aplicando una dosis de 300 UI de eCG, 24 h antes del retiro de la esponja (40 mg de FGA), durante el periodo de anestro. Esta reducción de la duración del estro, posiblemente se deba al uso de eCG, cuya función es proporcionar FSH y LH necesarias para el desarrollo del folículo, lo cual induce a una ovulación anticipada y, en consecuencia, una menor duración del estro. Los resultados obtenidos en el presente estudio sugieren que la grasa de sobrepaso y la grasa dorsal no alteran la presentación y la duración del estro en ovejas sincronizadas con FGA.

**Caracterización del pulso pre-ovulatorio de LH**

Con respecto al inicio y duración del pico pre-ovulatorio de LH, no se encontró diferencia ($p > 0,05$) por efecto de grasa dorsal y por la adición de grasa de sobrepaso. Los resultados para inicio del pico de LH son similares a los reportados por Quirke *et al.* (1981), con 37,6 ± 1,19 h, aunque difieren en la duración (8,1 ± 0,9 h) en ovejas adultas que recibieron 500 UI de eCG. No obstante, en esta investigación la amplitud del pico pre-ovulatorio de LH fue diferente entre tratamientos ($p < 0,05$).

Si bien la presencia de LH es necesaria para completar el crecimiento de folículos pre-ovulatorios, diversas investigaciones indican que este proceso puede ser influenciado por modificaciones en la dieta o por periodos prolongados de desnutrición e incluso por cambios en la reserva corporal. El ayuno por cinco días en ovejas, durante la fase lútea, disminuye la magnitud del pico pre-ovulatorio de LH (35,5 ± 5,4 ng $mL^{-1}$), comparado con la magnitud de pico obtenido en ovejas alimentadas (59,9 ± 4,8 ng $mL^{-1}$). En contraste, la restricción de dietas energéticas en ovejas ovariectomizadas no afecta la síntesis y secreción de GnRH y LH; sin embargo, cuando los animales presentan una condición corporal por debajo de 2 (escala 1 a 9), la secreción de LH disminuye de forma abrupta. Se ha reportado un incremento en concentración de LH inducida por GnRH el día 10 del ciclo en borregas pelibuey que recibieron 2.5 y 5% de grasa protegida y esta respuesta fue afectada por la dosis de la misma. Por otra parte, el uso de grasa protegida (Megalac®, 2.2% de la dieta) en la alimentación de vacas Holstein (*Bos taurus*) multíparas, durante los primeros 60 días posparto, no modifica la concentración y la amplitud de LH; sin embargo, el balance de energía determinado en los animales fue asociado con el incremento en la amplitud de los pulsos de LH conjuntamente a un aumento en el número de folículos de mayor diámetro.

En éste experimento, el espesor de la grasa dorsal y la adición de grasa de sobrepaso, afectaron la variabilidad en la amplitud del pico pre-ovulatorio de LH, presentado por la totalidad de las ovejas.

**Gestación y prolificidad**

Los resultados del índice de prolificidad no presentaron diferencias atribuibles a los efectos grasa dorsal y adición de grasa de sobrepaso (GDa: 1.28; GDb: 1.09); sin embargo, el porcentaje de gestación fue diferente entre tratamientos de GDa (100%) y GDb (68.7%) sin la adición de grasa de sobrepaso.

Los resultados de gestación obtenidos en la presente investigación, son semejantes a los reportados por Mustafa *et al.* (2007) con 91,6% de gestación, pero mayores a los encontrados por Ali (2007), con 41.6% de gestación, quienes utilizaron 40 mg de FGA por ocho días y 500 UI de eCG en dos periodos (48 h antes de retirar la esponja y al momento del retiro), concluyendo que el uso de eCG mejora la tasa ovulatoria pero no así el porcentaje de gestación.

El índice de prolificidad no presentó diferencias entre tratamientos, aunque son parecidos a los presentados por Mustafa *et al.* (2007), con un índice de prolificidad de 1.18 y 1.25, respectivamente. Se estima que esta variable es dependiente de la raza del animal, por ser un factor heredable, ya que cada hembra es fisiológicamente apta para mantener determinado número de crías. Sin embargo, el porcentaje de gestación y el índice de prolificidad obtenidos en éste estudio, presentan resultados aceptables, en relación al tratamiento hormonal utilizado, lo que sugiere el desarrollo de cuerpos lúteos funcionales y un incremento de la progesterona secretada, la cual fue necesaria para dar al endometrio las condiciones adecuadas durante la implantación del embrión y para el mantenimiento de la gestación.

## CONCLUSIONES

El adicionar grasa de sobrepaso durante la sincronización del estro no modificó la respuesta en las variables inicio y duración de estros, hormona luteinizante y prolificidad; sin embargo, ovejas con mejor condición corporal mostraron diferencias en la tasa de gestación lo cual se atribuye al estado metabólico y nutricional presente en estos animales.

## LITERATURA CITADA

Ali, A. 2007. Effect of time of eCG administration of follicular response and reproductive performance of FGA-treated Ossimi ewes. Small Ruminant Research 72: 33-37.

Boland, M. P., P. Lonergan and D. O`Callaghan. 2000. Effect of nutrition on endocrine parameters, ovarian physiology, and oocyte and embryo development. Theriogenology 55: 1323-1340.

García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana).Primera parte. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 4 edición. México D.F. 217 p.

Scaramuzzi, R. J., B. K. Campbell, J. A. Downing, N. R. Kendall, M. Khalid, M. Muñoz-Gutiérrez, and A. Somchit. 2006. A review of effects of supplementary nutrition in the ewe on the concentrations of reproductive and metabolic hormones and the mechanisms that regulate folliculogenesis and ovulation rate. Reprod. Nutr. Dev. 46: 339-354.

Silva, S. R., M. J. Gomes, A. Dias-da Silva, L. F. Gil and M. T. Azevedo, J. 2005. Estimation in vivo of the body and carcass chemical composition of growing lambs by real – time ultrasonography. J. Anim. Sci. 83: 350-357.

Van Cleeff, J., F. J. Karsh and V. Padmanabhan. 1998. Characterization of endocrine events during the periestrous period in sheep after estrous synchronization with controlled internal drug release (CIDR) device. Domest. Anim. Endocrinol. 15(1): 23-34.

Dunn, T. G and E. Moss.1992. Effects of nutrient deficiencies and excesses on reproductive efficiency of livestock. Journal Animal Science 70: 1580-593.

Guerra-García, M., C. A. Meza-Herrera, T. Sánchez-Torres, J. Gallegos-Sánchez, G. Torres-Hernández y A. Pro-Martínez. 2009. IGF – I actividad ovárica de cabras en condición corporal divergente y con un suplemento de proteína no degradable en rumen. Agrociencia. 43: 241-247.

Funston, R. N. 2004. Fat supplementation and reproductive in beef females. Journal Animal Science 82: E154-E161.

Mattioli, M., F. Conte, G. Galeati and E. Seren. 1986. Effect of naloxone on plasma concentration of prolactin and LH in lactating sows. J. Reprod. Fert. 76: 167-173.

Mattos, R., C. R. Staples and W. W. Thatcher. 2000. Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. Reviews Reproduction 5: 38-45.

Mustafa, Q. H., M. M. Ababneh and D. S. Abu-Ruman. 2007. The effects of short or long term FGA treatment with or without eCG on reproductive performance of ewes bred out-of-season. American Journal of Animal and Veterinary Sciences 2(1): 23-28.

Quirke, J. F., J. P. Hanrahan and P. J. Gosling. 1981. Duration of oestrus, ovulation rate, time of ovulation and plasma LH, total oestrogen and progesterone in Galway adult ewes and ewe lambs. Journal of Reproduction and Fertility 61: 265-272.

Somchit, A., B. K. Campbell, M. Khalid, N. R. Kendall and R. J. Scaramuzzi. 2007. The effect of short – term nutritional supplementation of ewes with lupin grain (Lupinus luteus), during the luteal phase of the estrous cycle on the number of ovarian follicles and the concentrations of hormones and glucose in plasma and follicular fluid. Theriogenology 68: 1037-1044.

Statistical Analysis System Institute (SAS).2011.SAS User's Guide: Statistics (Version 5). Cary, N.C. U.S.A. Inst. Inc. 584 pp.

Urviola, M., V. Leyva, H. Huamán y W. García. 2005. Manipulación de la ovulación del folículo dominante con prostaglandina en diferentes estadios del ciclo estral sobre las tasas reproductivas en ovinos Corriedale. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú 16(2): 103-113.

Van Cleeff, J., F. J. Karsh and V. Padmanabhan. 1998. Characterization of endocrine events during the periestrous period in sheep after estrous synchronization with controlled internal drug release (CIDR) device. Domestic Animal Endocrinology 15 (1): 23-34.

Viñoles, C, G. Forsberg, G. Banchero and E. Rubianes. 2002. Ovarian follicular dynamics and endocrine profiles in Polwarth ewes with high and low body condition. Animal Science. 74: 539-545.

Zeleke, M, J. P. C. Greyling, L. M. J. Schwalbach, T. Muller and J. A. Erasmus. 2005. Effect of progestagen and PMSG on estrus synchronization and fertility in Dorper ewes during the transition period. Small Ruminant Research 56: 47-53.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# FERTILIDAD Y PROLIFICIDAD EN OVEJAS INSEMINADAS ARTIFICIALMENTE POR VIA LAPAROSCOPICA CON ESTRO SINCRONIZADO UTILIZANDO ACETATO DE FLUOROGESTONA VS ACETATO DE MEDROXIPROGESTERONA

# [FERTILITY AND PROLIFICITY IN SHEEP INSEMINATED ARTIFICIALLY VIA LAPAROSCOPIC WITH ESTRO SYNCHRONIZED USING FLUOROGESTONE ACETATE VS MEDETROXYROGESTERONE ACETATE]

**Ángeles Fabiola Hernández, Jorge Omar Ventura Domínguez, Arturo Víctor Gómez González[§]**

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma del Estado de México. [§]Autor para correspondencia:(avgg_9@yahoo.com).

## RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en una explotación ovina comercial, ubicado en el municipio de Texcoco, Estado de México, con el objetivo de comparar la fertilidad y prolificidad entre dos tipos de progestágenos, mediante la sincronización de estros utilizando esponjas intravaginales impregnadas con 20 mg de Acetato de Fluorogestona (FGA) y 60 mg de Acetato de Medroxiprogesterona (MAP). Se utilizaron 200 ovejas compuestas de origen neozelandés, distribuidas en dos grupos al azar: 100 para el grupo control (Acetato de Fluorogestona, FGA) y 100 para el grupo experimental (Acetato de Medroxiprogesterona, MAP), con una edad promedio de 1.5 ± 0.5 años y una condición corporal de 4.5 ± 0.5. En ambos grupos se colocaron esponjas intravaginales impregnadas con FGA o MAP, las cuales fueron retiradas a los 14 días y a su vez se aplicó 500 UI de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG). Se realizó la inseminación artificial (I.A) vía laparoscópica a tiempo fijo a las 52 horas post retiro de los tratamientos. Entre los grupos experimental y control no existieron diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) en cuanto a la fertilidad y prolificidad, obteniéndose 41.5 % MAP vs 41.3 % FGA y 1.16 MAP vs 1.15 FGA, respectivamente. Se concluye que entre los dos tipos de progestágeno utilizados para la sincronización de estros en ovejas de origen neozelandés inseminadas artificialmente, no tuvo un efecto significativo en la fertilidad y prolificidad.

**Palabras clave**: Fertilidad, ovejas, prolifícidad.

## ABSTRACT

The present study was carried out in a commercial sheep farm, located in the municipality of Texcoco, State of México, with the objective of comparing the fertility and prolificacy between two types of progestogens, by means of the synchronization of oestrus using intravaginal sponges impregnated with 20 mg of Fluorogestone Acetate (FGA) and 60 mg of Medroxyprogesterone Acetate (MAP). 200 composite sheep of New Zealand origin were used, distributed in two random groups: 100 for the control group (Fluorogestone Acetate, FGA) and 100 for the experimental group (Medroxyprogesterone Acetate, MAP), with an average age of 1.5 ± 0.5 years and a body

condition of 4.5 ± 0.5. In both groups intravaginal sponges impregnated with FGA or MAP were placed, which were removed after 14 days and in turn 500 IU of Equine chorionic Gonadotropin (eCG) was applied. Artificial insemination (I.A) was performed laparoscopically at fixed time at 52 hours post treatment withdrawal. Between the experimental and control groups there were no significant statistical differences ($p > 0.05$) in terms of fertility and prolificacy, obtaining 41.5% MAP vs. 41.3% FGA and 1.16 MAP vs. 1.15 FGA, respectively. It is concluded that between the two types of progestogen used for estrus synchronization in sheep of New Zealand origin inseminated artificially, did not have a significant effect on fertility and prolificacy.

**Index words**: Fertility, prolificacy, sheep.

## INTRODUCCIÓN

La sincronización del estro involucra el control o manipulación del ciclo estral, con el propósito de que las hembras elegidas en un rebaño expresen estro aproximadamente en un mismo periodo de tiempo. Esta práctica es utilizada en los programas de I.A (González *et al.,* 2002). En las últimas décadas la reproducción en pequeños rumiantes puede ser controlada por diversos protocolos de sincronización. Algunos de estos métodos involucran la administración de hormonas que modifican la cadena de eventos durante el ciclo estral. En los protocolos de sincronización son usados la progesterona o sus análogos, entre los cuales los más usados son los progestágenos, los cuales imitan la función del cuerpo lúteo (CL) (Lozano *et al.,* 2012). Dentro de los fármacos utilizados para agrupar estros se encuentran las esponjas intravaginales con Acetato de Fluorogestona o Acetato de Medroxiprogesterona utilizadas en asociación a la Gonadotropina Coriónica equina (eCG). Por lo tanto el objetivo del presente estudio fue evaluar el porcentaje de fertilidad y prolificidad en ovejas inseminadas artificialmente por vía laparoscópica con estro sincronizado, utilizando esponjas intravaginales impregnadas de Acetato de Fluorogestona vs Acetato de Medroxiprogesterona.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en una explotación comercial con sistema estabulado, ubicado en el municipio de Texcoco, Estado de México, para comparar la fertilidad y prolificidad entre dos tipos de progestágenos, mediante la sincronización de estros utilizando esponjas intravaginales impregnadas con 20 mg de Acetato de Fluorogestona (FGA) y 60 mg de Acetato de Medroxiprogesterona (MAP). Se utilizaron 200 ovejas compuestas de origen neozelandés, distribuidas en dos grupos al azar: 100 para el grupo control (Acetato de Fluorogestona, FGA) y 100 para el grupo experimental (Acetato de Medroxiprogesterona, MAP), con una edad promedio de 1.5 ± 0.5 años y una condición corporal de 4.5 ± 0.5. En ambos grupos se colocaron esponjas intravaginales impregnadas con FGA o MAP, las cuales fueron retiradas a los 14 días y a su vez se aplicó 500 UI de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG). Se realizó la inseminación artificial (I.A) vía laparoscópica a tiempo fijo (52 horas post tratamiento). A los 45 días posteriores a la realización de la I.A, se efectuó el diagnóstico de gestación a través de ultrasonografía. Al parto fueron

registradas las ovejas paridas e identificando el número de corderos por parto. Los resultados fueron analizados a través de la prueba de Ji cuadrada.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados encontrados indicaron que no existieron diferencias estadísticas significativas para todas las variables analizadas ($p > 0.05$). El porcentaje total de preñez y fertilidad total fue de 41.44 % (75/181 ovejas) del cual el 41.3 % y el 41.5 % fueron para el grupo control y experimental, respectivamente. La prolificidad total fue de 1.16 corderos (87 corderos/75 ovejas), del cual fue 1.15 para el grupo control y 1.16 para el experimental. El porcentaje de nacimientos múltiples fue de 15.78 % y 16.21 % para los grupos control y experimental, respectivamente. El porcentaje total de corderos machos fue de 55.82 % mientras que en hembras fue de 44.18 %, y del 52.28 % de machos y 47.72 % de hembras para los grupos experimental y control, respectivamente. Se encontró que las ovejas del grupo control tuvieron un 84.22 % de partos únicos y un 15.78% de partos gemelares; mientras que aquellas ovejas del grupo experimental el 83.78 % tuvieron partos únicos y el 16.22 % tuvieron partos gemelares. Con relación al peso promedio de los corderos al nacimiento y al destete, estos fueron de 3.9 ± 0.8 kg y 3.7 ± 0.9 kg; 18.0 ± 1.7kg y 17.6 ± 1.9 kg para los grupos control y experimental, respectivamente ($p > 0.05$).

El porcentaje de mortalidad fue del 38.6 % y 37.2 % para los grupos control y experimental, respectivamente ($p > 0.05$). Crosby *et al.* (1991) y Gordon (1997) trabajando con ovejas cíclicas que fueron sincronizadas con esponjas impregnadas con 60 mg. de MAP y 30 mg. de FGA más eCG, obtuvieron porcentajes de fertilidad total del 70 % y el 80 %, respectivamente. Así mismo, Greyling (1988) reportó una tasa de concepción con inseminación artificial a tiempo fijo en ovejas Merino utilizando esponjas intravaginales con FGA y MAP, encontrando resultados del 68.3 % y 58.2 %, respectivamente, lo cual es superior a lo reportado en este experimento. Las diferencias encontradas con los anteriores estudios (mayor fertilidad a lo encontrado en este estudio) quizá sea debido a que utilizaron ovejas que se encontraban ciclando (sincronizaron), en tanto que las hembras utilizadas en este estudio fueron inseminadas artificialmente en época no reproductiva, así como las diferencias debidas al origen del rebaño. Requena (2010), trabajando con ovejas Merino Fleishaf con condición corporal de 3.5, reportó porcentajes de 67.5 % para tratamiento con MAP y de 73.81 % para FGA, estos resultados difieren con nuestro estudio probablemente debido al efecto racial y la condición corporal. Santos *et al.* (2010) en un estudio realizado con ovejas de la raza Texel reporta un porcentaje de preñez de 86.66% utilizando esponjas intravaginales con MAP 60 mg, más 400 UI de eCG al momento del retiro, obteniendo resultados superiores a los reportados en el presente experimento, como se ha citado con otros autores esto quizá sea debido al genotipo, a la detección de aquellas ovejas que respondieron al tratamiento hormonal y fueron inseminadas, que comparado con nuestro estudio no se realizó el protocolo de detección de estros. Mellisho *et al*. (2006), realizaron un estudio en ovejas primalas y adultas de la raza Blackbelly con estro sincronizado utilizando MAP durante 13 días y la aplicación de 300 UI de gonadotropina coriónica equina al retiro de las esponjas.

La I.A. laparoscópica se realizó a tiempo fijo (62-65 horas del retiro de la esponja intravaginal) usando semen congelado a una concentración de 40 millones de espermatozoides, no encontrándose diferencias significativas en la tasa de preñez entre las ovejas primalas (71.4%) y las ovejas adultas (64.7%), resultados que fueron superiores a nuestro estudio, que así mismo podría deberse al efecto racial, ya que la oveja Blackbelly tiene una mayor tasa ovulatoria, y que las ovejas compuestas en este estudio mostraron una excesiva condición corporal, efecto negativo en la tasa de fertilidad en ovejas obesas (Buratovich, 2010). Ainsworth y Shrestha (1983), compararon el porcentaje de fertilidad total en ovejas cuyo celo fue sincronizado con esponjas impregnadas con 60 mg. de MAP y 40 mg. de FGA + eCG en época reproductiva, no obteniendo diferencias significativas entre los dos tipos de esponjas (57 % y 53 %, respectivamente); sin embargo, los porcentajes de preñez obtenidos fueron más altos que en el presente estudio. Ungerfeld y Rubianes (2002), obtuvieron tasas de gestación del 62.5 % para las ovejas que fueron tratadas con esponjas intravaginales impregnadas con 60 mg. con MAP y un 67.4 % para las tratadas con esponjas intravaginales impregnadas con 30 mg. de FGA; los resultados fueron superiores en este estudio debido a diversos factores que influyeron como al genotipo, la condición corporal y la latitud ya que al ser ovejas provenientes de Nueva Zelanda han mostrado requerir de un mayor tiempo para la adaptación al ambiente, clima y la alimentación.

Cuando las hembras son inseminadas artificialmente se obtienen porcentajes de preñez menores, de acuerdo a lo reportado en varias investigaciones. Moses *et al*. (1997), reportaron un porcentaje de preñez del 61 % en ovejas Merino sincronizadas con MAP con I.A intrauterina, Ritar *et al*. (1990) observaron en ovejas de varias razas dentro de la época reproductiva, porcentajes de preñez de 40.7 % con I.A cervical y porcentajes de 64.5, 51.6 y 52.7 % con I.A intrauterina. Kohno *et al*. (2005), reportaron porcentajes de preñez de 29.4 y 25 % en ovejas Suffolk sincronizadas con CIDR e I.A a estro detectado y a tiempo fijo, respectivamente. Como información complementaria de la utilización del mismo protocolo hormonal empleado en este estudio, pero utilizando la monta natural, Tritschler *et al.* (1991) reportaron un porcentaje de preñez de 65 % en ovejas de diversas razas. Iglesias *et al,*. (1997) observaron porcentajes de 76 % de preñez en ovejas Corriedale. Viñoles *et al.* (2001) observaron un porcentaje de preñez de 67 % en ovejas Polwarth. Gapel *et al.* (2003), reportó un porcentaje de preñez de 79.6 % en ovejas de la raza Corriedale utilizando esponjas intravaginales con MAP + 160 UI de eCG y de 87.5 % con MAP utilizando 240 UI de eCG. Cordero *et al.* (2011) reportaron porcentajes de gestación en ovejas de la raza Dorset del 82 %. Hernández (2010) reportó porcentajes de gestación en ovejas de la raza Pelibuey y Katahdin del 77% y 85%, respectivamente.

Como puede apreciarse, en la mayoría de los estudios con monta directa fueron causa de tasas de gestación superiores a las del presente estudio, ya que es conocido que la I.A resulta en porcentajes menores de fertilidad que la monta natural. En este estudio, la prolificidad fue de 1.16 para el grupo experimental MAP y 1.15 para el grupo control FGA, no existiendo diferencias estadísticas significativas entre grupos ($p > 0.05$), Estos resultados son similares a los reportados por Greyling *et al*. (1988) con 1.24 para FGA y de 1.16 para MAP en ovejas Merino. Santos *et al*. (2010) Encontró una prolificidad de 1.38 en ovejas Texel sincronizadas con Acetato de Medroxiprogesterona + 400 UI de eCG, pero fue inferior al 1.79 reportado por Hernández (2010)

en ovejas Pelibuey y Katahdin que fueron tratadas con MAP, estas diferencias sean debido quizá al genotipo de las ovejas utilizadas en el experimento ya que se sabe que las razas de lana son menos prolíficas (tasa ovulatoria) que las razas de pelo y a la condición corporal. Pérez (2015) reportó una prolificidad de 1.53 para protocolo de sincronización con esponjas intravaginales con FGA 40 mg + 500 UI de eCG (Folligon: Intervet®) 2 días antes del retiro de esponjas y de 1.25 para ovejas con protocolo de sincronización con esponjas intravaginales con FGA 40 mg + 500 UI de eCG (Pregnecol: Bayer®), resultados ligeramente altos en comparación con los obtenidos en el presente estudio.

## CONCLUSIONES

La utilización de esponjas impregnadas con Acetato de Fluorogestona o Acetato de Medroxiprogesterona en combinación con la aplicación de 500 UI de eCG en ovejas compuestas neozelandesas, produjo porcentajes de fertilidad y prolificidad similares para ambos protocolos comerciales sin mostrar diferencias estadísticas significativas entre ambos grupos. Por lo que, esta segunda opción es viable para la inducción-sincronización del estro en ovejas, con un costo menor al tratamiento comercial más utilizado.

## LITERATURA CITADA

Ainsworth, L. and J. N. B. Shrestha. 1983. Effect of type of intravaginal progestagen treatment on estrous response and reproductive performance of ewes. Theriogenology 19: 869-875.

Buratovich, O. 2010. Eficiencia reproductiva en ovinos: Factores que la afectan. Parte I: La alimentación. Sitio Argentino de Produccion Animal. Carpeta Técnica, Ganadería No. 34. EEA INTA Esquel, Chubut.

Cordero, M. J. L., E. T. T. Sánchez, M. P. Molina, A. R. Nieto, O. J. Peralta, L. M. Cárdenas,V. O. Mejía, R. L. Olivares y V. J. L. Figueroa. 2011. Reducción de dosis de Acetato de Fluorogestona mediante partición de esponjas para sincronización del estro en ovejas. Revista Científica 6(XXI). Universidad del Zulia, Maracaibo Venezuela.

Crosby, T. F., M. P. Boland and I. Gordon. 1991. Effect of progestagen treatments on the incidence of oestrus and pregnancy rates in ewes. Animal Reproduction Science 24: 109-118.

Gapel, C., R. Althaus y J. Sosa 2003. Efecto de la dosis de eCG en ovejas tratadas con MAP sobre la inducción de estro y ovulación fuera de la época de servicio. Revista FAVE- Ciencias Veterinarias 2.Instituto de Reproducción Animal, Cátedra de teriogenología, Facultad de Ciencias Veterinarias, UNL.

González, B. S., R. M. Moreno, M. J. García y A. L. Cotero. 2002: Patrones y mecanismos de control del desarrollo folicular durante la administración de protocolos de superovulación en pequeños rumiantes. INIA. España.

Gordon, I. 1997. Controlled reproduction in sheep and goats. Vol. 2. CABI. Dublin, Ireland. 480 p.

Greyling, J. P. C., J. C. Greeff, W. C. J. Brink and G. A. Wyma. 1988: Synchronization of oestrus in sheep of low-normal mass under range conditions: the use of different progestagens and PMSG. South África Tydskr Veek 18: 164-167.

Hernández, O. J. L. 2010. Fertilidad en ovejas de pelo, sincronizadas con Acetato de Medroxiprogesterona y Gonadotropina Coriónica Equina. Tesis. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana.

Iglesias, R., H. Ciccioli N. and H. Irazoqui. 1997. Ram induced reproduction in seasonally anovular Corriedale ewes: MAP doses for oestrus induction, ram percentages and post-mating progestagen supplementation. Animal Science 64: 119- 125.

Kohno, H., C. Okamoto, K. Lida, T. Takeda, E. Kaneko, C. Kawashima, A. Miyamoto, and Y. Fukui. 2005. Comparison of estrus induction and subsequent fertility with two different intravaginal devices in ewes during the non-breeding season. Journal Reproduction Development 51(6): 805-812.

Lozano, J. F. G., L. F. V. Uribe y J. O. Henry. 2012. Control hormonal de la reproducción en hembras ovinas (*Ovisaries*). Artículo de Revisión, Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Colombia 6 (2): 17-21.

Mellisho, S. E., H. R. Pinazo, F. L. Chauca, V. P. Cabrera y P. V. Rivas. 2006. Inseminación intrauterina vía laparoscópica de ovejas BlackBelly con semen congelado. Revista Investigación Veterinaria Perú 17(2): 131-136.

Moses, D. A., G. Martínez, G. Iorio, A. Valcarcel, A. Ham, H. Pessi, R. Castanon, A. Macia and A. Delasheras. 1997. A large-scale program in laparoscopic intrauterine insemination whit frozen-thawed semen in Australia Merino sheep in Argentine Patagonia. Theriogenology. 48: 651-657.

Requena, D. F. 2010. Tasas de gestación en ovino merino fleischaf tratado con esponjas intravaginales impregnadas con MAP o FGA más eCG en las distintas fases del ciclo estral. Trabajo fin Master. Master en Zootecnia y Gestión Sostenible: Ganadería Ecológica e Integrada.

Ritar, A. J., P. D. Ball and P. J. O'May. 1990. Artificial insemination of cashmere goats-effects on fertility and fecundity of intravaginal treatment, method and time of insemination, semen the absence of gonadotropin simulation. Theriogenology 42: 1329-1336.

Santos, I. W., L. C. Binsfeld, R. R. Weiss and L. E. Kozicki. 2010. Fertility rates of ewes treated with medroxyprogesterone and injected with equine chorionic gonadotropin plus human chorionic gonadotropin in anoestrous season. SAGE- Hindawi access to research. Veterinary Medicine International.

Tritschler II, J. P., R. T. Duby, E. M. Parsons and D. J. Giordano. 1991. Comparison of two progestogens during out-of-season breeding in a commercial ewe flock. Theriogenology 35(5): 943-953.

Ungerfeld, R. and E. Rubianes. 2002. Short term primings with different progestogen intravaginal devices (MAP, FGA and CIDR) for eCG-estrous induction in anestrus ewes. Small Ruminant Research 46: 63-66.

Viñoles, C., M. Forsberg, G. Banchero and E. Rubianes. 2001. Effect of long-term and short-term progestagen treatments on follicular development and pregnancy rate in cyclic ewes. Theriogenology 55: 993-1004.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EL PERÍMETRO TORÁCICO COMO PREDICTOR DEL PESO CORPORAL DE BORREGOS PELIBUEY

# [HEART GIRTH AS A PREDICTOR OF THE BODY WEIGHT IN THE PELIBUEY SHEEP]

**M. A. Espinosa M.[1§], G. Buendía R.[1], F. Villaseñor G.[2], H. Jiménez S.[1]**

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)-CENID Fisiología y Mejoramiento Animal. [2]INIFAP-C.E. Centro-Altos de Jalisco. [§]Autor para correspondencia: (marespinosa71@yahoo.co).

## RESUMEN

Se realizaron mediciones del perímetro torácico y el peso corporal en ovinos Pelibuey de diferentes edades, con el objetivo de determinar la asociación entre dichas variables y el posible uso del perímetro torácico como estimador del peso corporal. Los registros de 287 mediciones de peso corporal y perímetro torácico realizadas en ovinos fueron obtenidos con ayuda de una báscula electrónica y una cinta métrica. Adicionalmente, se calculó la edad de los animales al momento de realizar las mediciones. El peso corporal promedió 18.79±0.89 kg, mientras que el perímetro torácico promedio fue de 60.89±0.91 cm. La edad promedio fue de 162.0±14.93 días. Las tres variables registradas mostraron una correlación significativa ($p$ <0.05), siendo mayor la obtenida por el peso corporal y el perímetro torácico ($r$=0.906, $p$ < 0.0001). El valor de $r$ fue mayor cuando se consideraron sólo los machos ($r$=0.961, $p$ < 0.0001), en comparación a lo registrado en hembras ($r$=0.897, $p$ < 0.0001). Los análisis de regresión mostraron que es posible predecir el peso corporal de ovinos Pelibuey a través del perímetro torácico ($r^2$= 0.82); nuevamente, el coeficiente de determinación fue mayor para los machos, en comparación a las hembras (0.92 vs 0.80). Los resultados mostraron la alta asociación entre el peso corporal y el perímetro torácico en la raza Pelibuey, así como la posibilidad de estimar el peso corporal a través del perímetro torácico, lo cual puede verse favorecido en machos. Esto podría ser de utilidad para tomar decisiones en cuanto a la selección o desecho de animales con fines reproductivos, así como la toma de decisiones respecto a su ingreso a periodos de empadre y registro de pesos corporales a los que llegan al parto. Estudios complementarios permitirán determinar si se presentan cambios en grupos de animales por edad y/o sexo, así como la posibilidad de incluir mayor número de variables en modelos de regresión múltiple para mejorar la precisión de la estimación.

**Palabras clave**: Pelibuey, perímetro torácico, peso corporal.

## ABSTRACT

Measurements of the hearth girth and body weight were made in Pelibuey sheep of different age, to determine the association between such parameters and the potential use of the hearth girth as a predictor of body weight in Pelibuey breed. Data from 287 measurements of body weight and hearth girth were made using an electronic scale and a metric tape. Additionally, age of animals

was estimated based on records of the farm. Mean body weight was 18.79±0.89 kg, while the mean hearth girth was 60.89±0.91 cm. Age averaged 162±14.93 days. Body weight, hearth girth and age showed a significant correlation ($p < 0.05$), which was higher between body weight and hearth girth ($r$=0.906, $p < 0.0001$). The value of r was higher when only males were considered ($r$=0.961, $p < 0.0001$), as compared to results in females ($r$=0.897, $p < 0.0001$). Regression analysis showed that is possible to predict the body weight of Pelibuey sheep through hearth girth ($r^2$=0.82); once again, the coefficient of determination was higher for males, as compared to females (0.92 vs 0.80). Results showed the significant association between the body weight and hearth girth in Pelibuey breed, and the potential to estimate the body weight through the hearth girth, and that this can be increased in males. Complementary studies will allow to determine if changes are present in groups of animals by age and/or sex, and the possibility of including a higher number of variables in models of multiple regression to improve the precision of estimation.

**Index words:** Body weight, hearth girth, pelibuey.

## INTRODUCCIÓN

La raza Pelibuey es una de las razas de pelo más difundidas en el país. Originaria de regiones tropicales, su uso se ha extendido a otras regiones con condiciones climáticas diferentes. Un indicador de alta importancia es la determinación de su crecimiento a partir del peso corporal, lo cual en hembras puede ayudar a tomar la decisión de cuándo entrar a periodos de empadre. Aunque este indicador es fácil de determinar, se requiere en muchos casos contar con una báscula en la unidad de producción. Esto no siempre es posible por lo que es deseable el uso de métodos alternos para la estimación del peso corporal, que sean confiables, sencillos de aplicar, de bajo costo y que sean manejables. Uno de estos métodos es la medición del perímetro torácico a través de una cinta métrica. Este método ha mostrado su utilidad en las especies bovina y caprina especialmente (Chacón-Hernández y Boschini-Figueroa, 2017; Garro y Rosales, 1996; Mahecha *et al.*, 2002; Salvador *et al*., 2008) y existen cintas comerciales disponibles para poder estimar el peso vivo de bovinos con una alta confiabilidad, que incluye recomendaciones para su primer servicio y primer parto. En pequeños rumiantes la información sobre el uso de este método es menor y pocos estudios publicados existen en la especie ovina (Sowande y Sobola, 2008) y en algunos casos contradictorios (Angulo-Cubillán *et al*., 2008). Sin embargo, con su aplicación, cualquier productor podría realizar la estimación del peso de sus animales de una manera sencilla y sin una gran inversión y podrían existir opciones para otros usos, como la predicción de peso de la canal o de piezas de carne una vez sacrificados (Hernández *et al.*, 2007). Adicionalmente, la estimación del peso puede ser utilizada para establecer programas de alimentación, agrupar animales y como seguimiento para realizar selección de algunos de ellos que puedan ser empleados en programas reproductivos, así como tener certeza en el momento en que las hembras pueden entrar a su primer empadre. Por ello, el propósito de este trabajo fue determinar la asociación entre el peso vivo y el perímetro torácico y el posible uso de este último para estimar el peso corporal de borregos Pelibuey mantenidos bajo condiciones templadas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en el municipio de Colón, en el estado de Querétaro (20º42'N, 100º01'O), que tiene un clima templado semiseco y una temperatura anual promedio de 17.4ºC. Se obtuvieron datos de 287 mediciones realizadas a ovinos Pelibuey de diferentes edades (rango de 10 a 1353 días). Se realizó su pesaje a través de una báscula electrónica, mientras que al mismo tiempo se registró el perímetro torácico obtenido con ayuda de una cinta métrica por detrás de las escápulas. Adicionalmente, de determinó la edad en que se realizaron las mediciones a través del acceso a los registros de la unidad de producción. Los datos fueron sometidos a estadística descriptiva para obtener el promedio y valores de dispersión de cada variable. Posteriormente, se realizaron análisis de correlación entre el peso corporal, el perímetro torácico y la edad, además de análisis de regresión como primer acercamiento para evaluar la posibilidad de estimar el peso corporal a través del perímetro torácico. Todos los datos fueron inicialmente realizados para todos los animales y posteriormete se realizaron exclusivamente para machos o hembras. Los valores de $p < 0.05$ fueron considerados como significativos. Se empleó el paquete estadístico SAS para realizar todos los análisis.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso corporal promedio de los animales estudiados fue ligeramente menor a los 20 kg, aunque el rango obtenido nos permite visualizar que los animales presentaban diferencias importantes (Cuadro 1). El peso corporal, el perímetro torácico y la edad promedio fueron inferiores en los machos en comparación a las hembras. Esto se debe a que a edades superiores a los 6 meses, la totalidad de machos de la unidad de producción son comercializados y en consecuencia sólo se incluyen datos de hembras a partir de esta edad. Por la misma razón, la dispersión de los datos es mayores también en el grupo de hembras, en comparación a los machos.

**Cuadro 1**. Estadística descriptiva del peso corporal, el perímetro torácico y la edad de ovinos Pelibuey.

| | n | Promedio | EE | Mínimo | Máximo | Q1 | Q3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Peso corporal, kg | 287 | 18.79 | 0.89 | 2.50 | 95.70 | 9.24 | 23.11 |
| Perímetro torácico, cm | 287 | 60.89 | 0.91 | 33.50 | 104.50 | 50.50 | 69.00 |
| Edad, días | 287 | 162.00 | 14.93 | 10 | 1353 | 61 | 105 |
| Peso corporal, kg (hembras) | 159 | 23.73 | 1.44 | 2.50 | 95.70 | 9.64 | 38.90 |
| Perímetro torácico, kg (hembras) | 159 | 65.56 | 1.40 | 33.50 | 104.50 | 51.40 | 83.00 |
| Edad, días (hembras) | 159 | 242.65 | 25.14 | 10 | 1353 | 62 | 348 |
| Peso corporal, kg (machos) | 128 | 12.66 | 0.49 | 2.84 | 28.80 | 8.59 | 16.03 |
| Perímetro torácico, kg (machos) | 128 | 55.09 | 0.79 | 34.60 | 76.50 | 49.20 | 60.35 |
| Edad, días (machos) | 128 | 61.82 | 2.52 | 10 | 110 | 59 | 86 |

E.E.= Error estándar; Q1= Cuartil 1; Q3= Cuartil 3.

Las tres variables analizadas mostraron una alta correlación ($p < 0.05$) entre ellas (Cuadro 2). Cuando se analiza al total de animales, sin considerar el sexo de los mismos, las variables que presentaron la mayor correlación fueron el peso corporal y el perímetro torácico, seguido por el peso corporal y la edad y finalmente por la edad y el perímetro torácico. En ovejas enanas africanas,

se ha observado un coeficiente de correlación similar (Sowande y Sobola, 2008). Sin embargo otros estudios en ovinos indican un menor coeficiente (Hernández-Espinoza *et al*., 2012), lo cual puede ser debido en parte a la región exacta donde se realiza la medición del perímetro torácico, el cual en ocasiones se obtiene en una zona más cercana al perímetro abdominal.

La correlación fue aun mayor entre el peso corporal y el perímetro torácico cuando se consideran sólo los machos, en comparación a lo obtenido con las hembras. Esta misma situación se presentó entre la edad y el perímetro torácico. Sin embargo, la relación existente entre el peso corporal y la edad fue mayor en el grupo de hembras, en comparación a los machos.

**Cuadro 2**. Coeficiente de correlación y valor de P para el peso corporal, perímetro torácico y edad de ovinos Pelibuey y valores para hembras y machos.

| | Peso corporal | Perímetro torácico | Edad |
|---|---|---|---|
| Peso corporal | 1.00 | 0.906 | 0.828 |
| | - | <0.0001 | <0.0001 |
| Perímetro torácico | 0.906 | 1.00 | 0.774 |
| | <0.0001 | - | <0.0001 |
| Edad | 0.828 | 0.774 | 1.00 |
| | <0.0001 | <0.0001 | - |
| Hembras | | | |
| Peso corporal | 1.00 | 0.897 | 0.817 |
| | - | <0.0001 | <0.0001 |
| Perímetro torácico | 0.897 | 1.00 | 0.788 |
| | <0.0001 | - | <0.0001 |
| Edad | 0.817 | 0.788 | 1.00 |
| | <0.0001 | <0.0001 | - |
| Machos | | | |
| Peso corporal | 1.00 | 0.961 | 0.771 |
| | - | <0.0001 | <0.0001 |
| Perímetro torácico | 0.961 | 1.00 | 0.803 |
| | <0.0001 | - | <0.0001 |
| Edad | 0.771 | 0.803 | 1.00 |
| | <0.0001 | <0.0001 | - |

Escasos trabajos se han realizado para intentar predecir el peso vivo a través del perímetro torácico en ovinos. Los análisis de regresión fueron altamente significativos cuando se analizaron la totalidad de animales o cuando el análisis sólo consideró a las hembras o a los machos (Cuadro 3). El mayor coeficiente de determinación se observó en el grupo de machos ($r^2$=0.92), coeficiente similar a lo que se ha descrito para bovinos (Araujo-Febres y Salazar, 2008; Mahecha *et al*., 2002). Esto permite sugerir que la estimación del peso corporal de ovinos Pelibuey, a través de la medición del perímetro torácico puede realizarse y con un mayor grado de precisión en los machos, dentro de las edades consideradas, empleando las ecuaciones generadas. Estos resultados son similares a lo que se ha publicado también para otras especies (Garro y Rosales, 1996; Salvador *et al*., 2008). Posteriores análisis permitirán estratificar por grupos de edad y/o sexo, para determinar si en algún momento del crecimiento la precisión para estimar el peso disminuye o aumenta, como lo han

sugerido otros autores (Mahecha *et al*., 2002). Adicionalmente, se podrán incluir un mayor número de variables para predecir el peso corporal mediante modelos de regresión múltiple, como lo han intentado otros autores para otras razas ovinas (Sowande y Sobola, 2008). Con ello se tendrá mayor certeza en las decisiones que se tomen, como la selección o el desecho de animales, el momento en que las hembras podrán tener su primer empadre y el peso en el que acanzan su primer parto.

**Cuadro 3**. Ecuaciones de regresión para la estimación del peso corporal a través del perímetro torácico.

| | Ecuación | $r^2$ | P |
|---|---|---|---|
| Todos | Peso kg=-35.411+0.890(PT) | 0.82 | <0.0001 |
| Hembras | Peso kg=-36.740+0.922(PT) | 0.80 | <0.0001 |
| Machos | Peso kg=-20.581+0.603(PT) | 0.92 | <0.0001 |

R2= Coeficiente de determinación; PT= Perímetro torácico.

## CONCLUSIONES

Existe una alta correlación entre el peso, el perímetro torácico y la edad de ovinos Pelibuey. Adicionalmente, el peso puede ser estimado a través de su perímetro torácico desde edades tempranas (10 días) y hasta la edad adulta y ser mejor estimada en machos, en comparación a las hembras. Estudios complementarios permitirán determinar los cambios que pudieran darse por grupos de edad y/o sexo de los animales o la posible inclusión de variables adicionales en modelos de regresión múltiple.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, por el apoyo brindado a través de la Unidad Experimental Ovina mediante el proyecto SIGI 166213934.

## LITERATURA CITADA

Chacón-Hernández, P. y C. Boschini-Figueroa. 2017. Peso estimado en cabras con una cinta comercial de pesaje y perímetro torácico. Agronomía Mesoamericana 28(1): 229-236.

Angulo-Cubillán, F. J., M. L. García-Coiradas, C. Cuquerella, J. de la Fuente y M. Alunda. 2008. Relación entre el peso vivo y el perímetro torácico en ganado ovino Manchego. Revista Científica FCV-LUZ. XVII(Supp.1): 504-505.

Araujo-Febres, O. y N. Salazar. 2008. Estimación del peso en becerros mestizos doble propósito en función del sexo y la raza por medio del perímetro torácico en la cuenca del Lago de Maracaibo. Revista Científica FCV-LUZ. XVII(Supp.1): 457.

Garro, J. M. y L. R Rosales.1996. Relación entre el peso corporal y el perímetro torácico en ganado cebuíno en crecimiento en Costa Rica. Agronomía Costarricense 20(2): 113-123.

Mahecha, L., J. Angulo y L. P. Manrique. 2002. Predicción del peso vivo a través del perímetro torácico en la raza bovina Lucerna. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 15(1): 88-91

Hernández, B. J., R. T. Salinas, M. J. Pérez-León, G. M. R. Martínez, M. L. O. Sierra, B. J. A. Rueda y C. B. Martínez. 2007. Medidas zoométricas como predictores del rendimiento de la

canal en tres cruzas comerciales de ovinos. *In*: XLIII. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Sinaloa. 303.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CONSUMO DE LECHE Y TASA DE CRECIMIENTO DE CORDEROS PELIBUEY Y KATAHDIN EN LAS PRIMERAS CINCO SEMANAS DE VIDA

# [MILK INTAKE AND GROWTH RATE OF PELIBUEY AND KATAHDIN LAMBS IN THE FIRST FIVE WEEKS OF LIVE]

**D. G. Vera González[1], S. López-Duran[1], A. T. Piñeiro-Vázquez[2], A. J. Chay-Canul[1§], F. Casanova-Lugo[3], U. Macías-Cruz[4], R. Canul Solís[5], Manuel Gonzalez-Ronquillo[6]**

[1]División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. [2]Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Conkal. Avenida Tecnológico s/n Conkal, Yucatán. [3]Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de la Zona Maya. [4]Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Ejido Nuevo León S/N, Mexicali. [5]Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Tizimin. Departamento de Posgrado e Investigación. [6] Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma del Estado de México. [§]Autor para correspondencia: (aljuch@hotmail.com).

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar la relación entre el consumo de leche (CL) y la ganancia de peso (GDP) de corderos de pelo bajo condiciones de trópico húmedo. Se utilizaron los datos de un total de 67 corderos, 39 Pelibuey y 28 Katahdin, 38 machos y 29 hembras; 31 de parto simple y 36 de parto doble, los cuales permanecieron en confinamiento con sus madres durante 56 días en corrales individuales después del parto. Los corrales contaban con comedero y bebedero individual donde las crías no podían disponer del alimento de la madre. El CL se estimó por método del doble pesaje del cordero. Las mediciones se realizaron cada siete días durante cinco semanas. Se realizó un análisis de regresión para evaluar la relación entre el CL y GDP. Los datos fuera de rango (outliers) fueron detectados y eliminados basado en el residual estudentizado (rango normal= -2.5 a 2.5). La bondad del ajuste de la regresión fue evaluada por la raíz del cuadrado medio del error (RCME) y el coeficiente de determinación ($r^2$). La correlación entre variables fue alta ($r$= 0.73). La ecuación desarrollada fue la siguiente: CL= 0.52 (±0.026**) + 3.62 (±0.192**) × ADG ($r^2$ = 0.55, CME = 0.022 y RCME = 0.150; $p$ <.0001; n =290). Se concluye que la GDP de corderos de pre-destete está asociada con el CL, y podría ser usada para estimar con precisión moderada el CL diario en ellos. Aproximadamente, se estima que los corderos deben consumir 3.6 kg de leche para aumentar un kilogramo de peso.

**Palabras clave:** Ordeño, ovejas de pelo, producción de leche.

## ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the relationship between milk intake (MI) and average daily gain (ADG) in hair lambs under humid tropic conditions. Data of 67 lambs were used, which were 39 Pelibuey and 28 Katahdin, 38 males and 29 females; 31 of single lambing and 36 twins. All lambs were housed in individual pens with their mothers for 56 days after lambing. Pens had a feeding and drinking trough, and the offspring did not have access to mother's food.

The MI was estimated by double lamb weighing method. The measurements were made every seven days for five weeks. A linear regression analysis was performed to evaluate the relationship between MI and ADG. Out-of-range data were detected and then eliminated if the student residual was outside the range of -2.5 to 2.5. The goodness of the adjustment of the regression was evaluated considering both root of the mean square of the error (RCME) and coefficient of determination ($r^2$). The correlation coefficient between variables was high ($r$= 0.73). The equation developed was as follows: MI = 0.53(± 0.026 **) + 3.64 (± 0.192**) × ADG ($r^2$ = 0.55, MSE = 0.022 and RMSE = 0.150, ($p$ <.0001), n = 290). In conclusion, the ADG in pre-weaning lambs was associated with MI and could be used to estimate daily MI with moderate accuracy. Approximately, it was estimated that lambs should consume 3.6 kg of milk to increase a kilogram of live weight.

**Index words**: Hair sheep, milking, milk production.

## INTRODUCCIÓN

La leche de la oveja es la fuente principal de nutrientes para el crecimiento, desarrollo y salud de los corderos durante las primeras semanas de vida, por lo que, si la producción de leche es insuficiente, el crecimiento del cordero puede verse afectado (Chay-Canul *et al*., 2019). Se ha reportado que algunos factores como la nutrición, salud, medio ambiente, genotipo, tipo de parto y sexo de la cría pueden influir en la producción de la leche en ovejas (Morgan *et al*., 2006). Durante las primeras semanas del cordero, el crecimiento depende exclusivamente de la leche, y posteriormente comienza el consumo de pasturas y sólidos. Así, la producción de leche de ovejas contribuye de manera importante al crecimiento temprano de los corderos en los sistemas comerciales de producción de corderos (Morgan *et al*., 2006). Para mejorar la rentabilidad de los sistemas de producción de corderos, la productividad de las ovejas debe optimizarse logrando altas tasas de crecimiento del cordero. Algunos estudios han reportado la asociación entre la cantidad y la calidad del suministro de leche antes del destete, así como entre el crecimiento y la eficiencia de conversión alimenticia de los corderos después del destete (Treacher, 1983). Además, algunos informes señalan importantes efectos genéticos y permanentes de la maternidad en el crecimiento pre-destete del cordero, ya que tienen efectos remanentes durante el período posterior al destete (Ngere *et al*., 2017).

Debido a la influencia de la producción de leche en el peso al destete y a la gran variación en la capacidad de ordeña entre razas y grupos genéticos disponibles en áreas tropicales, la estimación de la producción de leche por ovejas lactantes contribuye con información útil para la implementación de estrategias de manejo de ovejas y la producción de corderos (Peniche-González *et al*., 2015). La capacidad de una oveja en producir leche es uno de los factores para destetar corderos y camadas más pesadas. En la oveja Pelibuey, uno de los primeros estudios para determinar la producción y composición de la leche se realizó por Castellanos y Valencia (1982); a la fecha son pocos los trabajos que han evaluado este aspecto en ovejas Pelibuey o sus cruzas con Kathadin (Peniche, 2016). El objetivo del presente estudio fue evaluar la relación entre el consumo de leche (CL) y la ganancia de peso (GDP) de corderos de pelo bajo condiciones de trópico húmedo.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación, animales, manejo y alimentación

El estudio se llevó a cabo en el rancho "El Rodeo", localizado a 17º 84' N, 92º 81 O y 10 msnm a 14 km del entronque de la carretera Villahermosa-Jalapa, Tabasco, México (CONAGUA, 2016). Se utilizaron 49 ovejas adultas, Pelibuey (n=28) y Katahdin (n=21) de 2-3 años, clínicamente sanas, multíparas recién paridas (3-5 días), peso vivo (PV) de 45.59 ± 6.80 kg y condición corporal (CC) de 2.2 ± 0.7. Las ovejas parieron 67 corderos, 38 machos y 29 hembras, y 31 de parto simple y 36 de parto doble. Cada semana se registró el peso de los corderos para calcular la ganancia diaria de peso (GDP). La CC se evaluó cada 15 días utilizando la técnica de Russel *et al*. (1969).

Las ovejas estuvieron en confinamiento durante 56 días en corrales individuales con sus respectivas crías, con comedero y bebedero individual donde las crías no podían disponer del alimento de la madre; las ovejas fueron desparasitadas con Cydectin NF® (Pfizer, Brasil) a razón de 0.2 mg/kg PV, vía S.C. La dieta suministrada consistió en heno de pasto estrella (*Cynodon nlemfuemsis)*, maíz molido, soya, melaza y minerales, con un estimado de energía metabolizable de 12 MJ/kg de materia seca (MS) y 15% de proteína cruda (PC) (AFRC, 1993). La cantidad de alimento ofrecido a cada oveja fue ajustada semanalmente de acuerdo con el PV de los animales para garantizar que las ovejas mantuvieran su PV y CC a través del periodo experimental.

### Consumo de leche

El consumo de leche (CL) se estimó por el método del doble pesaje (DP) cada siete días durante cinco semanas. Los corderos fueron separados a las 3:00 h de sus madres por tres horas y después se les permitió amamantar por 10 min. Posteriormente, los corderos fueron nuevamente separados de sus madres por tres horas, y finalizado el periodo se pesaron individualmente antes y después de un periodo de amamantamiento de 10 min. La diferencia entre los pesos fue definida como el consumo de leche de tres horas. Este registro fue hecho durante un periodo de 12 h (6:00, 9:00, 12:00, 15:00 y 18:00 h). El CL diario de leche fue calculado sumando las estimaciones registradas y multiplicando el resultado por dos.

### Análisis de los datos

Los datos fueron analizados mediante un análisis de correlación de Pearson y otro de regresión lineal simple. El CL fue la variable dependiente y la GDP la variable predictora. Los datos fuera de rango (outliers) fueron detectados y eliminados si el residual estudentizado estaba fuera del rango de -2.5 a 2.5. La bondad del ajuste de la regresión fue evaluada por la raíz del cuadrado medio del error (RCME) y el coeficiente de determinación ($r^2$). Los análisis se realizaron con el paquete estadístico SAS (2002).

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El CL y la GDP se correlacionaron positivamente de manera alta (r= 0.74). La ecuación encontrada fue la siguiente: CL= 0.52 (±0.026**) + 3.62 (±0.192**) × ADG ($r^2$ = 0.55, CME = 0.022 y RCME = 0.150; ($p$ <.0001); n =290; Figura 1). Lo que indica que para que un cordero incremente un kilogramo de peso, requiere consumir aproximadamente 3.6 kg de leche.

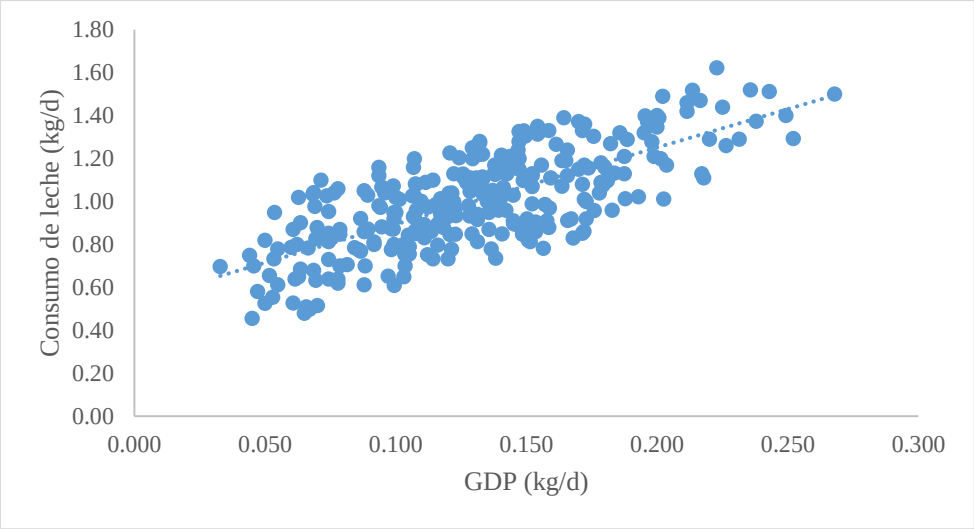



**Figura 1.** Relación entre el consumo de leche y la GDP en corderos de pelo: CL= 0.52 (±0.026**) + 3.62 (±0.192**) × ADG ($r^2$ = 0.55, CME = 0.022 y RCME = 0.150; $p$ <.0001; n =290).

A pesar de la importancia de las razas de pelo en la producción de carne ovina en México, los estudios respecto a la producción de leche de estas razas no son frecuentes, y tampoco existen trabajos enfocados a evaluar la relación de la producción y composición de la leche con el crecimiento pre-destete de los corderos. No obstante, los resultados del presente estudio evidenciaron que la producción de leche está asociada directamente y de una manera importante con la tasa de crecimiento de los corderos en las primeras semanas post-parto. Si bien, las ovejas de pelo no son razas lecheras, y, por consiguiente, no existe una cultura de parte de los productores para medir producción de leche tal como se hace en otras razas; el pesaje continuo de los corderos pre-destete puede ser una buena estrategia para estimar de manera indirecta la PL en las ovejas de esta raza (Burgos-Gonzáles *et al*., 2018). Los corderos de este estudio mostraron que ganan más PV diario a medida que consumen más leche; esto implica que las ovejas con mayor producción leche tendrán crías con mayor tasa de crecimiento. Por otra parte, la ecuación desarrollada demostró que el CL puede ser estimado a partir de la GDP con una precisión moderada, además que los corderos requieren consumir 3.6 kg de leche para aumentar en un kilogramo su PV pre-destete. En razas de lana, Torres-Hernández y Hohenboken (1980) encontraron que los corderos de parto simple y doble requerían consumir 3.74 y 4.27 L, respectivamente, para ganar un kilogramo de PV ($r^2$ = 0.41 y 0.30 respectivamente). Por su parte, Degen y Benkamin (2003) en corderos Awassi reportaron que se requiere un consumo de leche de 5.2 L kg $PV^{-1}$ aumentado. Interesantemente, la cantidad de leche consumida para aumentar en un kilogramo el PV de los corderos resultó ser

menor en los ovinos de pelo de este estudio. Esto sugiere que corderos de pelo podrían ser más eficientes en aprovechar la leche para crecimiento. Más estudios son requeridos al respecto para demostrarlo.

## CONCLUSIONES

Se concluye que la GDP de corderos de pre-destete está asociada con el CL y podría ser usada para estimar con precisión moderada el CL diario en ellos. Aproximadamente, se estima que los corderos deben consumir 3.6 kg de leche para aumentar un kilogramo de peso.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Dr. José Manuel Piña Gutiérrez por facilitar las instalaciones del rancho "El Rodeo".

## LITERATURA CITADA

AFRC. 1993. Technical Committee on responses to nutrients. Energy and Protein Requirements of Ruminants. CAB International, Wallingford, UK.

Burgos-Gonzáles, C., M. Huerta-Aparicio, V. Aguirre, R. Vázquez, A. Orihuela, M. M. Pedernera. 2018. Short communication: milk production and lamb development in Saint Croix and Katahdin hair sheep breeds (*Ovis aries*). Trop. Anim. Health. Prod. 50: 683-687.

Chay-Canul, A. J., E. Aguilar-Urquizo, G. M. Parra-Bracamonte, A. T. Piñeiro-Vazquez, J. R. Sanginés-García, J. G. Magaña-Monforte, R. A. García-Herrera and N. López-Villalobos. 2019. Ewe and lamb pre-weaning performance of Pelibuey and Katahdin hair sheep breeds under humid tropical conditions, Italian Journal of Animal Science 18(1): 850-857. doi: 10.1080/1828051X.2019.1599305.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2016. Servicio Meteorológico Nacional. Temperatura media y de precipitación a nivel nacional y por entidad federativa. http://smn.cna.gob.mx/es/?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75 (19 de marzo de 2016).

Degen, A. A. and R. W. Benjamin. 2003. Milk intake and growth rate of Awassi lambs sucking ewes grazing on natural pasture in the semi-arid Negev. Animal Science 76(3): 455-460.

Morgan, J. E., A. N. M. Fogarty, B. Nielsen and A. R. Gilmour. 2006. Milk yield and milk composition from grazing primiparous non-dairy crossbred ewes. Aust. J.Agric. Res. 57: 377-387.

Ngere, L., B. J. Murke, D. R. Notter and L. M. Morgan. 2017. Variance components for direct and maternal effects on body weights of Katahdin lambs. J. Anim. Sci. 95: 3396-3405.

Peniche-Gonzalez, I., F. L. Sarmiento and R. R. Santos. 2015. Estimation of milk production in hair ewes by two methods of measurement. Rev. MVZ Córdoba 20: 4629-4635.

Russel, A. J. F., J. M. Doney and R. G. Gunn. 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. J. Agricult. Sci. 72: 451-454.

SAS, 2002. Institute Inc., SAS/STAT. Software, Ver. 9.00, Cary, NC, 27512-8000. USA.

Torres-Hernandez, G. and W. Hohenboken. 1980. Relationships between ewe milk production and composition and preweaning lamb weight gain. Journal of Animal Science 50(4): 597-603.

Treacher, T. T. 1983. Nutrient requirements for lactation in the ewe. In 'Sheep production', Butterworths: London. pp. 133-153.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# PROMOTORES DE CRECIMIENTO EN PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN OVINOS DE ENGORDA

## [GROWTH PROMOTERS IN PRODUCTIVE PARAMETERS IN FATTENING SHEEPS]

**Areli Herrera-Rico[§], Marcos Pérez-Sato, Eutiquio Soni-Guillermo, Numa Pompilio Castro-González**

Benémerita Universidad Autónoma de Puebla, PE de Ingeniería Agronómica y Zootecnia, Reforma 165, Colonia Centro, Tlatlauquitepec Puebla, C.P.73900. [§]Autor para correspondencia: (arih285@gmail.com).

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo la finalidad de evaluar el efecto de clorhidrato de zilpaterol y clorhidrato de ractopamina adicionados a la dieta, al igual que implantes de Zeranol en ovinos. Se utilizaron 16 ovinos machos de la cruza Dorper – Katahdin, con un peso de 13 $\pm$ 2 kg, los cuales se distribuyeron en corrales al azar en cuatro tratamientos con cuatro repeticiones.$T_1$= alimentados con dieta experimental, $T_2$= alimentados con dieta experimental más la adición de 0.125 mg $kg^{-1}$ de clorhidrato de zilpaterol, $T_{3=}$ alimentados con dieta experimental más la adición de 3 mg $kg^{-1}$ de clorhidrato de ractopamina, T4= alimentados con dieta experimental más el implante de zeranol, el análisis estadístico de las variables productivas, se llevó a cabo mediante un diseño completamente al azar. El trabajo de investigación duró 60 días dividido en cuatro periodos de quince días cada uno. Los resultados indican que las variables productivas (CMS, GDP, CA) y microbiológicas (pH ruminal, concentración de protozoarios) no se vieron afectadas ($p$ > 0.05), por efecto de los diferentes tratamientos, los valores de pH y concentración de protozoarios están dentro de los parámetros reportados en la literatura.

**Palabras clave**: Clorhidrato de ractopamina, clorhidrato de zilpaterol, implantes, ovinos, promotores de crecimiento.

## ABSTRACT

The present research was aimed at evaluating the effect of zilpaterol hydrochloride added to the diet, as well as Zeranol implants in sheep. Sixteen male sheeps from the Dorper – Katahdin cross with a 13 ± 2 kg of weight were used, which were distributed in random cages in four treatments with four replicates. T1= fed with the experimental diet, T2= fed with the experimental diet, plus 0.125 mg kg-1 of zilpaterol hydrochloride, T3= fed with the experimental diet, plus 3 mg kg-1 of ractopamine hydrochloride, T4= fed with the experimental diet, plus zeranol implant, statistical analysis of the production variables, was carried out by a completely randomized design. The research work lasted 60 days divided into four periods of fifteen days each. The results indicate that the production variables (CMS, GDP, CA) and microbiological variables (ruminal pH, concentration of protozoa) were not affected ($p$ > 0.05), due to different treatments, however, pH and concentration of protozoa are within the parameters reported in the literature.

**Index words**: Growth promoters, implants, sheeps, ractopamine hydrochloride, zilpaterol hydrochloride.

## INTRODUCCIÓN

La explotación ovina tiene una función fundamental en el desarrollo de la humanidad, al proporcionar al hombre productos indispensables para su alimentación y vestido. Esta especie fue introducida en América después de la conquista y colonización a principios del siglo XVI (Medrano, 2000), en México tiene gran relevancia dentro del sector primario, por ser fuente de empleo para productores de bajos recursos económicos.

Según el SIAP (2016), la producción nacional de carne de ovino fue de 60, 362 toneladas; el consumo de carne ovina anual en México es de 120, 300 toneladas e importa casi el 50 %. Estas toneladas faltantes son importadas de Nueva Zelanda, Chile y Australia, donde cuentan con subsidio a la producción y grandes extensiones forrajeras muy superiores en cantidad y calidad a las mexicanas (Arteaga, 2006; De Lucas y Arbiza, 2006). Hay una demanda creciente de carne ovina en los mercados, del Distrito Federal, Estado de México, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, Querétaro y Morelos la cual no se cubre con la producción nacional (Gómez, 2008).

En la búsqueda de la autosuficiencia nacional ovina, se ha recurrido a sistemas de producción intensivos (Cano *et al*., 2001) de engorda para mejorar la calidad de la carne y la eficiencia alimenticia. Para ello, a través de los mejoramientos genéticos, adelantos tecnológicos y farmacológicos se ha conseguido mejorar la producción. Lo más común desde los 50´s fue la aplicación de sustancias que permitían mejorar la asimilación del alimento tales como antibióticos, probióticos, enzimas, antimicrobianos, modificadores del sistema inmunitario, modificadores metabólicos o agentes anabólicos. (Sumano *et al.*, 2002).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Programa Educativo de Ingeniería Agronómica y Zootecnia de la Facultad de Ingeniería Agrohidráulica, de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, la cual se ubica en el municipio de Tlatlauquitepec, Puebla, que se localiza en la parte noroeste del Estado de Puebla.

Se usaron 16 ovinos, cruza Dorper-Katahdin, con un peso promedio de 13 ± 2 kg.

Los tratamientos (T) fueron los siguientes:

Tratamiento 1.- Dieta testigo.

Tratamiento 2.- Dieta testigo + 0.125 g de Clorhidrato de Zilpaterol (CZ).

Tratamiento 3.- Dieta testigo + 3 g de Clorhidrato de Ractopamina (CR).

Tratamiento 4.- Dieta testigo + Implantes de Zeranol.

Las variables de respuesta se analizaron estadísticamente con un diseño completamente al azar.

- Consumo y rechazo de alimento
- Ganancia diaria de peso

- Conversión alimenticia
- Concentración de protozoarios
- pH ruminal

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el consumo de alimento mostró diferencias significativas ($p$ <0.05) (1.65 vs 1 .375 kg $d^{-1}$) siendo los del tratamiento 4 los de menos consumo; sin embargo se observa que en su consumo promedio no existieron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos (2.027 vs 2.102 vs 1.860 vs 2.085), en comparación con los resultados obtenidos por Félix *et al*. (2005) y Aguilera-Soto *et al.* (2008) con ganado ovino, y el resultado no fue diferente significativamente en el consumo de alimento, lo que concuerda con los resultados de la presente investigación, al mismo tiempo si los consumos los dividimos entre el 4% de peso vivo que marca la literatura, nos da el consumo promedio. En cuanto a la ganancia diaria de peso (GDP) (0.291 vs 0.303 vs 0.238 vs 0.272 g $d^{-1}$) y conversión alimenticia (CA) no existieron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos (0.291 vs 0.303 vs 0.238 vs 0.272 g $d^{-1}$), respectivamente, en comparación a los obtenidos por Romero en 2011, donde muestra resultados similares. En las variables ruminales el pH (7.24 vs 6.59 vs 7.28 vs 7.07) y la concentración de protozoarios (14.25 vs 15.50 vs 15.50 vs 16.25x104 mL de fluido ruminal), no representaron diferencias significativas, (Cuadro 1).

**Cuadro 1**. Resultados promedio

| Tratamientos | 1 | 2 | 3 | 4 | CME |
|---|---|---|---|---|---|
| Consumo de alimento (CMS kg $d^{-1}$) | 2.027 | 2.102 | 1.860 | 2.085 | 0.363 |
| Ganancia diaria de peso (GDP g $d^{-1}$) | 0.291 | 0.303 | 0.238 | 0.272 | 0.043 |
| pH ruminal | 7.24 | 6.59 | 7.28 | 7.07 | 0.447 |
| Concentración de protozoarios $x10^4$ $ml^{-1}$ | 14.25 | 15.50 | 15.50 | 16.25 | 5.83 |

CME=Cuadrado Medio de Error; No existen diferencias significativas.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se concluye que el uso de Clorhidrato de Ractopamina, Clorhidrato de Zilpaterol, e Implantes de Zeranol en el ganado ovino para carne, estadísticamente no mejoraron los parámetros productivos, y se presentó un incremento a los costos de producción, comparado con el tratamiento testigo.

## LITERATURA CITADA

Aguilera-Soto, J. I., R. G. RamirezArechiga, C. F. Mendez-Llorente, F. M. A. Lopez-Carlos, J. M. Silva-Ramos, R. M. Rincon-Delgado and F. M. Duran-Roldan. 2008. Zilpaterol hydrochloride on performance and sperm quality of lambs fed wet brewers grains. J. Appl. Anim. Res. 34: 17-21.

Arteaga, C. J. D. 2006. Situación de la ovinocultura y sus perspectivas. Memorias Primera semana nacional de ovinocultura. Hidalgo, México: pp. 610-623.

Cano, B. J., T. J. De Lucas y R. G. Valenzuela. 2001. Crecimiento comparativo entre corderos alimentados en pastoreo y en corral de engorda. *In*: Memoria del 2º Congreso Latinoamericano

de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos, XI Congreso Nacional de Producción Ovina. 22 al 25 de mayo. Mérida, Yucatán, México: pp. 47-51.

De Lucas, T. J. y A. S. Arbiza. 2006. Situación y perspectivas, la producción de carne ovina en México. Bayvet 21: 22-28.

Felix, A., A. Estrada-Angulo, F. G. Rios, C. H. Ramos and A. B. Perez. 2005. Effect of Zilpaterol clorhidrate on growth performance and carcass traits in finishing sheep. J. Anim. Sci. 83 (Suppl. 1): 63 (abstract).

Gómez, M. J. 2008. Alternativas de mercado para la carne ovina en México. Simposium Internacional, Producción de Carne Ovina. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 425 p.

Medrano, J. 2000. Recursos animales locales del centro de México. Arch Zootec. 49(187): 385-390.

Romero, M. M. A. 2011. Efecto del clorhidrato de ractopamina en el comportamiento productivo y características de carne de ovinos en finalización. Tesis doctoral. Especialidad de ganadería. Colegio de Postgraduados México. 56 p.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2016. Consultado el 17 de junio de 2017 en: http://www.siap.gob.mx/resumen-nacional-pecuario/

Sumano, L. H., C. L. Ocampo y O. L. Gutierrez. 2002. Clenbuterol y otros β- agonistas, ¿una opción para la producción pecuaria o un riesgo para la salud pública? Vet. Mex. 33(2): 137-159.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# SUPLEMENTACIÓN MINERAL A OVEJAS KATAHDIN EN LACTACIÓN

# [MINERAL SUPPLEMENTATION OF LACTATING KATAHDIN EWES]

**José Adrián Magadán Olmedo[1§], Maximino Huerta Bravo[1], Said Cadena Villegas[1], Pedro Arturo Martínez Hernández[1], Roberto González Garduño[2]**

[1]Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México. [2]Unidad Regional Universitaria Sur-Sureste, Universidad Autónoma Chapingo, Teapa, Tabasco. [§]Autor para correspondencia: (magadano@hotmail.com).

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue elevar los niveles de zinc sérico en ovejas en lactación con signos de alopecia y consumo de pelo para corregir la deficiencia de este mineral mediante un suplemento. Se utilizaron 16 ovejas Katahdin próximas al parto, se asignaron al azar a uno de dos tratamientos: uno con 20 g/animal/día de una premezcla mineral con cobre y zinc ($n = 8$) y otro sin la premezcla ($n = 8$). Cada 15 días, durante 14 semanas, se tomaron muestras de sangre de las ovejas para analizar, mediante espectrofotometría de absorción atómica, las concentraciones de zinc, cobre y hierro en suero sanguíneo. Los niveles de zinc en suero sanguíneo fueron deficientes (< 0.8 mg $L^{-1}$) al inicio del experimento, mientras que en el rango adecuado se ubicaron los niveles de cobre (0.7 - 2.0 mg $L^{-1}$) y hierro (1.6 - 2.2 mg $L^{-1}$). En las semanas 4 a 10, la premezcla mineral incrementó ($p < 0.05$) las concentraciones séricas de Zn hasta niveles normales (0.8 - 1.2 mg $L^{-1}$) en las ovejas suplementadas, comparado con aquellas del grupo testigo; en este tiempo, los animales suplementados disminuyeron el consumo de pelo. Los niveles de cobre en suero sanguíneo fueron menores ($p < 0.05$) en el grupo suplementado de la semana 6 a la 8, comparados con el grupo testigo, probablemente debido al antagonismo con el zinc. El hierro sérico fue mayor ($p < 0.05$) en las ovejas suplementadas desde la semana 4 a la 6. Altas concentraciones de zinc son requeridas en la dieta para elevar los niveles séricos de este mineral en ovejas con deficiencia, pero podría reducirse la absorción de cobre por antagonismo. La corrección de la deficiencia de zinc puede disminuir el síndrome de consumo de pelo en ovinos.

**Palabras clave:** Cobre, consumo de pelo, deficiencia, suero sanguíneo, zinc.

## ABSTRACT

The purpose of this study was to raise serum zinc levels in lactating ewes with alopecia and hair eating to correct the deficiency of this mineral by means of a supplement. Sixteen Katahdin ewes close to parturition were randomly assigned to one of two treatments: one with 20 g/animal/day of a mineral premix containing copper and zinc ($n = 8$) and another without the premix ($n = 8$). Every 15 days, during 14 weeks, blood samples were taken to analyze, by atomic absorption spectrophotometry, the concentrations of zinc, copper and iron in blood serum. The levels of zinc in blood serum were deficient at the beginning of the experiment, while those of copper and iron were within the adequate range (0.7 - 2.0 mg $L^{-1}$ and 1.6 - 2.2 mg $L^{-1}$). During weeks 4 to 10, the

mineral premix increased ($p < 0.05$) Zn concentrations in blood serum of supplemented ewes, up to normal levels (0.8 - 1.2 mg $L^{-1}$), compared with the control ewes; at this time, supplemented animals decreased hair consumption. The blood serum copper levels were lower ($p < 0.05$) in the supplemented group from week 6 to 8, compared to the control group, probably due to antagonism with zinc. Serum iron was higher ($p < 0.05$) in the supplemented ewes from week 4 to 6. High concentrations of zinc are required in the diet to raise serum levels of this mineral in sheep with deficiency but could reduce the absorption of copper by antagonism. Correction of zinc deficiency can decrease hair eating syndrome in sheep.

**Index words:** Blood serum, copper, deficiency, hair eating, zinc.

## INTRODUCCIÓN

El zinc (Zn), el cobre (Cu) y el hierro (Fe) son elementos traza esenciales para todas las formas de vida y realizan varias funciones biológicas. Tanto el Zn como el Cu tienen una distribución celular generalizada y son componentes estructurales importantes o cofactores reguladores de una amplia gama de enzimas diferentes en varias rutas bioquímicas importantes tanto en plantas como en animales (Rahal *et al.,* 2014).

El Zn es esencial para el crecimiento normal y la reproducción de plantas y animales superiores. Además, desempeña un papel clave durante el crecimiento fisiológico y cumple una función inmunológica. Es vital para la funcionalidad de más de 300 enzimas, para la estabilización del ADN y para la expresión de genes (Frassinetti *et al*., 2006). La deficiencia de Zn causa algunas alteraciones clínicas como la alopecia, anormalidades de la piel, salivación excesiva, disminución del peso corporal y alteración de la espermatogénesis (Al-Saad *et al*, 2010; Ibrahim *et al*., 2016).

Los organismos han desarrollado una capacidad homeostática que les permite regular la concentración interna de elementos esenciales en cierta medida y mantenerla en niveles óptimos, aun cuando la disponibilidad es variable debido a otros elementos. Sin embargo, la capacidad de esta regulación es limitada y cuando la concentración externa llega a ser demasiado alta o demasiado baja puede producirse toxicidad o deficiencia (Yazdankhah *et al.*, 2014). El objetivo de este estudio fue elevar los niveles de zinc sérico en ovejas en lactación con signos de alopecia y consumo de pelo para corregir la deficiencia de este mineral mediante un suplemento.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo con 16 ovejas Katahdin (PV = 62.35 ± 2.14 Kg; edad =14 meses) próximas a su primer parto (todas las ovejas tuvieron partos sencillos), pertenecientes a la granja experimental del Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo. Las ovejas mostraron signos de comerse el pelo y diversos grados de alopecia. Al azar, se asignaron a uno de dos tratamientos: un grupo con 20 g/animal/día de un suplemento mineral ($n = 8$) y un grupo testigo sin suplementación mineral ($n = 8$). Durante la fase experimental que duró 14 semanas, la dieta de los animales en ambos grupos estuvo compuesta por ensilado de maíz y forraje verde picado (mezcla de alfalfa y *Bromus sp*.). En las primeras ocho semanas el suplemento mineral

aportó a la dieta 200 ppm de Zn y 20 de Cu, en las siguientes seis semanas estas concentraciones se disminuyeron a 100 y 10 ppm, respectivamente.

Cada 15 días se tomaron muestras de sangre de la vena yugular de las ovejas utilizando agujas y tubos Vacutainer® sin anticoagulante. Las muestras se centrifugaron a 3000 rpm durante 15 minutos para obtener los sueros que fueron aspirados con una pipeta automática y se transfirieron a tubos de ensaye de 10 mL, los cuales fueron almacenados a -20º C hasta el análisis correspondiente.

Las concentraciones de Cu, Zn y Fe se midieron mediante las técnicas de espectrofotometría de absorción atómica, siguiendo los procedimientos descritos por Fick *et al*. (1979), para lo cual se utilizó un espectrofotómetro de absorción atómica modelo AAnalyst 700 de Perkin-Elmer (1996).

Para el análisis estadístico se utilizó el procedimiento GLM de SAS (SAS, 2013) y la comparación de medias entre los tratamientos se realizó por la prueba de Tukey con 5% de significancia para cada uno de los muestreos. La concentración inicial de minerales en suero sanguíneo fue utilizada como covariable.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El examen visual de las ovejas antes del tratamiento mostró diferentes grados de alopecia, hábito de comer pelo de otros animales, despigmentación y pelo acerado (Fig. 1 A). Signos similares describieron Ali (2000) y Ebrahim (2015) en ovejas y después de analizar el suero sanguíneo encontraron deficiencias de Cu, Zn y Fe.

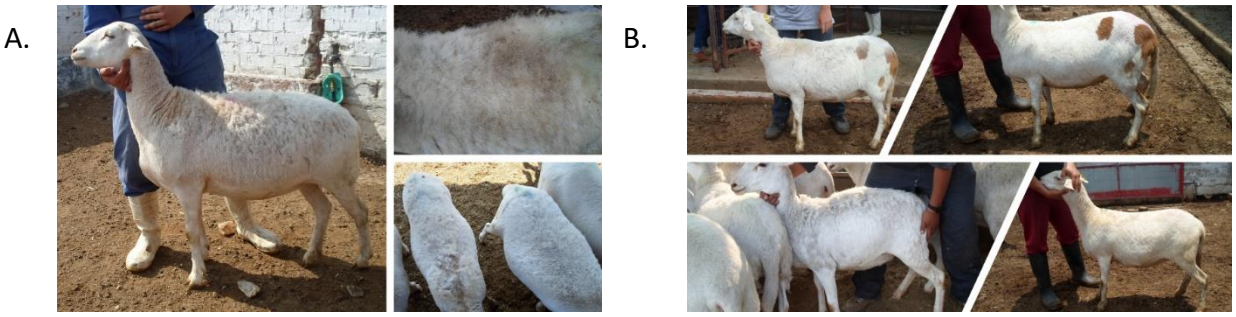



**Figura 1.** A) Signos de consumo de pelo y diferentes grados de alopecia; B) Dos ovejas al inicio y al final del tratamiento.

Al inicio del experimento ambos grupos de animales tuvieron concentraciones de zinc sérico inferiores al rango considerado adecuado (Puls, 1988). El grupo testigo se mantuvo con estos niveles bajos durante toda la fase experimental, mientras que en el grupo tratado incrementó la concentración a partir del consumo del suplemento mineral, hasta llegar al rango adecuado en la semana 4 y se mantuvo hasta la semana 10 desde la cual empezó a disminuir, ubicándose en la 14 en el rango de deficiencia, ya que en la semana 8 se disminuyó la concentración de Zn en el suplemento del grupo tratado (Figura 2). A partir de la suplementación, hubo diferencias ($p < 0.05$)

en las concentraciones de Zn entre tratamientos en las siguientes 10 semanas (a excepción de la semana 6). Estos resultados apoyan la hipótesis de que cuando se presenta el consumo de lana o pelo en ovinos se debe en parte a la deficiencia de Zn, ya que durante el presente experimento disminuyó este síndrome con la suplementación, pero al final comenzó a presentarse nuevamente, lo que podría ser explicado por la disminución en las concentraciones de Zn en sangre. Estos resultados coinciden con los encontrados por Nelson *et al*. (1984), quienes diagnosticaron la deficiencia de Zn en dos rebaños de ovejas y observaron alopecia y consumo de lana. Después de la suplementación con Zn se curaron las lesiones cutáneas y se reanudó el crecimiento de lana, aunque no pudieron establecer una causa de la deficiencia. En el presente experimento los niveles de Zn incrementaron con la suplementación a partir de la segunda semana, lo cual coincide con Suliman *et al* (1988), quienes, al suplementar a ovejas con 2 mL $Kg^{-1}$ de peso corporal de una solución de óxido de Zn al 2% vía oral, encontraron que después de dos semanas cesó por completo su hábito de comer lana y, en el decimoctavo día después del tratamiento, el crecimiento de lana en la piel desnuda era visible. Estos mismos autores, al igual que en el presente experimento, reportaron que, para la tercera y cuarta semana, los animales recuperaron la salud y mostraron desprendimiento de las escamas y el crecimiento continuo de lana o pelo (Figura 2B).

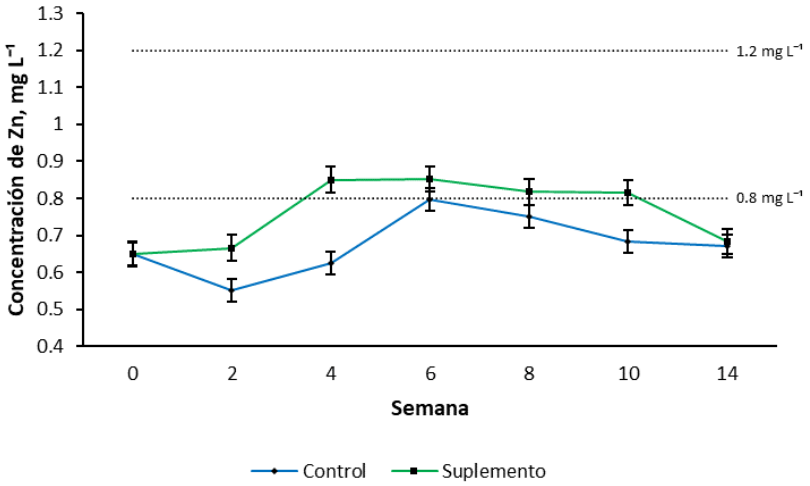



**Figura 2.** Concentraciones de zinc en suero sanguíneo de ovejas. El espacio entre las líneas punteadas representa al rango adecuado (Puls, 1988).

Al-Saad *et al*. (2010); Khaleel (2013) e Ibrahim *et al*. (2016) reportaron que la alopecia en ovejas es un signo frecuente de la deficiencia de Zn, mientras que Sharma y Joshi (2005) describieron este mismo signo para becerros deficientes en este mineral. Hussein (2017) reportó que tanto el Zn como el Cu están involucrados en la alopecia. De igual forma, Suliman *et al.* (1988) y Akgul *et al*. (2001) reportaron que además de niveles deficientes de zinc, los de cobre también son bajos en ovejas y corderos que consumen lana o pelo.

En este estudio, la concentración de Cu se mantuvo en el rango adecuado (Puls, 1988) durante toda la fase experimental en los dos grupos de animales (suplementado y testigo). En las primeras

cuatro semanas del experimento no hubo diferencias ($p > 0.05$) entre los tratamientos, fue hasta las semanas 6 y 8 en las que se notaron efectos, disminuyendo la concentración de Cu en el suero sanguíneo de los animales suplementados ($p < 0.05$). Sin embargo, a partir de la semana 8 los niveles de este mineral fueron asemejándose entre grupos, hasta ser similares ($p > 0.05$) en las semanas 10 a 14 (Fig. 3). Lo que coincidió con el cambio del suplemento a uno de menor concentración en Zn y Cu a partir de la semana 8, esto podría deberse al antagonismo entre estos dos minerales, ya que al disminuir la concentración de Zn en los alimentos se mejora la absorción de Cu (NRC, 2005). A pesar de la reducción en la cantidad de estos minerales en el alimento, no cambió la relación Zn:Cu, la cual se mantuvo en 10:1. Esto podría indicar que en la interacción entre estos dos minerales, además de la relación, es importante la concentración de cada uno.

A pesar de que los niveles séricos de cobre en las ovejas de ambos grupos estuvieron por arriba del mínimo normal, los animales mostraron despigmentación y pelo acerado, que son signos de deficiencia de este mineral, el cual, de acuerdo con Abd El-Roaf y Ghanem (2006), tiene efectos directos sobre la actividad de una enzima no identificada en la oxidación de los grupos tiol para formar un enlace disulfuro, por lo que la lana o el pelo en las ovejas con deficiencia de cobre se vuelve débil y carece de rizos y brillo. Así mismo, Hynd (2000) reportó que el cobre está asociado con la despigmentación de la lana, el pelo y la piel a través de su papel en la vía de síntesis de melanina. Sin embargo, además del cobre, el zinc es requerido para la queratinización normal de las fibras, por lo que la deficiencia de un único elemento traza rara vez ocurre en animales domésticos en condiciones de campo, pero una combinación de deficiencias minerales es más común.

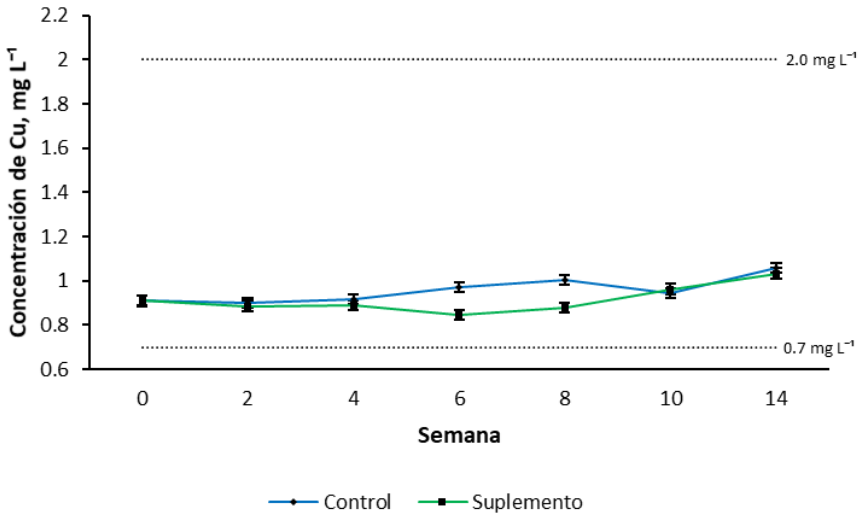



**Figura 3.** Concentraciones de cobre en suero sanguíneo de ovejas. El espacio entre las líneas punteadas representa al rango adecuado (Plus, 1988).

Las concentraciones de hierro en el suero sanguíneo estuvieron dentro del rango normal al inicio del experimento, incluso por arriba del máximo normal a partir de la semana 6 (Puls, 1988), lo que indica que en este estudio las concentraciones de Fe no influyeron en el consumo de pelo y en la

presencia de alopecia (Fig. 4). Al respecto, Akgul *et al*. (2001) no encontraron diferencias en los niveles de Fe sérico en ovejas con alopecia y consumo de lana comparadas con aquellas que no presentaron estos signos.

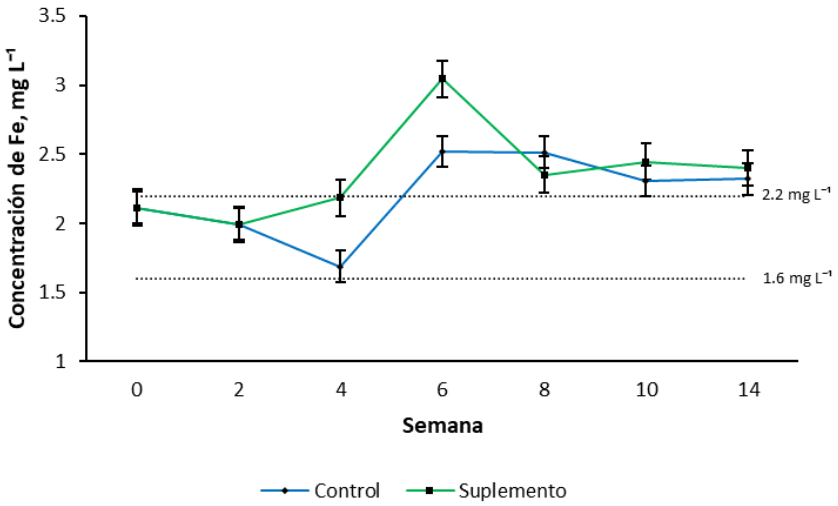



**Figura 4.** Concentraciones de hierro en suero sanguíneo de ovejas. El espacio entre las líneas punteadas representa al rango adecuado (Puls, 1988).

En las semanas 4 y 6, los niveles de Fe fueron mayores ($p < 0.05$) en el suero sanguíneo de las ovejas suplementadas comparadas con el grupo testigo, lo que puede estar relacionado con las menores concentraciones de Cu encontradas durante las semanas 6 a 8 en los animales tratados ($p < 0.05$), ya que tanto el Fe como el Zn son antagónicos con el Cu (NRC, 2005).

## CONCLUSIONES

Altas concentraciones de zinc son requeridas en la dieta para elevar los niveles séricos de este mineral en ovejas con deficiencia, pero podría reducirse la absorción de cobre por antagonismo. La corrección de la deficiencia de zinc puede disminuir el síndrome de consumo de pelo en ovinos.

## LITERATURA CITADA

Abd El-Raof, Y. M. and M. M. Ghanem. 2006. Clinical and haemato-biochemical studies on cases of alopecia in sheep due to deficiency of some trace elements. Suez Canal Veterinary Medicine Journal 1: 17-26.

Akgul, Y., Z. T. Agaoglu, A. Kaya and T. Sahin. 2001. The relationship between the syndromes of wool eating and alopecia in Akkaraman and Morkaraman sheep fed corn silage and blood changes (haematological, biochemical and trace elements). Israel Veterinary Medicine Association 56: 12-16.

Ali, A. A. 2000. Influence of some disease conditions on blood serum levels of antioxidant vitamins and some trace elements of Egyptian Balady sheep in Assiut Governorate. Assiut Veterinary Medical Journal 42: 120-133.

Al-Saad, K. M., H. I. Al-Sadi and M. O. Abdul-Majeed. 2010. Clinical, hematological, biochemical and pathological studies on zinc deficiency (Hypozincemia) in sheep. Veterinary Research 3: 14-20.

Ebrahim, Z. K. 2015. Clinical, hematological and biochemical studies on wool eating syndrome in sheep. Alexandria Journal of Veterinary Sciences 46: 95-99.

Fick, K. R., L. R. McDowell, P. H. Miles, N. S. Wilkinson, J. D., Funk, J. H. Conrad y R. Valdivia. 1979. Métodos de análisis de minerales para tejidos de plantas y animales. 2ª Ed. Universidad de Florida, Gainesville, FL. 358 p.

Frassinetti, S., G. L. Bronzetti, L. Caltavuturo, M. Cini and C. D. Croce. 2006. The role of zinc in life: a review. Journal of Environmental Pathology, Toxicology and Oncology 25: 597-610.

Hussein, A. N. 2017. The effect of zinc and copper deficiency on hematological parameters, oxidative stress and antioxidants levels in the sheep. Basrah Journal of Veterinary Research 16: 344-355.

Hynd, P. I. 2000. The nutritional biochemistry of wool and hair follicles. Animal Science 70: 181-195.

Ibrahim, S. O., M. A. Helal, Y. M. Abd El Roaf and H. M. Elattar. 2016. Experimental study on zinc deficiency in sheep. Benha Veterinary Medical Journal 31: 110-118.

Khaleel, K. Z. 2013. Clinical and biochemical studies on zinc deficiency (hypozincemia) of goat and sheep. Kufa Journal For Veterinary Medical Sciences 4: 69-74.

Nelson, D. R., W. A. Wolff, D. J. Blodgett, B. Luecke, R. W. Ely and J. F. Zachary. 1984. Zinc deficiency in sheep and goats: three field cases. Journal of the American Veterinary Medical Association 184: 1480-1485.

NRC (National Research Council of the National Academies). 2005. Mineral Tolerance of Animals. 2nd ed. National Academies Press. Washington, D.C. USA. 496 p.

Perkin-Elmer. 1996. Métodos analíticos para espectroscopía de absorción atómica. The Perkin-Elmer Corporation. U.S.A. 297 p.

Puls, R. 1988. Mineral levels in animal health. diagnostic data. Ed. Sherpa International. Canada. 154 p.

Rahal, A., A. Kumar, V. Singh, B. Yadav, R. Tiwari, S. Chakraborty and K. Dhama. 2014. Oxidative stress, prooxidants, and antioxidants: the interplay. BioMed Research International. 1-19.

SAS Institute Inc. 2013. Base SAS® 9.4. Procedures Guide: Statistical Procedures, Second Edition. Cary, NC.

Sharma, M. C. and C. Joshi. 2005. Therapeutic efficacy of zinc sulphate used in clustered model treatment in alleviating zinc deficiency in cattle and its effect on hormones, vitamins and production parameters. Veterinary Research Communications 29: 609-628.

Suliman, H. B., A. I. Abdelrahim, A. M. Zakia and A. M. Shommein. 1988. Zinc deficiency in sheep: field cases. Tropical Animal Health and Production 20: 47-51.

Yazdankhah, S., K. Rudi and A. Bernhoft. 2014. Zinc and copper in animal feed - development of resistance and co-resistance to antimicrobial agents in bacteria of animal origin. Microbial Ecology in Health & Disease 25: 1-7.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# LA TÉCNICA DE PRODUCCIÓN DE GAS COMO MÉTODO PARA ESTIMAR LA SELECTIVIDAD Y APROVECHAMIENTO DEL ALIMENTO POR CORDEROS

## [THE GAS PRODUCTION TECHNIQUE AS A METHOD TO ESTIMATE SELECTIVITY AND USE OF THE FEED BY LAMBS]

**Luis Alberto Miranda-Romero[1], H. B. E Martínez[1§], Omar Salvador-Flores[2]**

[1]Laboratorio de Microbiología Pecuaria, Posgrado de Producción Animal, Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. [2]Departamento de Ciencias Pecuarias, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México. [§]Autor para correspondencia: (braedma@gmail.com).

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar la factibilidad de aplicar la técnica de producción de gas *in vitro* como método para estimar la selectividad y aprovechamiento en corderos, de la fracción fermentable de dietas con diferentes niveles de energía metabolizable (EM; Mcal $kg^{-1}$) y proteína (PC; % $kg^{-1}$). Se utilizaron 30 corderos machos (26.5 ± 3.7 kg P.V.) en corraletas individuales asignados aleatoriamente a una de las cinco dietas (tratamientos) ofrecidas *ad libitum*: tres balanceadas a niveles bajo (BB, 2.7:14), medio (MM, 2.8:16) y alto (AA, 3:18) y dos desbalanceadas (BA; 2.7:18) y AB (3:14) en energía y proteína (EM : PC). La engorda duró 60 días, dividida en tres periodos de 20 días cada uno durante los cuales se tomaron muestras de alimento ofrecido, rechazado y heces para fermentarlos por la técnica de producción de gas *in vitro* y determinar el volumen máximo de producción de gas (Vm; mL $g^{-1}$) e indicadores de selectividad (IS) y aprovechamiento (IA) del alimento, por diferencia del Vm del alimento ofrecido menos el rechazado, y del alimento ofrecido menos las heces, respectivamente. El diseño fue completamente al azar con arreglo factorial 5*3 (dieta*período) repetido en el tiempo y comparación de medias de Tukey. El IS mostró que los ovinos seleccionaron la parte más fermentable de alimento cuando la dieta fue baja en energía ($p < 0.05$), y el IA fue similar ($p > 0.05$) independientemente del nivel de energía, pero en exceso de proteína el IA disminuyó ($p < 0.05$). Se concluye que es factible utilizar la técnica de producción de gas *in vitro* para estimar la selectividad y aprovechamiento del alimento por corderos.

**Palabras clave:** Energía, indicador de aprovechamiento, indicador de selectividad, proteína.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the technique of in vitro gas production as a method to estimate the selectivity and the use of fermentable fraction diets with different levels of metabolizable energy (ME, Mcal $kg^{-1}$) and protein (PC, % $kg^{-1}$) by lambs. Thirty male lambs (26.5 ± 3.7 kg PV) were used in individual pens randomly assigned to one of the five diets (treatments) fed ad libitum: three balanced at low (BB, 2.7: 14), medium (MM, 2.8: 16) and high levels (AA, 3:18) and two unbalanced BA (2.7: 18) and AB (3:14) in energy and protein (EM: PC). The fattening lasted 60 days, divided into three periods of 20 days each during which samples of offered

and rejected feed and feces were taken to ferment them by the *in vitro* gas production technique and determine the maximum volume of gas production (Vm; mL $g^{-1}$) and indicators of selectivity (IS) and utilization (IA) of the feed, by difference of the Vm of the feed offered minus the rejected, and of the feed offered minus the feces, respectively. The design was completely randomized with factorial arrangement 5*3 (diet*period) repeated in time and comparison of Tukey means. The IS showed that the lambs selected the most fermentable part of feed when the diet was low in energy ($p < 0.05$), and the IA was similar ($p > 0.05$) regardless of the energy level, but in excess of the protein the IA decreased ($p < 0.05$). It is concluded that it is feasible to use the *in vitro* gas production technique to estimate the selectivity and utilization of the feed by lambs.

**Index words:** Energy, performance indicator, protein, selectivity indicator.

## INTRODUCCIÓN

Desde los años 1940's se tienen registros de la medición de gas de fermentación ruminal *in vitro* (Getachew *et al.,* 1998). La técnica de producción de gas *in vitro* (TPG) fue desarrollada para predecir la fermentación del alimento por consorcios microbianos del rumiante (Rymer *et al*., 2005). Después de los trabajos de Menke y Steingass (1988), dónde se demostró una correlación alta entre la producción de gas *in vitro* y la digestibilidad aparente *in vivo*, la medición de gas se consideró un método de rutina para la evaluación de alimentos para rumiantes. El gas generado en la TPG proviene directa y fundamentalmente, pero no exclusivamente, de los carbohidratos del alimento fermentado por el consorcio microbiano ruminal *in vitro*, pero también indirectamente por la reacción química entre los AGV derivados de la fermentación y el carbonato usado como buffer en el inóculo ruminal, lo cual desprende bióxido de carbono. El gas producido por la fermentación ruminal resulta ser pues un indicador del contenido de energía (Menke y Steingass, 1988; Posada y Noguera, 2005) de la fracción del alimento fermentable en rumen, por lo que si se estima la fracción fermentable total como volumen máximo (Vm) de gas producido del alimento ofrecido, del alimento rechazado y de la heces excretadas en investigaciones *in vivo*, puede estimarse la selectividad y aprovechamiento del alimento por rumiantes, dos variables de respuesta productiva y económicamente importantes en sistemas de producción e investigación (Hinojosa *et al.*, 2013). Miranda *et al.* (2018) estimaron con la TPG la asimilación y el índice de emisión de gases de fermentación en corderos alimentados con ensilado de nopal-tuna, con las limitantes que conlleva un diseño de cuadro latino. En la presente investigación se evaluó la factibilidad de la TPG para estimar la selectividad y asimilación in vivo del alimento por corderos engordados con dietas con diferente proporción de energía metabolizable y proteína cruda, a partir de la fermentación *in vitro* del alimento ofrecido, rechazado y heces, para proponerlo como un procedimiento en investigaciones de nutrición y alimentación de rumiantes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 30 corderos machos (26.5 ± 3.7 kg P.V.) instalados en corraletas individuales de 1 $m^2$. Los tratamientos correspondieron a cinco dietas con diferentes niveles de energía metabolizable (EM; Mcal $kg^1$) y proteína cruda (PC; %) (Figura 1). Las dietas fueron formuladas,

los ingredientes mezclados y el alimento encostalado al inicio del experimento. Cada cordero fue asignado aleatoriamente a uno de los cinco tratamientos, para tener seis repeticiones por tratamiento. Los corderos fueron adaptados por 10 días a la dieta correspondiente y posteriormente fueron alimentados por 60 días más, dividido en tres períodos de 20 días cada uno. Dentro de cada período, cada tercer día se tomaron muestras de alimento ofrecido, rechazado y heces, con las que se formaron muestras compuestas por período y por cordero. Las 270 muestras resultantes se secaron, se molieron y se usaron como sustrato para la medir la producción de gas y digestibilidad ruminal *in vitro* a 72h de incubación (Menke y Steingass, 1988; Miranda *et al.*, 2018). Los tres tipos de sustratos (alimento ofrecido, rechazado y heces) a la vez fueron fermentados, de manera independiente por periodo, y cada fermentación se repitió dos veces en el tiempo. Al final de cada fermentación se cuantificó la materia seca residual para calcular la digestibilidad in vitro (D*IV*MS) a 72 h de incubación.

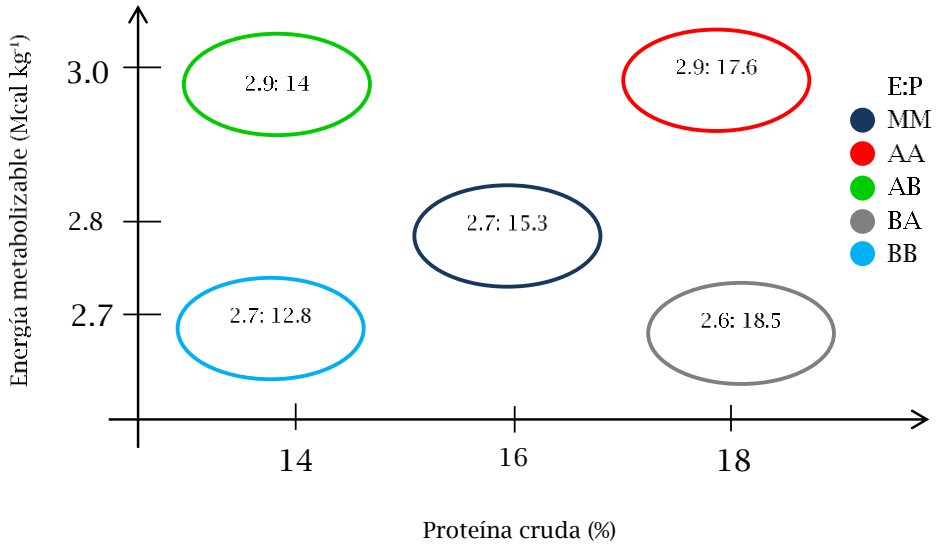



**Figura 1.** Energía metabolizable (E) y proteína cruda (P) en dietas con nivel alto (A), medio (M) o bajo (B). MM dieta de referencia recomendado por la NRC (2007) para ovinos ganando 250 g $d^{-1}$. Valores dentro de óvalos corresponden al nivel de E y P para cada dieta.

El volumen máximo o potencial de fermentación del alimento ofrecido ($Vm_{AO}$), del alimento rechazado ($Vm_{AR}$) y de heces ($Vm_{H}$) fueron usados para obtener los indicadores de selectividad (IS) y de aprovechamiento (IA) de la fracción fermentable mediante las siguientes diferencias $IS=Vm_{AO}-Vm_{AR}$; $IA= Vm_{AO}- Vm_{H}$. Se utilizó un diseño de bloques generalizados con arreglo factorial de tratamientos 5*3 (dietas*período) y la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$).

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respecto a los parámetros de la cinética de producción de gas (Vm, S y L) y digestibilidad *in vitro* de la MS a 72 h de incubación. Se encontró efecto de la interacción dieta*periodo solo para la fase lag (L), la cual está dada fundamentalmente por el periodo.

**Cuadro 1.** Parámetros de la cinética de producción de gas de fermentación y digestibilidad *in vitro* de dietas para ovinos.

| Período | Parámetros | | | D*IV*MS |
|---|---|---|---|---|
| (días) | Vm (mL $g^{-1}$) | S ($h^{-1}$) | L (h) | % |
| 0 a 20 | 431.6[a] | 0.0343[a] | 3.95[a] | 77.1[b] |
| 21 a 40 | 423.7[a] | 0.0336[a] | 3.63[a] | 71.7[c] |
| 41 a 60 | 382.9[b] | 0.0300[b] | 3.12[b] | 81.9[a] |

[a,b,c] Medias con distinta literal en la misma columna son diferentes ($p < 0.05$). Vm: volumen máximo, S: tasa, L: fase de retardo de la producción de gas de fermentación, D*IV*MS: digestibilidad.

El Cuadro 1 muestra los valores de Vm, S, L y D*IV*MS en función del período de engorda, lo que puede interpretarse que las variables son distintas de acuerdo al momento de la engorda; sin embargo, es más factible que estas diferencias se atribuyan al inóculo usado, pues los sustratos (alimento ofrecido, rechazado y heces) para cada período fueron fermentados con inóculo ruminal distinto (ver metodología). En este sentido, el inóculo usado para fermentar las muestras del período final (41 a 60 días) indujo un menor ($p < 0.05$) valor de los parámetros que en los dos periodos anteriores (Cuadro 1); mientras que en la D*IV*MS fue diferente para cada inóculo.

Los indicadores IS e IA determinados como el volumen de gas (mL $g^{-1}$) obtenido por diferencia del Vm del alimento ofrecido menos Vm del rechazo, y Vm del alimento ofrecido menos Vm de heces, se muestran en la Figura 2. El IS puede tomar valores cercanos a cero cuando la fracción fermentable es igual en el alimento ofrecido y el rechazado e implica que no hubo selectividad; mayores (+) cuando la fracción fermentable del alimento ofrecido es mayor al del rechazo e indica que el ovino selecciona lo más fermentable; o menores (-) cuando la fracción fermentable es menor para el alimento ofrecido en comparación al rechazado e indica que el ovino seleccionó lo menos fermentable y muy posiblemente la dieta contenía exceso de energía. En este sentido se observó que la dieta baja en energía y proteína (BB) indujo que los ovinos seleccionaron alimento mucho más fermentable en comparación a las dietas alta en energía y baja en proteína (AB) y alta en energía y alta en proteína (AA). Tales resultados indicaron que cuando la dieta es BB su IS es superior a los 200 mL $g^{-1}$, lo que sugirió que el cordero selecciono la fracción del alimento mucho más fermentable; mientras que cuando la dieta fue MM y BA el IS se encontró entre 100 y 200 mL $g^{-1}$ e indico que la selectividad por la fracción fermentable fue moderada. Finalmente, en la dieta AB y AA el IS fue menor a 100 mL g-1 indicando baja o nula selectividad por la fracción fermentable del alimento.

Por lo tanto, el animal selecciona los carbohidratos más fermentables cuando las dietas tienen bajo nivel de energía, y el IS es cercano a cero cuando las dietas fueron altas en energía.

El IA implica la cantidad de fracción fermentable que fue utilizada a lo largo del tracto digestivo del rumiante y, entre mayor sea la diferencia mayor es el aprovechamiento de la fracción fermentable. En este sentido se observó que la dieta BB fue mayormente aprovechada que la dieta MM y BA (Figura 2). Los ovinos aprovechan más la dieta balanceada a niveles bajos de energía y proteína (2.7:12.8) que la dieta sugerida por el NRC (2007) (2.7:15.3). La asimilación de dieta más baja se da cuando hay déficit de energía y exceso de proteína (2.6:18.5).

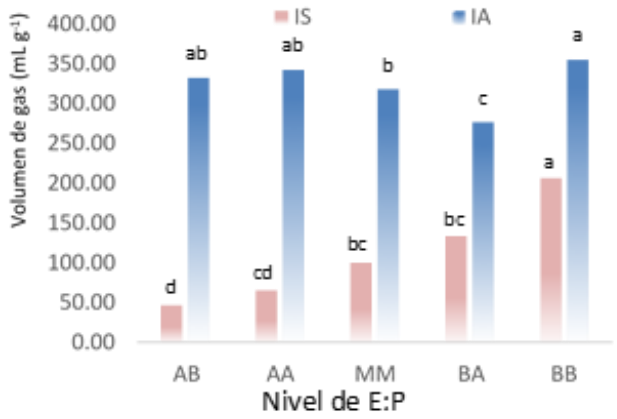



**Figura 2.** Volumen de gas como indicador de selectividad (IS) y aprovechamiento (IA) de la fracción fermentable de dietas para ovinos con distinto nivel de energía metabolizable (E) y proteína cruda (P). [a,b,c,d]Literales distintas sobre las columnas del IS o IA son diferentes ($p < 0.05$).

## CONCLUSIONES

Puesto que el inóculo ruminal fue tomado de diferentes días, a pesar de que sea de los mismos animales donadores, afecta la fermentación del sustrato y por lo tanto para este tipo de estudios todos los sustratos deberán fermentarse al mismo tiempo y con el mismo inóculo. Es factible utilizar la técnica de producción de gas para estimar el comportamiento alimenticio de los corderos como IS e IA en estudios *in vivo*, con la ventaja de ser una prueba sencilla, práctica, económica y poco contaminante, así como de obtener la información de rutina respecto a la cinética de fermentación ruminal *in vitro*.

## LITERATURA CITADA

Getachew, G., M. Blümmel, P. S. Makkar y H. K. Becker. 1998. *In vitro* gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. Animal Feed Science and Technology 72(3-4): 261-281. https://doi.org/10.1016/S0377-8401(97)00189-2

Hinojosa, C. J., A. J. Oliva H., H. G. Torres y C. J. J. Segura. 2013. Comportamiento productivo de corderos $F_1$ Pelibuey x Blackbelly y cruces con Dorper y Katahdin en un sistema de

producción del trópico húmedo de Tabasco, México. Archivos de Medicina Veterinaria 45: 135-143.

Menke, K. H. y H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas produccion using rumen fluid. Animal Research and Development 28: 7-55.

Miranda, A. R. L., M. P. Vazquez, F. J. A. Burgueño y O. G. Aranda. 2018. Nutritive value of cactus pear silages for finishing lambs. Journal of the Professional Association for Cactus Development 20: 196-215.

N.R.C. National Research Council. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. National Acadamies Press, Washington, DC.

Posada, S. L. y R. R. Noguera. 2005. Técnica *in vitro* de producción de gases : Una herramienta para la evaluación de alimentos para rumiantes. Livestock Research for Rural Development 17(4).

Rymer, C., J. A. Huntington, B. A.Williams and D. I. Givens. 2005. *In vitro* cumulative gas production techniques : History , methodological considerations and challenges. Animal Feed Science and Technology 123, 124: 9-30. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.04.055

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DEL ACEITE DE SOYA EN EL CRECIMIENTO, FERMENTACIÓN RUMINAL, CALIDAD DE CANAL Y DE CARNE EN CORDEROS EN FINALIZACIÓN

# [EFFECT OF SOYBEAN OIL ON PERFORMANCE, RUMEN FERMENTATION, CARCASS AND MEAT QUALITY IN FINISH LAMBS]

**Samuel López-Aguirre[1,2], Juan Manuel Pinos-Rodríguez[1], Jorge Genaro Vicente-Martínez[1], José Manuel Martínez-Hernández[1], Héctor Aron Lee-Rangel[2§]**

[1]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana, 91710, Veracruz, México. [2]Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, 78000, S.L.P. México. [§]Autor para correspondencia: (samuel.lopez@uaslp.mx).

## RESUMEN

Este estudio evalúa la adición de aceite de soya en dietas altas en grano en el crecimiento, fermentación ruminal, características de la canal y la composición química y el perfil de ácidos grasos en la carne de corderos en finalización. Veintiún corderos Rambouillet machos no castrados destetados a los 2.5 meses de edad se distribuyeron aleatoriamente en una de las tres dietas experimentales con 0, 25 y 50 g de aceite de soya / kg de materia seca. No se encontró ningún efecto negativo de la inclusión de aceite de soya ($p > 0.05$) en los parámetros productivos como ganancia diaria de peso, consumo de materia seca, peso vivo final y conversión alimenticia; sin embargo, el pH, el acetato y la proporción de acetato/propionato aumentó linealmente ($p < 0.05$) con forme aumentó el nivel de aceite de soya en la dieta. Las características y el rendimiento de la canal, solo se observó un aumento lineal en la grasa dorsal en proporción al aumento en la cantidad de aceite de soya en la dieta ($p < 0.05$). La luminosidad mostró un efecto lineal ($p < 0.05$), siendo numéricamente mayor en animales alimentados con 50 g de aceite de soya. El pH, la terneza, humedad, proteína, ceniza y la mayoría de los ácidos grasos fueron similares entre los tratamientos ($p > 0.05$), sin embargo, los AGI 18:1 t11 y 18:2 aumentaron cuando los animales se alimentaron con aceite de soya.

**Palabras clave:** Aceite de soya, ácido graso parámetros productivos, calidad de carne, características de la canal fermentación ruminal.

## ABSTRACT

This study evaluates the dietary addition of soybean oil (SBO) to grain-based diets on growth performance, rumen fermentation, carcass characteristics and meat traits of finishing lambs. Twenty-one male Rambouillet lambs, 2.5 months old and 18 ± 1.45 kg body weight were randomly distributed to diets with 0, 25 and 50 g of soybean oil/kg of dry matter. Evaluation of growth performance lasted 60 days. Dietary inclusion of SBO did not affect growth performance, carcass traits or muscle conformation. Energy intake expressed as metabolizable energy, dorsal fat and fatness degree, as well as rumen pH, acetate and acetate propionate ratio increased linearly ($p < 0.05$) as SBO increased in the diet. Also, meat brightness ($L^*$) index and fat content increased

linearly as SBO level increased in the diet. The proportion of the fatty acids C18:1 t11 and C18:2 increased linearly ($p < 0.05$) as SBO increased in the diet. Therefore, the inclusion of dietary SBO for finishing lambs may be a feeding option to reduce the amount of energy from grains in the diet and favor deposition of fatty acids in meat that can benefit consumer health.

**Index words:** Carcass characteristics, fatty acid profile, growth assay, productive parameters, unsaturated fatty acids.

## INTRODUCCIÓN

La inclusión del aceite de soja (AS) en las dietas para rumiantes, permite aumentar la eficiencia en la producción animal, proporciona una mayor disponibilidad de energía para los procesos metabólicos, por efecto de la densidad calórica, permitiendo disminuir los carbohidratos rápidamente fermentables y aumentar el contenido de fibra en la ración (NRC, 2007), contiene una alta concentración de ácidos grasos insaturados, que se hidrolizan fácilmente en el rumen, lo que hace que la digestión sea más eficiente (Jenkins y Harvatine, 2014), puede modificar la calidad de la leche (Price *et al*., 2007), los patrones de fermentación ruminal y disminuye la formación y emisión de gases (Benchaar *et al*., 2015; Ghafari *et al*., 2016). Además, esta disponibilidad de ácidos grasos que genera la adición de aceites vegetales ha despertado interés en los últimos años, ya que puede modificar el perfil de los ácidos grasos en la grasa intramuscular de los animales para consumo humano, principalmente insaturados (Mandal *et al*., 2016; Ghafari *et al*., 2016), mejorando así la calidad nutricional de la carne. Sin embargo, varios autores mencionan que su uso debería ser limitado, ya que tiene efectos indeseables, como la disminución en el consumo de materia seca, menos digestibilidad ruminal de la materia orgánica y fibra detergente neutro, disminución de la concentración de protozoos, reducción en la cantidad y proporciones de los ácidos grasos de cadena corta (Silva *et al*., 2007), sin embargo, esto podría deberse a que el AS se usa como reemplazo total o parcial de un solo ingrediente en la ración y en general, los niveles de grano los mantienen altos, sin considerar la reformulación de la dieta y favorecer la proporción de forraje. Por lo tanto, el objetivo del estudio fue evaluar la adición de AS en dietas altas en grano rápidamente fermentables en el crecimiento, fermentación ruminal, las características de la canal y la calidad de la carne de corderos en crecimiento.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Animales y dietas

Veintiún corderos Rambouillet machos no castrados de 2.5 meses de edad con un peso inicial de 18 ± 1.45 kg se distribuyeron al azar en una de las tres dietas experimentales con 0, 25 y 50 g de AS / kg de MS. Las dietas se formularon para cubrir los requisitos nutricionales (NRC, 2007). Los corderos fueron confinados en jaulas individuales (1,2 mx 0,8 m) equipados con comederos y bebederos, y sujetos a 14 días de adaptación a los jaulas, manejo y dietas experimentales.

Ensayo de crecimiento: La evaluación del crecimiento duró 60 días; los corderos se alimentaron a las 8:00 y 16:00 h con acceso a agua fresca. Se registraron los pesos corporales en el día 1, 15,

30, 45 y 60 antes de la alimentación de la mañana. El consumo de materia seca (CMS) se midió a diario. La ganancia diaria peso (GDP) se calculó utilizando los cambios de peso corporal y la conversión alimenticia se calculó dividiendo CMS / GDP.

Análisis químico: Se tomó una muestra de las dietas, las cuales se secaron a 90ºC durante 48 h para determinar la materia seca. Se midió la proteína bruta, almidón, el extracto etéreo y ceniza, determinados por AOAC (2006). Fibra detergente neutra y fibra detergente ácida fueron analizadas (Van Soest *et al*., 1991). La degradación de la materia orgánica in vitro (IVOMD) a las 24 h de incubación se determinó utilizando la técnica de dos etapas de Tilley y Terry (1963).

Fermentación ruminal: El día 60, se extrajo una muestra de líquido ruminal 3 horas después de la alimentación de la mañana con una sonda esofágica, se filtraron 20 ml y se depositaron en un vaso de precipitado, se midió el pH con un potenciómetro (pH Testr37® Double Junction, USA); se recolectó una muestra de 5 ml de líquido ruminal y se depositaron en viales con 1 ml de ácido metafosfórico. Las muestras fueron congeladas para posterior análisis de nitrógeno amoniacal (N-NH3; McCullough, 1967) en un espectrofotómetro de luz ultravioleta (Agilent® 8453, USA) a 630 nm. También se cuantificó ácidos grasos volátiles por cromatografía de gases (HP® 6890 Agilent, USA) de acuerdo con Erwin *et al*. (1961).

Rendimiento en canal, calidad de la carne y perfil de ácidos grasos: El día 61, después de ayuno de 24 horas, los corderos fueron sacrificados de acuerdo a la NOM-033-SAG / ZOO-2014, se registró el peso de la canal caliente, y se refrigeraron durante 24 horas a 4°C para obtener el peso de la canal fría. La grasa dorsal se midió con un vernier a 4 cm de la columna vertebral y al nivel de la 13 costilla y se obtuvo una muestra de carne de *Longissimus dorsi* (LD) para su análisis. El pH se midió con un potenciómetro (Thermo-Orion 410Aplus, Torrington, CT, EE. UU.). La prueba de compresión se llevó a cabo a temperatura ambiente (25 ± 2°C), aplicando fuerza hasta un 20% de deformación a una velocidad de 50 mm/min, con un texturómetro universal Instron controlado por computadora modelo 3365 (Instron Engineering Corp., High Wycombe, Reino Unido). El espacio de color CIE *L* * *a* * *b* * en la carne se leyó con un colorímetro (Konica Minolta On Color CM-2500d, Osaka, Japón) (CIE, 1986). La humedad, proteína, grasa y cenizas de la carne fueron determinadas conforme los descrito al AOAC (2000). Para evaluar la composición de ácidos grasos (AG), las submuestras de carne se homogeneizaron y se analizaron utilizando un cromatógrafo de gases de Agilent Technologies (HP® 6890 Agilent, EE. UU.), con detección de ionización de llama, siguiendo la metodología descrita por Berdeaux (1999).

Los datos se analizaron con un diseño completamente al azar con medidas repetidas en el tiempo. Además, se realizó un análisis polinomial para evaluar efectos lineales y cuadráticos de los 3 niveles del aceite de soya en la ración. Los datos fueron analizados con el procedimiento Mixed de SAS (2004) donde el cordero fue incluido como un componente aleatorio dentro del modelo. Además, se realizó una prueba de Tukey para evaluar las diferencias entre las medias.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La inclusión de aceite de soya a la dieta permitió mantener la densidad energética, disminuir el contenido de almidón, aumentar el contenido de fibra, disminuir la concentración de AGS y aumentar los AGI en la dieta al aumentar la concentración de aceite en estas, mejorando así la DIVMO (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Ingredientes, composición química, digestibilidad de la materia seca y perfil de ácidos grasos de las dietas experimentales.

| | Aceite de soya, g/kg MS | | |
|---|---|---|---|
| | 0 | 25 | 50 |
| Ingredientes | | | |
| Grano de maíz entero, g/kg MS | 410 | 410 | 410 |
| Grano seco de sorgo, g/kg MS | 320 | 195 | 120 |
| Harina de soya 48%CP, g/kg MS | 210 | 210 | 210 |
| Heno de alfalfa, g/kg MS | 50 | 150 | 200 |
| Aceite de soya, g/kg MS | 0 | 25 | 50 |
| Vitaminas y minerales premix[1], g/kg MS | 10 | 10 | 10 |
| Composición química | | | |
| Materia seca, g/kg | 887 | 892 | 895 |
| Proteína cruda, g/kg MS | 180 | 180 | 180 |
| Extracto etéreo, g/kg MS | 30.7 | 54.2 | 78.1 |
| Fibra neutro detergente, g/kg MS | 115.1 | 143.1 | 155.8 |
| Fibra ácido detergente, g/kg MS | 62.2 | 87.67 | 99.6 |
| Cenizas, g/kg MS | 41.3 | 49.89 | 53.8 |
| Almidón | 357 | 308 | 278 |
| DIVMO, % | 84.4 | 86.1 | 88.8 |
| Energía metabolizable, Mcal/kg MS | 3.0 | 3.06 | 3.16 |
| Perfil de ácidos grasos, g/100 g | | | |
| C16:0 | 19.1 | 17.3 | 13.4 |
| C18:0 | 17.9 | 15.1 | 12.0 |
| C18:1 | 37.9 | 38.2 | 39.0 |
| C18:2 | 29.9 | 35.1 | 40.5 |
| C18:3 | 2.2 | 3.3 | 4.5 |
| AGS | 37.0 | 30.0 | 24.0 |
| AGI | 63.0 | 70.0 | 76.0 |

MS, materia seca, PC, proteína cruda (Nx6.25), FDN, Fibra detergente neutro, FDA, Fibra detergente ácido, EM, energía metabolizable, AGS, ácidos grasos saturados, AGP, ácidos grasos poliinsaturados. [1]Ca, 180 g; NaCl, 180 g; S, 5 g; K, 5.6 g; Mg, 8 g; Zn, 50 g; Fe, 20 g; I, 0.5 g; Mn, 36 g; Co, 90 mg; Se, 90 mg; Vit. A, 3000 MIU; Vit. $D_3$, 750 MUI; Vit. E, 25 MUI. [a,b] Literales diferentes en filas, indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

El incremento de aceite de soya no afecto el crecimiento de los corderos, sin embargo, en cuanto a la fermentación ruminal (tabla 2), el pH, acetato y la proporción de acetato/propionato aumentaron linealmente ($p < 0.05$), en contraste, la concentración de propionato disminuye. El amoniaco N, los AGV totales y el butirato fueron similares entre tratamientos ($p > 0.05$). Cieslak *et al*. (2013) mencionaron que las proporciones de acético aumentan debido a una mayor inclusión

de forraje en la dieta, seguidos por una fermentación propiónica y butírica respectivamente. Además, el aumento de la fibra tiene un efecto tampón en el rumen, por la propia capacidad intrínseca de la fibra y luego, por estimulación de la rumia, aumenta el pH y aumenta la producción de bacterias productoras de acetato (Iraira *et al*., 2013). En lo que se refiere a la calidad de canal (tabla 3), no se observó diferencia en cuanto a su peso caliente y en frio ($p > 0.05$). Solo se observó un aumento lineal en la grasa dorsal de esta ($p < 0.05$). Chilliard (1993), menciona que los ácidos grasos insaturados están fácilmente disponibles para la deposición de grasa, reduciendo el costo energético de la síntesis de grasas a partir de ácidos grasos de cadena corta, como el acetato y el butirato. La oxidación directa de estos ácidos grasos es un 10% más eficiente que la oxidación del acetato (Palmquist, 1994), lo que promueve el ahorro de energía para el animal y el aumento de grasa en la canal como reserva de energía.

**Cuadro 2.** Efecto del aceite de soya sobre el crecimiento, fermentación ruminal y características de la canal de corderos en finalización.

| | Aceite de soya, g/kg MS | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 0 | 25 | 50 | EEM |
| Crecimiento de corderos | | | | |
| Peso inicial, kg | 19.0 | 18.7 | 18.5 | 0.61 |
| Peso final, kg | 40.2 | 41.1 | 40.5 | 0.99 |
| Ganancia total, kg | 21.1 | 22.1 | 22.4 | 0.42 |
| Consumo* kg/d | 1.31 | 1.41 | 1.38 | 0.25 |
| Ganancia diaria de peso* kg | 0.352 | 0.368 | 0.373 | 0.03 |
| Consumo de EM Mcal/d [1] | 3.93$^{c}$ | 4.31$^{a}$ | 4.36$^{a}$ | 0.36 |
| Consumo/GDP* | 3.72 | 3.83 | 3.69 | 0.72 |
| Fermentación ruminal | | | | |
| pH [L] | 6.2$^{b}$ | 6.6$^{a}$ | 6.7$^{a}$ | 0.11 |
| N amoniacal, mg/dL | 14.7 | 15.4 | 15.9 | 0.98 |
| AGV totales mmol/L | 105.3 | 108.1 | 101.9 | 6.42 |
| Acetato, mol/100 mol [1] | 58.9$^{b}$ | 62.1$^{a}$ | 63.9$^{a}$ | 2.01 |
| Propionato, mol/100 mol [1] | 28.3$^{a}$ | 26.4$^{ab}$ | 25.1$^{b}$ | 1.02 |
| Butirato, mol/100 mol | 12.8 | 11.5 | 11.0 | 1.11 |
| Acetato/propionate [1] | 2.1$^{b}$ | 2.4$^{a}$ | 2.5$^{a}$ | 0.14 |
| Características de la canal | | | | |
| Peso de la canal caliente, kg | 19.9 | 20.9 | 20.4 | 0.89 |
| Peso de la canal fría, kg | 18.6 | 20.1 | 20.0 | 0.77 |
| Rendimiento canal caliente, % | 49.5 | 50.9 | 50.4 | 0.81 |
| Rendimiento canal fría, % | 46.3 | 48.9 | 49.4 | 0.75 |
| Grasa dorsal 13 costilla, mm [1] | 3.9$^{b}$ | 4.2$^{ab}$ | 4.4$^{a}$ | 0.11 |

[L] lineal; EEM, error estándar de la media; Literales diferentes en filas, indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

**Cuadro 3.** Efecto de la suplementación con aceite de soya en las características de la carne y el perfil de ácidos grasos del *Longissimus dorsi* de corderos en finalización

| | Aceite de soya, g/kg MS | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 0 | 25 | 50 | EEM[1] |
| Caracteristicas de la carne | | | | |
| pH | 5.83 | 5.88 | 5.91 | 0.21 |
| Color *L** [1] | 40.1[b] | 40.5[b] | 42.3[a] | 1.19 |
| *a** | 15.5 | 15.1 | 14.3 | 0.91 |
| *b** | 8.1 | 8.1 | 7.9 | 0.62 |
| Terneza, kg/cm | 2.4 | 2.5 | 2.5 | 0.31 |
| Humedad, g/kg | 69.2 | 70.1 | 70.8 | 1.21 |
| Proteina, g/kg | 19.6 | 20.1 | 20.4 | 1.12 |
| Grasa, g/kg [L] | 3.5[c] | 3.9[b] | 4.2[a] | 0.13 |
| Cenizas, g/kg | 1.5 | 1.5 | 1.7 | 0.2 |
| Ácido graso, g/100 g grasa | | | | |
| C10:0 | 0.22 | 0.19 | 0.21 | 0.04 |
| C12:0 | 0.09 | 0.07 | 0.08 | 0.02 |
| C14:0 | 3.71 | 3.59 | 3.49 | 0.91 |
| C16:0 | 26.34 | 25.42 | 25.01 | 1.83 |
| C16:1 n-7 | 2.76 | 2.51 | 1.91 | 0.75 |
| C17:0 | 0.45 | 0.49 | 0.48 | 0.08 |
| C17:1 | 0.51 | 0.40 | 0.35 | 0.14 |
| C18:0 | 12.20 | 12.70 | 12.40 | 1.52 |
| C18:1 t11 [1] | 2.47[c] | 3.59[b] | 4.51[a] | 0.71 |
| C18:1 cis-9 | 39.08 | 37.91 | 37.11 | 2.49 |
| C18:1 cis-9 trans11 CLA | 0.35 | 0.39 | 0.41 | 0.08 |
| C18:2 [1] | 6.91[b] | 7.42[ab] | 8.99[a] | 1.1 |
| C18:3 | 0.17 | 0.19 | 0.20 | 0.05 |
| C20:1 | 0.31 | 0.33 | 0.34 | 0.02 |
| C20:4 | 0.88 | 0.86 | 0.87 | 0.05 |
| No identificados | 3.56 | 3.94 | 3.64 | - |
| AGS | 43.02 | 42.46 | 41.67 | 1.88 |
| AGI | 53.43 | 53.60 | 54.69 | 1.85 |

*L**, luminosidad; *a**, rojez; *b**, amarillez; AGS, ácidos grasos saturados, AGP, ácidos grasos poliinsaturados. [L] lineal; EEM, error estándar de la media; Literales diferentes en filas, indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

## CONCLUSIONES

El aceite de soya a 50 g /kg MS, se puede usar como una fuente de energía en dietas altas en grano, permite disminuir el contenido de almidón y aumentar el contenido de fibra en las dietas para rumiantes, aumenta la degradación de la materia seca, mejora los parámetros de fermentación ruminal y mejora el perfil de ácidos grasos de la carne.

## LITERATURA CITADA

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2006. Official methods of analysis. 18th ed. AOAC, Washington, DC, USA.

Benchaar, C., F. Hassanat, R. Martineau and R. Gervais. 2015. Linseed oil supplementation to dairy cows fed diets based on red clover silage or corn silage: Effects on methane production, rumen fermentation, nutrient digestibility, N balance, and milk production. Journal of Dairy Science 98: 7993-8008.

Berdeaux, O., G. R. Márquez and C. Dobarganes. 1999. Selection of methylation procedures for quantitation of short-chain glycerol-bound compounds formed during thermoxidation. J. Chromatogr. 2: 171-181.

Chilliard, Y. 1993. Dietary fat and adipose tissue metabolism in ruminants, pigs, and rodents: A review. J. Dairy Sci. 76: 3897-3931.

CIE. 1986. Colorimetry CIE Publications No. 15.2 (2nd ed.). Vienna: Commission Internationale de l'Eclairage.

Cieslak, A., Z. Varadyova, S. Kisidayova, D. Jalc and M. Szumacher-Strabel. 2013. Effect of diets with fruit oils supplements on rumen fermentation parameters, fatty acid composition and methane production *in vitro*. J. Anim. Feed Sci. 22: 26-34.

Erwin, E. S., G. J. Marco and E. Emery. 1961. Volatile fatty acid analysis of blood and rumen fluid by gas chromatography. J. Dairy Sci. 44: 1798-1776.

Ghafari, H., M. Rezaeian, S. D. Sharifia, A. A. Khadema and A. Afzalzadeh. 2016 Effects of dietary sesame oil on growth performance and fatty acid composition of muscle and tail fat in fattening Chaal lambs. Animal Feed Science and Technology 220: 216-225.

Iraira, S. P., J. L. Ruiz de la Torre, M. Rodriguez-Prado, S. Casamiglia, X. Manteca and A. Ferret. 2013. Feed intake, ruminal fermentation, and animal behavior of beef heifers fed forage free diets containing nonforage fiber sources. J. Animal Sci. 91: 3827-3835.

Jenkins, T. C and K. J. Harvatine. 2014. Lipid feeding and milk fat depression. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice 30: 623-642.

Mandal, G. P., A. Roy and A. K Patra. 2016. Effects of plant extracts rich in tannins, saponins and essential oils on rumen fermentation and conjugated linoleic acid concentrations in vitro. Indian J. Anim. Health 55: 49-60.

McCullogh, H. 1967. The determination of ammonia in whole blood by direct colorimetric method. Clin. Chem. Acta. 17: 297-304.

National Research Council (NRC). 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants. Natl. Acad. Press. Washington, DC.

NOM-033-SAG/ZOO-2014, Norma Oficial Mexicana, Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres. Diario Oficial de la Federación. Agosto 28th, México.

Palmquist, D. L. 1994. The role of dietary fats in efficiency of ruminants. J. Nutr. 124: 1377-1382.

Price, P. L., V. Nayigihugu, C. M. Murrieta, D. C. Rule and B. W. Hess. 2007. Duodenal flow and intestinal disappearance of fatty acids in lambs fed safflower fatty acids in the form of whole seeds, cracked seeds, or oil extracted from seeds. Proc. West. Sect. Am. Soc. Anim. Sci. 58: 31-34.

SAS Institute. 2004. SAS/STAT$^{R}$ User's guide. Version 9. SAS Institute Inc., Cary, NC. USA.

Silva, M. M. C., M. T. Rodrigues, R. H. Branco, C. A. F. Rodrigues, J. L. R. Sarmento, A. C. Queiroz & S. P. Silva. 2007. Suplementação de lipídios em dietas para cabras em lactação: consumo e eficiência de utilização de nutrientes. Revista Brasileira de Zootecnia 36(1): 257-267.

Tilley, J. M. A. and R. A. Terry. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J. Br. Grass. Soc. 18: 104-111.

Van Soest, P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CONCENTRACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN CARNE DE OVINO SUPLEMENTADOS CON GLICEROL

# [CONCENTRATION OF FATTY ACIDS IN SHEEP MEAT SUPPLEMENTED WITH GLYCEROL]

**Enrique Oropeza Mariano[1§], María Esther Ortega Cerrilla[1], Reyna Argelia Galicia González[1], Marcos Pérez Sato[2], Eutiquio Soni Guillermo[2], Ramiro Escobar Hernández[2]**

[1]Programa de Ganadería, Colegio de Postgraduados, [2] Facultad de Ingeniería Agrohidráulica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. [§]Autor para correspondencia: (enriqueoropezama@gmail.com).

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la inclusión de diferentes niveles de glicerol en la dieta de borregos en crecimiento sobre la concentración de ácidos grasos saturados e insaturados en la carne. Se utilizaron 24 borregos machos los que se distribuyeron en forma aleatoria a cuatro tratamientos: T1=0%, T2=5%, T3=10% y T4=15% de inclusión de glicerol en la dieta. Los animales se alimentaron por 60 días con estas dietas, posteriormente se sacrificaron y tomaron muestras del músculo *Longissimus dorsi* para determinar la concentración de ácidos grasos saturados e insaturados. El perfil de ácidos grasos se determinó por cromatografía de gases. Se encontró que el glicerol afectó la concentración ($p < 0.05$) de ácidos grasos saturados, disminuyendo la concentración de los ácidos láurico, mirístico y palmítico, que se consideran perjudiciales para la salud humana. De los ácidos grasos monoinsaturados, el ácido oleico fue en el que se observó una mayor concentración. Los ácidos grasos poliinsaturados no presentaron diferencias ($p > 0.05$), pero si aumentaron su concentración en relación al aumento de glicerol en la dieta, a excepción del ácido linoleico que presentó menor concentración en los tratamientos con inclusión de glicerol. El total de ácidos grasos saturados se vio afectado ($p < 0.05$) por la inclusión del glicerol, en donde el tratamiento tres presentó la más baja concentración. Se concluye que la mejor concentración de ácidos grasos deseables (ácidos grasos insaturados y ácido esteárico) se encontró en el tratamiento tres.

**Palabras clave:** Ácidos grasos insaturados, ácidos grasos saturados, *Longissimus dorsi*, perfil de ácidos grasos.

## ABSTRACT

The objective of this study was to determine the effect of the inclusion of different levels of glycerol in the diet of growing lambs on the fatty acid profile of their meat. Twenty four entire male lambs were randomly assigned to four diets containing different levels of glycerol: T1 = 0%, T2 = 5%, T3 = 10% and T4 = 15%. Animales were fed the diets for 60 days and then slaughtered. Samples of meat from the *Longissimus dorsi* muscle were taken and analyzed for saturated and non-saturated fatty acids. The fatty acid profile was determined by gas chromatography. It was found

that glycerol affected the concentration ($p < 0.05$) of saturated fatty acids, mainly lauric, myristic and palmitic acids, which are considered to be harmful to human health. The concentration of these acids decreased as glycerol increased in the diet. In the case of the monounsaturated fatty acids, oleic acid had a higher concentration than the rest of the fatty acids, although there was not significant ($p > 0.05$). The polyunsaturated fatty acids did not present differences ($p > 0.05$), but they did increase their concentrations with the raise of glycerol in the diet, except for linoleic acid that presented a lower concentration in the treatments with glycerol. The total of saturated fatty acids was affected ($p < 0.05$) with the inclusion of glycerol in the diet, where treatment three had the lowest concentration. In conclusion, the most desirable concentration of fatty acids (unsaturated fatty acids and stearic acid) was found in treatment three.

**Index words:** Fatty acid profile, *Longissimus dorsi*, saturated fatty acids, unsaturated fatty acids.

## INTRODUCCIÓN

El glicerol ($C_3H_8O_3$), es un subproducto de la producción de biodiesel, que puede ser una alternativa para la alimentación del ganado por su alto contenido de energía metabolizable (Costa *et al.*, 2015), puede disminuir la producción de metano en el rumen (Lee *et al*., 2011), además, al igual que los forrajes y semillas puede llegar a poseer un elevado porcentaje de ácidos grasos insaturados (AGI) tales como el ácido oleico y linoleico (Lage *et al.*, 2013).

Debido al efecto gluconeogénico y anticetósico que posee el glicerol se ha utilizado en rumiantes para tratar y prevenir trastornos metabólicos, por su contenido de ácidos grasos (AG) esenciales para mejorar la calidad de la carne en cuanto al contenido de éstos (De Almeida *et al*., 2017; Borghi *et al.*, 2016; Carvalho *et al.*, 2015).

De Almeida *et al*. (2017) mencionan que la concentración de AG puede ser modificada por la dieta que consume el ganado, cuya formulación puede incluir fuentes lipídicas, precursores o aditivos, así como cambios en la proporción de forrajes y concentrados. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la inclusión de diferentes niveles de glicerol en la dieta de borregos en crecimiento sobre la concentración de ácidos grasos saturados e insaturados en la carne.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, ubicado en Texcoco de Mora, Estado de México, México. Se utilizaron 40 borregos machos enteros cruza Suffolk por Hampshire con edad promedio de 60 días y peso promedio de 25±5 kg. Los animales se alojaron en jaulas individuales, con acceso a la dieta y agua *ad libitum*, se desparasitaron y vitaminaron previo al inicio del experimento. Los animales fueron sometidos a un periodo de adaptación a la dieta de 20 días y posteriormente un periodo de engorda de 60 días.

Se formularon cuatro dietas integrales de acuerdo a los requerimientos propuestos por el NRC (2007) para ovinos en crecimiento (Cuadro 1 y 2) con diferentes niveles de inclusión de glicerol

(99.7% de pureza), teniendo los siguientes tratamientos, T1:0, T2:5, T3:10, T4:15% de inclusión de glicerol respectivamente, con 10 repeticiones por tratamiento, en un diseño completamente al azar.

**Cuadro 1.** Composición de la dieta de ovinos.

| Ingrediente % | T1 | T2 | T3 | T4 |
|---|---|---|---|---|
| Maíz amarillo molido | 30 | 28 | 24 | 20 |
| Sorgo | 30 | 28 | 25 | 23 |
| Alfalfa acicalada | 12 | 14 | 13 | 14 |
| Soya | 10 | 11 | 13 | 14 |
| Rastrojo de maíz | 9 | 7 | 8 | 7 |
| Melaza | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Minerales | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Urea | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Glicerol | 0 | 5 | 10 | 15 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 |

**Cuadro 2.** Composición química de las dietas.

| Composición química % | T1 | T2 | T3 | T4 |
|---|---|---|---|---|
| Materia seca (MS) | 92.18 | 92.24 | 92.81 | 92.23 |
| Proteína cruda (PC) | 17.93 | 17.71 | 17.07 | 17.12 |
| Extracto etéreo (EE) | 3.16 | 3.53 | 3.32 | 3.70 |
| Cenizas | 6.05 | 6.63 | 6.27 | 6.55 |
| Fibra detergente neutro (FDN) | 43.66 | 43.73 | 43.61 | 43.40 |
| Fibra detergente ácida (FDA) | 18.28 | 18.82 | 18.45 | 18.87 |

Para la evaluación del perfil de ácidos grasos en carne, se sacrificaron seis animales de cada tratamiento y se tomaron muestras del músculo *Longissimus dorsi*, éstas se conservaron a -80 °C.

Una vez liofilizadas las muestras se molieron y se sometieron al proceso de metilación con base a la técnica descrita por Jenkins (2010). Al finalizar este proceso el extracto de cada muestra se depositó en tubos eppendorf de 2.5 mL, se sellaron y se conservaron a -20°C para su análisis en el cromatógrafo.

Se utilizó un cromatógrafo HP® (Modelo 6890), estándar de ésteres metílicos Supelco 37 (Component FAME Mix Catálogo N0.47885-U), con una columna Supelco ($SP_{TM}$-2660 FUSED SILICA Capillary Column, 100 mX0.25 mmX0.2 µm film thickness). El gas portador fue helio a 0.8 mL $min^{-1}$; la inyección de muestras fue 1 µL en modo Split 1:10 manualmente; con una rampa de temperatura inicial de 140 °C por 1 °C $min^{-1}$, con un incremento a 3 °C $min^{-1}$ a una temperatura de 210 °C, y decremento de 0.7 °C $min^{-1}$, con temperatura final de 235 °C.

El tiempo total para analizar cada muestra fue de 60 minutos. Para el análisis estadístico se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y seis repeticiones por tratamiento. Los datos se analizaron mediante un modelo general lineal (GLM) y la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey ($p < 0.05$) utilizando el paquete estadístico SAS ver. 9.0.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 3 se observan los resultados del perfil de ácidos grasos, se puede apreciar que el ácido cáprico, presentó diferencias ($p < 0.05$) en los diferentes tratamientos, este patrón de aumento es similar al observado por Borghi *et al.* (2016), quienes utilizaron glicerol con una pureza de 83.9 %. Por su parte, el ácido mirístico no fue diferente ($p > 0.05$), aunque la concentración de éste disminuyó en relación al aumento de glicerol en la dieta. Mientras que el ácido palmítico redujo ($p < 0.05$) su concentración en todos los tratamientos con glicerol, encontrando el más alto valor en el tratamiento uno. En tanto que el ácido margárico aumentó su concentración ($p < 0.05$). Resultados similares fueron reportados por Carvalho *et al.* (2015) (Glicerol al 83 %), Borghi *et al.* (2016) y de Almeida *et al*. (2017) (Glicerol al 78%). En el caso del ácido palmítico las concentraciones disminuyeron significativamente ($p < 0.05$) entre tratamientos en función de la inclusión de glicerol en la dieta, lo que coincide con lo encontrado por de Almeida *et al*. (2017).

Mamani y Gallo (2013), describen al ácido esteárico como un ácido graso deseable al ser precursor del ácido oleico, contribuyendo de esta manera a disminuir la presencia de lipoproteínas de baja densidad asociadas con enfermedades cardiovasculares. En el Cuadro 3, se puede observar que la inclusión de glicerol no afectó significativamente ($p > 0.05$) la concentración de este.

En relación al porcentaje de ácidos grasos monoinsaturados (AGM), el que presentó mayor concentración fue el ácido oleico, esta alta concentración respecto al resto de AG también fue observada por Mamani y Gallo (2013) y Cruz *et al.* (2014), sin embargo, en este estudio no se observaron diferencias significativas ($p > 0.05$) a pesar de que la concentración aumentó en relación a la inclusión de glicerol en la dieta, esto es similar a lo observado por Borghi *et al.* (2016). En el Cuadro 3 se observa que los AG en que se tuvieron diferencias ($p < 0.05$) fueron el miristoleico, cis-10-heptadecanoico y cis-11-eicosenoico, en los cuales la menor concentración de estos se presentó en el tratamiento uno, resultados similares fueron reportados por Carvalho *et al.* (2015) y Borghi *et al.* (2016).

Los ácidos grasos polinsaturados (AGP) no presentaron diferencias ($p > 0.05$), aunque la concentración de estos tendió a ser mayor en la carne de animales que recibieron glicerol en la dieta, a excepción del ácido linoleico, este patrón es similar al obtenido por Carvalho *et al.* (2015), quienes mencionan que este descenso puede estar asociado al reemplazo del maíz por glicerol, ya que dicho grano es rico en ácido linoleico.

El Cuadro 4 muestra la concentración total de AGS, esta se vio afectada por la inclusión de glicerol en la dieta ($p < 0.05$) lo cual concuerda con lo reportado por Carvalho *et al.* (2015), Borghi *et al.* (2016) y de Almeida *et al*. (2017). El tratamiento con menor concentración fue el tratamiento tres. La concentración del tratamiento uno es similar a la obtenida por Mamani y Gallo (2013). La sumatoria de AGM, por otra parte, no presentó diferencia entre tratamientos, sin embargo, la concentración de éstos fue en aumento en relación al incremento de glicerol en la dieta de los ovinos, lo cual es similar a lo observado por Carvalho *et al.* (2015). En cuanto a los AGP no se observaron diferencias, aunque la concentración fue en descenso al aumentar el nivel de inclusión

de glicerol en la dieta, este patrón es similar al observado por Carvalho *et al.* (2015) y Borghi *et al*. (2016).

**Cuadro 3**. Porcentaje de ácidos grasos del músculo *Longissimus dorsi* de ovinos alimentados con distintos niveles de glicerol en la dieta.

| Ácidos grasos | T1 | T2 | T3 | T4 | EEM |
|---|---|---|---|---|---|
| Ac. Caprílico (C 8:0) | 0.151 $^{c}$ | 0.566 $^{b,c}$ | 0.682 $^{b}$ | 2.333 $^{a}$ | 0.198 |
| Ac. Cáprico (C 10:0) | 0.269 $^{b}$ | 0.804 $^{b}$ | 1.037 $^{b}$ | 2.314 $^{a}$ | 0.630 |
| Ac. Undecanoico (C 11:0) | 0.066 $^{b}$ | 0.403 $^{b}$ | 0.584 $^{b}$ | 1.751 $^{a}$ | 0.629 |
| Ac. Láurico (C 12:0) | 0.288 $^{a}$ | 0.352 $^{a}$ | 0.199 $^{a}$ | 0.447 $^{a}$ | 0.176 |
| Ac. Mirístico (C 14:0) | 2.924 $^{a}$ | 2.588 $^{a}$ | 2.128 $^{a}$ | 2.466 $^{a}$ | 0.539 |
| Ac. Pentadecanoico (C 15:0) | 0.438 $^{a}$ | 0.508 $^{a}$ | 0.430 $^{a}$ | 0.597 $^{a}$ | 0.232 |
| Ac. Palmítico (C 16:0) | 25.064 $^{a}$ | 23.942 $^{a,b}$ | 22.570 $^{b,c}$ | 21.376 $^{c}$ | 0.884 |
| Ac. Margarico (C 17:0) | 1.085 $^{c}$ | 1.617 $^{b,c}$ | 2.163 $^{a,b}$ | 2.677 $^{a}$ | 0.414 |
| Ac. Esteárico (C 18:0) | 12.305 $^{a}$ | 12.118 $^{a}$ | 11.535 $^{a}$ | 11.354 $^{a}$ | 1.112 |
| Ac. Miristoleico (C 14:1) | 0.339 $^{b}$ | 0.339 $^{b}$ | 0.559 $^{a}$ | 0.648 $^{a}$ | 0.089 |
| Ac. Palmitoleico (C 16:1) | 2.352 $^{a}$ | 2.299 $^{a}$ | 2.168 $^{a}$ | 2.050 $^{a}$ | 0.186 |
| Ac. Cis-10-Heptadecanoico C17:1) | 0.879 $^{c}$ | 1.272 $^{b,c}$ | 1.734 $^{a}$ | 1.941 $^{a}$ | 0.310 |
| Ac. Oleico ( C 18:1 n-9) | 38.219 $^{a}$ | 39.620 $^{a}$ | 40.570 $^{a}$ | 40.038 $^{a}$ | 2.830 |
| Ac. Eladico (C 18:1) | 4.721 $^{a}$ | 3.493 $^{a}$ | 4.081 $^{a}$ | 3.168 $^{a}$ | 0.978 |
| Ac. Cis-11-Eicosenoico (20:1n-9) | 0.061 $^{b}$ | 0.052 $^{b}$ | 0.063 $^{b}$ | 0.169 $^{a}$ | 0.028 |
| Ac. Linoléico (C18:2 n-6) | 6.858 $^{a}$ | 5.732 $^{a}$ | 5.642 $^{a}$ | 4.829 $^{a}$ | 1.777 |
| Ac. Linolénico (C18:3) | 0.266 $^{a}$ | 0.267 $^{a}$ | 0.301 $^{a}$ | 0.317 $^{a}$ | 0.053 |
| ALC (C18:2 c9 t11) | 0.275 $^{a}$ | 0.250 $^{a}$ | 0.287 $^{a}$ | 0.322 $^{a}$ | 0.069 |
| Ac. Araquídonico (C20:4 n-6) | 1.728 $^{a}$ | 2.159 $^{a}$ | 2.191 $^{a}$ | 2.143 $^{a}$ | 0.569 |

$^{a,b,c}$ Superíndices diferentes dentro de filas indican diferencia estadística ($p < 0.05$). EEM= error estándar de la media. T1= 0%, T2= 5%, T3=10% y T4=15% de inclusión de glicerol en la dieta. ALC= ácido linoleico conjugado.

**Cuadro 4.** Porcentaje total de ácidos grasos presentes en el músculo *Longissimus dorsi*, de ovinos alimentados con diferentes niveles de glicerol en la dieta.

| Variable | T1 | T2 | T3 | T4 | CV |
|---|---|---|---|---|---|
| AGS | 42.589 $^{a,b}$ | 42.897 $^{a,b}$ | 42.326 $^{b}$ | 45.317 $^{a}$ | 2.32 |
| AGM | 46.5705 $^{a}$ | 47.0744 $^{a}$ | 48.0149 $^{a}$ | 49.1754 $^{a}$ | 2.10 |
| AGP | 9.1266 $^{a}$ | 8.4074 $^{a}$ | 8.4212 $^{a}$ | 7.6105 $^{a}$ | 11.92 |
| AGD | 68.003 $^{a}$ | 67.599 $^{a}$ | 69.131 $^{a}$ | 66.98 $^{a}$ | 1.47 |

$^{a,b}$ Superíndices diferentes dentro de filas indican diferencia estadística ($p < 0.05$). CV= Coeficiente de Variación. T1= 0%, T2= 5%, T3=10% y T4=15% de inclusión de glicerol en la dieta. AGD= ácidos grasos deseables (AGM, AGP y C18:0).

De acuerdo a Mamani y Gallo (2013), los ácidos grasos deseables son aquellos que no favorecen la aparición de enfermedades cardiovasculares y que además contribuyen al mejor funcionamiento del organismo, siendo estos los AGI y el esteárico, la inclusión de glicerol en la dieta de los ovinos no afectó significativamente ($p > 0.05$) su concentración, aunque en el tratamiento tres se encontró el valor más alto (Cuadro 4).

## CONCLUSIONES

La inclusión de glicerol en la dieta de ovinos, no aumentó la concentración de AGI, puesto que en la sumatoria de éstos no hubo diferencia entre tratamientos, aunque sí disminuyó la concentración total de AGS, siendo el tratamiento tres (10% de glicerol) el que presentó la menor concentración en comparación al testigo. Además se observó que al utilizar glicerol al 99.7 % se encontraron resultados similares en cuanto a la disminución en la concentración de AGS, que cuando se utiliza glicerol con menor porcentaje de pureza, de acuerdo a lo reportado por otros autores.

## LITERATURA CITADA

Borghi, T. H., S. A. Garcia da Silva, L. Z. N. M. Brancacci, F. Alves de Almeida, C. L. G. Alves and L. A. R. Castro. 2016. Dietary glycerin does not affect meat quality of Ile de France lambs. Revista Brasileira de Zootecnia 45: 554-562.

Carvalho, V. B., R. F. Leite, M. T. C. Almeida, J. R. Paschoaloto, E. B. Carvalho, D. P. D. Lanna, H. L. Perez, E. H. C. B Van Cleef, A. C. Homem Junior and J. M. B. Ezequiel. 2015. Carcass characteristics and meat quality of lambs fed high concentrations of crude glycerin in low-starch diets. Meat Science 110: 285-292.

Carvalho B. M. C., F. Ferreira da Silva, S. R. Rodrigues, J. Simionato, G. G. Santos, da S. L. Lemos and F. L. A. Macedo. 2015. Glicerina bruta na dieta de ovinos confinados: Composição centesimal e perfil de ácidos graxos do longissimus dorsi. Semina: Ciências Agrárias 36(1): 431-442.

Cruz, G. M. I., M. D. I. Sánchez, C. J. López, X. J. A. Munguía, B. R. M. Molina, A. F. Rivera and C.J. F. Hernández. 2014. Caracterización del perfil de ácidos grasos en carne de borrego de engorda utilizando cromatografía de gases. Nacameh. 8(1): 39-49.

De Almeida Rego, F., M. Chaves Françozo, A. Ludovico, F. Boscaro de Castro, M. Zundt, C. Lupo, L. Belan, L. Coelho Cunha Filho, J. Sifuentes dos Santos and C. Castilho. 2017. Fatty acid profile and lambs' meat quality fed with different levels of crude glycerin replacing corn. Semina: Ciências Agrárias 38(4): 2051-2064.

Jenkins, T. C. 2010. Technical note: Common analytical errors yielding inaccurate results during analysis of fatty acids in feed and digesta samples. Journal of Dairy Science 93(3): 2010

Lage, J. F., T. T. Berchielli, E. San Vito, R. A. Silva, A. F. Ribeiro, R. A. Reis, E. E. Dallantonia, L. R. Simonetti, L. M. Delevatti and M. Machado. 2013. Fatty acid profile, carcass and meat quality traits of young Nellore Bulls fed crude glycerin replacing energy sources in the concentrate. Meat Science 96: 1158-1164.

Lee, S.Y., S. M. Lee, Y. B. Cho, D. K. Kam, S. C. Lee, C. H. Kim and S. Seo. 2011. Glycerol as a feed supplement for ruminants: In vitro fermentation characteristics and methane production. Animal Feed Science and Technology 166: 269-274.

Mamani, L. W. and C. Gallo. 2013. Perfil de ácidos grasos de carne de ovino y caballo criados bajo un sistema de producción extensiva. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, RIVEP. 24(3): 257-263.

NRC. National Research Council. 2007. Nutrient requirements of small sheep, goats, cervids, and new world camelids. The National Academy Press. Washigton, D.C. p. 362.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DE LA MEZCLA HERBAL ANIMUNIN EN LA CALIDAD DE LA CARNE DE CORDEROS EN FINALIZACIÓN

# [EFFECT OF SUPLEMENTATION WITH ANIMUNIN HERBAL MIXTURE ON MEAT QUALITY OF FATTENED LAMBS]

**Griselda Dorantes-Iturbide[1], José Felipe Orzuna-Orzuna[1], Alejandro Lara-Bueno[1§], Germánd David. Mendoza-Martínez[2], Luis Alberto Miranda-Romero[1], Pedro Abel Hernández-García[3]**

[1]Departamento de Zootecnia, Posgrado en Producción Animal, Universidad Autónoma Chapingo, México. [2]División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Posgrado en Ciencias Agropecuarias, UAM-Xochimilco, México. [3]Universidad Autónoma del Estado de México. Campus Amecameca. [§]Autor para correspondencia: ( alarab_11@hotmail.com).

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar los efectos de una mezcla poliherbal Animunin® (AN) en la calidad de la carne de corderos en finalización. Treinta y seis ovinos Pelibuey (25.2±2.9 kg de peso vivo y 4.5 meses de edad) fueron alojados aleatoriamente en corraletas individuales durante 56 días para determinar los efectos de la adición del producto herbal AN (TechnoFeed®, México, Nuproxa Suiza, Indian Herbs Co.) en el peso al sacrificio (PS) y contenidos en la carne de: proteína (PC), grasa (GR), humedad (HU), pH, color (L*, a*, b*,), concentración de color (Croma) y ángulo de tono (Hue). Los tratamientos consistieron en: dieta basal sin AN (N0A), dieta basal más 1 g (N1A), 2 g (N2A) y 3 g (N3A) de AN $kg^{-1}$ de alimento. Todos los datos fueron analizados mediante el procedimiento GLM de SAS. El PS, PC, GR, HU, luminosidad (L*), amarillosidad (b*), Croma y Hue, no fueron modificados ($p > 0.05$) por la suplementación de los corderos con el aditivo herbal respecto al grupo testigo; sin embargo, la carne de los borregos alimentados con N2A redujo ($p \leq 0.05$) la rojosidad (a*), mientras que en los corderos asignados a N1A se redujo el pH de la carne ($p \leq 0.05$) respecto al grupo de ovinos alimentados con la dieta N0A. En conclusión, la adición de 1g AN/kg de alimento podría mejorar el pH de la carne, mientras que la adición de 2 g de AN $kg^{-1}$ en la dieta podría afectar el color de la carne, reduciendo la rojosidad (a*).

**Palabras clave**: Aditivos alimenticios, calidad de la carne, metabolitos secundarios, mezcla herbal.

## ABSTRACT

The objective of the research was to assess the effects of Animunin® herbal mixture (AN) on the quality of meat of fattened lambs. Thirty-six Pelibuey lambs (25.2 ± 2.9 kg of live weight and 4.5 months of age) were randomly housed in individual pens during 56 days to determine the effects of the addition of the product herbal AN (TechnoFeed®, Mexico, Nuproxa Switzerland, Indian Herbs Co.) in the slaughter weight (PS) and meat content of: protein (CP), fat (GR), humidity (HU), pH, color (L*, a*, b*,), color concentration (chroma) and tone angle (Hue). The treatments were: diet basal without AN (N0A) and basal diet more 1 g (N1A), 2 g (N2A) and 3 g (N3A) AN $kg^{-1}$ of food. Data was analyzed using the GLM procedure of SAS. PS, PC, GR, HU, lightness (L*), yellowness (b*), chroma and Hue were not modified ($p > 0.05$) by supplementation with the herbal

additive with respect to the control group; however, the meat of lambs fed in N2A reduced ($P \leq 0.05$) the redness (a*), while N1A decreased the pH of meat ($p \leq 0.05$), with regard to the group of lambs fed with N0A diet. In conclusion, the addition of 1g AN $kg^{-1}$ of feed could improve the pH of the meat, while than the addition of 2 g AN $kg^{-1}$ of feed could affect the color of the flesh, reducing the redness (a*).

**Index words**: Meat quality; food additives; herbal mixing; secondary metabolites.

## INTRODUCCIÓN

Algunos estudios han demostrado que la calidad de la carne de rumiantes puede ser mejorada mediante la suplementación dietética con productos herbales ya sea solos o mezclados (Odhaib *et al.,* 2018), esto se debe, principalmente, a cambios en la biohidrogenación ruminal de los ácidos grasos poliinsaturados contenidos en la dieta (Vasta y Luciano, 2011). Además, se sabe que la calidad nutricional de la carne de cordero puede ser mejorada modificando el nivel de expresión de genes involucrados en el metabolismo de lípidos y/o ácidos grasos (Calvo *et al.,* 2019). En este sentido, se ha reportado que algunos aditivos herbales son capaces de modificar la expresión de genes relacionados con algunas propiedades químicas y nutricionales de la carne (Deng *et al.* 2018; Odhaib *et al.,* 2018). La suplementación con 1% de semillas de *Nigella sativa* en la ración de corderos, redujo significativamente la pérdida por cocción y por goteo, mejoró la terneza y el índice de color a* de la carne, aumentó el contenido de ácidos grasos monoinsaturados y disminuyó la oxidación lipídica, sin afectar el pH ni el contenido de grasa intramuscular (Odhaib *et al.,* 2018). Asimismo, la suplementación de Biocolina® herbal (Indian Herbs, Technofeed México) en cerdos en crecimiento y finalización, incrementó la ganancia diaria de tejido magro sin afectar el comportamiento productivo (Calderón *et al*., 2016), mientras que la suplementación con flavonoides extraídos de alfalfa, redujo el porcentaje de grasa abdominal en pollos de engorda (Ouyang *et al.,* 2016). Por lo anterior, se puede asumir que algunos metabolitos secundarios contenidos en alimentos de origen herbal podrían tener efectos lipotrópicos. Sin embargo, existe limitada información sobre los efectos de las mezclas herbales en la calidad de la carne de ovinos, por lo que el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la mezcla herbal Animunin® en algunas propiedades físico-químicas de la carne de corderos Pelibuey en finalización.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en las instalaciones de la Unidad de Investigación en Ovinos de la Granja Experimental del Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México, las cuales estás localizadas a 19° 22" Latutud Norte y 98° 35" Longitud Oeste, y altitud de 2250 metros sobre el nivel del mar.

El experimento duró 56 días, con 14 días previos de adaptación a las dietas en cada tratamiento. Treinta y seis corderos Pelibuey fueron usados, con un peso vivo inicial promedio (PVI) de 25.2±2.9 kg y una edad promedio de 4.5±0.5 meses. Al inicio del experimento los corderos fueron tratados con: ivermectina (Ivomec F®) para eliminar endoparásitos; fueron inyectados con

vitaminas ADE (ADELER®) a una dosis de 3 mL animal$^{-1}$; y fueron vacunados con Multibacterina® 7 para prevenir enfermedades causadas por *clostridium*. Los corderos fueron pesados, identificados y distribuidos aleatoriamente en corrales individuales provistos de comederos y bebederos con agua limpia y fresca.

En el estudio se utilizó una mezcla herbal proveniente de la India llamada Animunin® (TechnoFeed®, México, Nuproxa Suiza, Indian Herbs Co). Animunin® es una mezcla de las plantas *Solanum xanthocarpum*, *Curcuma longa*, *Hedychium spicatum*, *Piper longum* y *Albezia lebbeck*, las cuales contienen metabolitos secundarios bioactivos, principalmente fenoles y flavonoides (Kocaadam y Şanlier, 2017; Sravani y Paarakh, 2012). Los tratamientos evaluados fueron: dieta basal sin Animunin® (N01); dieta basal + 1 g de Animunin® kg$^{-1}$ de alimento (N1A); dieta basal + 2 g de Animunin® kg$^{-1}$ de alimento (N2A); y dieta basal + 3 g de Animunin® kg$^{-1}$ de alimento (N3A). Durante la fase experimental, el alimento fue ofrecido dos veces al día (7:00 y 16:00) en una proporción de 40:60%, respectivamente, permitiendo 5 a 10% de rechazo para garantizar consumos *ad libitum*. La dieta basal ofrecida a los corderos fue formulada para obtener ganancias diarias de peso de 300 g d$^{-1}$ de acuerdo con las recomendaciones del NRC (2007). Al término del periodo de finalización (56 días) todos los corderos fueron sacrificados y muestras de músculo fueron tomadas del *Longissimus dorsi*, las cuales fueron empaquetadas, identificadas y congeladas a -20 °C por 14 días hasta su análisis en el Laboratorio de calidad de carnes de la Universidad Autónoma Chapingo.

Antes de los análisis, las muestras se descongelaron durante 24 horas a 4 °C, luego se hicieron cortes transversales en cada muestra de carne y, se dejó expuesta al aire a temperatura ambiente durante 30 minutos para permitir la floración del color. Para obtener el color de la carne se midió los índices de color L* (luminosidad), a* (rojosidad) y b* (amarillosidad), usando un colorímetro HunterLab®. Con los valores de a* y b* se obtuvieron la concentración de color (Croma) y el ángulo de tono (Hue), mediante las ecuaciones: Croma (concentración de color) = (a*2+b*2)1/2 (Little, 1975) y Hue (ángulo de tono) = tan−1 (b*/a*) (Mancini, 2005). Los valores de las coordenadas de color se determinaron usando el promedio de las tres mediciones de color de cada muestra. La determinación del pH se realizó utilizando un potenciómetro digital de pH portátil marca Hanna® (Modelo HI 98127, Waterproof Tester, EE. UU.) previamente calibrado con soluciones buffer pH 4.0 y 7.0. Para evaluar la composición química de la carne, se recortó la grasa y epimisio circundantes a cada muestra de carne por triplicado para determinar el contenido de humedad, grasa y proteína utilizando un espectrofotómetro de infrarrojo cercano marca FOSS FoodScan™ (Anderson, 2007).

El experimento fue realizado con un diseño completamente al azar y los datos de calidad de carne fueron analizados utilizando el procedimiento GLM de SAS (SAS, 2009), considerando a cada cordero como la unidad experimental. Todas las medias de los tratamientos fueron comparadas utilizando la prueba LSMEANS de SAS. Los efectos del tratamiento se consideraron significativos cuando el valor de ($p \leq 0.05$).

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso al sacrificio de los corderos, los contenidos de proteína, grasa, humedad, índice de color L*, índice de color b*, concentración de color (Croma) y ángulo de tono (Hue), medidos en la carne, no fueron afectados ($p > 0.05$) por la suplementación de los corderos con Animunin® en comparación con el grupo testigo; sin embargo, las carnes de los borregos asignados al tratamiento N2A tuvieron menor índice de color a* ($p \leq 0.05$) y las carnes de los animales del tratamiento N1A tuvieron menor pH ($p \leq 0.05$) con respecto a la carne de los ovinos asignados al tratamiento N0A (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Composición química y color de la carne de ovinos suplementados con niveles crecientes de la mezcla herbal Animunin®.

| | Tratamientos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Variables | N0A | N1A | N2A | N3A | EEM[Y] | *Valor P* |
| PS, kg | 36.79[a] | 39.30[a] | 38.34[a] | 36.62[a] | 1.15 | 0.17 |
| Proteína, g/100 g de carne | 20.63[a] | 20.93[a] | 20.64[a] | 20.86[a] | 0.31 | 0.49 |
| Grasa, g/100 g de carne | 12.00[a] | 10.86[a] | 11.34[a] | 10.62[a] | 0.79 | 0.22 |
| Humedad, g/100 g de carne | 66.33[a] | 66.86[a] | 66.69[a] | 66.97[a] | 0.66 | 0.50 |
| Ph | 6.04[a] | 5.73[b] | 5.87[ab] | 5.87[ab] | 0.11 | 0.05 |
| *L** | 40.28[a] | 40.47[a] | 39.45[a] | 40.18[a] | 0.73 | 0.33 |
| *a** | 15.54[a] | 15.27[ab] | 14.60[b] | 15.20[ab] | 0.31 | 0.04 |
| *b** | 13.67[ab] | 14.14[a] | 13.18[b] | 13.63[ab] | 0.34 | 0.05 |
| Croma | 20.70[a] | 20.82[a] | 19.70[a] | 20.43[a] | 1.13 | 0.17 |
| Hue | 41.33[a] | 42.78[a] | 42.00[a] | 41.92[a] | 2.22 | 0.59 |

[ab]Medias con diferente literal entre columnas muestran diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$.). [Y]Error estándar de las medias de tratamientos. PS = peso al sacrificio. N0A = dieta basal sin Animunin; N1A = dieta basal + 1 g Animunin kg-1 de alimento; N2A= dieta basal + 2 g Animunin $kg^{-1}$ de alimento; N3A = dieta basal + 3 g Animunin $kg^{-1}$ de alimento.

Sólo el pH de los corderos suplementados con el N1A mostró valores en rango normal que, de acuerdo con Sañudo *et al.* (1996), va de 5.5 a 5.8, mientras que en el resto de los tratamientos el pH de la carne de los corderos tuvo valores por encima del rango normal, lo cual se traduce en carne de menor calidad. El pH es importante en la preservación de la carne durante el almacenamiento y es determinante en el equilibrio microbiano ambiental (Dalle, 2002). Se sabe que pH bajos en la carne tienen efecto bacteriostático; en consecuencia, carnes con pH de más de 6 son inadecuadas para su almacenamiento, ya que favorecen el crecimiento de microorganismo proteolíticos (Dalle, 2002). Por lo tanto, la reducción del pH observado en la carne de los corderos suplementados con N1A ($p$ =0.05) podría ser benéfica, al conferirle propiedades bacteriostáticas que consecuentemente podrían resultar en mayor vida de anaquel.

El índice de color a* observado en las muestras de *Longissimus dorsi* de los corderos suplementados con el tratamiento N1A podría explicarse parcialmente por una dilución en la cantidad de oximioglobina en la carne a causa de la posible hipertrofia muscular originada por el producto herbal Animunin®. Anteriormente, se ha reportado que la reducción del color muscular (a* y b*) en cerdos suplementados con anabólicos podría deberse a una dilución del contenido de

oximioglobina muscular causada por la hipertrofia de las fibras musculares (Carr *et al*., 2005). Asimismo, un efecto similar en las fibras musculares ha sido observado con el uso del aditivo herbal Vali MP® (Park *et al*., 2017).

Existe poca información sobre el uso de aditivos herbales y sus efectos en las características fisicoquímicas de la carne de ovinos. Sin embargo, se ha reportado que la suplementación con 4 g $d^{-1}$ de colina herbal (TechnoFeed®, México, Nuproxa Suiza, Indian Herbs Co) mejora el índice de color L* de la carne (Godínez-Cruz *et al.*, 2015; Lee *et al.*, 2016). En contraste, resultados reportados por Parvar *et al.* (2018) indicaron que la inclusión de hasta 750 mg de aceite esencial de *Ferulago angulata* $kg^{-1}$ de materia seca, no afectaron la composición química ni los parámetros físicos de la carne de ovinos Afshari. Asimismo, Smeti *et al.* (2018) demostraron que la suplementación de hasta 0.6 mL $d^{-1}$ de aceite esencial de Romero (*Rosmarinus officinalis* L.) no afectó la composición química, el color ni el pH del *Longissimus dorsi* de corderos Barbarine.

La calidad de los productos cárnicos de rumiantes, así como la composición de los ácidos grasos de la carne, pueden ser también manipulados mediante la suplementación de metabolitos secundarios de origen vegetal, ya que estos compuestos contenidos en las plantas tienen la capacidad de modificar la ruta de biohidrogenación ruminal de los ácidos grasos poliinsaturados a través de cambios en la ecología ruminal (Vasta y Luciano, 2011). Además, se ha reportado que algunos aditivos herbales disminuyen la adipogénesis, logrando de esta manera estimular el crecimiento muscular (Choi *et al.*, 2016). Sin embargo, la falta de influencia de Animunin® en las variables de la composición química de la carne en el presente estudio puede estar asociada a baja capacidad de adaptación de los microorganismos ruminales a los metabolitos bioactivos contenidos en la mezcla herbal usada (Benchaar y Greathead, 2011) o a que el tiempo que duró el experimento no fue suficiente para permitir cambios significativos, ya que se ha demostrado que la suplementación por periodos de al menos 70 días con productos de origen vegetal ricos en compuestos fenólicos y flavonoides ha disminuido el porcentaje de extracto etéreo y mejorado el perfil de ácidos grasos del *Longissimus dorsi*, sin que se vieran afectados el contenido de proteína ni humedad en la carne de corderos Santa Inés (Rodrigues *et al.*, 2010).

## CONCLUSIONES

Solo la adición de 1 g de Animunin® $kg^{-1}$ de alimento en la dieta de los corderos mostró mejorías en la calidad de la carne, específicamente al mejorar el pH; mientras que el uso de 2 g de Animunin® $kg^{-1}$ afectó negativamente el índice de color a* de la carne. Niveles de Animunin® mayores a 2 g, no influyen en las propiedades físico-químicas de la carne de corderos. Se requiere realizar más experimentos con periodos de tratamiento mayores y diferentes dosis que permitan identificar la interacción entre ellos con mejores beneficios en la calidad de la carne.

## AGRADECIMIENTOS

A la empresa TechoFeed ®, Nuproxa, Switzerland, and Indian Herbs Co por la donación del producto herbal utilizado.

## LITERATURA CITADA

Anderson, S. 2007. Determination of Fat, Moisture, and Protein in Meat and Meat Products by Using the FOSS FoodScan™ Near-Infrared Spectrophotometer with FOSS Artificial Neural Network Calibration Model and Associated Database: Collaborative Study. Journal of AOAC International. 90: 1073-1083.

Benchaar, C. and H. Greathead. 2011. Essential oils and opportunities to mitigate enteric methane emissions from ruminants. Animal Feed Science and Technology 166: 338-355.

Calderón, M. D. A., H. L. H. López, R. L. Morales, G. C. J. Castañeda y I. J. A. Cuarón. 2016. Aplicación de un suplemento natural de metabolitos de colina como aditivo en dietas para cerdos en crecimiento y finalización. *In*: VII Congreso Latinoamericano de Nutrición Animal. XII Congreso Bienal Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal. Resúmenes. Cancún México. 10 al 14 de octubre.

Calvo, J. H., L. González-Calvo, E. Dervishi, M. Blanco, L. P. Iguácel, P. Sarto, F. M. Pérez-Campo, M. Serrano, A. Bolado-Carrancio, J. C. Rodríguez-Rey and M. Joy. 2019. A functional variant in the stearoyl-CoA desaturase (SCD) gene promoter affects expresión in ovine muscle. Livestock Science 219: 62-70.

Carr, S. N., P. J. Rincker, J. Killefer, D. H. Baker, M. Ellis and F. K. McKeith. 2005. Effects of different cereal grains and ractopamine hydrochloride on performance, carcass characteristics, and fat quality in late-finishing pigs. Journal of Animal Science 83: 223-230.

Choi, S.W., J. Kim, S. W. Jung and K. Y. Whang. 2016. A plant extract with manganese, Vali MP®, decreased adipogenesis in 3T3-L1 pre-adipocytes by modulating adipogenic gene expression and cellular energy level. ADSA-ASAS Joint Annual Meeting. Salt Lake City, UT, USA. July 19-23. 480.

Dalle, Z. O. 2002. Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. Livestock Production Science 75: 11-32.

Deng, K., T. Ma, Z. Wang, W. TanTai, H. Nie, Y. Guo, F. Wang and Y. Fan. 2018. Effects of perilla frutescens seed supplemented to diet on fatty acid composition and lipogenic gene expression in muscle and liver of Hu lambs. Livestock Science 211: 21-29.

Godínez-Cruz, J., O. Cifuentes-López, J. Cayetano, H. Lee-Rangel, G. Mendoza, A. Vázquez and A. Roque. 2015. Effect of choline inclusion on lamb performance and meat characteristics. ADSA-ASAS Joint Annual Meeting. July 12-16. 766.

Kocaadam, B. and N. Şanlier. 2017. Curcumin, an active component of turmeric (*Curcuma longa*), and its effects on health. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 57: 2889-2895.

Lee, R. H. A., G. D. Mendoza y G. P. A. Hernández. 2016. Comparación de fuentes de colina en raciones de finalización de corderos. *In*: VII Congreso Latinoamericano de Nutrición Animal. XII Congreso Bienal Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal. Resúmenes. Cancún México. 10 al 14 de Octubre.

Little, A. 1975. Research note: off on a tangent. Journal of Food Science 40: 410-411.

Mancini, R. A. and M. C. Hunt. 2005. Current research in meat colour. Meat Science 71: 100-121.

NRC. 2007. Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, goats, cervids, and New World Camelids. 7° Edition. National Academic Press, Washington DC, USA.

Odhaib, K. J., K. D. Adeyemi and A.Q. Sazili. 2018. Carcass traits, fatty acid composition, gene expression, oxidative stability and quality attributes of different muscles in Dorper lambs fed Nigella sativa seeds, Rosmarinus officinalis leaves and their combination. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 319: 1345-1357.

Ouyang, K., M. Xu, Y. Jiang and W. Wang. 2016. Effects of alfalfa flavonoids on broiler performance, meat quality, and gene expression. Canadian Journal of Animal Science 96: 332-341.

Park, M. Y., S. W. Choi, S. W. Jung and K. Y. Whang. 2017. A plant extract with manganese, Vali MP, promotes myotube hypertrophy in mouse C2C12 skeletal muscle cells. ASAS-CSAS Annual Meeting and Trade Show. Baltimore, MD, USA. July 8-12. 175.

Parvar, R., T. Ghoorchi, H. Kashfi and K. Parvar. 2018. Effect of *Ferulago angulata* (Chavil) essential oil supplementation on lamb growth performance and meat quality characteristics. Small Ruminant Research 167: 48-54.

Rodrigues, G. H., I. Susin, A. V. Pires, S. M. de Alencar, C. Q. Mendes & R. S. Gentil. 2010. Perfil de ácidos graxos e composição química do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com dietas contendo polpa cítrica. Revista Brasileira de Zootecnia 39: 1346-1352.

Sañudo, C., P. Santolaria, G. Maria, M. Osorio and I. Sierra. 1996. Influence of carcass weight on instrumental and sensory lamb meat quality in intensive production systems. Meat Science. 42: 195-202.

SAS. 2009. SAS/STAT® User's guide: statistics version 9.2. 6th ed. Cary NC, USA: SAS Institute. Inc.

Smeti, S., H. Hajji, I. Mekki, M. Mahouachi and N. Atti. 2018. Effects of dose and administration form of rosemary essential oils on meat quality and fatty acid profile of lamb. Small Ruminant Research 158: 62-68.

Sravani, T. and P. M. Paarakh. 2012. Antioxidant activity of *Hedychium spicatum* Buch. - Ham. rhizomes. Indian Journal of Natural Products and Resources 3: 354-358.

Vasta, V. and G. Luciano. 2011. The effects of dietary consumption of plants secondary compounds on small ruminants' products quality. Small Ruminant Reseacrh 10: 1150-159.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CALIDAD DE CARNE DE OVINOS PELIBUEY SUPLEMENTADOS CON *Saccharomyces cerevisiae*

# [QUALITY OF PELIBUEY SHEEP MEAT SUPPLEMENTED WITH *Saccharomyces cerevisiae]*

**N. López-May[1], A. Gómez-Vázquez[1§], E. De la Cruz Lázaro[1], A. J. Chay-Canul[1], A. Cruz-Hernández[1], A. Govea-Luciano[1], G. D. Mendoza-Martínez[2], J. M. Pinos-Rodríguez[3], S. López-Aguirre[4], S. Ramirez-Vera[1], Y. Villegas-Aparicio[5], A. Cordova-Izquierdo[2]**

[1]División Académica de Ciencias Agropecuarias / Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carretera Villahermosa-Teapa, km 25, R/A. La Huasteca 2ª Sección, Villahermosa, Tabasco, México. [2]Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco / Departamento de Producción Agrícola y Animal., México. D.F [3] Universidad Veracruzana, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Veracruz. México. [4]Facultad de Agronomia y Veterinaria, Universidad Autónoma de San LuisPotosí, San Luis Potosí, México. [5]División de Estudios de Posgrado e Investigación, ITVO-TecNM-SEP. [§]Autor para correspondencia: (armandoujat@outlook.com).

## RESUMEN

Se realizó un experimento en el que se utilizaron 40 ovinos pelibuey, con peso vivo inicial de 18.4 kg, el cual estuvieron en corrales individuales durante 90 d (15 d previos en adaptación), donde los tratamientos evaluados fueron T1= Testigo + 0 g de *Saccharomyces cerevisiae (Sc)* + dieta comercial (DC); T2= *6* g *Sc* + DC; T3= 12 g *Sc* + DC y T4= 18 g *Sc* + DC. Al finalizar la etapa productiva los ovinos fueron sacrificados y se obtuvieron pesos de la canal caliente y frio, y se determinó con estos pesos los valores de rendimiento comercial y verdadero de la canal, los cuales fueron significativos ($p < 0.05$) entre tratamientos. Para los análisis de características de calidad de la carne, se obtuvo una muestra representativa del músculo *Longissimus dorsi* y en el laboratorio se determinó su composición químico proximal (proteínas, grasa, MS y cenizas), así como características de valor comercial e industrial. Con respecto al color, se encontró en los rangos L* (luminosidad), a*(pigmentos rojos) y b* (pigmentos amarillos) diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos estudiados. Por otra parte, el pH obtenido en promedio fue 6.2 con diferencia significativa ($p < 0.05$) entre tratamientos. Para la característica CRA mostro diferencias ($p < 0.05$) entre los tratamientos T1 (60.185) y T4 (64.798), lo que indica una mayor capacidad para retener líquido en el interior de la carne, característica que puede ser considerada para el cocinado de la carne, ya que puede ser más jugosa. Para el caso de colágeno y textura se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$*),* en colágeno (T1:1.8033 y T4: 1.580) el valor más alto fue en el T1, y en textura (T1: 2.2363 y T4: 3.087), el valor para el T4, el efecto de las dosis de *Sc* reflejó efecto en estas variables. Es por ello que el objetivo de esta investigación fue adicionar levadura en diferentes dosis y evaluar las características de la calidad de carne de ovinos pelibuey.

**Palabras clave:** Calidad de la carne, canal, composición química, ovinos pelibuey, *Saccharomyces cerevisiae.*

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## ABSTRACT

An experiment was conducted with 40 pelibuey sheep (initial live weight 18.4 kg), which were kept in individual corrals for 90 days (after 15 days of adaptation). The treatments evaluated were T1= Control + 0 g *Saccharomyces cerevisiae (Sc)* + commercial diet (CD); T2= *6* g *Sc* + CD; T3= 12 g *Sc* + CD and T4= 18 g *Sc* + CD. The end of the fattening stage, the sheep were slaughtered, and hot and cold carcass weights were obtained. With these weights, values of commercial and true carcass yield were determined; significant differences were found among treatments. For the analysis of mutton quality, in a representative sample of the *Longissimus dorsi* muscle, proximal chemical composition (proteins, fat, DM and ash), as well as characteristics of commercial and industrial value, was determined. Regarding color, significant differences ($p < 0.05$) were found in the ranges of L* (luminosity), a* (red pigments) and b* (yellow pigments) among the treatments studied. In addition, the average pH was 6.2, with significant differences ($p < 0.05$) among treatments. For the characteristic ARC, there were differences ($p < 0.05$) between treatments T1 (60.185) and T4 (64.798), indicating a higher capacity for retaining liquid in the meat, a characteristic to be considered in cooking since it can mean juicier meat. With respect to collagen and texture, there were significant differences ($p < 0.05$). In collagen, the highest value was found in T1 (T1:1.8033 and T4: 1.580), and in texture T4 had the highest value (T1:2.2363 and T4: 3.097). These results reflect the effect of the dosages of *Sc* on variables quality characteristics of meat from pelibuey sheep.

**Index words:** Carcass, chemical composition, hair sheep, meat quality, *Saccharomyces cerevisiae*.

## INTRODUCIÓN

*Saccharomyces cerevisiae* (*S. cerevisiae*) es un probiótico utilizado en la alimentación de rumiantes y no rumiantes para mejorar la producción. Las propiedades seudo-antibióticas de los probióticos permiten mejorar la eficiencia del uso del alimento y el crecimiento de los rumiantes (Hossain *et al.*, 2012). Al respecto, Castro y Rodríguez (2005) afirman que los probióticos al incluirse en la dieta, favorecen el metabolismo, salud, producción y digestión; ya que mantiene un equilibrio de la flora microbiana intestinal, sin poner en riesgo la salud humana y animal.

Desafortunadamente, son pocos los estudios relacionados con el uso de S. cerevisiae, relacionados a los parámetros de calidad en la canal de ovinos Pelibuey (Gloria *et al.*, 2014). Con respecto, a niveles de grasa dorsal, Titi *et al*. (2008) reportaron incrementos en corderos suplementados con S. cerevisiae; sin embargo, no se menciona el efecto de la levadura sobre los parámetros de calidad de la carne. Por otra parte, en vacas productoras de leche, Williams *et al*. (1991) encontraron un incremento en el CMS y composición de la leche, por la acción estimulante de S. cerevisiae en el rumen. La composición de S. cerevisiae puede ser una fuente alterna para mejorar la calidad de la carne, ya que los aditivos en la dieta influyen en los factores que determinan la calidad, por lo que la preocupación de los consumidores es adquirir carne de calidad (Álvarez *et al.*, 2014). Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar la calidad de la canal y carne de ovinos Pelibuey suplementados con *S. cerevisiae.*

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó durante los meses de mayo, junio, julio y agosto de 2016, (90 d) en el Rancho el Rodeo, ubicado a 14 km del entronque de la carretera Villahermosa-Jalapa en la ranchería Víctor Manuel Fernández Manero, Jalapa, Tabasco. Ubicado a 17° 50´ 42.18´´ latitud norte, 92° 48´ 52.20´´ longitud oeste, con una elevación de 11 msnm.

Se utilizaron 40 ovinos Pelibuey, con peso vivo inicial promedio de 18.39 kg. Se formaron cuatro grupos homogéneos, con diez animales cada uno, distribuidos aleatoriamente en jaulas individuales. Al inicio del estudio los ovinos fueron desparasitados (Ivomec F ®) y vitaminados (Vigantol ADE Fuerte ®). El estudio tuvo una duración de 90 d, previo periodo de adaptación de 15 días. Se evaluaron cuatro tratamientos (T) con diez repeticiones, variando el nivel de Saccharomyces cerevisiae Yea Sacc1026. Los tratamientos se describen a continuación: T1 = Testigo, dieta comercial; T2 = T1 + 6 g de S. cerevisiae animal$^{-1}$ d$^{-1}$, T3 = T1 + 12 g de S. cerevisiae animal$^{-1}$ d$^{-1}$ y T4 = T1 + 18 g de S. cerevisiae animal$^{-1}$ d$^{-1}$. El agua se ofreció a libre acceso y la dieta tres veces por día (8:00, 12:00 y 16:00 h) ofreciendo el 5 % del peso vivo. Se utilizó una dieta comercial para corderos en crecimiento con las siguientes caracteristicas: Maíz en grano (25%), Pasta de soya (10%), Salvado de trigo (14.1%), Pulido de arroz (13.7), Heno gramineas MG5 (20%), Pasta de coco (5%), Melaza (8.9%), Premezcla mineral (2%), Sal (0.5%), Carbonato de calcio (0.3%), Urea (0.5%) y Composición nutritive de la dieta: Materia seca (90.86%), Proteina cruda (13.80%), Cenizas (39.03%).

Análisis bromatológico de la dieta: Las muestras se colectaron del complemento alimenticio, por repetición y tratamientos, se molieron, para su análisis por duplicado.

Sacrificio de los ovinos: Transcurridos los 90 d del experimento los 40 animales, fueron enviados a sacrificio después de un período de ayuno de 24 horas, en el frigorífico de la Unión Ganadera Regional de Tabasco. Para el sacrificio de los ovinos se utilizó el método de degüello, seccionando la cabeza a la altura de la articulación atlantooccipital; posteriormente, se separó la piel, las patas y los órganos de las cavidades torácica, abdominal y pélvica. Se pesaron las canales y se calculó el rendimiento comercial (peso de la canal fría entre peso vivo de sacrificio × 100). También, se pesaron los compartimientos digestivos (rumen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado e intestino grueso), para determinar el peso vivo vacío y obtener el rendimiento verdadero en (peso de la canal caliente entre el peso vivo vacío × 100) canal.

### Variables evaluadas sobre la calidad de la carne

Determinación de pH: La medición se realizó por el método de medición homogenizados de carne Metodología (Guerrero *et al*., 2002). La cual consiste en colocar en una licuadora 10 g de carne del músculo Longissimus dorsi y añadir 100 ml de agua destilada, procediendo a licuar por un minuto. Al terminar de licuar se filtró la suspensión de carne en manta cielo eliminando el tejido conectivo. Posteriormente, se procedió a medir el pH por triplicado con el potenciómetro

previamente calibrado (pH 4 y pH 7) y lavando el electrodo utilizando una piseta con agua destilada, después de cada muestra.

Determinación de color: El color de la carne fresca es el principal atributo que influye en la decisión de compra dado que el consumidor asocia el color con el grado de frescura y calidad. La medición se llevó a cabo a las 24 h después del sacrificio en el músculo L. dorsi. Por el método para determinar pigmentos mediante un espectrofotómetro Konica Minolta IC: 1048G-CM-600d, utilizando un componente espectacular incluido con iluminante D65 y un observador de 10º.

Determinación de grasa, proteína, colágeno: Para el análisis se utilizó el equipo FoodScan™ Lab utilizando el método de transmisión por infrarrojo cercano (Near Infrared Transmission, NIT) con modelo de calibración de red neural artificial (ANN) de FOSS y base de datos asociada. Se procedió a preparar las muestras del músculo *Longissimus dorsi* aproximadamente 250 g, y luego se dio inicio al análisis, cada muestra se realizó por triplicado, lavando y secando el material utilizado después de cada muestra analizada.

Determinación de minerales totales (cenizas): Se sometió la muestra a combustión entre 550 y 600 °C, así la muestra orgánica es oxidada y las cenizas son consideradas la parte mineral de la carne (muestra). Las muestras secas y molidas, se pesaron 2 g, los cuales se colocaron en crisoles previamente secos y pesados, se trasladaron a la mufla a incinerar. Pasadas 3 h se sacaron de la mufla y dejaron enfriar en desecador. Para posteriormente ser pesados en frio.

Determinación de capacidad de retención de agua: El análisis se realizó por el método de compresión entre dos placas de vidrio (Cañeque y Sañudo, 2005). Se pesó entre 0.3 (± 0.05) g de carne y se puso dentro del papel filtro doblado por la mitad, posteriormente el papel filtro con la muestra se colocó entre dos placas de vidrio, sometiéndose a compresión con una pesa de 2.25 kg durante 5 min.

Determinación de pérdida por goteo (PG): Se realizó de acuerdo con la metodología citada por Jerez-Timaure *et al.* (2013). Sse utilizaron 80 g de muestra, después cada porción se identificó y se colocó por separado en una bolsa plástica hermética y se almacenó a una temperatura de refrigeración de 4 ºC, durante 48 h, al cabo del cual, se registró el peso de la muestra de carne. La PG se expresó en porcentaje de agua liberada de la muestra original.

Determinación de textura: El análisis de este parámetro se realizó por el método de esfuerzo al corte, las muestras de carne se introdujeron en bolsa de plástico resistentes a la cocción ya que se colocó al baño maría en agua a 75 °C hasta alcanzar una temperatura interna de 70 °C (muestra). Se retiró y enfrió a temperatura ambiente durante 30 min cada muestra, y se registró su peso. Se cortó en forma de prismas con dimensiones de tres a cuatro cm de largo x un cm de ancho x un cm alto cada muestra, cortados en forma paralela a la orientación longitudinal de las fibras musculares, de modo que el corte de la cuchilla fue perpendiculares a las fibras musculares. Al final se introdujo al software del equipo la información obtenida.

Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y diez repeticiones, mediante el uso de SAS (Statistical Analysis System, 2006, versión 8.0). Mediante un procedimiento PROC GLM (SAS 2006). La comparación múltiple de medias de los tratamientos se realizó mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Características de la canal

Los valores de pesos de la canal caliente y frio (Cuadro 1), son de importancia para poder determinar los porcentajes de rendimiento de la canal verdadero y comercial, debido a que el rendimiento comercial es la relación entre el peso de la canal fría y el peso vivo al sacrificio, y el rendimiento verdadero la relación entre el peso caliente de la canal y el peso vivo al sacrificio. Aunque ninguna de las características de la canal estudiadas (Cuadro 1) mostró diferencia significativa ($p < 0.05$), los porcentajes más altos en rendimiento comercial y verdadero, se mostró para ambas variables en el T4 (18 g), el cual fue la dosis más alta de *Sc*. El porcentaje de rendimiento comercial obtenido en esta investigación fue de 47 %, el cual se considera como un valor de rango normal de acuerdo a la tabla de clasificación para canales ovinas que va de un 43 a 52 %.

**Cuadro 1.** Rendimiento de la canal de ovinos Pelibuey suplementados con Saccharomyces cerevisiae.

| Variable | T1 | T2 | T3 | T4 | E. E |
|---|---|---|---|---|---|
| Dosis Sc g | 0 | 6 | 12 | 18 | |
| PCC (kg) | 16.79a | 15.84a | 15.70a | 17.16a | 0.464 |
| PCF (kg) | 15.87a | 15.03a | 14.86a | 16.13a | 0.448 |
| PI (kg) | 4.11a | 3.70a | 2.728b | 4.00a | 0.228 |
| PV (kg) | 0.97a | 1.30a | 0.53b | 1.11a | 1.114 |
| RC (%) | 45.59a | 45.34a | 47.43a | 48.43a | 1.790 |
| RV (%) | 43.10a | 42.99a | 44.84a | 45.51a | 1.706 |

PCC= peso de la canal caliente, PCF= peso de la canal frio, PI= pesos intestinos, PV= peso vísceras, RC= rendimiento comercial, RV= rendimiento verdadero, E. E= error estándar.

### Calidad de carne de ovinos Pelibuey

Respecto al color que es la característica de calidad visual, se encontró en los rangos L* (luminosidad), a*(pigmentos rojos) y b* (pigmentos amarillos) diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos estudiados (Cuadro 2). Resultados encontrados por Civit *et al.* (2014) y Mamani-Linares y Gallo (2013a), al estudiar los días de maduración en el músculo *Longissimus dorsi*, el cual mencionan que los cambios en coloración pueden afectarse por la edad, ya que incrementan los pigmentos rojos (a*) y disminuye la luminosidad (L*30.6, a*14.7, b* 6.3 y L*36.65, a*14.24, b* 11.25 respectivamente), resultados que al compararse con esta investigación (L*54.51, a* 8.51, b* 14.12), resultan diferentes.

**Cuadro 2.** Características de calidad de la carne de ovinos Pelibuey suplementados con Saccharomyces cerevisiae.

| Variable | T1 | T2 | T3 | T4 | E. E |
|---|---|---|---|---|---|
| Dosis Sc g | 0 | 6 | 12 | 18 | |
| Ph | 6.56a | 6.22ab | 6.22ab | 6.13b | 0.044 |
| Color | | | | | |
| *L** | 55.78ab | 59.36a | 48.51b | 54.39ab | 1.178 |
| *a** | 8.45ab | 8.49ab | 8.17a | 8.74b | 0.061 |
| *b** | 16.25a | 14.34ab | 11.09b | 14.80ab | 0.568 |
| CRA compresión | 60.16b | 63.07ab | 62.16ab | 64.79a | 0.703 |
| *PG | 0.025b | 0.031ab | 0.032ab | 0.077[a] | 0.008 |
| Colágeno | 1.803a | 1.660ab | 1.501b | 1.580ab | 0.038 |
| Textura kgf | 2.236b | 2.784ab | 2.823ab | 3.087a | 0.081 |

L*= luminosidad, a*=pigmentos rojos, b*=pigmentos amarillos, CRA= capacidad de retención de agua, PG=perdida por goteo. Kgf= kilogramos fuerza, E. E= error estándar.

Se estableció que valores superiores a un pH 6.4, se denomina como carnes DFD (por sus siglas en inglés Dry, Firm and Dark), ya que se caracterizan por ser más oscuras, secas y firmes de lo normal, los rangos encontrados en esta investigación para color en función del pH fue similar a lo reportado por Álvarez *et al.* (2014) quienes compararon carne normal con carne DFD (L*35.43, a*8.84, b*8.84), el pH obtenido en esta investigación en promedio fue 6.2 con diferencias entre tratamientos ($p < 0.05$). Para la característica CRA se obtuvieron diferencias ($p < 0.05$) entre los tratamientos T1 (60.19) y T4 (64.79), lo que indica una mayor capacidad para retener líquido en el interior, característica que puede ser considerada para el cocinado de la carne, ya que puede ser más jugosa.

Respecto a PG que indica la cantidad de agua en la superficie de la carne sin la aplicación de una fuente externa, mostraron diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0.05$), el cual se puede apreciar significativamente entre el T1 (2 %) y T4 (7%) que de acuerdo con los valores de escurrimiento normal que van de 2 a 4 %, el valor de T4 es superior a este rango, desde el punto de vista industrial. Normalmente la textura es la característica de evaluación directa por el consumidor, ya que determina en mayor medida la aceptación de calidad. En esta investigación para ambas características colágeno y textura se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$), en colágeno (T1:1.8033 y T4: 1.580) el valor más alto fue en el T1, y en textura (T1: 2.24 y T4: 3.09), el valor para el T4, el efecto de las dosis de Sc reflejó efecto en estas variables. Resultados similares coinciden con los encontrados por Lepetit (2007), el cual menciona que el contenido de colágeno con la fuerza de corte de la carne se observa baja en carne cocida.

## Características químico proximal de la carne

Los resultados para el análisis químico proximal de los ovinos se realizaron en el músculo *Longissimus dorsi* (Cuadro 3), de las variables estudiadas por tratamiento, encontrando diferencias significativas ($p < 0.05$) para MS, proteínas y cenizas, excepto para grasa ($p > 0.05$).

**Cuadro 3**. Análisis químico proximal de la carne de ovinos Pelibuey suplementados con Saccharomyces cerevisiae.

| Variable | T1 | T2 | T3 | T4 | E. E |
|---|---|---|---|---|---|
| Dosis Sc (g) | 0 | 6 | 12 | 18 | |
| MS (%) | 40.06a | 35.55d | 37.12c | 37.65b | 0.492 |
| Grasa (%) | 9.39a | 7.61a | 8.08a | 8.56a | 0.390 |
| Proteína (%) | 19.08ab | 19.63a | 18.95b | 19.19ab | 0.095 |
| Cenizas (%) | 4.76d | 5.48c | 10.42b | 11.44a | 0.887 |

MS= materia seca, EE= Error estándar.

Para grasa, aunque sin diferencias significativas ($p > 0.05$), el valor promedio obtenido fue de 8.41 %, resultado que fue superior al reporte considerado como promedio en la raza ovina (Damodaran *et al*., 2010) que es de 5.25 %. Respecto a las otras variables, como son MS, proteína y cenizas, el cual mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos, donde los valores mayores por tratamiento en MS fueron para el T1, para proteínas el T2, y para cenizas el T4, resultados que mostraron la influencia de los niveles de levadura Sc en el experimento. Los resultados promedios de proteína en el trabajo fueron de 19.21 % y el de grasa 8.41 %, resultados que confirma Sañudo (2008), al mencionar que, en ovinos de pelo, se encuentra esa relación que a mayor porcentaje de proteína es menor el contenido de grasa.

Los valores obtenidos para esta variable mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos, con mayores valores en los T3 (10.42 %) y T4 (14.44 %) los cuales fueron los de mayor dosis de Sc.

## CONCLUSIONES

En la calidad de la canal y carne de los ovinos Pelibuey se observó efecto significativo entre los tratamientos evaluados, de igual forma entre las variables rendimiento comercial y verdadero, por otra parte se obtuvieron diferencias en la calidad de la carne para las variables pH, color, CRA, PG, colágeno, textura y análisis químico proximal, por lo que SC es considerado de importancia como suplemento alimenticio para de calidad de la carne de ovinos pelibuey.

## LITERATURA CITADA

Álvarez, R., C. M. M. Valera y A. M. J. Alcalde. 2014. Carne de vacuno normal vs. DFD: valoración por un panel de consumidores y comparación mediante pH y color. Información Técnica Económica Agraria (ITEA). Nota científica 4: 368-373.

Avellanet, R, R. Cuenca, J. Pastor y J. Jordana. 2007. Parámetros hematológicos y bioquímicos clínicos en la raza ovina Xisqueta. Archivos Zootecnia 56(1): 497-501.

Bodas, R, J. Rupcic, M. Mesaric, K. Georgiú and M. Vladimir. 2011. Lipid composition of Brewer´s Yeast. Food Technology Biotechnology 39(3): 175-181.

Cañeque, V y C. Sañudo. 2005. Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal carne y grasa) en los rumiantes. Madrid, España: Monografías, Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) Serie Ganadera. pp: 1-130.

Canqui, V. J. C, V. L. Panozo y C. F. Choque. 2010. Niveles de colesterol en borregos criollos, Suffolk y Corriedale con tres tipos de alimentación en el CEAC Y CEHM. Revista Científica de Investigaciones en Ovinos. pp: 81-87.

Castro, M. M. y V.F. Rodríguez. 2005. Levaduras: probióticos y prebióticos que mejoran la producción animal. Revista Corpoica 6(1): 27-38.

Cifuentes, R. O. D. 2013. Evaluación de la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en la ganancia de peso de ovinos criollos. Conexión Agropecuaria JDC. 3(1): 41-49.

Civit, D., M. D. Diaz, E. Rodríguez y C. A. González. 2014. Características de la canal y efecto de la maduración sobre la calidad de la carne de ovejas de desvieje de raza Corriedale. Información Técnica Económica Agraria (ITEA). 110(2): 160-170.

Damodaran, S., K. L. Parkin y O. R. Fennema. 2010. Quimica de los alimentos. Fisiología y quimica de los tejidos musculares comestibles. Editorial Acribia, Zaragoza, España. Reimpresión (2015). 921 p.

Gloria, A. T, S. D. Hernández, M. O. Hernández, G. M. M Crosby, R. R Pinto, R. E. Meraz and B. J. E. Ramírez. 2014. Animal performance and fatty acids levels in lambs carcass suplemented with *Saccharomyces cerevisiae*. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 1(2): 87-96.

Guerrero, L. M. I., C. M. D. Perez y A. E. Ponce. 2002. Curso práctico de tecnología de carnes y pescado. México: Universidad Autónoma Metropolitana. pp. 1-171.

Hassan, S. A. and S. F. Mohammed. 2014. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on growth rate and nutrient digestibility in Awassi lambs fed diets with different roughage to concentrate ratios. Biochemistry and Biotechnology Research 2(3): 37-43.

Hossain, M. E., G. M. Kim, S. K. Lee and C. J. Yang. 2012. Growth performance, meat yield, oxidative stability, and fatty acid composition of meat from broilers fed diets supplemented with a medicinal plant and probiotics. Asian-Australasian Journal Animal Science 25(8): 1159-1168.

Jerez-Timaure, N., S. M. Teresa, M. L. Arenas, A. Rodas-González, J. Trompíz y J. Ortega. 2013. Determinación de defectos de calidad en la canal y carne de cerdo mediante el uso de auditorías. Revista Mexicana Ciencia Pecuaria 4: 13-30.

Lepetit, J. 2007. A theoretical approach of the relation ships between collagen content, collagen cross-links and meat tenderness. Meat Science 76: 147-159.

Mamani-Linares, L. W. and C. B. Gallo. 2013a. Meat quality atributes of the *Longissimus lumborum* muscle of the Kh'ara genotype of llama (*Lama glama*) reared extensively in northern Chile. Meat Science 94(1): 89-94.

SAS. 2006. Institute Inc., SAS/STAT. Software, Ver. 8.00. SAS, Cary, NC, USA.

Titi, H. H., R. O. Dmour and A. Y. Abdullah. 2008. Growth performance and carcass characteristics of Awassi Lambs and Shami goat kids fed yeast culture in their finishing diet. Animal Feed Science and Technology 142: 33-43.

Williams, P. E., C. A. Tait, G. M. Innes and C. J. Newbold. 1991. Effects of the inclusion of yeast culture (Saccharomyces cerevisiae plus growth medium) in the diet of dairy cows on milk yield and forage degradation and fermentation patterns in the rumen of steers. Journal Animal Science 69: 3016-3026.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A LA MORTALIDAD NEONATAL DE CORDEROS CRIADOS BAJO DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN TECOMÁN, COLIMA, MÉXICO

# [RISK FACTORS ASSOCIATED WITH THE NEONATAL MORTALITY OF LAMBS REARED UNDER TWO PRODUCTION SYSTEMS IN TECOMÁN, COLIMA, MEXICO]

**Miguel Alberto García Pérez[1,2], Rafael Julio Macedo Barragán[1§], Luis Jorge García Márquez[1,3], Victalina Arredondo Ruiz[2], Mauricio Valencia Posadas[1,4], Juan Augusto Hernández Rivera[1,2], César Arturo García Casillas[2]**

[1]Maestría Interinstitucional en Producción Pecuaria, Universidad de Colima, Tecomán, Colima, México. [2]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Colima, Tecomán, Colima, México. [3]Centro Universitario de Investigación y Desarrollo Agropecuario, Universidad de Colima, Tecomán, Colima, México. [4]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Guanajuato, Irapuato, Guanajuato, México. [§]Autor para correspondencia: (macedo@ucol.mx).

## RESUMEN

Se realizó un estudio con el objetivo de determinar los factores de riesgo asociados con la mortalidad neonatal en corderos criados en sistemas de producción extensivos y semiextensivos en Tecomán, Colima, México. Al momento del parto se identificó a la oveja y a la cría y se registró el tamaño de la camada, el sexo, la raza y el peso de cada cría. Adicionalmente se registró el número de parto y la condición corporal de la oveja antes del parto. La causa de muerte de los corderos se determinó por necropsia y se realizó un análisis de regresión logística para identificar los factores de riesgo asociados con la mortalidad. La tasa de mortalidad fue del 27.89%, siendo el síndrome de inanición-exposición el causante del 88.12% de las pérdidas. De acuerdo con el análisis de regresión logística, los corderos nacidos en los hatos B y C presentaron 82% menos probabilidad de morir que aquellos nacidos en el hato A (razón de momios = *0.18*, intervalo de confianza *95% = 0.06 – 0.59*, $p = 0.00$). Los corderos con un peso al nacimiento menor a 2 kg presentaron ocho veces más probabilidades de morir que aquellos con un peso mayor al nacimiento (razón de momios = 8.30, intervalo de confianza 95% = 4.54 – 15.19, $p = 0.00$), en tanto que los corderos nacidos de ovejas con una condición corporal al parto menor a dos puntos tuvieron tres veces más probabilidades de morir que aquellos nacidos de ovejas con una mayor condición corporal (razón de momios = 3.02, intervalo de confianza 95% = 1.06 – 8.60, $p = 0.04$). La raza del cordero no representó un factor de riesgo ($p = 0.18$) para la mortalidad pre-destete de los corderos (razón de momios = 2.01, intervalo de confianza 95% = 0.73 – 5.57).

**Palabras clave**: Condición corporal, inanición-exposición, pérdidas neonatales, peso al nacimiento, sistema de producción.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## ABSTRACT

A research was conducted with the objective of determining the risk factors associated with neonatal mortality in lambs reared in extensive and semi-extensive production systems in Tecomán, Colima, and México. At the time of birth, the ewe and the offspring were identified, and litter size, sex, breed and birth weight of each lamb were recorded. Additionally, the number of birth and the body condition score of the ewe before birth were registered. The cause of death of the lambs was determined by necropsy and a logistic regression analysis was carried out to identify the risk factors associated with mortality. Mortality rate was 27.89%, being starvation the cause of 88.12% of the losses. According to logistic regression analysis, lambs born in flocks B and C were 82% less likely to die than those born in flock A (odds ratio = 0.18, 95% confidence interval = 0.06 - 0.59, $p$ = 0.00). Lambs with a birth weight less than 2 kg were eight times more likely to die than those with a greater birth weight (odds ratio = 8.30, 95% confidence interval = 4.54 - 15.19, $p$ = 0.00). Lambs born to ewes with a body condition at birth less than two points were three times more likely to die than those born from ewes with a higher body condition (odds ratio = *3.02, 95%* confidence interval = *1.06 - 8.60*, $p$ = 0.04). Lamb breed did not represent a risk factor ($p$ = 0.18) for pre-weaning mortality of lambs (odds ratio = 2.01, 95% confidence interval = 0.73 - 5.57).

**Index words:** Birth weight, body condition, neonatal losses, production system, starvation.

## INTRODUCCIÓN

En las regiones tropicales de México la producción ovina se realiza principalmente bajo sistemas de producción extensivos y semi-extensivos. En los sistemas de producción semi-extensivos el pastoreo de vegetación nativa y de residuos de cosecha constituye la base de la alimentación existiendo un uso limitado de suplementos. En los sistemas de producción extensivos los pastizales constituyen la fuente principal de alimentación y los animales no reciben suplemento alguno, no existe asimismo control del pastoreo y este se da sin considerar la disponibilidad de forraje y la carga animal (Vázquez-García, 2013; Muñoz-Osorio *et al.*, 2016).

Por otra parte la mortalidad neonatal de los corderos es un problema que reduce y amenaza la viabilidad económica de los sistemas de producción ovina. La tasa de mortalidad neonatal puede llegar a ser mayor al 30% en los sistemas de producción extensivos (Macedo *et al.*, 2010) siendo además una condición inaceptable desde el punto de vista del bienestar animal (Dwyer, 2008).

En un estudio previo realizado en el estado de Colima se encontró una asociación altamente significativa entre el número de corderos muertos y el sistema de producción, en tanto que la inanición y los traumatismos constituyen la principal causa de muerte entre los corderos neonatos (Macedo *et al.*, 2010), sin embargo, existe una relación entre la mortalidad neonatal y otros factores predisponentes como la condición corporal y el número de parto de la oveja, la raza, el sexo y el peso al nacimiento del cordero que aún no han sido ampliamente estudiados.

Bajo este contexto el presente trabajo tuvo como objetivo estudiar los factores de riesgo asociados con la mortalidad neonatal en corderos criados en sistemas extensivos y semi-extensivos en Tecomán, Colima, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en tres hatos localizados en el municipio de Tecomán, Colima, México (18°40' - 19°32' N, 103°27' - 104°43' O). El clima es cálido sub-húmedo con lluvias en verano, con una temperatura y una precipitación media anual de 26 °C y 750 mm respectivamente (INEGI, 2011).

Hato A. Compuesto por 850 ovejas y 23 sementales de las razas Pelibuey, Pelifolk, Blackbelly y Dorper manejados bajo un sistema de producción extensivo. Las ovejas y los corderos pastorearon por la mañana praderas irrigadas de pasto Tanzania (*Panicum maximum* cv. Tanzania), pasto Massai (*Panicum maximum* cv. *Massai*) y pastos nativos con libre acceso a agua fresca y a sal común. Los corderos fueron destetados entre los 90 y 120 días de edad. No se realizó aplicación de vacunas y todos los animales mayores a un mes de edad fueron desparasitados cada tres meses.

Hato B. Compuesto por 110 ovejas Dorper, Pelibuey y Katahdin, un semental Damara y uno Pelibuey, manejados bajo un sistema de producción semi-extensivo. Durante la época seca las ovejas y los corderos pastorearon de 8:00 a.m. a 7:00 p.m. praderas irrigadas de pasto Estrella Africana (*Cynodon plestoctachyus*) y gramas nativas, mientras que en temporada de lluvias el pastoreo se realizó de 10:00 a.m. a 7:00 p.m. La alimentación estuvo complementada con rastrojo de maíz y residuos de cosecha y a las ovejas con pobre condición corporal se les suministró concentrado para ganado bovino lechero. Los animales tuvieron libre acceso a agua fresca, sal común y sales minerales y los corderos a un alimento preiniciador. Los corderos fueron destetados entre los 90 y 120 días de edad. Todos los animales mayores a un mes de edad fueron vacunados semestralmente contra neumonía y enfermedades clostridiales y desparasitados cada tres meses.

Hato C. Compuesto por 107 ovejas Blackbelly, Pelibuey, Katahdin y criollas, un semental Dorper y uno Pelibuey, manejado bajo un sistema de producción semi-extensivo. Las ovejas y los corderos pastorearon de 8:00 a.m. a 3:00 p.m. y de 5:00 p.m. a 7:00 p.m. praderas irrigadas de pasto Estrella Africana (*C. plestoctachyus*), pasto Bermuda (*Cynodon dactylon*), gramas nativas y Guaje (*Leucaena leucocephala*). La alimentación se complementó con rastrojo de maíz y residuos de cosecha y durante la época seca las ovejas con baja condición corporal y amamantando trillizos recibieron una mezcla de sorgo molido y entero. Los animales tuvieron libre acceso a agua fresca, sal común y sales minerales y los corderos a un alimento preiniciador para cerdos. Los corderos fueron destetados entre los 90 y 120 días de edad. Dos veces al año todos los animales mayores a un mes de edad fueron desparasitados y vacunados contra neumonía y enfermedades clostridiales.

Al momento del parto se identificó a la oveja y a la cría y se registró el tamaño de la camada, el sexo, la raza y el peso de cada cría. Adicionalmente se registró el número de parto y la condición corporal de la oveja previa al parto (Russel *et al.*, 1969).

Diariamente se recolectaron los corderos muertos para la realización de las necropsias, algunas de las cuales se llevaron a cabo *in situ* y otras en el Laboratorio de Patología de la Universidad de Colima. Se tomaron muestras de tejido de los órganos con lesiones las cuales se fijaron en formol amortiguado al 10% y enseguida se cortaron y colocaron en cápsulas siguiendo el procedimiento habitual de la técnica histológica (infiltración, inclusión y corte). Los cortes se realizaron con un grosor de 5 μm y la tinción empleada fue la técnica rutinaria de hematoxilina-eosina (Prophet *et al*., 1992; McGavin y Zachary, 2011).

Inicialmente se realizó una prueba de independencia de Chi-cuadrada con el fin de analizar la asociación entre el hato, la condición corporal y el número de parto de la oveja, el tamaño de la camada y la raza, sexo y peso al nacimiento del cordero con la mortalidad neonatal por lo que la información se agrupó de la siguiente forma: hato (A, B, C), condición corporal de la oveja (<1, 1.1 – 1.9, 2 - 2.9, ≥ 3), número de parto de la oveja (1, 2, 3, 4, 5, >6), tamaño de la camada (1, 2, 3, 4), raza del cordero (Pelibuey, Dorper, Pelifolk, Blackbelly, Katahdin, cruza), sexo del cordero (macho, hembra) y peso del cordero al nacimiento (<1.00, 1.00 – 1.99, 2.00 – 2.99, ≥3.00 kg). Posteriormente, se realizó un análisis de Regresión Logística (Hosmer et al., 2013), incluyendo aquellos factores que resultaron asociados con la mortalidad ($p < 0.05$, prueba de Chi-cuadrada), para lo cual la información se reagrupo como: hato (A, B y C); condición corporal de la oveja *(< 2.0, ≥ 2.0*), peso al nacimiento del cordero (*< 2.0, ≥ 2.0*), raza del cordero (pura, cruza). Los datos se analizaron usando el software Statgraphics Centurion XVI.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número de corderos nacidos y muertos durante el periodo de estudio fue de 875 y 244 respectivamente, lo que resultó en una tasa de mortalidad del 27.89%. En orden de importancia las principales causas de muerte fueron síndrome de inanición-exposición (88.12%), depredación (4.10%), distocia (2.87%), mortinatos (2.87%), neumonía (1.22%) y traumatismo (0.82%).

De acuerdo con el análisis de regresión logística, los corderos nacidos en los hatos B y C presentaron 82% menos probabilidad de morir que aquellos nacidos en el hato A. Los corderos con un peso al nacimiento menor a 2 kg presentaron ocho veces más probabilidades de morir que aquellos con un peso mayor al nacimiento, en tanto que los corderos nacidos de ovejas con una condición corporal al parto menor a dos tuvieron tres veces más probabilidades de morir que aquellos nacidos de ovejas con una mayor condición corporal. La raza del cordero no representó un factor de riesgo para la mortalidad pre-destete de los corderos (Cuadro 1).

**Cuadro 1** Factores de riesgo asociados a la mortalidad pre-destete de corderos en Tecomán, Colima, México.

| Factor | Nivel | Mortalidad (%) | Corderos muertos (n) | *B* | *P* | Razón de momios | Intervalo de confianza 95% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hato | A | 30.95 | 225 | | | | |
| | B y C | 12.84 | 19 | -1.71 | 0.00 | 0.18 | 0.06 – 0.59 |
| Peso al nacimiento (kg) | < 2.0 | 38.00 | 217 | | | | |
| | ≥ 2.0 | 8.88 | 27 | 2.12 | 0.00 | 8.30 | 4.54 – 15.19 |
| Condición corporal | < 2.0 | 35.36 | 215 | | | | |
| | ≥2 | 10.86 | 29 | 1.11 | 0.04 | 3.02 | 1.06 – 8.60 |
| Raza | Pura | 30.09 | 232 | | | | |
| | Cruza | 11.54 | 12 | 0.70 | 0.18 | 2.01 | 0.73 – 5.57 |

La tasa de mortalidad pre-destete fue ligeramente menor a la encontrada en un estudio previo realizado en un sistema de producción extensivo localizado en la misma región (Macedo *et al*., 2010) y en concordancia con otros estudios, el síndrome de inanición-exposición fue la principal causa de muerte de los corderos (Macedo *et al*., 2010; Abdelqader *et al*., 2017). La muerte por inanición de los corderos se encuentra estrechamente asociada con factores relacionados con el clima como son los cambios repentinos la temperatura al momento del parto, con factores propios del cordero como son bajo peso al nacimiento, bajas reservas energéticas, pobre habilidad para amamantarse, bajo consumo de calostro y finalmente con factores de la oveja, principalmente pobre instinto materno (Nowak *et al*., 2000; Sawalha *et al.,* 2007). Inmediatamente después del nacimiento el cordero utiliza sus escasas reservas de energía para mantener la temperatura corporal, las cuales se agotan en caso de no haber ingestión de calostro entre las primeras dos a tres horas de vida lo que resulta en pérdida de calor e hipotermia (Dwyer *et al.,* 2016). Debido a que la alimentación cordero neonato depende completamente de su madre, la inanición está estrictamente relacionada con el manejo nutricional de la oveja. Una nutrición adecuada durante la gestación da como resultado corderos con un peso óptimo al nacer, que se incorporan y alimentan rápidamente obteniendo los beneficios nutricionales e inmunológicos de la ingesta temprana de calostro y reduciendo significativamente el riesgo de muerte por hipotermia. Asimismo, una oveja bien nutrida producirá cantidades adecuadas de calostro y leche para alimentar a sus crías (Dwyer, 2003). Contrario a los hallazgos de este estudio, otros autores mencionan que las infecciones causadas por *Pasteurella sp, Salmonella sp, Escherichia coli, Toxoplasma gondii, Cryptosporidium sp, Clostridium perfringes* entre otras, resultaron la principal causa de muerte entre los corderos neonatos (Nóbrega *et al.,* 2005; Woldemariam *et al.,* 2014; Holmøy *et al.,* 2017).

La asociación entre el hato y la mortalidad de los corderos se explica por el manejo nutricional implementado en cada uno de las unidades de producción. En este sentido, las ovejas del hato A solo se alimentaban de pasto y no recibían ningún alimento complementario, lo cual es característicos en los sistemas de producción extensivos. En el caso de los hatos B y C, las ovejas con baja condición corporal y amamantando trillizos fueron suplementadas con rastrojo de maíz, residuos de cosecha, sorgo o concentrado lechero bovino. Binns *et al*. (2002) señalan que la

suplementación de las ovejas con baja condición corporal antes del empadre ocasiona un decremento en la mortalidad de las crías. Otros estudios han asociado la mortalidad neonatal con el tamaño del hato, siendo mayor en los hatos grandes como aquí sucedió. Por el contrario, Holmøy y Waage (2015) encontraron que, en hatos con menos de 26 ovejas, la mortalidad neonatal fue mayor que en hatos conformados por más de 250 reproductoras, mientras que en los hatos pequeños y grandes se presentan una mayor cantidad de corderos nacidos muertos que en los hatos de tamaño intermedio. Otros autores no encontraron asociación entre la mortalidad neonatal y el tamaño del hato (Holmoy *et al.* (2014).

De acuerdo con Christley *et al*. (2003) conforme disminuye la condición corporal de la oveja antes del parto, se incrementa la mortalidad de los corderos. En la mayoría de los casos documentados, una baja condición corporal en la oveja fue consecuencia de una pobre nutrición durante la gestación, la cual no solo afecta negativamente el peso al nacimiento de la cría, también limita el desarrollo de la ubre, reduce la acumulación y producción de calostro durante las primeras 18 horas postparto, deprime el instinto materno y en consecuencia incrementa la mortalidad neonatal (Nowak, 1996). Además, las ovejas con baja condición corporal tienden a buscar alimento más rápido después del parto abandonando o dedicando menos tiempo al cuidado de su cría (Barros de Moraes *et al.,* 2016).

Los corderos con un peso al nacimiento menor a 2 kg presentan una mayor predisposición a morir de inanición e hipotermia debido a sus bajas reservas energéticas y debilidad al momento del nacimiento. Los corderos pequeños a menudo tienen un menor vigor para amamantarse lo cual es un efecto combinado del bajo peso al nacimiento, de las bajas reservas de energía y de la debilidad general del cordero. Los recién nacidos que tardan más tiempo en ponerse de pie y en consumir calostro durante las primeras seis horas después del nacimiento tienen menos posibilidades de sobrevivir (Nowak y Poindron, 2006).

Algunos autores han registrado una mayor tasa de mortalidad en corderos de raza pura comparados con corderos cruzados (Mustafa *et al.,* 2014; McHugh *et al*., 2016), lo cual de acuerdo con Gama *et al.* (1991) se debe al efecto positivo de la heterosis sobre la viabilidad del cordero. De acuerdo con los hallazgos del presente estudio, Woolliams *et al.* (1983) encontró una menor incidencia de muertes por inanición en corderos híbridos.

## CONCLUSIONES

La mortalidad neonatal fue mayor entre los corderos criados bajo un manejo extensivo siendo el síndrome de inanición-exposición la principal causa de muerte. Un peso al nacimiento del cordero menor a 2 kg y una condición corporal de la oveja menor a 2 puntos previa al parto fueron los mayores factores de riesgo asociados a la mortalidad neonatal.

## LITERATURA CITADA

Abdelqader, A., R. Irshaid, M. J. Tabbaa, M. Abuajamieh, H. Titi and R. Al-Fataftah. 2017. Factors influencing Awassi lambs survivorship under fields conditions. Livestock Science 199: 1-6.

Barros de Moraes, A., C. P. C. H. Espírito, V. Fischer, N. M. Fajardo, A. M. Farias, G. Caillava da Porciuncula. 2016. Ewe maternal behavior score to estimate lamb survival and performance during lactation, Acta Scientiarum. Animal Sciences 38: 327-332.

Binns, S. H., I. J. Cox, S. Rizvi and L. E. Green. 2002. Risk factors for lamb mortality on UK sheep farms. Preventive Veterinary Medicine 52: 87-303.

Christley, R. M., K. L. Morgan, T. D. H. Parkin and N. P. French. 2003. Factors related to the risk of neonatal mortality, birth-weight and serum immunoglobulin concentration in lambs in the UK. Preventive Veterinary Medicine 57: 209-226.

Dwyer, C. M. 2003. Behavioural development in the neonatal lambs: effect of maternal and birth-related factors. Theriogenology 59: 1027-1059.

Dwyer, C. M. 2008. The welfare of the neonatal lamb. Small Ruminant Research 76: 31-41.

Dwyer, C. M., J. Conington, F. Corbiere, I. H. Holmøy, K. Muri, R. Nowak, J. Rooke, J. Vipond. and J. M. Gautier. 2016. Invited review: Improving neonatal survival in small ruminants: science into practice. Animal 10: 449-459.

Gama, L. T., G. E. Dickerson, L. D. Young and K. A. Leymaster. 1991. Effects of breed, heterosis, age of dam, litter size and birth weight on lamb mortality. . Journal of Animal Science 69: 2727-2743.

Holmøy, I. H. and S. Waage. 2015. Time trends and epidemiological patterns of perinatal lamb mortality in Norway. Acta Veterinaria Scandinavica 57: 2-11.

Holmøy, I. H., S. Waage, E. G. Granquist, T. M. L'Abée-Lund, C. Ersdal, L. Hektoen and R. Sørby. 2017. Early neonatal lamb mortality: postmortem findings. Animal 11: 295-305.

Holmøy, I. H., S. Waage and Y.T. Gröhn. 2014. Ewe characteristics associated with neonatal loss in Norwegian sheep. Preventive Veterinary Medicine 114: 267-275.

Hosmer, Jr, D. W., S. Lemeshow and R. X. Sturdivant. 2013. Applied logistic regression. John Wiley & Sons. New Jersey, USA.

INEGI.2011.Mapas.Colima.http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/conden_estatles/col/702825003569.pdf .

Macedo, R., V. Arredondo, J. Rodríguez, J. Ramírez and B. López. 2010. Effect of production system, season of lambing and sex on neonatal mortality of Pelibuey lambs. Tropical and Subtropical Agroecosystems 12: 77-84.

McGavin, M. D. y J. F. Zachary. 2011. Pathologic Basis of Veterinary disease. 5th ed. Elsevier, Mosby. London, UK.

McHugh, N., D. P. Berry and T. Pabiou. 2016. Risk factors associated with lambing traits. Animal 10: 89-95.

Muñoz-Osorio, G. A., A. J. Aguilar-Caballero, L. A. Sarmiento-Franco, M. Wurzinger and R. Cámara-Sarmiento. 2016. Technologies and strategies for improving hair lamb fattening systems in tropical regions: A review. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 3: 267-277.

Mustafa, M. I., M. M. Mehmood, M. Lateef, M. K. Bashir and A. R. Khalid. 2014. Factors influencing lamb mortality from birth to weaning in Pakistan. Pakistan Journal of Life and Social Sciences 12: 139-143.

Nóbrega, Jr. J. E., F. Riet-Correa, R. S. Nóbrega, J. M. Medeiros, J. S. Vasconcelos, D. S. S. Vilar and I. M. Tabosa. 2005. Mortalidade perinatal de cordeiros no semi-árido da Paraíba. Pesquisa Veterinária Brasileira 25: 171-178.

Nowak, R. 1996. Neonatal survival contribution from behavioral studies in sheep. Applied Animal Behaviour Science 49: 61-72.

Nowak, R., Poindron, P. 2006. From birth to colostrum: Early steps leading to lamb survival. Reproduction Nutrition Development 46: 431-446.

Nowak, R., R. H. Porter, F. Lévy, P. Orgeur and B. Schaal. 2000. Role of mother-young interactions in the survival of offspring in domestic mammals. Reviews of Reproduction 5: 153-163.

Prophet, E., B. Mills, J. Arrington and L. Sobin. 1992. Laboratory Methods in Histotechnology. Armed Forces, Institute of Pathology. Washington, USA.

Russel, A. J. F., J. M. Doney and R. G. Gunn. 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. Journal of Agricultural Science 72: 451-454.

Sawalha, R. M., J. Conington, S. Brotherstone and V. Villanueva. 2007. Analyses of lamb survival of Scottish Blackface sheep. Animal 1: 151-157.

Vázquez-García, V. 2013. Sheep Production in the mixed-farming systems of Mexico: Where are the women? Rangelands. 35: 41-46.

Woldemariam, S., S. Zewde, D. Hameto and A. Habtamu. 2014. Major causes of lamb mortality at Ebinat woreda, Amhara National Regional State, north-western Ethiopia. Ethiopian Veterinary Journal 18: 57-71.

Woolliams, C., G. Wiener and N. S. M. Macleod. 1983. The effects of breed, breeding system and other factors on lamb mortality: 3. Factors influencing the incidence of weakly lambs as a cause of death. Journal of Agricultural Science 100: 563-570.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CARACTERÍSTICAS DE CANALES DE OVINOS EN LA REGIÓN CENTRO DE MÉXICO

# [SHEEP CARCASS CHARACTERISTICS FROM MEXICO CENTRAL REGION]

**Esmeralda Desdémona Martínez[§]**

Egresada del Programa de Posgrado en Producción Animal. Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. [§]Autor para correspondencia:(desdemona_esme@yahoo.com.mx).

## RESUMEN

El objetivo fue evaluar las características de las canales de ovinos de diferente fenotipo y clase, de la región centro de México. 430 canales de ovinos (*Ovis aries*) fueron evaluadas. Dorper (DO; *n*=95), Media Lana (ML; *n* =13), Katahdin (KA; *n* =62), Pelibuey Canelo (PC; *n* =56), Blackbelly (BB; *n* =43), Pelibuey Blanco (PB; *n* =30), Pelibuey x Kathadin (PK; *n* =24), Suffolk x Media Lana (SFML; *n* =72), Criollo x Suffolk (CRSF; *n* =35), criados en sistemas intensivos y semi-intensivos de alimentación procedentes de diferentes explotaciones de la región centro de México. Los datos se procesaron a través de estadística descriptiva y mediante un diseño completamente al azar. Del total de canales evaluadas 80.46% correspondieron a machos y 19.53% hembras. Los resultados mostraron que los corderos DO, ML y KA, tuvieron similar relación en la estructura ósea, muscular y grasa subcutánea y alcanzaron más rápido el peso al sacrificio, reflejo de temprana madurez fisiológica, que los corderos PC, BB, PB y PK. Las hembras SFML y CRSF tuvieron mayor crecimiento óseo y se reflejó en un mayor perímetro del tórax y de la grupa (por ensanchamiento de los huesos pélvicos durante la actividad reproductiva) y menor relación músculo: hueso, rendimiento y compacidad de la canal. Los carneros SFML registraron mayor peso vivo, pero menor rendimiento que los corderos. En conclusión, las características estructurales de las canales de ovinos para abasto son inconstantes, por la diversidad fenotípica y clase de las poblaciones de esta especie.

**Palabras clave:** Estructura, fenotipo, madurez, óseo.

## ABSTRACT

The objective was to evaluate the sheep carcass characteristics from different phenotype and class, in the central region of Mexico. 430 sheep (*Ovis aries*) carcasses were evaluated Dorper (DO; *n*=95), Hair x Wool (HW); *n*=13), Katahdin (KA; *n*=62), Pelibuey Canelo (PC; *n*=56), Blackbelly (BB; *n*=43), Pelibuey Blanco (PB; *n*=30), Pelibuey x Kathadin (PK; *n*=24), Suffolk x Media Lana (SFML; *n*=72), Criollo x Suffolk (CRSF; *n*=35), they were raiced under intensives and semi-intensive of feed production from different farms in the central region of Mexico. Data were processed through descriptive statistics and using a totally random design. From total carcasses, 80.46% were males and 19.53% females. The results showed that the lambs DO, ML and KA, had a similar relationship in bone structure, muscle and subcutaneous fat and they were reached the

sacrifice weight faster, a reflection to early physiological maturity than PC, BB, PB y PK lambs. The SFML and CRSF female had greater osseous growth and they were showed a greater thorax and rump perimeter (for the widening of the pelvic bones during the reproductive activity) and they were showed lower relation muscle: bone, yield and compactness of the carcasses. The ram SFML had higher live weight, but lower carcass yield that the lambs. In conclusion, the structural characteristics of sheep carcasses for supply are inconstant due to the phenotypic diversity and class of the sheep population.

**Index words:** Matury, osseus, phenotype, structure.

## INTRODUCCIÓN

Existen en México 8,902,451 ovinos. El centro del país es el que más aporta en la producción de ovinos con 3,167,444 cabezas que representa el 35.57% de total nacional, se sacrifican 1,187,792 borregos y se obtienen 25,300 toneladas de carne en canal (SIAP, 2017), lo que contribuye en 42% de la oferta de carne en canal en el pais. En las zonas templadas los borregos de pelo se han cruzado bajo esquemas de cruzamiento terminal con razas de lana, que es hacia donde la producción de carne de ovino tiene relevancia. Las razas que se producen en el centro del país son; Pelibuey, Dorper, Katahdin, Blackbelly, Dorset, Texel, Hampshire, Charollais, Rambouliet, Corriedale, Suffolk y Romanov, que son criados en sistemas extensivos, semi-intensivos e intensivos y la carne se destina para el consumo de barbacoa, mixiote, platillos típicos de la región y en los últimos años se ha incursionado en un nuevo mercado que son los cortes al detalle, empacados al alto vacío como rack francés, rack americano, doble mariposa, filete y medallón de corderos (Martínez, 2018a). Cabe hacer mención que en el último año el consumo percápita de la carne de ovino paso de 890 a 480 g (Arteaga, 2018), por lo que, los involucrados en la cadena productiva deben buscar nuevos nichos de mercados diversificando productos derivados de la carne de ovino, tales como; chistorra, hambuerguesa, pancita enchilada, piernas y lomos curados, ahumados y marinados. La demanda de los consumidores de carne baja en grasa en el centro del país ha originado que los productores produzcan corderos magros, no mayores de un año y procedentes de cruzas con ovinos de pelo (Rubio *et al*., 2004; Gutiérrez, 2005a; Gutiérrez *et al*., 2005b; De la Cruz *et al*., 2006). Para evaluar las características de las canales de ovinos, en México se han desarrollado métodos subjetivos y objetivos tales como; peso de la canal, rendimiento, conformación (Vázquez *et al*., 2011), evaluación visual de los grados de engrasamiento, medidas morfométricas, área del ojo de la chuleta (Martínez, 2014; Velázquez *et al*., 2016; Partida de la Peña *et al*., 2017). Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar las características de las canales de ovinos de diferente fenotipo y clase sacrificados en rastros de la región centro de México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 430 ovinos de diferente fenotipo y clase fueron evaluados en peso vivo (PV), peso de la canal caliente (PCC), rendimiento (REND), conformación (CONF), grasa de cobertura (GC) y medidas morfométricas de la canal. Los corderos de los fenotipos Dorper (DO; *n*=95), Media Lana (ML; *n*=13), Katahdin (KA; *n*=62), Pelibuey Canelo (PC; *n*=56), Blackbelly (BB; *n*=43), Pelibuey

Blanco (PB; *n*=30), Pelibuey x Kathadin (PK; *n*=24) fueron criados bajo un sistema intensivo por un periodo de finalización de 90 d en base a concentrados (maíz y/o sorgo, canola, pasta de soya, melaza) y como fuente de forraje (heno de alfalfa, avena, o silo de maíz), los animales provenían de diferentes explotaciones del estado de Hidalgo y Puebla. Los carneros Suffolk x Media Lana (SFML; *n*=23), hembras Suffolk x Media lana (SFML; *n*=49) y hembras Criollo x Suffolk (CRSF; *n*=35) fueron criados bajo un sistema semi-intensivo encierro nocturno con pastoreo diurno de 6 a 8 h en pastos nativos o campos agrícolas después de la cosecha y en menor cantidad en Ryegrass y Ebo o Veza. Los animales se sacrificaron en un rastro TIF en el estado de Hidalgo y en la abastecedora industrial de carnes de la ciudad de Puebla siguiendo los protocolos de sacrificio.

El análisis estadístico de los datos se realizó en el programa Statistical Analysis Software (SAS Institute, 2002), usando el procedimiento GLM para desarrollar un análisis de varianza y conocer la importancia del fenotipo sobre las variables de la canal tomadas en el experimento e inferir en la estructura y composición de las canals de los ovinos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La incidencia de los ovinos en el sacrificio fueron los siguientes; los corderos DO se sacrificaron en 22.09%, los KA en 14.41%, los PC en 13.02%, los BB en 10%. Estos tuvieron un papel destacado, pues se han empleado en varios cruzamientos con razas de lana, ya que se caracterizan por su alta capacidad de adaptación a diferentes condiciones ambientales y a sus ventajas reproductivas (precocidad, prolificidad y baja presencia de anestro estacional). En menor porcentaje se sacrificaron los PB en 6.97%, los PK en 5.58%, los Media Lana en 3.03%, los carneros SFML en 5.34%, las hembras de desecho SFML en 11.39% y las CRSF en 8.13%. Esto indica que en las explotaciones de ovinos en el centro del país han sustituido los sistemas tradicionales de producción de lana con animales criollos cruzados probablemente con Rambolliet y Romanov a sistemas orientados a la producción de carne, procedentes de cruzas rústicas y prolíficas como los Pelibuey Canelo, Blackbelly y la utilización de sementales de la raza Suffolk, Dorper, Katahdin, Hampshiere, Dorset, ill de France y Merino.

Peso vivo y características de la canal. Los resultados indicaron (Cuadro 1), que los corderos DO, ML y KA tuvieron mejor relación músculo-hueso y cobertura de grasa y se reflejó en el PV, PCC, REND y CONF, en comparación a los fenotipos PB, PC, PK y BB ($p < 0.05$). Vázquez *et al*. (2011) reportaron que los corderos Katahdin x Charollais lograron el mayor peso de matanza (46.61 kg), seguidos por la cruza Katahdin x Dorper (39.75 kg), Katahdin x Suffolk (36.07 kg) y Katahdin x Texel (33.24 kg), estos últimos son inferiores a lo reportado de los fenotipos del presente trabajo. En México, Molina *et al*. (2000); Gonzáles *et al*. (2000); Avendaño *et al*. (2004) reportaron resultados satisfactorios en estas variables en corderos Dorper cruzandos con Pelibuey y alimentados en diferentes condiciones climáticas. Los corderos BB y PC tuvieron menor PV de sacrificio 44.40 y 42.27 kg en comparación a los KA 47.13 kg ($p < 0.05$), menor CONF, rendimiento y GC, como resultado de la prolongación del crecimiento en la estructura esquelética y tardía madurez fisiológica en los primeros. Los PK, tuvieron mayor GC 4.0 ($p < 0.05$) a semejante PCC, que los PC 3.50 y BB 3.68, resultado de una temprana deposición de grasa de cobertura y

posiblemente grasa intramuscular. Lo anterior es importante de considerar, por la mayor aceptabilidad del consumidor de carne con poca grasa en la región centro del país. Sin embargo en el sureste mexicano González *et al*. (2014) mencionaron que el peso de la canal es determinate para el rendimiento de la barbacoa y los compradores de ovinos prefieren animales pequeños pero gordos y castigan el precio cuando son animales de desecho grandes y delgados.

El rendimiento de la canal es de gran utilidad porque indica la proporción del peso vivo que pueden ser comercializados los corderos como producto final (carne, grasa y hueso), información que se complementa con la evaluación de la composición tisular y regional de la canal. Los carneros SFML tuvieron mayor PV 49.30 kg, pero menor REND que los corderos 47.93%. Las hembras SFML y CRSF fueron inferiores en PCC, REND y CONF que los carneros y corderos 18.98 kg, 43.69% y 17.72 kg y 41.30% respectivamente. Atribuido a la diferencia en la relación músculo-hueso y estado fisiológico, es decir misma cantidad de carne con mayor cantidad de hueso que se refleja en menor conformación. Partida de la Peña *et al*. (2009) reportaron menor peso de la canal en hembras Pelibuey, Pelibuey x Suffolk y Pelibuey x Dorset que en machos enteros.

Medidas morfométricas de la canal. En el Cuadro 2, se presentan los mínimos cuadrados de las medias morfométricas de las canales de ovinos de diferente fenotipo. El LC fue mayor en las hembras CRSF 51.95 cm y menor en los corderos y carneros ($p < 0.05$) atribuido a la diferencia en talla y madurez fisiológica, propia de cada raza. Es claro que las razas de talla grande muestran valores mayores en la morfometría de la canal que las razas pequeñas. Otra causa probable es que en hembras durante la gestación los discos intervertebrales y los ligamentos de las vértebras responden en un aumento de la flexibilidad y la longitud de la columna vertebral (Swatland, 2019). Por otro lado, los corderos ML, tuvieron mayor LP 36.37 cm ($p < 0.05$) que los corderos PK 30.20 cm. Las hembras también presentaron buena longitud de la pierna 34.87 cm. Cloete *et al*. (2000) reportaron 0.42 cm y 0.62 cm menos en la LC y LP, en corderos PC que en aquellos cruzados con animales de lana. Referente al PT, los corderos PB presentaron menor medida 69.00 cm ($p < 0,05$) en comparación a las hembras 85.24 cm. Estas últimas por mayor profundidad de las costillas y estructura ósea.

La cobertura de grasa subjetiva (CG) fue evaluada en 5 clases muy importante (5), importante (4), media (3), escasa (2) y nula (1)

La conformación subjetiva (CONF) fue evaluada en 6 clases (SEUMIX) y se le asignó un valor numérico para él análisis estadístico. Suprema (6), excelente (5), muy buena (4), buena (3), menos buena (2) e inferior (1). La compacidad de la canal es el resultado del cociente del PCC (kg) respecto al largo de la canal (cm) mediana cantidad de grasa. Así mismo, el perímetro de la grupa y ancho de la grupa fue mayor en las hembras CRSF 69.96 cm y 23.76 cm respectivamente, debido al ensanchamiento de los huesos pélvicos durante la actividad reproductiva. En la gestación se presentan cambios hormonales y la articulación cartilaginosa (sínfisis del pubis) de los huesos púbicos incrementa la flexibilidad para ayudar al parto. Es claro que las borregas por mayor edad se limita al perímetro o espesor del hueso, y tiene lugar mediante el reclutamiento de células osteogénicas del periostio para convertirse en osteoblastos. El AT fue menor en los corderos BB y

PB ($p < 0,05$) por ser más tardíos en alcanzar la madurez fisiológica. La compacidad de la canal fue mayor en los corderos DO 0.53, ML 0.52 y KA 0.51 y menor en las hembras SFML 0.37 y CRSF 0.35. Ruiz *et al*. (2005); citado por Partida de la Peña *et al*. (2017) reportaron que la compacidad en la canal es un buen indicador del rendimiento comercial ($r= 0.83$, $p < 0.001$), puesto que está altamente correlacionado con el peso de sacrificio ($r=0.98$, $p < 0.001$) y con el peso de la canal caliente ($r= 0.91$, $p < 0.001$). La compacidad también está relacionada con la cantidad total de músculo en la canal, y entre mayor sea su valor, mejor será el grado de rendimiento de la canal (Carrasco *et al*., 2006).

**Cuadro 1.** Medidas de mínimos cuadrados del peso vivo (pv), peso de la canal caliente (pcc), rendimiento (rend), conformación (conf) y grasa de cobertura (gc), de ovinos en la región centro de México.

| Clase de ovinos | Peso vivo (kg) | Peso de la canal (kg) | Rendimiento (%) | Conf | Grasa de cobertura |
|---|---|---|---|---|---|
| Sistema intensivo | | | | | |
| Corderos Dorper n= 95 | $47.97^{a} \pm 0.6$ | $25.45^{a} \pm 0.4$ | $53.02^{a} \pm 0.45$ | $4.05^{bc} \pm 0.13$ | $4.11^{c} \pm 0.14$ |
| Corderos Media Lana n=13 | $47.36^{a} \pm 1.1$ | $25.29^{a} \pm 0.7$ | $53.38^{a} \pm 0.8$ | $3.90^{bc} \pm 0.2$ | $3.72^{a}$ c± 0.22 |
| Corderos Katahdin n=62 | $47.13^{a} \pm 0.7$ | $25.03^{a} \pm 0.4$ | $53.08^{a} \pm 0.5$ | $4.10^{bc} \pm 0.1$ | $4.10^{c} \pm 0.16$ |
| Corderos Pelibuey Canelo n= 56 | $44.40^{b} \pm 0.8$ | $23.19^{b} \pm 0.5$ | $52.11^{a} \pm 0.5$ | $3.59^{ab} \pm 0.17$ | $3.68^{a} \pm 0.18$ |
| Corderos Blackbelly n=43 | $44.27^{b} \pm 0.8$ | $22.34^{b} \pm 0.5$ | $50.32^{b} \pm 0.59$ | $3.22^{b} \pm 0.17$ | $3.50^{ab} \pm 0.18$ |
| Corderos Pelibuey Blanco n= 30 | $38.96^{c} \pm 0.9$ | $19.81^{c} \pm 0.6$ | $50.86^{b} \pm 0.6$ | $3.25^{b} \pm 0.19$ | $3.12^{b} \pm 0.22$ |
| Corderos Pelibuey x Katahdin n= 24 | $42.43^{b} \pm 1.3$ | $21,18^{b} \pm 0,9$ | $49.85^{b} \pm 0.9$ | $3.75^{ab} \pm 0.2$ | $4.00^{c} \pm 0.23$ |
| Sistema semi-intensivo | | | | | |
| Carneros Suffolk x Media Lana n=23 | $49.30^{d} \pm 0.7$ | $23.63^{b} \pm 0.61$ | $47.93^{c} \pm 0.6$ | $3.95^{bc} \pm 0.16$ | $3.56^{ab} \pm 0.15$ |
| Hembras Suffolk x Media Lana n=49 | $47.36^{a} \pm 0.9$ | $18.98^{cd} \pm 0.4$ | $43.69^{e} \pm 0.55$ | $3.50^{ab} \pm 0.2$ | $3.45^{ab} \pm 0.17$ |
| Hembras Criollo x Suffolk n=35 | $45.35^{b} \pm 0.8$ | $17.72^{d} \pm 0.25$ | $41.30^{d} \pm 0.46$ | $3.00^{b} \pm 0.16$ | $3.34^{b} \pm 0.16$ |

Media ± Error estándar; $^{a, b, c, d, e}$ Medias en la misma columna con diferente literal son diferentes ($p < 0.05$).

**Cuadro 2.** Medidas de mínimos cuadrados de las medidas morfométricas (cm) en canales de ovinos en la región centro de México.

| Clase de ovinos | Largo de la canal (cm) | Longitud de la pierna (cm) | Perímetro del tórax (cm) | Anchura del tórax (cm) | Perímetro de la grupa (cm) | Anchura de la grupa (cm) | Compa-cidad de la canal (kg/cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sistema intensivo | | | | | | | |
| Corderos Dorper n= 95 | 48.45$^{ab}$±0.80 | 32.04$^{a}$±0.65 | 77.58$^{a}$±0.99 | 23.79$^{a}$±0.71 | 62.29$^{ab}$±0.88 | 20.41$^{b}$±0.48 | 0.53 |
| Corderos Media Lana n=13 | 47,40$^{b}$±1.23 | 36.37$^{b}$±0.80 | 77.40$^{a}$±1.53 | 24.60$^{a}$±1.11 | 63.90$^{b}$±1.36 | 20.20$^{b}$±0.75 | 0.52 |
| Corderos Katahdin n=62 | 48.95$^{a}$±0.83 | 31.95$^{a}$±0.68 | 75.77$^{c}$±1.03 | 23.50$^{a}$±0.74 | 62.45$^{ab}$±0.92 | 17.80$^{c}$±0.50 | 0.51 |
| Corderos Pelibuey Canelo n= 56 | 47.27$^{b}$±0.92 | 31.38$^{a}$±0.75 | 74.77$^{c}$±1.14 | 23.38$^{a}$±0.82 | 62.38$^{ab}$±1.01 | 18.44$^{a}$±0.56 | 0.49 |
| Corderos Blackbelly n=43 | 49.04$^{a}$±0.83 | 32.54$^{a}$±0.68 | 74.09$^{c}$±1.03 | 21.77$^{b}$±0.74 | 59.72$^{a}$±0.50 | 18.00$^{a}$±0.50 | 0.47 |
| Corderos Pelibuey Blanco n= 30 | 49.03$^{a}$±0.74 | 32.35$^{a}$±0.60 | 69.00$^{b}$±0.91 | 21.32$^{b}$±0.66 | 58.10$^{a}$±0.84 | 16.82$^{c}$±0.44 | 0.40 |
| Corderos Pelibuey x Katahdin n= 24 | 52.00$^{c}$±0.97 | 30.20$^{a}$±1.01 | 73.50$^{c}$±1.21 | 23.75$^{a}$±0.87 | 59.93$^{a}$±1.07 | 18.00$^{a}$±0.59 | 0.40 |
| Sistema semi-intensivo | | | | | | | |
| Carneros Suffolk x Media Lana n=23 | 47.52$^{b}$ ±0.54 | 31.50$^{a}$±0.60 | 70.28$^{b}$±0.75 | 21.76$^{a}$±0.39 | 60.63$^{a}$±0.65 | 18.43$^{b}$±0.43 | 0.49 |
| Hembras Suffolk x Media Lana n=49 | 50.96$^{ac}$±0.56 | 33.86$^{ab}$±0.63 | 81.54$^{d}$±0.51 | 23.16$^{a}$±0.72 | 66.43$^{c}$±0.45 | 22.48$^{d}$±9.98 | 0.37 |
| Hembras Criollo x Suffolk n=35 | 51.95$^{c}$±0.38 | 34.87$^{b}$±0.46 | 85.24$^{a}$±1.34 | 22.68$^{a}$±0.46 | 69.96$^{c}$±1.67 | 23.76$^{d}$±1.23 | 0.35 |

Media ± Error estándar; $^{a, b, c, d, e}$ Medias en la misma columna con diferente literal son diferentes ($p < 0.05$).

## CONCLUSIONES

El desarrollo y crecimiento del músculo, hueso, grasa y la madurez fisiológica en los corderos de los fenotipos Dorper, Katahdin y Media Lana fue temprano, en comparación a los demás fenotipos de corderos, que fueron más tardíos y se reflejó en mayor peso de la canal caliente, rendimiento, conformación, longitud de la pierna y compacidad de la canal. Esto como resultado del vigor

hibrido de los cruzamientos en las poblaciones. Sin embargo, La relación músculo: hueso fue menor en las borregas por el tamaño alcanzado de cada célula mesenquimatosa antes de su degeneración en el punto de osificación y se apreció en mayor largo de la canal, ensanchamiento de los huesos torácicos y pélvicos por la actividad reproductiva y se reflejó en menor peso de la canal, rendimiento y compacidad. Estás diferencias son importantes, por el rendimiento y calidad de las canales de ovinos en las procesadoras de carne (matadero) en México.

## LITERATURA CITADA

Arteaga, C. J. D. 2018. Situación actual y perspectivas de la ovinocultura. Conferencia Magistral. *In*: XX Congreso Internacional de Ovinocultura. Pachuca de Soto, Hidalgo, del 24 al 26 de octubre de 2018.

Carrasco, S., G. Ripoll, A. Sanz, J. Álvarez-Rodríguez, B. Panea and M. Joy. 2006. Effect of feeding system on growth and carcass characteristics of Churra Tensina light lambs. Livestock Science 121: 56-63.

Cloete, S. W. P., M. A. Synman and M. J. Herselman. 2000. Productive performance of Dorper sheep. Small Ruminant. Research 36(2): 119-135.

De la Cruz, C. L., T. G. Hernández, N. R. Dominguez y B. C. Pérez. 2006. Evaluación de las características productivas de corderos Hampshire, Dorset y Suffolk en pruebas de comportamiento, en Hidalgo, México. Agrociencia 40(1): 59-69.

González, G. R., S. R. Hernández, G. G. Arias y F. R. Montes. 2014. Componentes corporales en ovinos de pelo para abasto en el Sureste Mexicano. Zootecnia Tropical 3(1): 23-32.

Gutiérrez, A. J. 2005a. Cría de ovinos productores de carne en el Norte de México. Tecno-publicaciones. Chihuahua, chih. México. 354 p.

Gutiérrez, J., M. S. Rubio and R. D. Méndez. 2005b. Effects of crossbreeding mexican pelibuey sheep with Rambouillet and Suffolk on carcass traits. Meat Sci. 70(1):1-5.

Martínez, E. D. 2014. Evaluación de corderos en pie y en canal. Ed. Trillas. México. 86 p.

Martínez, E. D. 2018a. Evaluación y clasificación de canales de corderos en el Estado de Hidalgo, México. Revista Veterinaria Argentina 35(366): 1-18.

Partida de la Peña, J. A., R. F. Ríos, C. L. De la Cruz, V. I. Domínguez y R. G. Buendía. 2017. Caracterización de las canales ovinas producidas en México. Revista Mexicana en Ciencias Pecuarias 8(3): 269-277.

Rubio, M. D. L. S., N. Torres, J. Gutiérrez and R. D. Méndez. 2004. Composition and sensory evaluation of lamb carcasses used for the traditional Mexican lamb dish, "barbacoa". Meat Science 67(2): 359-364.

SIAP. 2017. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [versión electrónica]. Ovino Población Ganadera. Recuperado el 17 de abril de 2019, de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/412568/Ovino__2017.pdf.

Swatland, H. (2019, junio 2). Personal interview.

Vázquez, S. E., A. J. Partida de La Peña, R. M. Lozano y Y M. D. Méndez. 2011. Comportamiento productivo y características de la canal en corderos provenientes de la cruza de ovejas Katahdin con machos de cuatro razas cárnicas especializadas. Revista Mexicana en Ciencias Pecuarias 2 (3): 247-258.

Velázquez, L. M., C. L. Colín, J. A. Partida De La Peña, T. G. Hernández, B. M. Pérez, B. G. Rodríguez, J. M. Badillo, A. R. Rodríguez, M. D. Rojero y Y H. A. Cuéllar. 2016. Efecto de da raza paterna en características de la canal de corderos para carne en Hidalgo, México. Revista Mexicana en Ciencias Pecuarias 7(4): 441-453.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# USO DE nPCR PARA IDENTIFICAR *Mycobacterium avium* SUBSP. *paratuberculosis* EN SEMEN DE OVINOS CON PARATUBERCULOSIS

## [USE OF nPCR FOR IDENTIFICATION OF *Mycobacterium avium* SUBSP. *paratuberculosis* IN SEMEN OF SHEEP WITH PARATUBERCULOSIS]

**J. V. Velázquez-Morales[1], E. A. Santillán-Gómez[1], M. A. Santillán-Flores[2], J. L. Ponce-Covarrubias[3], J. Palacio-Núñez[4], C. Cortez-Romero[1,4§]**

[1]Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Programa de Ganadería, Km 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, México. 56230. [2]CENID–Microbiología. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), carretera México Toluca km. 15.5, Colonia Palo alto. Delegación Cuajimalpa 05110. [3]Escuela Superior de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 3, UAGro., Técpan de Galeana, Gro. [4]Colegio de Postgraduados, Campus SLP. Iturbide 73, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, 78600, México. [§]Autor para correspondencia: (ccortez@colpos.mx).

## RESUMEN

La paratuberculosis (PTB) es una enfermedad crónica consuntiva incurable, causa severa gastroenteritis crónica granulomatosa con linfangiectasis y linfangitis asociada, diarrea crónica o intermitente, hipoproteinemia, pérdida de peso y la muerte. El agente causal es el *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (MAP). Actualmente, se pueden utilizar varias pruebas para diagnosticar PTB, las cuales varían en sensibilidad y especificidad, la prueba que se utiliza con mayor frecuencia para los estudios de prevalencia es la prueba de ensayo por inmunoabsorción ligado a enzimas (ELISA). Adicionalmente, se recomienda utilizar metodologías de biología molecular para realizar el diagnóstico de PTB, debido a que estas pruebas se encuentran en constante desarrollo. Por lo cual, se recomienda hacer uso de técnica de reacción en cadena de la polimerasa (PCR) ya que esta prueba permite la identificación del agente etiológico, aunque no esté viable. La importancia de reconocer al agente causal de PTB en semen es de gran importancia, debido a que el uso de sementales infectados representa un riesgo para la transmisión vertical de la micobacteria. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue identificar el *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* en semen de ovinos en estado clínico de paratuberculosis utilizando PCR anidada con cebadores IS900.

**Palabras clave:** Paratuberculosis ovina, PCR, semen.

## ABSTRACT

Paratuberculosis (PTB) is a chronic incurable consumptive disease, causes severe granulomatous gastroenteritis with lymphangiectasis and associated lymphangitis, chronic or intermittent diarrhea, hypoproteinemia, weight loss and death. The causative agent is *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (MAP). Currently, several tests can be used to diagnose PTB, which vary in sensitivity and specificity, the method that is used most frequently for prevalence studies is the enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) test. Additionally, it is recommended to use

molecular biology methodologies to perform the PTB diagnosis, because these tests are in constant evaluation and development. Therefore, making use of the Polymerase Chain Reaction (PCR) allows the identification of the etiological agent, although it is not viable, the importance of recognizing the causal agent of PTB in semen is of great importance, because the The use of infected stallions represents a risk for the vertical transmission of mycobacteria. Therefore, the objective of the present study was to identify the *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* in semen of sheep in a clinical state of paratuberculosis using nested PCR with IS900 primers.

**Index words:** nPCR, semen, sheep paratuberculosis.

## INTRODUCCIÓN

PTB es una enfermedad consuntiva, incurable, causa severa gastroenteritis crónica granulomatosa con linfangiectasis y linfangitis asociada, diarrea crónica o intermitente, hipoproteinemia, pérdida de peso y eventualmente la muerte, el agente causal es la *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (MAP) (Chiodini *et al*., 1984). Se considera que la PTB es una enfermedad propia de rumiantes (Garcia y Shalloo, 2015), aunque también se ha encontrado al agente causal en monogástricos y aves silvestres (Ayele *et al*., 2001; Pieper *et al*., 2014), MAP es una micobacteria intracelular de lento crecimiento, gram positiva, anaerobia que en su genotipo posee de 14 a 18 copias de un elemento de inserción llamado IS900 (Ayele *et al*., 2001; Ayele *et al*., 2004). Las lesiones que genera MAP se desarrollan principalmente en íleon, yeyuno, intestino delgado terminal, ciego y colon (Clarke, 1997; Sigurðardottir *et al*., 2004). No obstante, MAP puede diseminarse a sitios extraintestinales como el tracto reproductivo y semen en toros (Larsen and Kopecky, 1970; Ayele *et al*., 2004; Khol *et al*., 2010) y en semen de carneros (Eppleston and Whittington, 2001). Sin embargo, los órganos reproductivos infectados no presentan respuesta inflamatoria (Buergelt *et al*., 2004). A pesar de no observarse lesiones histológicas en testículo de bovino, se ha logrado determinar la presencia de MAP en dicho tejido, con la técnica de cultivo y con la técnica de PCR (Glawischnig *et al*., 2004). Por el momento, la prueba que ha confirmado la presencia de MAP en semen de ovinos ha sido el cultivo, sin embargo, el cultivo requiere de 12 a 16 semanas para poder confirmar la presencia de unidades formadoras de colonias (Herthnek *et al*., 2006).

Actualmente, existen pruebas que ostentan mayor especificidad y sensibilidad y que requieren menor tiempo para su elaboración como lo es la PCR anidada (nPCR). Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue identificar el *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* en semen de ovinos en estado clínico de paratuberculosis utilizando cebadores para la región IS900 del genoma de MAP.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en una granja de ovinos con antecedentes de PTB con prevalencia *(*> 10 %); diagnosticada por cultivo bacteriológico, nPCR y ELISA. Se utilizaron ocho carneros que fueron diagnosticados con PTB en estado clínico y un carnero no infectado utilizado como control

negativo. El peso y edad promedio de los ovinos fue de 57.23 ± 1.73 kg y 2.91 ± 0.17 años, respectivamente. Los machos fueron manejados según la Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999.

El diagnóstico se realizó a partir de una muestra de sangre completa que se obtuvo por punción yugular, la cual se sometió a centrifugación (1000 x *g* durante 10 min). El sobrenadante se mantuvo a -20 $^{0}$C, hasta su procesamiento en el laboratorio CENID–Microbiología, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). La prueba de diagnóstico realizada en sangre fue la prueba ELISA con antígeno protoplasmático de MAP (cepa 3065); prueba que presenta una sensibilidad del 79.31 % y una especificad del 82.25 %, en donde los valores mayores a 0.196 densidades ópticas se consideraron como positivos, adicionalmente, se realizó nPCR para detectar MAP en heces con cebadores para la secuencia de inserción 900 (IS900) prueba que posee una sensibilidad del 67 % y una especificidad del 84 %, ambas pruebas fueron realizadas con la metodología previamente descrita por Martínez-Covarrubias *et al*. (2012).

La colecta de semen se realizó por medio del método de la vagina artificial, según el protocolo propuesto por Durán-Ramírez *et al*. (2008). Para evaluar la presencia del MPA en semen se realizó la extracción del ADN con el kit comercial, Kit BDtract™ Genomic, utilizando el protocolo del fabricante. Las condiciones del Master Mix y de la amplificación por nPCR para todas las muestras fueron las mismas, según el protocolo de Martínez-Covarrubias *et al*. (2012), con cebadores para la secuencia de inserción 900 (IS900), en las muestras de ADN de heces, tejidos y semen. Los cebadores para la primera y segunda reacción fueron los recomendados por Erume *et al*. (2001); para la primera reacción: Paratb1 (5´-TGA TCT GGA CAA TGA CGG TTA CGG A-3´) y Paratb 4 (5´-CGC GGC ACG GCT CTT GTT-3´), con la cual se obtuvo un producto de 563 pares de bases (pb). Para la segunda reacción, se utilizaron los cebadores Paratb 2 (5´-GCC GCG CTG CTG GAG TTG A-3´) y Paratb 3 (5´-AGC GTC TTT GGC GTC GGT CTT G-3´), con los cuales se obtuvo un producto final de 210 pb. Se utilizó ADN de una cepa de MAP (ATCC #700535) como control positivo. El producto de amplificación esperado se visualizó en gel de agarosa al 1.5 % teñido con bromuro de etidio. La electroforesis se realizó en una cámara horizontal modelo Horizon 11.14 (Life Technologies®). Las condiciones de la electroforesis fueron de 45 min a 87 voltios. El gel se observó en un transiluminador (modelo Gel Doc 2000, Marca Bio Rad® de luz ultravioleta) y la imagen se capturó por computadora con el programa Quatitvone.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos por PCR, mostraron la presencia de MAP en cuatro de las ocho muestras (50 %) de semen utilizadas en el presente estudio (Figura 1).

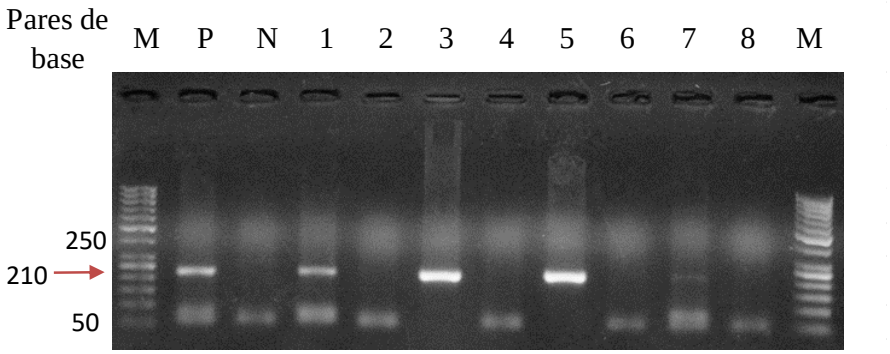



**Figura 1.** Electroforesis en gel de agarosa (1.5 %) del producto de amplificación de nPCR con cebadores IS900, con ADN extraído de semen de ovinos infectados con paratuberculosis.
Amplificación de ADN por nPCR en muestras de semen proveniente de carneros infectados con PTB en electroforesis en gel de agarosa (1.5 %). Carriles: M: marcador molecular 50 pb; P: Control positivo (ADN de MAP ATCC #700535); N: Control negativo el cual fue ADN de semen de carnero no infectado; los carriles 1 al 8 son muestras de ADN de semen de carneros en estado clínico de PTB: 1 (positivo), 2 (negativo), 3 (positivo), 4 (negativo), 5 (positivo), 6 (negativo), 7 (positivo) y 8 (negativo).

Los resultados sobre la presencia de MAP en semen de carneros en estado clínico discrepan, por su parte, Eppleston y Whittington (2001) confirmaron la presencia de MAP en semen en un 27 %, con la técnica de cultivo. No obstante, Nebbia *et al*. (2006) indicaron que el cultivo de MAP es una herramienta de diagnóstico poco sensible en comparación a las técnicas moleculares, las cuales pueden contribuir a la identificación del agente etiológico de PTB aunque estas no sean viables. Sin embargo, Velázquez-Morales *et al*. (2017) reportaron ausencia de MAP en semen, al hacer uso de la técnica de PCR con cebadores para la región F57 del genoma de MAP. Dicho resultado contrasta con los resultados del presente estudio, ya que con la técnica de nPCR y con cebadores IS900 se logró identificar un 50 % de muestras de semen portadoras de PTB. La nPCR a diferencia de la PCR requiere utilizar dos pares de iniciadores, con el primer par de iniciadores se obtienen un producto de amplificación mayor a 500 pares de base (pb) y con el segundo par de iniciadores diseñados para la secuencia interna del producto amplificado original, se obtiene un producto de amplificación de menor tamaño (210 pb), lo cual permite aumentar la sensibilidad y especificidad (Morón-Cedillo *et al*., 2013). Adicionalmente, los cebadores para la secuencia de inserción IS900 pueden identificar de 14 a 18 copias del genoma, mientras que los cebadores para la secuencia de inserción de la región F57 solo puede identificar una copia, lo cual disminuye la sensibilidad (Khol *et al*., 2010).

Debido a que se han obtenido resultados positivos a MAP en semen, resulta importante puntualizar que el uso de sementales infectados en estado clínico de PTB representan un riesgo para la diseminación del agente causal vía sexual. Como lo describen Whittington & Windsor (2009) los cuales confirmaron la posibilidad de generar infección intrauterina, al obtener valores del 9 % de infección de fetos provenientes de vacas en estado subclínico, y de un 39 % de infección de fetos provenientes de vacas en estado clínico. Por lo tanto, la posibilidad de propagar PTB por vía semen es motivo de preocupación para el sector ganadero debido a que se relaciona con pérdidas económicas y por el posible riesgo para la salud pública (Ghadiali *et al.*, 2004).

## CONCLUSIONES

La prueba nPCR con cebadores IS900 es una prueba que permite identificar al agente causal de paratuberculosis en semen de carneros en estado clínico de PTB.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece la capacitación técnica que realizó el grupo de investigación del Laboratorio de Tuberculosis, del CENID-Microbiología animal, perteneciente al Centro Nacional de Investigaciones en Microbiología Animal, INIFAP.

## LITERATURA CITADA

Ayele, W. Y., M. Bartos, P. Svastova and I. Pavlik. 2004. Distribution of *Mycobacterium avium* subsp. paratuberculosis in organs of naturally infected bull-calves and breeding bulls. Veterinary Microbiology 103(3-4): 209-217. https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2004.07.011.

Ayele, W. Y., M. Macháčková and I. Pavlík. 2001. The transmission and impact of paratuberculosis infection in domestic and wild ruminants. Vet. Med. – Czech.

Buergelt, C. D., G. A. Donovan and J. E. Williams. 2004. Identification of *Mycobacterium avium* subspecies paratuberculosis by Polymerase Chain Reaction in Blood and Semen of a Bull with Clinical Paratuberculosis. Intern J Appl Res Vet Med. 2(2): 130-134.

Chiodini, R. J., H. J. Van Kruiningen and R. S. Merkal. 1984. Ruminant paratuberculosis (Johne's disease): The current status and future prospects. The Cornell Veterinarian 74(2): 218-262.

Clarke, C. J. 1997. The pathology and pathogenesis of Paratuberculosis in ruminants and other species. Journal of Comparative Pathology 116(3): 217-261.

Durán-Ramírez, F., H. A. Hernández-Gómez y D. F. Latorre-Neme. 2008. Fisiología de la reproducción en carneros. En: Manual de explotación y reproducción en ovejas y borregos. Grupo Latino ltda (Eds). Colombia. pp. 244-288.

Eppleston, J. and R. Whittington. 2001. Isolation of *Mycobacterium avium* subsp paratuberculosis from the semen of rams with clinical Johne´s disease. Australian Veterinary Journal 79(11): 776-777.

Erume, J., J. Spergser and R. Rosengarten.2001. Rapid detection of *Mycobacterium avium* subsp. paratuberculosis from cattle and zoo animals by Nested PCR. African Health Sciences 1(12): 83-89.

Garcia, A. B. and L Shalloo. 2015. Invited review: The economic impact and control of paratuberculosis in cattle. Journal of Dairy Science 98(8): 5019-5039. https://doi.org/10.3168/jds.2014-924.

Ghadiali, A. H., M. Strother, S. A. Naser,., E. J. B. Manning and S. Sreevatsan. 2004. *Mycobacterium avium* subsp . paratuberculosis Strains Isolated from Crohn's Disease Patients and Animal Species Exhibit Similar Polymorphic Locus Patterns. Journal of Clinical Microbiology 42(11): 5345-5348. https://doi.org/10.1128/JCM.42.11.5345.

Glawischnig, W., M. Awad-Masalmeh, D. Khaschabi and M. Schonbauer. 2004. Detection of Mycobacterium avium subsp. paratuberculosis from the testicles of a clinically infected breeding animal. Berl Munch Tierarztl Wochenschr 117(3-4): 136-139. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&l

ist_uids=15046460

Herthnek, D., S. Englund and G. Bo. 2006. Sensitive detection of *Mycobacterium avium* subsp . paratuberculosis in bovine semen by real-time PCR, 100(Anon 2004): 1095-1102. https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2006.02924.x

Khol, J. L., P. Kralik, I. Slana, V. Beran, C. Aurich, W. Baumgartner and I. Pavlík. 2010. Consecutive excretion of *Mycobacterium avium* subspecies paratuberculosis in semen of a breeding bull compared to the distribution in feces, Tissue and Blood by IS900 and F57 Quantitative Real-Time PCR and Culture Examinations. Journal of Veterinary Medical Science 72(10): 1283-1288.

Larsen, A. B. and K. E. Kopecky. 1970. *Mycobacterium* paratuberculosis in reproductive organs and semen of bulls. American Journal of Veterinary Research 31: 255-258.

Martínez-Covarrubias, A. G., M. A. Santillán-Flores, C. C. Ruiz-Guzmán, L. del C. Favila-Humara, D. Córdova-López, A. Efrén-Díaz y M. Á. Blanco-Ochoa. 2012. Desarrollo de un inmuno-ensayo enzimático (ELISA) para el diagnóstico de paratuberculosis en bovinos. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 3(1):1-18.

Morón-Cedillo Felipe de Jesús, C. Cortez-Romero, J. Gallegos-Sánchez, B. Figueroa-Sandoval, G. Aquino-Pérez. y A. Amante-Orozco. 2013. Prevalencia de la infección por *Mycobacterium avium* subespecie paratuberculosis en rebaños de ovinos de dos municipios de San Luis Potosí, México. Revista Científica, FCV-LUZ, XXIII(4): 293-299.

Nebbia, P., P. Robino, S. Zoppi and D. De. Meneghi. 2006. Detection and excretion pattern of *Mycobacterium avium* subspecies paratuberculosis in milk of asymptomatic sheep and goats by Nested-PCR. Small Ruminant Research 66: 116-120. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.07.049

Pieper, L., U. Sorge, A. Godkin, T. DeVries, K. Lissemore and D. Kelton. 2014. Management practices and their potential influence on Johne's Disease transmission on Canadian organic dairy farms. A Conceptual Analysis. Sustainability 6: 8237-8261. https://doi.org/10.3390/su6118237.

Sigurðardottir, G. Ó., M. Valheim and P. Charles McL. 2004. Establishment of *Mycobacterium avium* subsp . paratuberculosis infection in the intestine of ruminants. Advanced Drug Delivery Reviews 56: 819-834. https://doi.org/10.1016/j.addr.2003.10.032.

Velázquez-Morales, J. V., C. Cortez-Romero, M. A. Santillán-Flores, J. Gallegos- Sánchez y J. M. Cuca-García. 2017. Publicación de capítulo en el libro, Clima y ganadería: Productividad sustentable. Capítulo: "Busqueda del *Mycobacterium avium* subsp. paratuberculosis con PCR y cebadores F57 en semen de ovinos en estado clínico de paratuberculosis". Editorial, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNACH. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. ISBN: 9781370695799.

Whittington, R. J. and P. A. Windsor. 2009. In utero infection of cattle with *Mycobacterium avium* subsp. paratuberculosis: A critical review and meta-analysis. The Veterinary Journal 179(1): 60-69. https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.08.023.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# TRES DIFERENTES ALTERNATIVAS PARA MEJORAR LA DIGESTIBILIDAD DEL RASTROJO DE MAÍZ EN DIETAS DE OVINOS

# [THREE DIFFERENT ALTERNATIVES TO IMPROVE THE DIGESTIBILITY OF CORN STOVER IN SHEEP DIETS]

**L. A. Ávila-Hernández[1§], Marcos Pérez-Sato[2], Eutiquio Soni-Guillermo[2], Numa Pompilio Castro-González[2], Edgar Valencia-Franco[2]**

[1]Estudiante de la Facultad de Ingeniería Agrohidráulica / PE de Ingeniería Agronómica y Zootecnia – BUAP. [2]Profesor Investigador de la Facultad de Ingeniería Agrohidráulica / PE de Ingeniería Agronómica y Zootecnia – BUAP. [§]Autor para correspondencia: (antonio210697@gmail.com).

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en las instalaciones del Módulo Ovino Ocota del Programa Educativo de Ingeniería Agronómica y Zootecnia de la Facultad de Ingeniería Agrohidráulica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, ubicada en el municipio de Tlatlauquitepec Puebla. Se evaluaron tres diferentes alternativas para mejorar la digestibilidad del rastrojo de maíz en dietas de ovinos; se utilizaron 12 ovinos machos (Dorper x Pelibuey con un peso vivo promedio inicial de 17.1 ± 3 kg). Los animales fueron distribuidos en un diseño completamente al azar (tres tratamientos con cuatro animales por tratamiento). Los tratamientos (T): fueron T1= dieta testigo (dieta + rastrojo de maíz tratado físicamente), T2= dieta + rastrojo de maíz tratado con urea, y T3 dieta + rastrojo de maíz tratado con compuesto enzimático (enzimas fibrolíticas). El consumo promedio de alimento no fue afectado ($p \geq 0.05$) por tratar al rastrojo de maíz con urea o con el compuesto enzimático 1.2391 *vs* 1.3222 *vs* 1.3469 kg $d^{-1}$ (T1, T2 y T3 respectivamente). La ganancia diaria de peso (0.305 *vs* 0.316 *vs* 0.309 kg $d^{-1}$) y la conversión alimenticia (3.426 *vs* 4.265 *vs* 4.437 kg $d^{-1}$) fue similar ($p \geq 0.05$) entre tratamientos. Se concluye que los tratamientos experimentales que contenían rastrojo de maíz tratados química y enzimáticamente no mejoraron los parámetros productivos; sin embargo, cabe resaltar que al utilizar el tratamiento con urea posiblemente se pueden reducir costos de producción frente al uso de enzimas fibrolíticas.

**Palabras clave:** Aditivo, amonificado, enzimas, forraje, rumiantes.

## ABSTRACT

The present research was carried out in the installation of the Ocota sheep module of the Educational Program of Agronomic Engineering and Zootechnics of the Faculty of Agricultural Engineering of the Benemerita Autonomous University of Puebla, located in the municipality of Tlatlauquitepec Puebla. Three different alternatives were evaluated to improve the digestibility of corn stover in sheep diets; 12 male Dorper x Pelibuey sheep with an initial average live weight of 17.1 ± 3 kg were used. The animals were distributed in a completely random design (three treatments with four animals per treatment). Treatments (T): Were T1 = diet control (diet corn stover treated physically), T2 = diet corn stover treated with urea, and T3 diet corn stover treated

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

with enzyme compound (enzymes fibrolytic). Average feed intake was not affected ($p \geq 0.05$) by treating corn stover with urea or with the enzymatic compound 1.2391 *vs* 1.3222 *vs* 1.3469 kg $d^{-1}$) (T1, T2 and T3 respectively). Weight gain (0305 *vs* 0316 *vs* 0309 kg $d^{-1}$) and feed conversion (3,426 *vs* 4,265 *vs* 4,437 kg $d^{-1}$) was similar ($p \geq 0.05$) between treatments. It is concluded that the experimental treatments containing corn stover chemically and enzymatically did not improve the production parameters, however it should be noted that when using urea treatment may reduce production costs versus to the use of fibrolytic enzymes.

**Index words:** Additive, amonificado, enzymes, foraje, ruminant.

## INTRODUCCIÓN

El rastrojo de maíz (RM) es una fuente de energía abundante y barata para la alimentación de rumiantes, alcanzando un volumen de 25, 089,571 toneladas (Reyes *et al.*, 2013). Sin embargo, la mayor parte son considerados materiales de baja calidad nutricional, con menos del 5 % de proteína que hace que estos insumos provean una baja proporción de energía digestible (Jiménez *et al.*, 2010; Omaña *et al.*, 2013). Por lo que se han buscado algunas alternativas para mejorar la digestibilidad de este subproducto como lo es la utilización de aditivos (enzimáticos), o compuestos químicos. Respecto a esto la suplementación de las dietas de rumiantes con enzimas tiene el potencial de mejorar la digestibilidad de las plantas y, por lo tanto, de aumentar la eficiencia de utilización del alimento, además el comprender la complejidad del ecosistema microbiano ruminal y la naturaleza de sus interacciones con las paredes celulares de las plantas es la clave para el uso de enzimas con el objetivo de mejorar la alimentación de los rumiantes (Díaz, 2017).

La~~s~~ mejora~~s~~ en la productividad de los rumiantes debido al uso de enzimas fibrolíticas como aditivos se han atribuido, generalmente, a aumentos en la digestibilidad de los alimentos. De hecho, se han publicado numerosos artículos en los que se describen efectos positivos de las enzimas sobre la degradabilidad y/o digestibilidad de la MS y de la fibra de los alimentos, determinadas tanto en condiciones *in situ* e *in vitro* (Colombatto y Beauchemin, 2003; Giraldo *et al.*, 2007; Giraldo *et al.*, 2008 y Gado *et al.*, 2013). Sin embargo, también se puede mejorar este aporte de energía a través de procedimientos físicos y químicos, considerando la peculiar fisiología digestiva fermentativa del rumiante. La amonificación con urea es una técnica química que le permite al ganadero hacer un mejor uso de los residuos de cosecha al incrementar su valor nutricional. El tratamiento con urea ha demostrado que mejora el valor nutritivo de los forrajes de baja calidad por el efecto del ion amonio en los carbohidratos de la pared celular (Castellanos *et al.*, 2017), además, se incrementa los niveles de proteína debido a la adición de nitrógeno proveniente de la urea (Sánchez *et al.*, 2012). Por ello el objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar la respuesta productiva y microbiológica de ovinos alimentados con rastrojo de maíz tratado de manera física, química y enzimática.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en las instalaciones del Módulo Ovino Ocota del Programa Educativo de Ingeniería Agronómica y Zootecnia de la Facultad de Ingeniería Agrohidráulica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, la cual se encuentra ubicada del municipio de Tlatlauquitepec Puebla. El área de estudio se encuentra ubicada al noreste de Estado de Puebla en las coordenadas: 19° 50' 17.33" de latitud norte y 97° 29' 7.92" de longitud occidental con altitud: 1950 msnm. Se utilizaron 12 ovinos machos cruza (Dorper x Pelibuey, con peso promedio 17.1 kg ± 3 kg y una edad promedio de dos meses); para su transporte se les aplico 5 mg/kg de peso de Oxitetraciclina (Emicina®) vía intramuscular para prevenir algún tipo de patología provocada por el estrés del viaje. Los ovinos fueron alojados en jaulas metabólicas individuales de 1 x 1.2 m, posteriormente a los tres días se les aplicó Bacterina Biobact 11 vías® (*sepas* de *clostridium spp.* y *pausterella spp*.) y un desparasitante Iverfull Macrovit ADE® (Ivermectina + Vitamina ADE) vía intramuscular (0.2 mg/kg de peso), antes de iniciar el experimento fueron sometidos a un periodo de adaptación de 7 días proporcionándoles rastrojo de maíz molido y agua *ad libitum* aumentándole proporcionalmente la dieta hasta completar el 100 %, la alimentación fue suministrada de acuerdo al 4 % de su peso vivo, evaluándose tres tratamientos; T1: rastrojo tratado físicamente: El rastrojo de maíz se molió con un molino modelo 301085 conectado a una toma de fuerza de tractor, se utilizó un tamaño de criba de 1" para así reducir el tamaño de partícula próximo a 2 cm (Jiménez *et al.*, 2010), T2: rastrojo tratado químicamente: se utilizaron 100 kg de rastrojo de maíz molido + 6 kg de urea.

La urea fue diluida en 25 L de agua y mezclado sobre el rastrojo de manera homogénea procurando que este quedara humedecido, posteriormente se envaso en bolsas de 60 x 90 cm y selladas herméticamente, se colocaron en una bodega evitando el contacto con los rayos solares (Sánchez *et al.*, 2012; Castellanos *et al.*, 2017), T3: rastrojo tratado enzimáticamente: se utilizaron 100 kg de rastrojo de maíz + 75 g de compuesto enzimático (RQ-MIX® Compuesto enzimático para engorda de animales) las enzimas se diluyeron el 5 L de agua y se mezclaron con el rastrojo hasta que este quedara completamente humedecido, todo esto de acuerdo a las recomendaciones de la casa comercial. Las dietas (Cuadro 1) se elaboraron de acuerdo a los requerimientos nutricionales para ovinos en la etapa de engorda del NRC de ovinos (2007). Dos veces al día (7:00 am y 4:00 pm) durante los 60 días que duró la fase experimental, la ración era dividida en dos partes (50 % en la mañana y 50 % en la tarde). Todas las mañanas antes de proporcionar el alimento se recolectaba el rechazado.

Las variables evaluadas fueron: consumo de alimento, ganancia de peso diario y conversión alimenticia. Las variables de respuesta se analizaron con un diseño completamente al azar. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey.

**Cuadro 1.** Dietas experimentales.

| Ingredientes (%) | Tratamiento 1 | Tratamiento 2 | Tratamiento 3 |
|---|---|---|---|
| Pasta de soya | 14 | 14 | 14 |
| Urea | 1 | 1 | 1 |
| Maíz quebrado | 57 | 57 | 57 |
| Minerales | 2 | 2 | 2 |
| Melaza | 6 | 6 | 6 |
| Rastrojo de maíz | 20 | 0 | 0 |
| Rastrojo de maíz tratado con urea (Amonificado) | 0 | 20 | 0 |
| Rastrojo de maíz tratado con enzimas | 0 | 0 | 20 |
| Total | 100 | 100 | 100 |

T1: tratamiento testigo, T2: tratamiento con adición de urea al rastrojo, T3: tratamiento con adición de enzimas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Consumo diario de alimento

De acuerdo con el National Research Council (2001), determinar el consumo de alimento es de importancia en la nutrición animal ya que establece la cantidad de sustancias nutritivas disponibles para la salud, del mismo modo para prevenir alimentar poco o sobrealimentar de sustancias nutritivas y promover el empleo eficiente nutritivo. En el Cuadro 2 se muestra que no hubo diferencias significativas ($p \geq 0.05$) entre los diferentes periodos, así como en promedios totales (1.2391 *vs* 1.3222 *vs* 1.3469 kg $d^{-1}$) para los tratamientos 1, 2 y 3, respectivamente. El consumo promedio de alimento fue similar a los encontrados por Duarte *et al.* (1984) quienes en un estudio realizado en borregos Pelibuey alimentados con dietas con base en rastrojo de maíz tratado con álcalis ($NH_3$, NaOH, Urea) encontraron consumos promedio de 1.5 *vs* 1.4 *vs* 1.2 kg $d^{-1}$. Sánchez *et al.* (2012) en una investigación de rastrojo de maíz tratado con urea y metionina protegida en dietas para ovinos en crecimiento mencionan consumos promedio de (0.991 *vs* 0.910 kg $d^{-1}$), esta respuesta se atribuye al porcentaje de rastrojo y urea utilizado; por otro lado Ruiz *et al.* (2006) en una investigación de cascarilla de avena tratada con urea y un aditivo enzimático en la alimentación de novillos reportan consumos promedio (10.36 *vs* 10.52 *vs* 11.43 kg $d^{-1}$), teniendo una similitud en su tratamiento testigo con el tratamiento con compuesto enzimático.

**Cuadro 2.** Consumo diario de alimento (kg $d^{-1}$) en borregos cruza Dorper x Pelibuey alimentados con rastrojo de maíz tratado de manera física, química y enzimáticamente.

| Periodos* | T1 | T2 | T3 | EEM |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.7358 | 0.7595 | 0.9030 | 0.2575 |
| 2 | 1.1428 | 1.1988 | 1.2933 | 0.3211 |
| 3 | 1.4150 | 1.5273 | 1.4748 | 0.4711 |
| 4 | 1.6628 | 1.8030 | 1.7165 | 0.4228 |
| Promedio | 1.2391 | 1.3222 | 1.3469 | 0.3987 |

*: Cada periodo es de 15 días, EEM: error estándar de la media, T1: tratamiento testigo, T2: tratamiento con adición de urea al rastrojo, T3: tratamiento con adición de enzimas.

## Ganancia de peso diario (GDP)

En cuanto a la ganancia diaria de peso (Cuadro 3) de los ovinos de la presente investigación no presentaron diferencias significativas ($p \geq 0.05$) entre los promedios de los periodos de cada uno de los tratamientos 1, 2 y 3 (0.305 *vs* 0.316 *vs* 0.309 kg $d^{-1}$) respectivamente, resultados esperados ya que la dieta proporcionada a los animales fue formulada para obtener una ganancia diaria de peso de 250 g $d^{-1}$ de acuerdo a los requerimientos nutricionales (NRC, 2007). Duarte *et al.* (1984) en un experimento de en borregos Pelibuey alimentados con dietas con base en rastrojo de maíz tratado con álcalis ($NH_3$, NaOH, Urea) reportan ganancias de peso promedio de 184 *vs* 209 *vs* 234 g $d^{-1}$, por lo que en los tratamientos con rastrojo tratado con urea los resultados son inferiores a los de la presente investigación; los tratamientos 1 y 3 con rastrojo de maíz sin tratar y tratado con enzimas no presentaron diferencia significativa en comparación con el tratamiento 2 (rastrojo tratado con urea), se ha demostrado que tanto el ritmo de paso, así como, la estabilidad de las enzimas fibrolíticas difiere entre los preparados enzimáticos y los tipos de enzimas; no todas las enzimas fibrolíticas resultan igualmente efectivas en la digestión de diferentes sustratos, debido a que la actividad enzimática de un mismo preparado varia significativamente cuando el sustrato cambia, por lo que conlleva una influencia determinante de este factor sobre la eficacia de la enzimas fibrolíticas (González, 2005). Esto puede repercutir en los costos de producción del productor si se considera que los compuestos enzimáticos tienen mayor costo en el mercado que la urea.

**Cuadro 3.** Ganancia de peso (kg $d^{-1}$) en borregos cruza Dorper x Pelibuey alimentados con rastrojo de maíz tratado de manera física, química y enzimáticamente.

| Periodos* | T1 | T2 | T3 | EEM |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.219 | 0.250 | 0.263 | 0.118 |
| 2 | 0.296 | 0.333 | 0.313 | 0.123 |
| 3 | 0.320 | 0.361 | 0.320 | 0.128 |
| 4 | 0.386 | 0.321 | 0.340 | 0.119 |
| Promedio | 0.305 | 0.316 | 0.309 | 0.051 |

*: Cada periodo es de 15 días, EEM: error estándar de la media, T1: tratamiento testigo, T2: tratamiento con adición de urea al rastrojo, T3: tratamiento con adición de enzimas.

## Conversión alimenticia (CA)

Rodríguez *et al.* (2011) menciona que para obtener una engorda exitosa, los corderos deben consumir en promedio entre cuatro y seis kilogramos de alimento para ganar un kilogramo de peso vivo, esto significa una eficiencia alimenticia del 25 al 33 % por cada kilogramo de alimento consumido. Si la dieta no está bien balanceada de acuerdo a las necesidades de los corderos, entonces la conversión alimenticia será de ocho a diez kilogramos de alimento por cada kilogramo de peso vivo ganado. Esto significa un mayor gasto en la alimentación y pone en riesgo el éxito económico de la engorda. La conversión alimenticia es el resultado de la relación ganancia de peso entre el consumo de alimento (Cuadro 4), en el cual no muestra diferencia significativa ($p \geq 0.05$) entre los diferentes periodos, así como en promedios totales (3.426 *vs* 4.265 *vs* 4.437 kg $d^{-1}$) para

los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente, por lo que los resultados obtenidos en la presente investigación se encuentran dentro de los parámetros de acuerdo a la literatura.

**Cuadro 4.** Conversión alimenticia en borregos cruza Dorper x Pelibuey alimentados con rastrojo de maíz tratado de manera física, química y enzimáticamente.

| Periodos* | T1 | T2 | T3 | EEM |
|---|---|---|---|---|
| 1 | -0.045 | 3.065 | 3.440 | 3.721 |
| 2 | 3.977 | 3.757 | 4.537 | 1.167 |
| 3 | 5.198 | 4.433 | 4.630 | 2.150 |
| 4 | 4.572 | 5.805 | 5.140 | 1.337 |
| Promedio | 3.426 | 4.265 | 4.437 | 1.5789 |

*: Cada periodo es de 15 días, EEM: error estándar de la media, T1: tratamiento testigo, T2: tratamiento con adición de urea al rastrojo, T3: tratamiento con adición de enzimas.

## CONCLUSIONES

Los tratamientos experimentales que contenían rastrojo de maíz tratado química y enzimáticamente no mejoraron los parámetros productivos (consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia en ovinos) respecto al tratamiento testigo. Cabe resaltar que al utilizar el tratamiento con urea posiblemente se pueden reducir costos de producción frente al uso de enzimas fibrolíticas

## LITERATURA CITADA

Castellanos, S., J. Gamarra, C. Gómez y M. Fernández. 2017. Amonificación de la panca de maíz (Zea mays L) con tres niveles de urea para la mejora de su digestibilidad. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú 28(1): 78-85.

Colombatto, D. and K. A. Beauchemin. 2003. A proposed methodology to standardize the determination of enzymic activities present in enzyme additives used in ruminant diets. Canadian Journal of Animal Science 83(3): 559-568.

Díaz, R. A. 2017. Estrategias para mejorar el valor nutritivo de los forrajes en producción convencional y ecológica= Strategies for improving the nutritive value of conventional and organic forages.

Duarte, A. J. y A. S. Shimada. 1984. Comportamiento del borrego plilbuey en crecimiento, alimentado con dietas con base en rastrojo de maíz tratado con alcalis (NH3, NaOH, UREA). Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 47: 142-146.

Gado, H. M., A. Z. M. Salem, L. M. Camacho, M. M. Y. Elghandour and M. C. Salazar. 2013. Influence of exogenous enzymes on in vitro ruminal degradation of ensiled rice straw with DDGS.

Giraldo, L. A., M. J. Ranilla, M. L. Tejido and M. D. Carro. 2007. Influence of exogenous fibrolytic enzymes and fumarate on methane production, microbial growth and fermentation in Rusitec fermenters. British Journal of Nutrition 98(4): 753-761.

Giraldo, L. A., M. L. Tejido, M. J. Ranilla, S. Ramos and M. D. Carro. 2008. Influence of direct-fed fibrolytic enzymes on diet digestibility and ruminal activity in sheep fed a grass hay-based diet. Journal of Animal Science 86(7): 1617-1623.

González, G. E. 2005. Utilización de enzimas fibrolíticas en cabras lecheras evaluación de su actividad y características fermentativas in vitro= Use of fibrolytic enzymes in dairy goats and in vitro evaluation of activity and fermentative characteristics. Universitat Autònoma de Barcelona.

Jiménez, A., H. San Martín, U. Huamán, G. Ara, F. Arbaiza y C. Huamán. 2010. Efectos del tamaño de partícula y tipo de amonificación-conservación sobre la digestibilidad y consumo del rastrojo de maíz en ovinos. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú 21(1): 19-25.

National Research Council. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle: 2001. National Academies Press.

NRC. 1985. Nutrient requeriment of Sheep. (5ta. Ed). National Academic of Science. National Research Council, Washington, D. C.99p.

NRC (National Research Council). 2007. Nutrient requirements of small ruminants. 1st ed. National Academy Press, WA, USA.

Omaña, H. M. A. y C. M. S. Salazar. 2013. Evaluación de la amonificación de residuos de cosecha de zea mays como alternativa para la alimentación de rumiantes.

Reyes-Muro, L., T. C. Camacho-Villa y F. Guevara-Hernández. 2013. Rastrojos: manejo, uso y mercado en el centro y sur de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Libro Técnico Núm. 7. Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. i-viii, pp.1-242.

Sánchez, A. E., M. C. Ortega, G. M. Mendoza, O. V. Montañez y D. S. Buntinx 2012. Rastrojo de maíz tratado con urea y metionina protegida en dietas para ovinos en crecimiento. Interciencia 37(5): 395-399.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# IMPACTO DE LA ASISTENCIA TÉCNICA SOBRE ASPECTOS SANITARIOS Y PRODUCTIVOS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN OVINA EN JUÁREZ, CHIAPAS

# [IMPACT OF TECHNICAL ASSISTANCE ON SANITARY AND PRODUCTIVE ASPECTS ON SHEEP PRODUCTION SYSTEMS IN JUÁREZ, CHIAPAS]

**Ytzel Jacaranday Vidal Santiago[1], Elvira Suarez-Notario[1], José Miguel Urbina-Zepeda[3], Luis Eliezer Cruz-Bacab[2], Aldenamar Cruz Hernández[2], Armando Gómez Vázquez, Gerardo Rogelio Cansino-Arroyo[2], Santiago Ramírez-Vera[2§]**

[1]Estudiante de la licenciatura de MVZ de la, [2]División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, [3]Universidad Autónoma de Chiapas. [§]Autor para correspondencia (sarave2@hotmail.com).

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar el impacto de la asistencia técnica sobre los aspectos sanitarios -productivos en unidades de producción de Juárez, Chiapas. Para lo cual se realizó un censo en las 33 unidades de producción ovina, y distribuyendo en 2 grupos de análisis; unidades de producción que reciben asistencia técnica profesional (CON, *n*=20) y unidades de producción que no reciben asistencia alguna (SIN, *n*=13). Las entrevistas a informantes claves con ayuda de un cuestionario enfocados a los ejes temáticos; datos generales (edad, experiencia, escolaridad), asistencia técnica (Teóricas, practica), sanidad (registros sanitarios, vacunación, desparasitaciones) y producción (genético, rendimiento de la canal, peso finalizado y peso a la venta). La técnica de muestreo fue un método no probabilístico tipo bola de nieve. Las diferencias estadísticas que se observan en los caracteres que no son asociadas a la productividad ovina o al impacto de la asesoría técnica, como; edad y experiencia en el área del productor y en la superficie de terrenos que tienen es mayor en unidades de producción donde tienen asesoría técnica. La asistencia técnica profesional en la ovinocultura tiene un bajo impacto sobre los aspectos sanitarios y productivos.

**Palabras clave:** Asistencia y producción, impacto del MVZ, transferencia tecnológica.

## ABSTRACT

The objective of this study was to determine the impact of the technical assistance on aspects sanitary-productive in production units of Juárez, Chiapas. For which a census was carried out in 33 sheep production units and distributed in 2 groups of analysis; production units that receive professional technical assistance (CON, *n* = 20) and units of production that do not receive any assistance (SIN, *n* = 13). Interviews with key informants with help of a focused questionnaire to the thematic areas; General data (age, experience, education), technical assistance (theoretical, practica), sanitary (sanitary records, vaccination, deworming) and production (genetic, performance of the channel, completed weight and weight on sale). The sampling technique was a method non-probability of snow Ball. Statistical differences observed in the characters that are not associated with sheep productivity or the impact of technical assistance, such as; age and

experience in the area of the producer and the area of land that have bigger production units where they have technical advice (. Professional technical assistance in the sheep breeding has a low impact on the sanitary and productive aspects.

**Index words:** Assistance and production, impact of the MVZ, technology transference.

## INTRODUCCIÓN

En Latinoamérica se han realizado diversas investigaciones para estudiar e interpretar los diversos factores que influyen en implementación de tecnología en las unidades de producción Bovina, Ovina (Cuevas-Reyes *et al*., 2013). Por ejemplo; Vilaboa (2009), estudió las características actitudinales y personales del productor, los márgenes de comercialización, Espinosa *et al*. (2000) la tecnología que se utiliza en la producción, Pérez *et al*. (2003) las necesidades de investigación y transferencia de tecnología en el sistema de producción. Estos estudios indican que la implementación y adopción de nuevas tecnologías es punto clave para mejorar la productividad (Rehman *et al*., 2007, De Francesco et al., 2008 y Cuevas-Reyes *et al*., 2013).

En México la adopción de innovaciones tecnológicas en los últimos años ha vuelto a tomar importancia, de acuerdo a instancias gubernamentales, en México 118,203 unidades de producción cuentan con asistencia técnica (INEGI, 2009). Sin embargo, sigue afrontando bajo nivel de productividad debido en parte, el alto rezago tecnológico que presenta comparada con la ganadería en los países desarrollados. Según Cuevas-Reyes *et al*. (2013), la baja adopción de tecnología puede ser multifactorial por características de los potenciales adoptadores, las cualidades de la innovación tecnológica y el costo de esta. Asimismo, es importante incluir la importancia de los prestadores de servicios (MVZ) en el sector pecuario.

El ejercicio profesional del MVZ está asociada a las competencias para diseñar y mejorar la efectividad de los sistemas producción, con ayuda de sus conocimientos y el aprovechamiento de los conocimientos tecnológicos. Asimismo, implementar conocimientos científicos y técnicos en las distintas ramas de las ciencias pecuarias, para el manejo eficaz de las diversas alternativas viables de solución a la problemática productiva. Por lo tanto, dentro de estos escenarios, es indispensable el conocimiento operativo en las unidades de producción (Serrano-Novoa y Arcila-quiceno, 2008), sin embargo, no se ha determinado el impacto del MVZ sobre la productividad en las unidades de produccion, por lo cual nos formulamos el objetivo la asistencia técnica del MVZ tiene un impacto positivo sobre la sanidad mejorando la productividad pecuaria.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó de agosto a noviembre de 2017, en Juárez, Chiapas ubicado 17°36'27" N y 93°11'35" O, con una altitud de 140 MSNM y una superficie territorial de 742.21 km (INEGI, 2015). Este municipio presenta un clima Cálido húmedo con lluvias todo el año con una precipitación de 1400 hasta 2600 (mayo a octubre), 600 a 1400 mm (noviembre a abril), una temperatura media de 25 °C (Mínima de 21ºC y máxima de 34.5ºC). El territorio se distribuye en 75.58% de Pastizal cultivado, 12.64% para agricultura de temporal, 5.52% selva baja perennifolia,

3.13% de selva alta perennifolia (secundaria), 2.74% Tular, 0.25% para agricultura de riego, y 0.13% en otros.

Procedimiento experimental: Para conocer las características de los sistemas de producción ovina en una comunidad de la sierra de Chiapas, el Censo agropecuario 2007 del INEGI en el municipio de Juárez, Chiapas se localiza sólo 33 unidades de producción de ganado ovino. Por lo cual se procedió a realizar entrevista con ayuda de un cuestionario previamente estructurado el método utilizado fue entrevistas directas en la unidad de producción a informantes claves (Encargado, trabajadores o propietarios). La estructura del cuestionario fue enfocados a los ejes temáticos; Datos Generales (edad, experiencia, escolaridad), Asistencia Técnicas (Teóricas, practica), Sanidad (registros sanitarios, vacunación, desparasitaciones) y Producción (genético, rendimiento de la canal, peso finalizado y peso a la venta). La técnica de muestreo fue un método no probabilístico tipo bola de nieve, que consistió en llegar a una UP, y posterior mente el encuestado nos indicaban la siguiente UP ovina.

Variables determinadas: Todas las variables sanitarias determinadas en el cuestionario fueron clasificadas en dos grupos de análisis con base a si recibían asistencia técnica o no.

Análisis estadísticos: Los datos obtenidos se clasificaron en numérico sometido a una prueba no paramétricas (Kruskal-Wallis Test) y las variables categóricas (si o no) se determinó en proporción y se analizó mediante una prueba de $Chi^2$ (Systat 13®, Chicago).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Características generales

La ovinocultura en el municipio de Juárez, Chiapas tiene un bajo impacto, ya que sólo el 6.1 % tienen como principal actividad económica los ovinos y el 93.9 % de los productores su principal actividad ganadera se enfoca a la bovinocultura en conjunto con la producción ovina. De los cuales el 69.7 % tienen como fin zootécnico la engorda de borregos y un 33.3 % la producción de crías para venta. El 3.03 % tienen los animales de forma extensiva, el 57.6% de los ovinos son explotados en un sistema intensivo y el 39.4 % de forma mixta donde proporcionan alimento en los corrales.

La edad de los productores es aproximadamente de 44 ± 15.2 años con una experiencia en la ganadería de 23 ± 15.5 años, el 60.4 % tienen educación básica, el 12 % cuenta con una educación media superior y sólo el 27 % tienen una escolaridad universitaria.

### Características técnicas

El 60.6 % de las unidades de producción ovinas manifiestan tener asistencia técnica, (asistencia practica el 48.5 % y el 12.2 % reciben una asistencia teórica), el 39.4 % no reciben asistencia atribuyéndose al alto costo, no la requieren o no hay especialistas en ovinos. La ovinocultura de Juarez Chiapas predomina con razas como la Blackbelly (69.7%), Pelibuey (63.3%), Doorper (48.5 %) y Katadin (27.3%), algunos ejemplares Chiapas (3.01). Sin embargo, sólo el 20 % de los

productores elijen la raza por asesoría de MVZ (con asistencia), y el 45.6% tienen la raza por su disponibilidad en la zona y el 39.4 % tienen dicha raza por que le gusto el color, tamaño o por la estética y sólo un 3.1 por el bajo costo.

La característica física, principal método de identificación de las ovejas en las unidades de producción que reciben o no asistencia técnica. Lo anterior puede ser atribuido a que el 100 % de las unidades de producción con o sin asistencia técnica no tienen registros sanitarios. Asimismo, las unidades con o sin asistencias la implementación de registros es similar (ver cuadro 1 y 2). La causa de no llevar registros sanitarios en unidades de producción con o sin asistencia técnica, aproximadamente el 45 % indican que no lo ocupa y 55 % no sabe cómo realizarlos. Sin embargo, de los cuales el entre el 53.8 a 65 % manifiestan que si les gustaría llevar registros sanitarios.

**Aspectos sanitarios**

En las unidades de producción ovina del Norte de Chiapas, que reciben asistencia sólo el 20 % eligen la raza por recomendación de un MVZ el 80 % restante por disponibilidad o por gusto, mientras que si no reciben asesoría técnica el 100 % (P=0.29). Asimismo, una mayor proporción de las unidades de producción que reciben asistencia tienen un calendario de desparasitación, utilizan más bencimidazol y tienen mayor mortalidad por inanición que las unidades que no tienen asistencia (Cuadro 1). Sin embargo, el 100% de las unidades de producción con o sin asistencia técnica realizan el manejo de despezuñado cuando lo requieren los animales.

**Características social-productiva**

Las diferencias estadísticas que se observan en los caracteres que no son asociadas a la productividad ovina o al impacto de la asesoría técnica, como; Edad y experiencia en el área del productor y en la superficie de terrenos que tienen es mayor en unidades de producción donde tienen asesoría técnica (ver cuadro 2). El peso de los animales a la venta es mayor en unidades de producción donde no tienen asesoría técnica, indicando que venden a la misma edad y tiempo de engorda ($p \geq 0.1$) que unidades de producción donde tienen asesoría. Nuestros resultados observados no impactan la asistencia técnica sobre las competencias para diseñar y mejorar la efectividad de los sistemas producción, con ayuda de sus conocimientos y el aprovechamiento de los conocimientos tecnológicos para el manejo eficaz de las diversas alternativas viables de solución a la problemática productiva (Serrano-Novoa y Arcila-Quiceno, 2008). El bajo impacto observado en la asistencia técnica sobre los aspectos sanitarios y productivos puede atribuirse al tiempo dedicado a la asesoría y al sueldo insuficiente que ofrece la ovinucultura, asimismo a la poca importancia o falta de interés del productor en el uso tecnologías (Cuevas-Reyes *et al*., 2013).

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

**Cuadro 1.-** Características sanitarias en unidades de producción ovina que reciben (CON) o no (SIN) asistencia técnica.

| Parámetro | Característica | Asistencia técnica | | |
|---|---|---|---|---|
| | | CON | SIN | |
| Elección de la raza | Asesoría MVZ | 20 | 0 | - |
| | Disponibilidad en la zona | 45 | 61.5 | 0.24 |
| | Gusta | 35 | 38.5 | 0.74 |
| Identificación | Características físicas | 50 | 30.8 | 0.15 |
| | Numero del arete | 50 | 69.2 | 0.24 |
| Registros sanitarios | Si | 0 | 0 | 1.0 |
| | No | 100 | 100 | 1.0 |
| Calendario de desparasitación | Si | 30 | 0 | 0.000 |
| | No | 70 | 100 | 0.1 |
| Desparasitación Interna | Si | 100 | 92.3 | 0.71 |
| | No | 0 | 7.7 | |
| Frecuencia | | 56.9 ± 5.3 | 52.4 ± 7.2 | 0.60 |
| Desparasitación Externa | Si | 15 | 15.4 | 0.98 |
| | No | 85 | 84.6 | |
| Productos desparasitación | Lactonas | 45 | 38.5 | 0.7 |
| | Bencimidazol | 35 | 15.4 | 0.04 |
| | Lactonas/benzamidazol | 20 | 38.5 | 0.078 |
| Calendario de Vacunas | Si | 0 | 0 | 1.0 |
| | No | 100 | 100 | |
| Despezuñado | Si | 70 | 69.2 | 0.95 |
| | No | 30 | 30.8 | |
| Enfermedades presentadas | Podo dermatitis | 75 | 61.5 | 0.4 |
| | Anemia | 30 | 15.4 | 0.14 |
| | Parasitismo | 35 | 30.8 | 0.73 |
| | Timpanismo | 25 | 0 | 0.000 |
| Mortalidad, , N1 | | 3.1 ± 0.3 | 3.3 ± 0.7 | 0.748 |
| Causas de muerte | Desconocida | 65 | 53.9 | 0.52 |
| | Inanición | 20 | 0 | 0.002 |
| | Parasitosis | 10 | 15.4 | 0.48 |
| | Culebra | 5 | 0 | 0.22 |
| | Neumonía | 0 | 30.8 | 0.000 |
| Manejo de cadáver | Entierra | 70 | 53.8 | 0.31 |
| | Tira | 30 | 46.2 | 0.19 |
| Manejo de Enfermos | Aísla | 85 | 84.6 | 0.9 |
| | Sacrifica | 15 | 15.4 | 0.9 |

**Cuadro 2.-** Características socio-productivas en unidades de producción con o sin asistencia técnica.

| | Asistencia Técnica | | P[1] |
|---|---|---|---|
| | SIN | NO | |
| Experiencia ganadera, años | 28.8 ± 3.8 | 14.4 ± 2.2 | 0.003 |
| Edad del productor, años | 48.7 ± 3.9 | 36.9 ± 2.0 | 0.026 |
| Superficie, has | 58.1 ± 13.0 | 24.0 ± 5.7 | 0.057 |
| Superficie para ovino, has | 2.2 ± 0.7 | 2.2 ± 0.9 | 0.932 |
| Población bovina, N[1] | 84.7 ± 21.2 | 35.8 ± 7.6 | 0.08 |
| Población porcina, N[1] | 36.4 ± 14.6 | 22.8 ± 17.5 | 0.982 |
| Población de aves, N[1] | 55.5 ± 12.4 | 11.1 ± 2.4 | 0.003 |
| Población de ovinos, N[1] | 44.2 ± 7.3 | 33.1 ± 6.2 | 0.245 |
| Ovinos en engorda, N[1] | 31.7 ± 4.2 | 28.8 ± 6.8 | 0.53 |
| Registros productivos, % | 15 | 0 | 0.002 |
| Tipo de explotación | | | |
| Intensivo | 65 | 46.2 | 0.2 |
| Mixto | 30 | 53.8 | 0.06 |
| Extensivo | 5 | 0 | 0.2 |
| Sistema de producción | | | |
| Cría | 30 | 30.8 | 0.9 |
| Engorda | 70 | 69.2 | 0.9 |
| Peso venta, Kg | 37.7 ± 2.0 | 39.8 ± 2.0 | 0.0477 |
| Edad venta, años | 203.3 ±14.3 | 220.9 ± 12.3 | 0.457 |
| Tiempo venta, días | 145.8 ± 11.0 | 117.1 ± 13.0 | 0.105 |
| Tipo de alimentación, % | | | |
| Estabulado | 75 | 61.5 | 0.45 |
| Mixto | 25 | 38.5 | 0.2 |

## CONCLUSIONES

La asistencia técnica profesional en la ovinocultura en el Norte de Chiapas tiene un bajo impacto sobre los aspectos sanitarios y productivos en las unidades de producción ovina, atribuyéndose a que es una actividad secundaria después de los bovinos.

## LITERATURA CITADA

Cuevas-Reyes, V., J. Baca del Moral, F. Cervantes-Escoto, J. A. Espinosa-García, J. Aguilar-Ávila y A. Loaiza-Meza. 2013. Factores que determinan el uso de innovaciones tecnológicas en la ganadería de doble propósito en Sinaloa, México. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 4(1): 31-46.

Espinosa, J., J. Matus-Gardea, D. Martínez, Ma. Santiago, E. Román y L. Bucio. 2000. Análisis económico de la tecnología bovina de doble propósito en Tabasco y Veracruz. Agrociencia 34 (5): 651-661.

De Francesco, E., P. Gatto, F. Runge and S. Trestini. 2008. Factors affecting farmers' participation in agri-environmental measures: a northern Italian perspective. J Agric Econ. 59: 114-131.

INEGI. 2015. Censo agropecuario 2007: disponible en: http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/Agro/ca2007/Resultados_Agricola/default.aspx

Pérez, P., R. Rojo, A. Álvarez, J. García, C. Ávila, S. López, J. Villanueva, H. Chalate, E. Ortega y J. Gallegos. 2003. Necesidades investigación y transferencia de tecnología de la cadena de bovinos de doble propósito en el estado de Veracruz. Fundación Produce Veracruz. 170 p.

Rehman, T., K. McKemey, C. M. Yates, R. J. Cooke, C. J. Garforth, R. B. Tranter *et al*. 2007. Identifying and understanding factors influencing the uptake of new technologies on dairy farms in SW England using the theory of reasoned action. Agric Syst 2007 94: 281-293.

Serrano, N. C. A. y Q. V. H. Arcila. 2008. La importancia social del profesional en Medicina Veterinaria. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria 9(6).

Vilaboa, A. J. y R. P. Díaz. 2009. Caracterización socioeconómica y tecnológica de los sistemas ganaderos en siete municipios del estado de Veracruz, México. Zootecnia Tropical 27(4): 427-436. Recuperado en 26 de septiembre de 2016, de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692009000400008&lng=es&tlng=es.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO ADITIVO Y MODELACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE GAS *in vitro* DE DIETAS A BASE DE ENSILADOS DE POLLINAZA, CERDAZA, UREA CON MELAZA DE CAÑA Y SUBPRODUCTO DE PANADERÍA

# [ADDITIVE EFFECT AND MODELING OF *in vitro* GAS PRODUCTION OF DIETS BASED ON SILAGE OF POULTRY LITTER, PIG MANURE, UREA WITH CANE MOLASSES AND BAKERY BY-PRODUCT]

**Daniel Trujillo Gutiérrez[1§], Ignacio Arturo Domínguez Vara[1], José Luis Bórquez Gastelum[1], Sergio Segundo González Muñoz[2], Juan Manuel Pinos Rodríguez[3], Jacinto Efrén Ramírez Bribiesca[2]**

[1]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Nutrición de Rumiantes / Universidad Autónoma del Estado de México. [2]IREGEP-Ganadería, Campus Montecillo / Colegio de Postgraduados, México. [3]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia / Universidad Veracruzana, Veracruz, México. [§]Autor para correspondencia: (danieltg_dan@yahoo.es).

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto en la dieta (145 g CP/kg MS; 2.4 Mcal/kg MS) del ensilado de rastrojo de maíz (CS) más tres fuentes de nitrógeno (cerdaza, PE; pollinaza, PL; urea, UR) y dos fuentes de energía (melaza de caña, CM; subproducto de panadería, BBP). Se utilizó un arreglo factorial de 3 fuentes de N (PE, PL, UR) x 2 fuentes de energía (CM, BBP). El análisis se realizó con dos métodos: 1) procedimiento mixto lineal (PROC MIXED) con asignación de literales de tratamientos con la Macro pdmix800.sas ($p < 0.05$). 2) Ajuste de producción de gas con NLMIXED al modelo Logístico Exponencial, $Y_{ij}=\beta_1+u_{i1}/1+(\beta_2+u_{i2})\, e^{-\beta_3 t}+e_i$. Los tratamientos PL-CM y PE-CM tuvieron mayor ($p < 0.05$) producción de gas durante 72 h, mientras que el concentrado PL-CM fue mayor ($p < 0.05$), y el ensilado PL-BBP produjo más ($p < 0.05$) gas a las 72 h. Referente a $\beta_1$, la dieta (273.65) y concentrado (297.86) de PL-CM fueron mayores ($p < 0.05$) al resto, pero el ensilado PL-BBP (222.58) produjo más gas. Además, se observó efecto aditivo de la combinación de ensilado más concentrado de PE-CM, respecto a la $\beta_1$, lo cual coincide con la producción de gas (153.12) durante toda la fermentación. Referente al ajuste de la producción de gas al modelo, el concentrado y dieta PL-CM, así como el ensilado PL-BBP evidenciaron mayor $\beta_1$ y límite superior más alto que el resto, además $\beta_2$ se mantuvo constante entre tratamientos y $\beta_3$ fue menor en los ensilados. Se concluye que la combinación PL-CM y PE-CM tienen mayor potencial de producción de gas producto el efecto aditivo de sus componentes.

**Palabras clave:** Ensilados de excretas, nutrición de rumiantes, residuos, subproductos.

## ABSTRACT

The objective of this experiment was to evaluate the additive effect on the diet (145 g CP/DM) of corn stalk +silage (CS), three nitrogen sources (pig manure, PM; poultry litter, PL; urea, UR) and two energy sources (cane molasses, CM; bakery byproduct, BBP). A factorial arrangement of 3 N sources (PM, PL, UR) x 2 energy sources (CM, BBP) was used in this experiment. The statistical

analysis was performed with two methods: 1) Mixed linear procedure (PROC MIXED) assigning literals of treatments with Macro pdmix800.sas ($p < 0.05$); 2) adjustment of gas production with NLMIXED to the model Logistic-Exponential, Yij= β1+ui1/1+ (β2+ui2) e-β3t + ei. Diets PL-CM and PM-CM had greater gas production ($p < 0.05$) during 72 h, whereas PL-CM concentrate and PL-BBP silage produced more gas ($p < 0.05$) at 72 h. Regarding ß1, diet (273.65) and concentrate (297.86) of PL-CM were greater than the others ($p < 0.05$), but silage PL-BBP (222.58) produced more gas. Besides, there was an additive effect of the combination silage plus concentrate of PM-CM, regarding β1, which agrees with gas production (153.12) during all the fermentation. For gas production adjustment to the model, the concentrate and PL-CM diet, as well as PL-BBP silage, showed greater β1 and a higher limit which was higher than the others; besides, β2 was constant between treatments and ß3 was lower in silages. Thus, it may be concluded that PL-CM and PM-CM combination have a larger potential for gas production due to the additive effect of their components.

**Index words:** Silages of excreta, ruminant nutrition, waste, by-products.

## INTRODUCCIÓN

Los subproductos agroindustriales son fuente potencial de energía (Olivo *et al*., 2017) y nitrógeno en las dietas de rumiantes. La inclusión de ensilados a base de fuentes no convencionales de nitrógeno y carbohidratos solubles en la alimentación de rumiantes, produce en ovinos GDP desde 116.3 hasta 175 g $d^{-1}$ y grados de conformación de las canales de regulares a buenas (Bórquez-Gastelum *et al*., 2018). Lo anterior, sin detrimento del comportamiento metabólico de corderos, específicamente en consumo de materia seca (CMS; 1494 - 2043 g $d^{-1}$), digestibilidad aparente de MS (654 - 700 g $kg^{-1}$) y retención de N (4.9 - 6.1 g $d^{-1}$) (Trujillo *et al*., 2014). Pero, ovinos alimentados solo con ensilado de pollinaza y pasto sudex (relación 1:1) sin concentrado, disminuyen digestibilidades aparentes (g $kg^{-1}$) de MS (511.1), MO (588) y FDN (511.7) (Chaudhry *et al*., 1997); lo cual está relacionado al insuficiente aporte de nutrientes de la dieta, y al desequilibrio de ingredientes con distinto potencial de degradación y energía, estos últimos esenciales en la fermentación ruminal.

Los métodos de evaluación de alimentos *in vitro* en la investigación de rumiantes, permiten determinar con facilidad y prontitud, el valor potencial de nutrientes, ingredientes y dietas (Givens *et al*., 2000). Al respecto, el aporte nutritivo de dietas a base de ensilado de excretas más concentrados presenta diferencias en el perfil de fermentación de gas *in vitro* que van desde 265 hasta 288 mL $g^{-1}$ MS de gas (Trujillo *et al*., 2014); lo anterior, es reflejo de la variabilidad de la tasa de fermentación y punto de inflexión de la curva. En el ajuste de curvas de degradación, estos parámetros están estrechamente ligados a la degradación de nutrientes en rumen por la microbiota ruminal (Dhanoa *et al*., 2000; Wang *et al*., 2011), y en consecuencia a su impacto en el rendimiento animal. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto aditivo de la inclusión de ensilados más concentrados sobre la cinética de producción de gas *in vitro*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluó la producción *in vitro* (Menke y Staingass, 1988; Theodorou *et al*., 1994) de seis dietas integrales compuestas por: a) ensilados (400 g $kg^{-1}$ MS) a base de PO, CF y UR mezclados con MC o SPP más rastrojo de maíz; y b) concentrados (600 g $kg^{-1}$ MS) a base de grano de maíz, pasta de soya, salvado de trigo, harina de pescado, vitaminas y minerales; también fueron evaluados por separado, los ensilados y concentrados de cada tratamiento. La composición de los ensilados (g $kg^{-1}$ MS) fue: 1) 384. 6 CS; 384.6 PL; 230.8 CM o BBP. 2) 294.1 CS; 529.4 PE; 176.5 CM o BBP. 3) 630.0 CS; 30 UR; 340 CM o BBP. Se utilizó un arreglo factorial de 3 fuentes de N (PO, CF, UR) x 2 fuentes de energía (MC, SPP). El análisis se realizó con dos métodos (SAS Institute Inc., 2004): 1) procedimiento mixto lineal (PROC MIXED) con asignación de literales de tratamientos con la Macro pdmix800.sas (Tukey, $p < 0.05$), y 2) Ajuste de producción de gas con NLMIXED al modelo $Y_{ij}= \beta_1+u_{i1}/1+(\beta_2+u_{i2})\ e^{-\beta_3 t} + e_i$, donde: $\beta_1$= asíntota máxima de gas acumulado (mL/g MS) a las 72 h, $\beta_2$= Ymax/2 (h) y $\beta_3$= tasa fraccional de degradación (g MS/h). Los parámetros iniciales para el ajuste de la producción de gas fueron: dietas ($\beta_1$= 290, $\beta_2$=15, $\beta_3$=0.2), ensilados ($\beta_1$= 210, $\beta_2$=20, $\beta_3$=0.2), y concentrados ($\beta_1$= 302, $\beta_2$=16, $\beta_3$=0.2). La fase lag no fue considerada en modelo debido a su significancia estadística ($p > 0.05$).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La fermentación *in vitro* de las dietas resultó en distinta magnitud de producción de gas (mL $g^{-1}$ MS) durante 72 h (Cuadro 1). Los tratamientos testigos (UR) de las dietas produjeron menos ($p < 0.05$) gas a lo largo de 72 h de incubación. El balanceo y ajuste de nutrientes en la formulación de concentrados, y su fermentación a través del tiempo; resultó en comportamiento impar ($p < 0.05$) de la media de producción de gas entre tratamientos. Asimismo, la fermentación *in vitro* de los ensilados tuvo bajo ($p < 0.05$) potencial de producción de gas, lo anterior fue más acentuado en los tratamientos testigo.

La asíntota máxima de producción de gas a las 72 h, la dieta y concentrado PO-MC fueron mayores ($p < 0.05$) al resto; estos resultados se correspondieron con sus pares analizados para producción de gas promedio durante toda la fermentación, pero fue distinto ($p < 0.05$) para los ensilados. Se observó efecto aditivo de la combinación C+E de los tratamientos PO-MC y CF-MC, respecto a la asíntota máxima de producción de gas a las 72 h. Es importante resaltar que la combinación ensilada de UR con MC o SPP más la adición de concentrado, tuvieron efecto antagónico; probablemente por su contenido de FDN y FDA.

**Cuadro 1.** Producción de gas promedio, máxima asíntota de producción de gas y degradabilidad *in vitro* a las 72 h post inoculación.

| | PO | | CF | | UR | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tratamiento | MC | SPP | MC | SPP | MC | SPP | EEM | Pr > \|t\| |
| Media de producción de gas durante 72 h, Ml | | | | | | | | |
| Dietas$^{T, H, TxH}$ | 151.87$^{a}$ | 140.32$^{c}$ | 153.12$^{a}$ | 148.88$^{b}$ | 114.13$^{e}$ | 127.69$^{d}$ | 1.21 | 0.05 |
| Concentrados$^{T, H, TxH}$ | 189.90$^{a}$ | 168.71$^{d}$ | 168.89$^{d}$ | 174.05$^{c}$ | 168.96$^{d}$ | 182.36$^{b}$ | 2.38 | 0.05 |
| Ensilados$^{T, H, TxH}$ | 110.63$^{c}$ | 116.44$^{a}$ | 109.44$^{d}$ | 113.22$^{b}$ | 106.91$^{e}$ | 107.39$^{e}$ | 0.65 | 0.05 |
| Asíntota máxima de producción de gas, mL | | | | | | | | |
| Dietas | 286.69$^{a}$ | 264.93$^{c}$ | 272.25$^{bc}$ | 265.27c | 243.75$^{d}$ | 260.91$^{c}$ | 2.54 | 0.0001 |
| Concentrados | 329.04$^{a}$ | 302.81$^{cdef}$ | 299.45$^{def}$ | 299.91$^{def}$ | 293.27$^{f}$ | 315.8$^{abcd}$ | 6.45 | 0.0001 |
| Ensilados | 219.20$^{de}$ | 233.44$^{a}$ | 215.39$^{f}$ | 228.62$^{ab}$ | 216.81$^{e}$ | 220.87$^{cde}$ | 1.94 | 0.0001 |
| C + E[1] | 274.12 | 268.12 | 257.42 | 264.26 | 255.04 | 268.33 | - | - |
| D - (C + E)[2] | 12.57 | -3.19 | 14.83 | 1.01 | -11.29 | -7.42 | - | - |
| Dietas | | | | | | | | |
| DIVMS | 829.71$^{a}$ | 829.32$^{a}$ | 810.58$^{ab}$ | 793.91$^{abc}$ | 770.39$^{bc}$ | 761.37$^{c}$ | 8.51 | 0.003 |
| DIVMO | 850.95$^{a}$ | 847.99$^{ab}$ | 835.25$^{ab}$ | 813.70$^{bc}$ | 783.35$^{c}$ | 792.17$^{c}$ | 7.40 | 0.001 |
| DIVFDN | 630.40$^{a}$ | 606.77$^{ab}$ | 605.51$^{ab}$ | 579.55$^{b}$ | 475.88$^{c}$ | 498.05$^{c}$ | 7.40 | 0.001 |
| Ensilados | | | | | | | | |
| DIVMS | 746.95$^{a}$ | 733.95$^{ab}$ | 715.60$^{bc}$ | 690.88$^{cd}$ | 635.86$^{e}$ | 673.30$^{d}$ | 6.00 | 0.001 |
| DIVMO | 764.17$^{a}$ | 749.85$^{a}$ | 740.28$^{ab}$ | 712.39$^{bc}$ | 659.66$^{d}$ | 698.88$^{c}$ | 5.88 | 0.001 |
| DIVFDN | 490.48$^{ab}$ | 518.51$^{a}$ | 494.72$^{ab}$ | 475.88$^{bc}$ | 444.66$^{cd}$ | 419.89$^{d}$ | 9.09 | 0.001 |

PO, pollinaza deshidratada; CF, cerdaza fresca; UR, urea agrícola; MC, melaza de caña; SPP, subproducto de panadería. EEM, error estándar de la media. T, efecto de tratamiento ($p \leq 0.05$); H, efecto de hora de medición ($p \leq 0.05$); TxH, efecto de interacción de tratamiento con hora de medición ($p \leq 0.05$). [1]Media aritmética de la sumatoria de la asíntota máxima de producción de gas *in vitro* de cada concentrado (C) y ensilado (E). [2]Diferencia de la asíntota máxima de producción de gas *in vitro* de la dieta (D) - (C + E). DIVMS, degradabilidad *in vitro* de MS; DIVMO, degradabilidad *in vitro* de MO; DIVFD, degradabilidad *in vitro* de FDN. Medias con diferentes literales en la misma hilera son distintas a $p \leq 0.05$.

El ajuste de la producción de gas *in vitro* de dietas, concentrados y ensilados al modelo Logístico exponencial, permitió obtener estimadores significativos ($p < 0.001$) para: asíntota máxima de producción de gas acumulado ($\beta_1$), punto de inflexión de la curva ($\beta_2$), tasa fraccional de degradación ($\beta_3$), e intervalos de Wald de cada parámetro (Cuadro 2). El ajuste de las curvas de producción de gas al modelo Logístico de las dietas y ensilados, determinó que, la varianza $S^2_{u1}$, $S^2_{u2}$ y la covarianza ($Cu_{12}$) para $\beta_1$ y $\beta_2$ respectivamente, no fue significativa ($p > 0.05$), lo que indica ausencia de variabilidad entre sujetos aleatorios. Mientras que, el ajuste de los parámetros con efectos aleatorios de los concentrados, evidenció variabilidad ($S^2_{u1}$, $S^2_{u2}$; $p < 0.05$) entre sujetos para $\beta_1$ y $\beta_2$, así como una fuerte $Cu_{12}$ negativa ($p < 0.01$).

**Cuadro 2.** Ajuste al modelo de crecimiento Logístico Exponencial de la producción de gas *in vitro* de las dietas.

| Parámetro | Estimador | EEM | Pr > \|t\| | Límites | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Inferior | Superior |
| PO-MC | | | | | |
| Asíntota máxima de gas acumulado, mL/g MS | 273.65 | 5.593 | <.0001 | 260.42 | 286.87 |
| Ymax/2, h | 19.828 | 1.14 | <.0001 | 17.131 | 22.525 |
| R, g MS/h | 0.128 | 0.003 | <.0001 | 0.121 | 0.135 |
| PO-SPP | | | | | |
| Asíntota máxima de gas acumulado, mL/g MS | 251.6 | 5.114 | <.0001 | 239.5 | 263.69 |
| Ymax/2, h | 18.55 | 1.094 | <.0001 | 15.965 | 21.142 |
| R, g MS/h | 0.123 | 0.003 | <.0001 | 0.115 | 0.13 |
| CF-MC | | | | | |
| Asíntota máxima de gas acumulado, mL/g MS | 254.92 | 2.39 | <.0001 | 249.26 | 260.57 |
| Ymax/2, h | 15.14 | 1.000 | <.0001 | 12.776 | 17.505 |
| R, g MS/h | 0.133 | 0.004 | <.0001 | 0.123 | 0.142 |
| CF-SPP | | | | | |
| Asíntota máxima de gas acumulado, mL/g MS | 252.3 | 5.163 | <.0001 | 240.09 | 264.51 |
| Ymax/2, h | 14.323 | 0.912 | <.0001 | 12.166 | 16.481 |
| R, g MS/h | 0.125 | 0.003 | <.0001 | 0.116 | 0.134 |
| UR-MC | | | | | |
| Asíntota máxima de gas acumulado, mL/g MS | 251.82 | 5.699 | <.0001 | 238.34 | 265.3 |
| Ymax/2, h | 19.606 | 1.631 | <.0001 | 15.747 | 23.468 |
| R, g MS/h | 0.106 | 0.002 | <.0001 | 0.10 | 0.112 |
| UR-SPP | | | | | |
| Asíntota máxima de gas acumulado, mL/g MS | 251.58 | 2.793 | <.0001 | 244.97 | 258.18 |
| Ymax/2, h | 19.52 | 1.525 | <.0001 | 15.917 | 23.132 |
| R, g MS/h | 0.106 | 0.002 | <.0001 | 0.10 | 0.112 |

PO, pollinaza deshidratada; CF, cerdaza fresca; UR, urea agrícola; MC, melaza de caña; SPP, subproducto de panadería. Ymax/2, punto de inflexión de la curva; R, tasa fraccional de degradación. EEM, error estándar de la media.

El alcance de la degradabilidad *in vitro* de la MS está relacionado con el contenido, composición y tasa de digestión de la FDN del alimento (Wang *et al*., 2011). En este estudio, la fermentación de las dietas y ensilados testigos (UR), fue afectada por su mayor contenido de carbohidratos estructurales y lignina. Además, en sustratos con alto contenido de PC disminuye la producción de gas, a pesar de tasas altas de degradabilidad, posiblemente porque la fermentación de PC produce amonio y este influye en el equilibrio del buffer de carbonato por neutralización de $H^+$ de los AGV sin la liberación de $CO_2$ (Phesatcha y Wanapat, 2016). En rumen, la fermentación microbiana modula la tasa de digestión de la fracción insoluble de alimento. Lo anterior, es reflejo de la accesibilidad al sustrato por la microbiota ruminal, debido al incremento en número y adherencia, a partículas de alimento durante la fase Lag. Pero, en esta investigación la fase Lag fue excluida del modelo, debido a su significancia estadística ($p > 0.05$). Sin embargo, la disponibilidad en el medio de esqueletos carbonados y energía para crecimiento microbiano, pudo haberse sincronizado con el amonio liberado de la hidrolisis de la PC (Salem *et al*., 2013) de los tratamientos. No

obstante, un fundamento del modelo logístico es, el crecimiento microbiano constante durante toda la incubación (France *et al*., 2000). Esto coincide con la descripción sigmoidal de la curva, lo cual es indicativo de un incremento inicial de la tasa de producción de gas, un alcance de la tasa máxima de degradación y su eventual disminución, lo cual sugiere una estrecha relación con el incremento en la actividad microbiana durante los estados iniciales de la incubación (Wang *et al*., 2011) y la cantidad de sustrato inoculado (Cone *et al*., 1996). Por lo tanto, la composición química del sustrato influye en la producción de gas y en las concentraciones molares de los ácidos grasos volátiles (Beuvink y Spoelstra, 1992) en fluido ruminal.

## CONCLUSIONES

La fermentación *in vitro* permitió establecer intervalos de respuesta potencial de dietas para corderos con la inclusión de ensilados a base de fuentes no convencionales de N y carbohidratos solubles. Además, los concentrados complementaron la energía y N necesario para el crecimiento normal de la microbiota ruminal, que resultó en mayor potencial de producción de gas de la combinación PL-CM y PE-CM, lo anterior, producto del efecto aditivo de sus componentes.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Autónoma del Estado de México y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, especialmente al Departamento de Nutrición y Producción Animal por su apoyo en la realización de esta investigación.

## LITERATURA CITADA

Beuvink, J. M. and S. F. Spoelstra. 1992. Interactions between substrate, fermentation end-products, buffering systems and gas production upon fermentation of different carbohydrates by mixed rumen microorganisms *in vitro*. Appl. Microbiol Biotechnol 37: 505-509.

Bórquez-Gastelum, J. L., D. Trujillo-Gutiérrez, I. A. Domínguez-Vara, J. M. Pinos-Rodríguez and M. A. Cobos-Peralta. 2018. Yield performance of growing lambs fed silages with poultry litter, pig excreta and urea with molasses cane or a bakery by-product. Agrociencia 52: 333-346.

Chaudhry, S. M., Z. Naseer and M. S. Alkraidees. 1997. Nutritive evaluation of poultry waste and Sudex grass silage for sheep. Asian-Australasian Journal of Animal Science 10: 78-85.

Cone, J. W., A. H. Van Gelder, G. J. W. Visscher, L. Oudshoorn. 1996. Influence of rumen fluid and substrate concentration on fermentation kinetics measured with a fully automated time related gas production apparatus. Animal Feed Science and Technology 61: 113-128.

Dhanoa, M. S., S. Lopez, J. Dijkstra, D. R. Davies, R. Sanderson, B. A. Williams, Z. Sileshi and J. France. 2000. Estimating the extent of degradation of ruminant feeds from a description of their gas production profiles observed *in vitro*: comparison of models. British Journal of Nutrition 83: 131-142.

France, J., J. Dijkstra, M. S. Dhanoa, S. Lopez and A. Bannink. 2000. Estimating the extent of degradation of ruminant feeds from a description of their gas production profiles observed *in vitro*: derivation of models and other mathematical consideration. British Journal of Nutrition. 83: 143-150.

Givens, D. I., E. Owen, R. F. E. Axford and H. M. Omed. 2000. Forage evaluation in ruminant nutrition. Ed. CABI Publishing. USA, New York.

Menke, K. H and H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic fed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. Animal Research and Development 28: 7-12.

Olivo, P. M., G. T. Dos Santos, L. C. V. Ítavo, R. C. Da Silva Junior, E. S. Leal and R. M. Do Prado. 2017. Assessing the nutritional value of agroindustrial co-products and feed through chemical composition, *in vitro* digestibility, and gas production technique. Acta Scientiarum 39: 289-295.

Phesatcha, K. and M. Wanapat. 2016. Improvement of nutritive value and *in vitro* ruminal fermentation of *Leucaena* silage by molasses and urea supplementation. Asian Australasian Journal of Animal Science 29: 1136-1144.

Salem, A. Z. M., C. S. Zhou, Z. L Tan, M. Mellado, M. C. Salazar, M. M. M. Y. Elghandopur and N. E. Odongo. 2013. *In vitro* ruminal gas production kinetics of four fodder trees ensiled with or without molasses and urea. Journal of Integrative Agriculture 12: 1234-1242.

SAS Institute Inc. 2004. SAS/STAT® 9.1 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.

Theodorou, M. K., B. A. Williams, M. S. Dhanoa, A. B. McAllan and J. France. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. Animal Feed Science and Technology 48: 185-197.

Trujillo, G. D., G. J. L. Bórquez, J. M. Pinos-Rodríguez, I. A. Domínguez-Vara and R. R. Rojo. 2014. Nutritive value of ensiled pig excreta, poultry litter or urea with molasses or bakery by-products in diets for lambs. South African Journal of Animal Science 44: 114-122.

Wang, M., S. X. Tang and Z. L. Tan. 2011. Modeling *in vitro* gas production kinetics: derivation of Logistic–Exponential (LE) equations and comparison of models. Animal Feed Science and Technology 165: 137-150.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO LARVICIDA Y OVICIDA DE *Erythrina americana* y *Leucaena leucocephala* SOBRE *Haemonchus contortus*

## [LARVICIDAL AND OVICIDAL EFFECT OF *Erythrina americana* and *Leucaena leucocephala* ON *Haemonchus contortus*]

**I. Santiago Figueroa[1], A. Olmedo Juárez[2], R. González Garduño[3], A. Lara Bueno[1§], E. Maldonado Simán**

[1]Universidad Autónoma Chapingo. Carretera Federal México-Texcoco Km. 38.5. CP 56230. Chapingo Edo. México. [2]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Parasitología Veterinaria, INIFAP. Jiutepec, Morelos, México. [3]Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria Sur Sureste, Teapa, Tabasco. México. [§]Autor para correspondencia: (alarab_11@hotmail.com).

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue analizar el potencial nematicida de las leguminosas *Erythrina americana* y *Leucaena leucocephala* sobre el parásito *Haemonchus contortus* que afecta a los ovinos. Se obtuvieron extractos hidroalcohólicos del follaje de las arbóreas para exponer a huevos y larvas L3 de *H. contortus* a distintas concentraciones de extractos; en el caso de huevos las concentraciones de los extractos fueron 50, 25, 12.5 y 6.25 mg $ml^{-1}$ y para el caso de larvas se usaron concentraciones de 100, 75, 50 y 25 mg $ml^{-1}$. En ambas pruebas se usó ivermectina y agua destilada como controles negativos. Los datos se analizaron mediante el procedimiento GLM de SAS y para la comparación de las medias de tratamiento se usó la prueba de Tukey con 0.05 de significancia. Se obtuvo 99.5 % de inhibición de la eclosión de huevos con 25 mg $ml^{-1}$ del extracto de *E. americana* y 83.2 % de inhibición en la eclosión de huevos con 100 mg $ml^{-1}$ del extracto de *L. leucocephala*. En cuanto a la mortalidad de las larvas, ésta fue de 60% para *Leucaena leucocephala* y de 63% para *Erythrina americaana* % con 100 mg $ml^{-1}$ de los extractos de ambas arbóreas. Se concluye que los extractos hidroalcóholicos del follaje de *Erythrina americana* y *Leucaena leucocephala* tienen potencial nematicida para *Haemonchus contortus* y los estudios deben continuar para determinar los niveles para usar en ovinos.

**Palabras clave:** Antihelmínticos, extractos hidroalcohólicos, metabolitos secundarios, nematodos.

## ABSTRACT

The aim of the present study was to analyze the nematicidal potential of the legumes *Erythrina americana* and *Leucaena leucocephala* on the parasite *Haemonchus contortus* that affects sheep. Hydroalcoholic extracts were obtained from tree foliage to expose eggs and larvae L3 of *H. contortus* to different concentrations of extracts; in the case of eggs the concentrations of extracts were 50, 25, 12.5 and 6.25 mg ml-1 and in the case of larvae concentrations of 100, 75, 50 and 25 mg ml-1 were used. In both tests, ivermectin and distilled water were used as negative controls. The data were analyzed using the SAS GLM procedure and the Tukey test with 0.05 significance was used to compare the treatment means. A 99.5 % hatching inhibition of eggs was obtained with 25 mg ml-1 extract of *E. Americana* and 83.2 % hatching inhibition of eggs with 100 mg ml-1 of

*L. leucocephala* extract. As for larval mortality, it was of 60% for *L.leucocephala* and 63% *E. Americana* with 100 mg ml-1 of extracts from both trees. It is concluded that hydroalcoholic extracts from the foliage of *E. americana* and *L. leucocephala* have nematicidal potential for *H. contortus* and studies should continue to determine the levels touse in sheep.

**Index words:** Anthelmintics, hydroalcoholic extracts, nematode, secondary metabolites.

## INTRODUCCIÓN

Los nematodos gastrointestinales representan serios problemas para la producción ovina nacional, en especial los del género *Haemonchus*, debido a su capacidad hematófaga que causa anemias, diarreas, pérdidas de peso y, en casos extremos, la muerte del animal (Quiroz *et al*., 2011). El uso inadecuado de antihelmínticos para el tratamiento de nematodiasis ha desencadenado un problema de resistencia antihelmíntica en varias regiones del mundo (Kaplan, 2004). Por otro lado, existe interés en el consumo de productos y subproductos de origen animal libres de agentes químicos (Beyene, 2016). En este contexto, surge la necesidad de buscar otras estrategias de control parasitario, como el uso de plantas forrajeras ricas en metabolitos secundarios con propiedades nematicidas, ya que éstos pueden ser parte de un sistema integral para el control de los nematodos gastrointestinales (Sandoval *et al.*, 2012).

Algunas plantas forrajeras, además de aportar a la dieta energía, proteína y minerales, también poseen metabolitos secundarios con capacidad de interferir en el metabolismo de los nematodos por lo que funcionan como antihelmínticos, (Athanasiadou y Kyriazakis, 2004). Taninos purificados de *Leucaena leucocephala* ya se han probado con buenos resultados para el control de *H. contortus* (López *et al.*, 2005). Semillas de *Erythrina americana* se han ofrecido a peces por su contenido de alcaloides que funciona como inmovilizante de larvas parsitarias (Auró y Jiménez, 1993); el extracto metanólico de la semilla también ha resultado tóxico, tanto en nematodos (*Panagrellus redivivus)* como en insectos (*Anopheles sp.*) (García *et al*., 2000; Govindarajan y Sivakumar, 2014). Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar la actividad ovicida y larvicida del extracto hidroalcohólico (EHA) de *L. leucocephala* y *E. americana* sobre *H. contortus.*

## MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras de forraje: La colecta de follaje de *L. leucocephala* se realizó en un predio ganadero del municipio de Tamuín San Luis Potosí, México; la región cuenta con clima cálido subhúmedo, lluvias en verano, temperatura y precipitación media anual 25 °C y 900 mm, respectivamente. El follaje de *E. americana*, fue colectado en la localidad de San Juan Tezontla, municipio de Texcoco, Edo. México, con clima templado-frio, lluvias en verano, temperatura y precipitación media anual 15.6 °C y 690 mm, respectivamente (INEGI, 2009). Se cosechó follaje comestible por el ganado (hojas y tallos tiernos), el cual se secó en una estufa de aire forzado y fue molido en un molino de criba de 0.5 cm.

Extracto hidroalcohólico: Se utilizaron 300 g del follaje de cada arbórea y se maceró usando 4 L de una solución (70% agua: 30% metanol) durante 24 h. Posteriormente, se filtró usando gasa, algodón y papel filtro. Una vez obtenido todo el líquido los solventes fueron evaporados por destilación a presión reducida con ayuda de un rota vapor R-300 BUCHI Switzerland; el concentrado obtenido se congeló a -80 °C, se liofilizó en un equipo Labconco FreeZone®, el polvo liofilizado, se almacenó en refrigeración hasta su posterior uso.

Prueba de inhibición de la eclosión de huevos: Los huevos de larvas adultas de *H. contortus* se obtuvieron de un ovino donador. Los tratamientos fueron: concentraciones de EHA (50, 25, 12.5 y 6.25 mg $mL^{-1}$) del follaje de cada arbórea, ivermectina a 5 mg $mL^{-1}$ y agua destilada; cada tratamiento con cuatro repeticiones. A cada pozo de la placa de incubación se le agregaron 50 µL del concentrado que contenía 100 huevos de larvas y 50 µL de agua destilada con cada una de las concentraciones experimentales de EHA o ivermectina. Las placas se incubaron durante 48 horas y se contaron en cada pozo las larvas (huevos eclosionados) y huevos no eclosionados al final del periodo de incubación, observados al microscopio. Cada bioensayo fue repetido tres veces en diferentes periodos de incubación. El porcentaje de inhibición de la eclosión de huevos (IEH) fue estimado mediante la siguiente ecuación:

%IEH= [(número de huevos) / (número de larvas+número de huevos)]*100

Mortalidad de larvas 3: Las larvas $L_3$ se obtuvieron de un coprocultivo de heces del mismo animal donador incubado durante 7 días mediante la técnica de Baermann (Lumbreras, 1961). Los tratamientos usados fueron 100, 75, 50 y 25 mg $mL^{-1}$ del EHA de cada arbórea. Los tratamientos tuvieron cuatro repeticiones y cada pozo de la placa de incubación constituyó una repetición). En cada pozo se colocaron 50 µL de EHA y 50 µL de larvas, y las placas se incubaron por 48 horas y, posteriormente, se cuantificaron las larvas vivas y muertas en cada pozo mediante observación al microscopio, para así calcular el porcentaje de mortalidad de larvas (ML) usando la siguiente ecuación:

%ML= [(larvas muertas) /(larvas vivas+larvas muertas)]*100

El análisis estadístico se realizó con el programa GLM de SAS (2009) y la comparación de las medias de tratamientos para IEH y ML mediante la prueba de Tukey a nivel de significancia de 0.05.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El porcentaje de eclosión de huevos y mortalidad de larvas 3 en los testigos negativos fue adecuado, dado que se usó una cepa susceptible a ivermectina con lo que se obtuvo casi 100% de inhibición y mortalidad. Además, en el testigo al que se le agregó solo agua, se observó eclosión de cerca de 96% y la mortalidad de cerca de 5%. En el Cuadro 1 se muestra el efecto ovicida de *L. leucocephala*, el cual fue mayor para IEH (83.2%) cuando se usó la concentración más alta de EHA (50 mg $mL^{-1}$), mientras que para ML el EHA de *L. leucocephala* tuvo el mayor efecto larvicida (63.0%) con un nivel de 100 mg/mL. Por otro lado, con el EHA de *E. americana*, a concentraciones

de 50, 25 y 12.5 mg $mL^{-1}$, se obtuvo casi total inhibición de la eclosión de huevos (Cuadro 2). La máxima actividad larvicida (60.9%) del EHA de *E. americana* fue lograda con 100 mg/mL.

**Cuadro 1.** Porcentaje de inhibición de la eclosión de huevos (IEH) y mortalidad de larvas infectantes (L3) de Haemonchus contortus causadas por el extracto hidroalcohólico (EHA) de Leucaena leucocephala.

| Tratamientos | Promedio de huevos y larvas | | %IEH± d.e | Promedio de larvas vivas y muertas | | % Mortalidad± d.e. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Huevos | Larvas | | Muertas | Vivas | |
| Agua destilada | 7.7 | 131.3 | 5.6 ± 3.5$^{c}$ | 4.7 | 122.0 | 5.2 ±2.9$^{d}$ |
| Ivermectina (0.5%) | 112.5 | 0.1 | 99.9 ± 0.2$^{a}$ | 145.4 | 0 | 100$^{a}$ |
| EHA (mg/mL) | | | | | | |
| 100.0 | --- | --- | --- | 75.7 | 40.0 | 63.0± 22.9$^{b}$ |
| 75.0 | --- | --- | --- | 27.6 | 99.5 | 21.7 ± 8.4$^{c}$ |
| 50.0 | 97.0 | 20.4 | 83.2 ± 12.4$^{a}$ | 13.0 | 95.2 | 12.0± 2.1$^{cd}$ |
| 25.0 | 53.9 | 66.8 | 48.9 ± 31.7$^{b}$ | 7.5 | 114.2 | 6.2± 2.9$^{d}$ |
| 12.5 | 50.5 | 65.9 | 48.4 ± 35.3$^{b}$ | --- | --- | --- |
| 6.25 | 44.4 | 65.9 | 45.9 ± 38.6$^{b}$ | --- | --- | --- |

Medias con distinta literal dentro de la misma columna indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

**Cuadro 2.** Porcentaje de inhibición de la eclosión de huevos y mortalidad de larvas infectantes (L3) de *Haemonchus contortus* causadas por el extracto hidroalcohólico (EHA) de *Erithryna americana*.

| Tratamientos | Promedio de huevos y larvas | | %IEH± d.e | Promedio de larvas vivas y muertas | | % Mortalidad± d.e. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Huevos | Larvas | | Muertas | Vivas | |
| Agua destilada | 5.9 | 134.0 | 4.1 ± 2.0$^{c}$ | 3.0 | 96.3 | 3.6 ±2.9$^{d}$ |
| Ivermectina (0.5%) | 111.5 | 0.2 | 99.7± 0.6$^{a}$ | 145.4 | 0 | 100$^{a}$ |
| EHA (mg/mL) | | | | | | |
| 100.0 | --- | --- | --- | 93.4 | 49.1 | 60.0± 13.5$^{b}$ |
| 75.0 | --- | --- | --- | 102.7 | 50.1 | 58.0 ± 24.8$^{b}$ |
| 50.0 | 111.4 | 2.6 | 97.0 ± 7.5$^{ab}$ | 86.8 | 49.2 | 62.6± 10.2$^{b}$ |
| 25.0 | 86.4 | 0.5 | 99.5 ± 0.7$^{a}$ | 50.3 | 93.3 | 35.8± 7.3$^{c}$ |
| 12.5 | 91.3 | 2.0 | 97.7 ± 2.6$^{a}$ | --- | --- | --- |
| 6.25 | 94.0 | 9.3 | 88.8 ± 19.0$^{ab}$ | --- | --- | --- |

Medias con distinta literal dentro de la misma columna indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

Las mortalidades obtenidas con el extracto de *L. leucocephala* se pueden explicar debido a que esta leguminosa contiene diversos metabolitos secundarios como alcaloides, flavonoides, taninos y galotaninos (Ademola *et al.*, 2008). Por su parte la *E. americana* posee diversos alcaloides, principalmente, *β*-eritroidina que es el compuesto al que se atribuyen las propiedades toxicas para los nematodos. En otros estudios, también se ha reportado actividad antihelmíntica (Mejía *et al.*, 2014) con altos porcentajes de IEH en ovinos a los que se les suministró EHA de *L. leucephala.* Además, el extracto de semillas de *E. americana* da buenos resultados contra el mosquito *Culex quinquefasciatus* por el contenido de alcaloides (Govindarajan y Sivakumar, 2014); sin embargo, en nematodos no se ha probado su efectividad.

## CONCLUSIONES

Los follajes de las arbóreas *Leucaena. leucocephala* y *Erythrina americana* poseen potencial larvicida y ovicida, mismo que se observó en estudios *in vitro*, por lo que pueden ser una alternativa para el control de *Haemonchus contortus.* Se recomienda continuar su estudio en animales vivos.

## LITERATURA CITADA

Ademola, I. O., A. I. Akanbi and S. O. Idowu. 2008. Comparative nematocidal activity of chromatographic fractions of Leucaena leucocephala seed against gastrointestinal sheep nematodes. Pharmaceutical Biology 43: 599-604.

Athanasiadou, S. and I. Kyriazakis. 2004. Plant secondary metabolites: antiparasitic effects and their role in ruminant production systems. Proceedings of the Nutrition Society 63: 631-639.

Auró, de O. A. y E. M. Jiménez. 1993. La herbolaria medicinal en el tratamiento de las enfermedades de los peces en México. Veterinaria México 24: 291-295.

Beyene, T. 2016. Veterinary drug residues in food-animal products: its risk factors and potential effects on public health. Veterinary Science & Technology 7: 1-7.

García, M. R., M. H. Soto y V. M. Martínez. 2000. Toxicidad de los extractos de las semillas de *Erythrina americana*. Ciencias Naturales y Agropecuarias 7: 166-170.

Govindarajan, M. and R. Sivakumar. 2014. Larvicidal, ovicidal, and adulticidal efficacy of *Erythrina indica* (Lam.) (Family: Fabaceae) against *Anopheles stephensi, Aedes aegypti*, and *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). Parasitology Research 113: 777-791.

INEGI. 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tamuín, San Luis Potosí. Disponible en: http://www3.inegi.org.mx/.

Kaplan, M. 2004 Drug resistance in nematodes of veterinary importance: a status report. Trends Parasitol. 20, Disponible en http://www.sciencedirect.com DOI: 10.1016/j.pt.2004.08.001.

López, J., F. O. Ibarra, J. G. Cantó, G. C. Vásquez, I. Z. Tejada and A. Shimada. 2005. *In vitro* effect of condensed tannins from tropical fodder crops against egg and larvae of the nematode *Haemonchus contortus.* Journal of Food, Agriculture & Enviroment 3: 191-194.

Lumbreras, H. 1961. Aplicación de la "Técnica de Baermann modificada en copa" en el diagnóstico y control terapéutico de la Balantidiosis. Revista Peruana de Medicina 30: 21-25.

Mejía-Hernández, P., A. Z. M. Salem., M. M. M. Y. Elghandour, M. Cirpriano-Salazar, B. Cruz-Lagunas and L. M. Camacho. 2014. Anthelmintic effects of *Salix babylonica* L. and *Leucaena leucocephala* Lam. Extracts in growging lambs. Tropical Animal Health and Production 46: 173-178.

Quiroz-Romero, H., J. A. Figueroa-Castillo, F. Ibarra-Velarde y M. E. López-Arellano. 2011. Epidemiologia de enfermedades parasitarias en animales domésticos. 1ra. Ed. México, DF. 643 p.

Sandoval-Castro, C. A., J. F. J. Torres-Acosta, H. Hoste, A. Z. M. Salem and J. I. Chan-Pérez. 2012. Using plant biactive materials to control gastrointestinal tract helminths in livestock. Animal Feed Science and Technology 176: 192-201.

SAS. 2009. SAS/STAT® User's guide: statistics version 9.2. 6th ed. Cary NC, USA: SAS Institute. Inc.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CALIDAD ESPERMÁTICA DE SEMEN OVINO REFRIGERADO EN DIFERENTES TIPOS DE DILUYENTES

# [SPERMARTIC QUALITY OF COOLED SEMEN OVINE IN DIFFERENT TYPES OF EXTENDERS]

**Alejandro Córdova Izquierdo[1§], Adrian E. Iglesias Reyes[1], Juan Eulogio Guerra Liera[2], Abel E. Villa Mancera[3], Maximino Méndez Mendoza[3], Rubén Huerta Crispín[3], Ma. De Lourdes Juárez Mosqueda[4], Armando Gómez Vázquez[5], Jaime Olivares Pérez[6], Gustavo Ruiz Lang[1], Silvia D. Peña Betancourt[1], Raúl Sánchez Sánchez[7] y Román Espinosa Cervantes[1]**

[1]Departamento de Producción Agrícola y Animal / Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, México, D.F. [2]Facultad de Agronomía / Universidad Autónoma de Sinaloa, México. [3]Facultad de Veterinaria / Benemérita Universidad autónoma de Puebla, México. [4]FMVZ-UNAM. [5]División Académica de Ciencias Agropecuarias / Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. [6]Unidad Académica de Veterinaria / Universidad Autónoma de Guerrero, México. [7]Departamento de Reproducción / INIA. Madrid, España. [§]Autor para correspondencia: (acordova@corre.xoc.uam.mx).

## RESUMEN

La conservación del semen en refrigeración, permite utilizarlo por más tiempo después de la obtención del eyaculado. El objetivo de este trabajo fue valorar el efecto del tipo de sobre la calidad espermática (motilidad, viabilidad e integridad acrosomal) del semen ovino refrigerado. Se utilizaron cuatro borregos de raza Suffolk Inglés con una edad promedio de dos años, peso y condición corporal similar, se les extrajo semen una vez por semana con vagina artificial. Tras la obtención de los eyaculados, se evaluó la calidad espermática, se adicionaron los diluyentes y se refrigeró a una temperatura de 4° C. Los diluyentes utilizados fueron: diluyente uno llamado Rangel, diluyente dos a base de yema de huevo-Tris-fructosa y diluyente tres llamado triladyl. Se valoraron motilidad, viabilidad y daño acrosomal a las 0, 2, 4 y 24 horas de conservación en refrigeración. Se encontró que el pH no varío durante las 24 horas en ninguno de los tres diluyentes. La motilidad y viabilidad fueron mejores en el diluyente triladyl durante la duración del experimento. Sin embargo, la integridad acrosomal fue mejor en los otros dos diluyentes. En conclusión, se puede decir que el diluyente a base de triladyl, puede presentar una alternativa para la conservación del semen ovino en refrigeración.

**Palabras clave:** Conservación plasma seminal, espermatozoides, Morueco.

## ABSTRACT

The conservation of the semen in refrigeration, allows to use it for more time after obtaining the ejaculate. The objective of this work was to assess the effect of the type of on sperm quality (motility, viability and acrosomal integrity) of refrigerated sheep semen. Four Suffolk English sheep were used with an average age of two years, weight and similar body condition, semen was extracted once a week with artificial vagina. After obtaining the ejaculates, sperm quality was evaluated, diluents were added and refrigerated at a temperature of 4 ° C. Motility, viability and

acrosomal damage were assessed at 0, 2, 4 and 24 hours. It was found that the pH did not change during the 24 hours in the three diluents. Motility and viability were better in the triladyl base diluent for the duration of the experiment. However, the acrosomal integrity was better in the first two diluents. In conclusion, it can be said that the diluent based on triladyl, can present an alternative for the conservation of sheep semen in refrigeration.

**Index words:** Morueco, seminal plasma conservation, spermatozoa.

## INTRODUCCIÓN

La conservación del semen permite utilizar recursos genéticos a largo plazo (Watson, 2000), de tal manera que la refrigeración del semen ovino permite conservar por más tiempo la capacidad fecundante de los espermatozoides, después de obtener el eyaculado (Parks y Graham, 1992; Palomino, 2001).

La tasa de preñez al utilizar semen refrigerado varía entre 45 y 65%, mientras que, al emplear semen fresco, es alrededor del 84%; lo cual se debe a que los espermatozoides experimentan daños a nivel de la membrana plasmática, con inevitable reducción de la motilidad y probablemente también a nivel del acrosoma durante su conservación en (Linde-Forsberg, 2001), condición que estimula a seguir trabajando en la conservación del semen en refrigeración de esta especie.

El objetivo de este trabajo fue valorar el efecto de la conservación en refrigeración del semen de ovino sobre la calidad espermática (motilidad, viabilidad e integridad acrosomal).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron cuatro borregos de la raza Suffolk ingles de 2 años; de los cuales se recolectaron 24 eyaculados por medio de vagina artificial, obteniéndose de 3 a 4 eyaculados por semana. Se valoró motilidad progresiva, viabilidad, integridad acrosomal (NAR) y pH. Se adicionaron 3 diluyentes en proporción de 1:3. Los diluyentes utilizados fueron: diluente 1 (Rangel, 1985); diluyente 2 (yema de huevo-Tris-fructosa para semen de carnero -Salamon, 1990) y diluyente 3 base triladyl; el semen fue conservado en refrigeración a 4°C durante 24 horas y se valoraron las variables de motilidad, viabilidad y NAR a las 0, 2, 4 y 24 horas. Los resultados fueron analizados mediante estadística descriptiva, mostrando promedios para cada variable.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos, se presentan en los siguientes cuadros:

**Cuadro 1.** Efecto de tres diluyentes sobre el pH.

| Diluyente | Variable | Tiempo | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 hrs | 2 hrs | 4 hrs | 24 hrs |
| 1 | | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 2 | Ph | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 3 | | 7 | 7 | 7 | 7 |

**Cuadro 2.** Efecto de tres diluyentes sobre el porcentaje de motilidad.

| Diluyente | Variable | Tiempo | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 hrs | 2 hrs | 4 hrs | 24 hrs |
| 1 | | 80% | 70% | 60% | 30% |
| 2 | Motilidad | 80% | 60% | 50% | 40% |
| 3 | | 70% | 60% | 40% | 60% |

**Cuadro 3.** Efecto de tres diluyentes sobre el porcentaje de viabilidad.

| Diluyente | Variable | Tiempo | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 hrs | 2 hrs | 4 hrs | 24 hrs |
| 1 | | 70% | 60% | 50% | 40% |
| 2 | Viabilidad | 80% | 60% | 60% | 50% |
| 3 | | 80% | 70% | 60% | 60% |

**Cuadro 4.** Efecto de tres diluyentes sobre el porcentaje de NAR.

| Diluyente | Variable | Tiempo | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 hrs | 2 hrs | 4 hrs | 24 hrs |
| 1 | | 4% | 5% | 7% | 10% |
| 2 | NAR | 10% | 18% | 20% | 48% |
| 3 | | 8% | 11% | 10% | 20% |

En un trabajo realizado por Milckzewski (2000) se indicó que la motilidad utilizando tris-yema de huevo como diluyente fue menor al 50% a las 4 horas de refrigeración; encontraron que usando los diluyentes tris-yema de huevo y tris-antibióticos, la motilidad a las 4 horas fue de 50 y 60%, respectivamente. Vázquez y Núñez (2000) reportaron que el descenso de la viabilidad ocurre entre las 6 y 10 horas en refrigeración; sin embargo, en el presente trabajo, se observó que la disminución de la viabilidad ocurre a partir de las 4 horas.

Watson (2000) indicó que hay un efecto favorable sobre la integridad de los acrosomas en presencia de yema de huevo, contrario a los resultados obtenidos en este trabajo, donde se puede observar que las proporciones en la yema de huevo fueron variables, con mayor concentración en el diluyente uno, el cual presentó el menor daño acrosomal.

## CONCLUSIONES

El diluyente a base de triladyl, puede presentar una alternativa para la conservación del semen ovino en refrigeración.

## LITERATURA CITADA

Linde-Forsberg, C. 2001. Intra-uterine insemination in the dog using the Scandinavian trans-cervical catheter and a comparison with other methods. Recent Advances in Small Animal Reproduction. Concannon, P.W.; G. England; J. Verstegen III; C. Linde- Forsberg (eds.) Ithaca, USA. En: International Veterinary Information Service (www.ivis.org); A1207.0201.

Milckzewski, V. 2000. Viabilidade do sêmen ovino refrigerado em diferentes diluentes. Archives of Veterinary Science 5: 29-33.

Parks, J. y J. Graham. 1992. Effects of cryopreservation procedures on sperm membranes. Theriogenology 38: 209-222.

Rangel, N. 1985. Comparación de la motilidad progresiva del semen de carnero merino Australiano antes y después de la congelación en pajillas, centrifugado y sin centrifuga, utilizando dos clases de diluente. Tesis de licenciatura UNAM. México.

Salamon, S. 1990. Inseminación artificial en ovejas y cabras. Acribia. España.

Vázquez y Núñez. 2000. Efecto de la conservación sobre la fisiología espermática de semen caprino. Universidad Complutense de Madrid, España. p. 17.

Watson, P. 2000. The causes of reduced fertility with cryopreserved semen. Anim. Reprod. Sci. 60: 481-492.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DE LA ADICIÓN DE EXTRACTO DE SEMILLA DE *Moringa oleifera* SOBRE LA CALIDAD Y CAPACIDAD DE FECUNDACIÓN DEL SEMEN CRIOPRESERVADO DE OVINO

# [EFFECT OF THE ADDITION OF *Moringa oleifera* SEED EXTRACT ON THE QUALITY AND CAPACITY OF FERTILIZATION OF THE CRYOPRESERVED SHEEP SEMEN]

**José María Carrera-Chávez[§], José Julian Guedea-Betancourt, José Alberto Núñez-Gástelum, Ernesto Lucero-Orozco, Angelica María Ávila-Escárcega, Andrés Quezada-Casasola**

Departamento de Ciencias Veterinarias / Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Chihuahua México. [§]Autor para correspondencia: (jose.carrera@uacj.mx).

## RESUMEN

La contaminación bacteriana puede afectar la calidad del semen, además de que el uso de antibióticos contribuye al desarrollo de resistencia bacteriana. El objetivo fue evaluar el efecto de la adición de extracto de semilla de *Moringa oleifera* sobre la actividad antimicrobiana, la capacidad antioxidante y de fecundación en el semen criopreservado de ovino. Se utilizaron seis sementales de razas de pelo (Kathadin, Pelibuey, Blackbelly). El semen se recolectó utilizando la técnica de vagina artificial. Se fraccionó el total del semen diluido en cinco tratamientos (T): T1, control, sin antibiótico; T2, antibiótico convencional; y tres tratamientos con concentraciones de *M. oleifera* de: T3, 1.0 mg $mL^{-1}$; T4, 10.0 mg $mL^{-1}$; y T5, 50.0 mg $mL^{-1}$. Se evaluaron características espermáticas post-criopreservación, actividad antimicrobiana y capacidad antioxidante. Se realizó la técnica de fertilización *in vitro* heteróloga para medir la capacidad fecundante. Se realizó un ANOVA y la comparación de las medias se realizó mediante la prueba de Duncan. Los tratamientos que incluían extracto de semilla de *M. oleifera*, mostraron una inhibición de UFC similar a la obtenida en el T2. La capacidad antioxidante del extracto de semilla de *M. oleifera*, mostró diferencia ($p < 0.05$) en los tratamientos T4 y T5 en relación al T2. En las características motilidad progresiva y rápida, el T4 mostró diferencia ($p < 0.05$) con respecto al T2. La tasa de fecundación fue menor en el T2 ($p < 0.05$) en comparación con T1 y T4. En conclusión, el nivel de inclusión de 10.0 mg $mL^{-1}$ del extracto de semilla de *Moringa oleifera* podría ser un buen sustituto del antibiótico convencional en el diluyente del semen de ovino, ya que por sus propiedades antimicrobianas como antioxidantes inhibe la formación de UFC y preserva las diferentes características espermáticas del semen criopreservado de ovino.

**Palabras clave:** Actividad antimicrobiana, criopreservación, *Moringa oleifera*, ovino.

## ABSTRACT

Bacterial contamination can affect semen quality, in addition, the use of antibiotics for the development of bacterial resistance. The objective was to evaluate the effect of the addition of

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

*Moringa oleifera* seed extract on antimicrobial activity, antioxidant capacity and fertilization in ram cryopreserved semen. Six rams of hair breeds were used (Kathadin, Pelibuey, Blackbelly). The semen was recollected using the technique of the artificial vagina. The total of the diluted semen was divided into five treatments (T): T1, control, without antibiotic; T2, conventional antibiotic; and three treatments with concentrations of *M. oleifera* of: T3, 1.0 mg $mL^{-1}$; T4, 10.0 mg $mL^{-1}$ and T5, 50.0 mg $mL^{-1}$. Spermatic characteristics post-cryopreservation, antimicrobial activity and antioxidant capacity were evaluated. The heterologous *in vitro* fertilization technique was used to measure fertilizing capacity. An ANOVA was performed and the comparison of the means was made by the Duncan test. Treatments that included *M. oleifera* seed extract showed an inhibition of CFU similar to that obtained in the T2. The antioxidant capacity of the seed extract of *M. oleifera*, showed difference ($p < 0.05$) in T4 and T5 in relation to the T2. In the characteristics progressive and rapid motility, T4 showed a statistically significant difference ($p < 0.05$) with respect to the T2. The fertilization rate was lower in the T2 showing a significant statistical effect ($p < 0.05$) compared to T1 and T4. In conclusion, the inclusion level of 10.0 mg $mL^{-1}$ of the *Moringa oleifera* seed extract could be a good substitute for the conventional antibiotic in the ram semen diluent, since by its antimicrobial properties as antioxidants it inhibits the formation of CFU and preserves the different sperm characteristics of the cryopreserved ram semen.

**Index words:** *Moringa oleifera*, cryopreserved, antimicrobial, CASA, ram

## INTRODUCCIÓN

Aun con la adición del diluyente, el proceso de congelación y descongelación del semen afecta negativamente la calidad de los espermatozoides. El congelamiento induce estrés osmótico, alta producción de especies reactivas de oxigeno (ROS), daño al ADN del espermatozoide, desestabilización de la membrana espermática y disfunción de mitocondrias espermáticas (Vichas *et al*., 2017). Otra problemática que afecta la calidad y vialidad del semen es la contaminación que tiene efectos nocivos en los espermatozoides. Una variedad de bacterias de diferente género ha sido identificada después del cultivo aeróbico prolongado de muestras de semen, y ciertas bacterias tienen efectos perjudiciales sobre su calidad. Para minimizar estos efectos adversos, se han incluido antibióticos en la composición de los diluyentes de semen de carneros para evitar la proliferación de bacterias (Yániz *et al.*, 2010). Sin embargo, para contrarrestar la posible resistencia bacteriana a los antibióticos convencionales, se deben desarrollar agentes antimicrobianos con diferentes mecanismos (Schulze *et al*., 2016). Una opción ante la problemática causada por estrés oxidativo, resistencia y contaminación bacteriana son las plantas que cuentan con actividad antioxidante y antibacteriana. Por ejemplo, *Moringa oleifera* tiene gran actividad antibacteriana y antioxidante (Vieira *et al.*, 2010; Sokunbi *et al.*, 2015). Por lo anterior, el objetivo fue evaluar el efecto de la adición del extracto de semilla de *Moringa oleifera* sobre la actividad antimicrobiana, la capacidad antioxidante y de fecundación en el semen criopreservado de ovino.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se desarrolló en el Departamento de Ciencias Veterinarias del Instituto de Ciencias Biomédicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Se utilizaron seis sementales de razas de pelo (Katahdin, Black Belly, Pelibuey) (dos a cinco años de edad).

Se seleccionaron tres sementales por sesión para la toma de muestras, las cuales se colectaron dos veces por semana durante cuatro semanas utilizando la técnica de vagina artificial. El semen se evaluó microscópicamente con el sistema de análisis de semen asistido por computadora (CASA; AndroVision®, Minitube, Alemania). Se evaluó concentración, motilidad progresiva y motilidad rápida. Después de la evaluación del semen, se mezclaron las tres muestras obtenidas, esto para eliminar las diferencias individuales de cada una. La dilución del semen se llevó a cabo utilizando un diluyente comercial (Two step®, Continental Plastic Corp, U.S.A.) más agua bidestilada y yema de huevo. Se fraccionó el total del semen diluido en cinco tratamientos (T): T1, control, sin antibiótico (solo se adicionó solución salina fisiológica); T2, antibiótico convencional (gentamicina 300 mg $mL^{-1}$, espectinomicina 360 mg $mL^{-1}$, lincomicina 180 mg $mL^{-1}$); T3, se adicionó 1.0 mg $mL^{-1}$ de extracto de semilla de *Moringa oleifera*; T4, se adicionó 10.0 mg $mL^{-1}$ de extracto de semilla de *Moringa oleifera*; y T5, se adicionó 50.0 mg $mL^{-1}$ de extracto de semilla de *Moringa oleifera*. Para la obtención del extracto de *Moringa oleifera* se utilizaron semillas desengrasadas y liofilizadas, procesadas según el método descrito por Núñez-Gastélum *et al.* (2015).

Las muestras se colocaron en pajillas de plástico de 0.25 mL ($40x10^6$ de espermatozoides/$mL^{-1}$) y se congelaron (Cryobath®CL-8800, CryoLogic, Australia). Después del proceso de congelación, las pajillas se colocaron en un termo con nitrógeno líquido. Las pajillas se descongelaron durante 30 s a 37 ºC y se evaluó la concentración, la motilidad progresiva y la motilidad utilizando el sistema CASA.

Para la evaluación de la actividad antimicrobiana se preparó una dilución 1:100 del semen y se colocó la muestra en agar nutritivo (BD Mueller Hinton Agar, Becton Dickinson GmbH, Alemania). Las placas se incubaron a 24 h a 37 ºC y se contaron las unidades formadoras de colonias (UFC). La evaluación de la actividad antioxidante se realizó mediante el ensayo FRAP (Benzie y Strain, 1996). Se descongelo el semen y se centrifugó a 800 x g por 10 min a 4 ºC, se tomaron 24 µL del sobrenadante (plasma seminal) y se añadieron 180 µL del reactivo FRAP para su posterior lectura a 595 nm a 37 °C, los resultados se compararon con una curva patrón de Trolox.

Los ovarios que se utilizaron para la fertilización *in vitro* heteróloga se obtuvieron de ovarios de vacas proporcionados por el Rastro Municipal de Ciudad Juárez y se transportaron a 37 °C al laboratorio. Se aspiraron los folículos de 2 a 8 mm de diámetro. Se seleccionaron ovocitos provistos de un citoplasma oscuro y homogéneo, con un complejo de células del cúmulus de tres o más capas. La maduración *in vitro* de los ovocitos se realizó en medio BO-IVM (IVF Bioscience®, Bickland Industrial Park, Reino Unido) a 38.8 °C y 6.5 % $CO_2$ en aire atmosférico humidificado (21 % $O_2$) por un período de 21 h. La fertilización *in vitro* se realizó utilizando BO-IVF a 38.8 °C y 6.5 % de

$CO_2$ con aire atmosférico humidificado. El semen descongelado se preparó medio BO-SemenPrep, calculando 2.0 $x10^6$/mL espermatozoides para la fertilización. El cultivo de los presuntos cigotos se realizó en un medio BO-IVC a 38.8 °C, en una atmósfera humidificada de 6 % de $O_2$, 6.5 % de $CO_2$ y 88 % de $N_2$. Los ovocitos se observaron con un microscopio a las 40 h para evaluar la división (García-Álvarez *et al.*, 2009).

Los datos porcentuales se transformaron en arcoseno antes del análisis estadístico. Se realizó un ANOVA y la comparación de las medias entre los tratamientos se realizó mediante la prueba de Duncan (SAS 9.0, Inst. Cary, NC, USA). El nivel de significancia considerado para todas las evaluaciones fue $p < 0.05$.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se observan los resultados de los cultivos microbianos a partir de las muestras de semen, que indican que todos los tratamientos que incluían extracto de semilla de *M. oleifera*, mostraron una inhibición de UFC mayor en comparación con el tratamiento control. Existen reportes que la contaminación bacteriana del eyaculado en animales clínicamente sanos puede ser debida a la flora microbiana normal de la uretra y el prepucio (Varner *et al.*, 1998). Bacterias potencialmente patógenas como *Pseudomona aeruginosa* y *Klebsella pneumonie* pueden colonizar el pene y el prepucio (Trujillo y Rivera, 2002) y producir toxinas y productos metabólicos nocivos para la viabilidad del semen. Yániz *et al*. (2010) mencionan que las bacterias tienen efecto negativo en los espermatozoides, reduciendo la motilidad a través de la adhesión y aglutinación del espermatozoide y causando alteraciones morfológicas como cambios en el nivel de la pieza intermedia, la membrana, acrosoma y alterando la función espermática. Además, Trujillo y Rivera (2002) indican que a medida que se aumenta el número de microorganismos en la muestra se incrementa la demanda sobre los nutrientes presentes en el semen, en una vía metabólica que conduce a la formación y liberación de ácidos que bajan el pH del medio, afectando desfavorablemente la motilidad y la viabilidad de los espermatozoides, quienes a su vez compiten con las bacterias por los nutrientes presentes en un medio cada vez más escaso. Asimismo, esto conduce a la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS), que son perjudiciales para la motilidad y la viabilidad de los espermatozoides. Además, la presencia de microorganismos, especialmente bacterias, puede afectar la fertilización directamente, o puede hacerlo por la inducción de la reacción del acrosoma (Gloria *et al.*, 2014).

En este estudio, la adición de 1.0, 10.0 y 50.0 mg $mL^{-1}$ de extracto de semilla de *M. oleifera* tuvo un efecto antimicrobiano similar al antibiótico convencional. Estudios *in vitro* han comprobado la actividad de diferentes partes de la planta sobre los microorganismos patógenos (Martin *et al.*, 2013). Su acción bacteriostática y bactericida consiste en la disrupción de la membrana celular por inhibición de enzimas esenciales. El principal ingrediente responsable de dicha actividad es el 4-(4'-O-acetil-α-L-ramnopiranosiloxi)-isotiocionato de bencilo, el cual tiene acción bactericida sobre varias especies patógenas (Martin *et al.*, 2013).

**Cuadro 1.** Efecto del extracto de la semilla de *Moringa oleifera* sobre la contaminación bacteriana y la capacidad antioxidante en el semen criopreservado de ovino.

| Tratamiento | Unidades formadoras de colonias (UFC) | Efecto Antioxidante |
|---|---|---|
| Control (T1) | 65.25 ± 67.67 [a] | 3325.0 ± 552.9 [ab] |
| Antibiótico convencional (T2) | 4.75 ± 3.44 [b] | 2898.1 ± 979.0 [b] |
| 1 mg $mL^{-1}$ (T3) | 6.87 ± 6.38 [b] | 3322.5 ± 477.2 [ab] |
| 10 mg $mL^{-1}$ (T4) | 9.70 ± 6.30 [b] | 3364.3 ± 242.5 [a] |
| 50 mg $mL^{-1}$ (T5) | 5.50 ± 4.53 [b] | 3537.5 ± 249.4 [a] |

*Letras diferentes (entre columnas) indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

En el Cuadro 1 se muestra la capacidad antioxidante del extracto de semilla de *M. oleifera*, lo cual mostro una diferencia *(*$p < 0.05$*)* en el efecto reductor en el plasma del semen criopreservado de ovino en los tratamientos de concentraciones de 10.0 y 50.0 mg $mL^{-1}$ en relación al tratamiento control. En relación a la actividad antioxidante, las diferentes partes de *M. oleifera* contienen más de 40 compuestos con actividad antioxidante (Martin *et al.*, 2013). Entre los compuestos con este potencial, ya sea por actividad de captación de radicales libres o por capacidad de formación de quelatos de iones metálicos identificados en las semillas de *M. oleifera*, se encuentran compuestos fenólicos como el kaempferol y los ácidos gálico y elágico. También se ha indicado que dichos extractos inhiben la peroxidación lipídica por acción de antioxidantes como las vitaminas C y E, y β-caroteno, responsables de la remediación del estrés oxidativo (Martin *et al.*, 2013). El espermatozoide está protegido por un sistema antioxidante en el plasma seminal, en las membranas y en el citoplasma, pero este sistema se elimina parcialmente y se altera severamente durante la crioconservación. La criopreservación también produce productos físicos, químicos, estrés en la membrana espermática, asociado a estrés oxidativo y ROS generados por espermatozoides muertos y por el oxígeno atmosférico o molecular del medio ambiente, induciendo disminuciones en la motilidad, integridad de la membrana y potencial de fertilización de los espermatozoides. La liberación de oxígeno molecular, formando bajo concentraciones de ROS, se requiere para el mantenimiento la de fertilización y capacitación / reacción acrosomal de los espermatozoides. Un exceso de ROS perjudica la motilidad y capacidad de fertilización (Bucak *et al.*, 2007).

Los resultados del presente trabajo indican un efecto antioxidante de la adición de *M. oleifera* en las concentraciones de 1.0, 10.0 y 50.0 mg $mL^{-1}$, lo cual mejora las diferentes características espermáticas evaluadas en este estudio (Cuadro 2). Mara *et al.* (2007) mencionan que un factor limitante en la preservación del semen es su exposición a la luz durante la manipulación antes del almacenamiento, dando lugar a la formación de ROS con daño al espermatozoide, a la motilidad celular y la integridad genómica.

En relación a la evaluación post-criopreservación de las características espermáticas con diferentes concentraciones de *M. oleifera*, en el Cuadro 2 se observa que, en la motilidad progresiva y rápida, el tratamiento de 10.0 mg $mL^{-1}$ (T4) mostró una diferencia ($p$ <0.05), con respecto al tratamiento con antibiótico convencional (T2). Peixoto *et al.* (2011) y El-Harairy *et al.* (2016) indican que tanto el extracto de la hoja como la semilla contienen compuestos con amplio espectro de actividad antimicrobiana, capaz de inhibir el crecimiento de bacterias G+ y G-. En este estudio

se encontró un efecto positivo de la adición del extracto de semilla de *M. oleifera* al semen criopreservado de ovino, ya que existió un grado de mejora en cuanto a la motilidad progresiva usando una concentración de 10.0 mg $mL^{-1}$, lo que quizá se debió a la capacidad antimicrobiana y antioxidante del extracto de *M. oleifera.* Sokunbi *et al.* (2015) encontraron un efecto positivo de la adición del extracto de *M. oleifera* en cuanto a la motilidad progresiva, ya que incrementó significativamente en semen de toro que contenía 12 mL de extracto crudo de *M. oleifera* en comparación cuando utilizaron 0. 8 y 16 mL de extracto crudo de *M. oleifera*. El-Harairy *et al.* (2016) mencionan que el extracto de *M. oleifera* puede tener impacto en la función del espermatozoide durante la crioconservación y reportan una motilidad progresiva 73.33% de semen de carnero con una concentración de 1000 µg de *M. oleifera.*

**Cuadro 2.** Efecto del extracto de semilla de *Moringa oleifera* sobre las características espermáticas y capacidad de fecundación de semen criopreservado de ovino.

| Tratamiento | Concentración $10^9$ /mL | Motilidad Progresiva % | Motilidad Rápida % | Porcentaje de fecundación (n) |
|---|---|---|---|---|
| Control (T1) | 0.102 ± 0.01 [a] | 29.52 ± 6.94 [ab] | 7.15 ± 1.94 [ab] | 79.99 ± 11.03[a] (162/201) |
| Antibiótico convencional (T2) | 0.098 ± 0.01 [a] | 27.10 ± 17.60 [b] | 6.82 ± 6.29 [b] | 69.96 ± 7.28[b] (142/202) |
| 1 mg $mL^{-1}$ (T5) | 0.100 ± 0.02 [a] | 31.55 ± 5.59 [ab] | 6.15 ± 1.94 [ab] | 74.65 ± 14.31[ab] (157/210) |
| 10 mg $mL^{-1}$ (T4) | 0.108 ± 0.01 [a] | 40.75 ± 16.12 [a] | 12.80 ± 10.90 [a] | 80.63 ± 9.91[a] (170/212) |
| 50 mg $mL^{-1}$ (T3) | 0.099 ± 0.01 [a] | 33.00 ± 14.90 [ab] | 8.70 ± 7.49 [ab] | 79.17 ± 14.20[ab] (163/206) |

*Letras diferentes (entre columnas) indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

En el Cuadro 2 se muestra la capacidad de fecundación de espermatozoides de borrego en ovocitos de vaca mediante la FIV heteróloga. La tasa de fecundación en el tratamiento control mostró una disminución en la fecundación mostrando un efecto estadístico significativo ($p < 0.05$) en comparación con los tratamientos testigo y con el tratamiento de 10.0 mg $mL^{-1}$. Los resultados positivos del presente estudio se deben a que los tratamientos adicionados con extracto de semilla de *M. oleifera* mostraron un efecto positivo, debido a la inhibición de bacterias y a la actividad antioxidante, lo que ayudó a preservar las diferentes características espermáticas, obteniendo altas tasas de fertilización. Sessions-Bresnahan *et al.* (2014) indican que, para una fertilización exitosa, los espermatozoides deben someterse a una capacitación y reacción acrosomal (RA) en el momento correcto. Después de estos cambios, el espermatozoide puede adquirir motilidad hiperactiva, y es capaz de unirse a la zona pelucida (ZP) del ovocito, donde sufre la reacción acrosomal, penetra la ZP y finalmente se fusione con el oolemma. De Vasconcelos *et al.* (2016) informaron que la sobreproducción de ROS y estrés oxidativo, podría alterar la fluidez de la membrana plasmática del espermatozoide necesaria para la RA y procesos de penetración de ovocitos. El α-tocoferol es un lipidsoluble antioxidante que suprime la peroxidación de lípidos de la membrana, mejorando así la motilidad del espermatozoide, un requisito esencial para la fertilización de ovocitos. Los datos obtenidos para las características espermáticas, previamente discutidos, se complementan con los datos de la prueba de fecundación *in vitro* heteróloga obtenidos en este estudio.

## CONCLUSIONES

Los valores obtenidos en este estudio tanto para la inhibición de UFC, la capacidad antioxidante, la motilidad progresiva y rápida, así como la capacidad de fecundación de semen criopreservado

de ovino mediante la fertilización *in vitro* heteróloga, indican que el nivel de inclusión de 10.0 mg $mL^{-1}$ del extracto de semilla de *Moringa oleifera* podría ser un buen sustituto del componente del antibiótico convencional en el diluyente del semen de ovino, preservando las diferentes características espermáticas del semen criopreservado de ovino.

## LITERATURA CITADA

Bucak, M. N., A. Ateşşahin, O. Varişli, A. Yüce, N. Tekin and A. Akçay. 2007. The influence of trehalose, taurine, cysteamine and hyaluronan on ram semen microscopic and oxidative stress parameters after freeze-thawing process. Theriogenology 67: 1060-1067.

De Vasconcelos, J. S. Franco, M. Faheem, A. Chaveiro and F. Moreira da Silva. 2016. Effects of α-tocopherol and freezing rates on the quality and heterologous *in vitro* fertilization capacity of stallion sperm after cryopreservation. Theriogenology 86: 957-962.

El-Harairy, M. A., A. E. Abdel-Khalek, W. A. Khalil, E. I. Khalifa, A. Y. El-Khateeb and A. M. Abdulrhmn. 2016. Effect of aqueous extracts of *Moringa oleifera* leaves or *Arctium lappa* roots on lipid peroxidation and membrane integrity of ram sperm preserved at cool temperature. Journal Animal and Poultry Production 7: 467-473.

García-Álvarez, O., A. Maroto-Morales, F. Martínez-Pastor, M. R. Fernández-Santos, M. C. Esteso, M. D. Pérez-Guzmán and A. J. Soler. 2009. Heterologous *in vitro* fertilization is a good procedure to assess the fertility of thawed ram spermatozoa. Theriogenology 71: 643-650.

Gloria, A., A. Contri, L. Wegher, G. Vignola, D. Dellamaria and A. Carluccio. 2014. The effects of antibiotic additions to extenders on fresh and frozen–thawed bull semen. Animal Reproduction Science 150: 15-23.

Mara, L., M. Dattena, S. Pilichi, D. Sanna, A. Branca and P. Cappai. 2007. Effect of different diluents on goat semen fertility. Animal Reproduction Science 102:152-157.

Martin, C., G. Martín, A. García, T. Fernández, E. Hernández y J. Puls. 2013. Potenciales aplicaciones de *Moringa oleifera*. Una revisión crítica. Pastos y Forrajes 36: 137-149.

Núñez-Gastélum, J. A., E. Álvarez-Parrilla, L. A. de la Rosa, N. R. Martínez-Ruíz, G. A. González-Aguilar and J. Rodrigo-García. 2015. Effect of harvest date and storage duration on chemical composition, sugar and phenolic profile of 'Golden Delicious' apples from northwest Mexico. New Zealand Journal of Agricultural Research 43: 214-221.

Peixoto, J. R., G. C. Silva, R. A. Costa, J. L. Fontenelle, G. H. Vieira, A. A. Filho and R. H. Vieira. 2011. *In vitro* antibacterial effect of aqueous and ethanolic Moringa leaf extracts. Asian Pacific Journal of Tropical Medicine 4: 201-204.

Schulze, M., M. Dathe, D. Waberski and K. Müller. 2016. Liquid storage of boar semen: Current and future perspectives on the use of cationic antimicrobial peptides to replace antibiotics in semen extenders. Theriogenology 85: 39-46.

Sessions-Bresnahan, D. R., J. K. Graham and E. M. Carnevale. 2014. Validation of a heterologous fertilization assay and comparison of fertilization rates of equine oocytes using *in vitro* fertilization, perivitelline, and intracytoplasmic sperm injections. Theriogenology 82: 274-282.

Sokunbi, O. A., O. S. Ajani, A. A. Lawanson and E. A. Amao. 2015. Antibiotic Potential of Moringa Leaf (*Moringa oleifera* Lam.) Crude Extract in Bull Semen Extender. European Journal of Medicinal Plants 9: 1-8.

Trujillo, L. E. y M. Rivera. 2002. Estudio comparativo de dos tratamientos con antibióticos sobre la calidad bacteriológica y espermática del semen bovino. Revista de la Facultad Nacional Agraria de Medellín 55: 1457-1472.

Varner, D. D., C. M. Scanlan, J. A. Thompson, G. W. Brumbaugh, T. L. Blanchard, C. M. Carlton and L. Johnson. 1998. Bacteriology of preserved stallion semen and antibiotics in semen extenders. Theriogenology 50: 559-573.

Vichas, L., I. A. Tsakmakidis, D. Vafiadis, G. Tsousis, E. Malama and C. M. Boscos. 2017. The effect of antioxidant agents' addition and freezing method on quality parameters of frozen thawed ram semen. Cell and Tissue Banking 19: 113-121.

Vieira, G. H., J. A. Mourao, A. M. Angelo, R. A. Costa and R. H. Vieria. 2010. Antibacterial effect *(in vitro*) of *Moringa oleifera* and *Annona muricata* against gram positive and gram negative bacteria. Revista Institucional Medicina Tropical Sao Paulo 52: 129-132.

Yániz, J., M. A. Aguado and A. M. Pilar. 2010. Bacterial contamination of ram semen, antibiotic sensitivities, and effects on sperm quality during storage at 15 °C. Animal Reproduction Science 122: 142-149.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DE LA FRECUENCIA Y RITMO DE EXTRACCIÓN DEL EYACULADO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS SEMINALES EN MACHOS DE LA RAZA KATAHDIN

# [EFFECT OF FREQUENCY AND RATE OF THE EXTRACCIÓN THE EJACULATE ON THE SEMINAL CHARACTERISTICS IN RAMS OF THE KATAHDIN BREED]

**V. M. Meza-Villalvazo[1§], R. Hernández-García[1], C. Avendaño-Ortiz[1], S. Ramirez-Ordoñez[2]**

[1]Laboratorio de Biotecnología Animal, Instituto de Biotecnología, Universidad del Papaloapan, Tuxtepec, Oaxaca, México. [2]Universidad del Papaloapan, Avenida Ferrocarril S/N, ciudad universitaria, Loma Bonita Oaxaca. CP. 68400. [§]Autor para correspondencia: (meza1077@hotmail.com).

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la frecuencia y ritmo de extracción del eyaculado sobre las características seminales en ovinos de raza Katahdin. Se utilizaron 15 machos adultos, los cuáles se dividieron en tres grupos en función del ritmo de extracción (intensivo, semi-intensivo y extensivo), los eyaculados fueron obtenidos mediante vagina artificial y se evaluaron los parámetros de volumen del eyaculado, motilidad y concentración espermática en cada una de las muestras. Las variables se determinaron con el sistema CASA (ISAS, Proiser). Los datos de los parámetros: volumen: motilidad, concentración, intervalo de extracción) fueron analizados por un ANOVA factorial usando el programa estadístico SPSS para Windows versión 24.0. El volumen del eyaculado no presento diferencia significativa ($p < 0.05$) en frecuencia y ritmo de eyaculados; la motilidad espermática presentó diferencia significativa ($p < 0.05$) en cuanto a frecuencia y ritmo de extracción, presentando mayores índices en eyaculados obtenidos cada 8 días. La concentración espermática presenta diferencias significativas en cuanto a ritmo de extracción ($p < 0.05$), pero no en cuanto a frecuencia. En conclusión, la frecuencia y ritmo de extracción de semen en ovinos de la raza Katahdin ejerce un efecto sobre los parámetros de motilidad y concentración espermática, no obstante para el volumen de eyaculado.

**Palabras clave**: Calidad seminal, concentración espermática, motilidad espermática, volumen del eyaculado.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of the frequency and rate of ejaculate extraction on seminal characteristics in rams of the Katahdin breed. Fifteen adult males were used, were divided into three groups based on the extraction rate, intensive, semi-intensive and extensive, the ejaculates were used by artificial vagina and the parameters of ejaculate volume, motility and sperm concentration were evaluated in each one of the samples. The variables are determined with the CASA system (ISAS, Proiser). The data were analyzed by an ANOVA factor using the SPSS statistical program for Windows version 24.0. The volume of the ejaculate did not show a significant difference ($p < 0.05$) in frequency and rate of ejaculates; sperm motility showed a

significant difference ($p < 0.05$) in frequency and rate of extraction, presenting higher rates in affected ejaculates every 8 days. The sperm concentration shows significant differences in extraction rate ($p < 0.05$), but not in frequency. In conclusion, the frequency and rate of semen extraction in rams of the Katahdin breed exert an effect on the parameters of motility and sperm concentration, unmodified for the volume of ejaculate.

**Index words**: Ejaculate volume, seminal quality, sperm concentration, sperm motility.

## INTRODUCCIÓN

La calidad seminal se refiere al conjunto de parámetros que determinan la viabilidad de las células espermáticas su evaluación permite establecer la fertilidad del macho, y es fundamental para asegurar una buena fertilidad en los sistemas productivos (Sohail *et al.,* 2013). Algunos aspectos propios del animal como son: la libido de los individuos, la capacidad de recuperación entre montas y el número de hembras para servicio en un periodo corto afectan la calidad o la capacidad de las células espermáticas en los diferentes eyaculados. En ovinos la alta frecuencia de eyaculación induce a cambios específicos en los espermatozoides a nivel bioquímico y se ve reflejado en la composición del plasma seminal y el metabolismo espermático, el cual puede influir en la capacidad de fertilización de dichas celulas. Sin embargo, en estudios realizados en ovinos se ha observado que el segundo eyaculado presenta mayor motilidad (Nel-Themaat *et al.,* 2006) y valores de viabilidad, medido en función de integridad de la membrana, motilidad individual progresiva y menores resultados en la integridad del acrosoma en relación con el primer eyaculado (Ollero *et al*., 1996). Por lo anteriormente expuesto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto Ritmo y frecuencia de extracción del eyaculado sobre las características seminales en ovinos de la raza Katahdin.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en el laboratorio de Biotecnología Animal, localizado en la Universidad del Papaloapan campus Tuxtepec, Se utilizaron 15 reproductores ovinos de la raza Katahdin, con un peso de 110 kg y una edad aproximada de 12 meses cada uno; los cuales fueron distribuidos en tres tratamientos ($n$=5) en base a los intervalos de colecta: intensivo (cada 2 días), semi-intensivo (cada 4 días) y extensivo (cada 8 días), durante la fase experimental los animales permanecieron en estabulación y recibieron una dieta de mantenimiento, y libre acceso a agua limpia y fresca. Las muestras de semen fueron colectadas mediante la técnica de vagina artificia, una vez obtenida las muestras se transportaron al laboratorio, donde fueron mantenidas baño María a 37 ºC, para su posterior análisis. La frecuencia de los eyaculados fue a diferencia de 5 y 10 min. La motilidad masal se valoró tomando una alícuota de 5 µl del eyaculado y depositándola en un portaobjeto situado sobre la platina termica a 37 ºC de mediante los sistemas computadorizados de análisis seminal (CASA: ISAS Proiser), con la lente de fase 10 X negativo. De cada muestra se capturaron 4 campos. La concentración espermática se realizó mediante una dilución de 1:200 (semen: agua destilada), posteriormente se depositaron 8 µl de la dilución en una cámara de Neubauer y observada con la lente de fase 10X positivo en el sistema CASA. Los datos de los

parámetros: volumen: motilidad, concentración, intervalo de extracción) fueron analizados por un ANOVA factorial usando el programa estadístico SPSS para Windows versión 24.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El promedio total del volumen obtenido de los eyaculados en el presente trabajo se presenta en el Cuadro 1. Se observa que el ritmo de extracción no afecta ($p > 0.05$) el volumen del eyaculado, la frecuencia no presentó efecto sobre el volumen de eyaculado; a pesar de observarse un mayor volumen durante el primer eyaculado en comparación con el segundo con ritmo de extracción intensivo no se observó diferencia significativa ($p > 0.05$). El volumen promedio de los eyaculados se encuentra dentro de los rangos descritos para ovinos de pelo 0.5 y 2 mL propuesto por Balcázar y Porras (2009). En cuanto a la frecuencia de eyaculación los resultados del volumen de este estudio difieren a lo reportado por Bravo y Roy (2015) quienes reportaron un volumen promedio de 1.22 mL para el primer eyaculado y 1.16 mL para el segundo eyaculado en sementales de raza Ile de France. A pesar de no mostrar diferencias significativas en cuanto a la frecuencia de eyaculación, se observa que en ambos estudios dicho factor influyó sobre el volumen disminuyendo con la frecuencia.

**Cuadro 1.** Volumen del eyaculado (mL) en ovinos de la raza Katahdin obtenidos a partir de diferentes ritmos y frecuencias de extracción.

| Frecuencia | Ritmo de extracción | | |
|---|---|---|---|
| | Intensivo | Semi-intensivo | extensivo |
| 1er eyaculado | 0.90 ± 0.48 | 0.89 ± 0.35 | 0.80 ± 0.32 |
| 2do eyaculado | 0.80 ± 0.25 | 0.84 ± 0.31 | 0.80 ± 0.28 |

El porcentaje de motilidad se muestra en el cuadro 2. Se observa una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) sobre el ritmo de colecta, existe una disminución de la motilidad conforme aumenta la frecuencia de colecta, esto podría deberse a que los elevados ritmos de extracción de semen aceleran el recorrido epididimario del espermatozoide, la maduración espermática no se completa y como resultado la motilidad del espermatozoide desciende (Bonet *et al*., 1993). En cuanto frecuencia de extracción presentan diferencias ($p < 0.05$). Sin embargo, difieren a los reportados por Abadjieva *et al.* (2014) y Ollero *et al*. (19969, quienes observaron la existencia de una clara tendencia a presentar mayores valores en el segundo eyaculado para motilidad total ($p <$ 0,05). Es probable que el comportamiento de la motilidad esté relacionado con la adaptación de los animales a las condiciones medio ambientales, ya que no se ha reportado estacionalidad reproductiva en las condiciones de trópico, en las cuales se realizó el estudio.

La concentración promedio de los eyaculados se presenta en el cuadro 3. Se observa que existe diferencia significativa ($p < 0.05$) para el ritmo de extracción. En cuanto a la frecuencia no presenta diferencias significativas ($p > 0.05$), pero cabe mencionar que la concentración espermática tiende a disminuir en el segundo eyaculado. Los resultados del presente estudio son similares a los obtenidos por Ollero *et al.* (1996) en sementales de raza Aragonesa, en el cual observaron que la concentración espermática se vio influenciada por la frecuencia de colecta, disminuyendo

conforme aumento el número de las mismas, este proceso podría ser el resultado de la eyaculación consecutiva, en relación con la función del reservorio espermático (Stellflug y Berardinelli, 2002).

**Cuadro 2.** Motilidad espermática (%) en ovinos de la raza Katahdin obtenidos a partir de diferentes ritmos y frecuencias de extracción.

| Frecuencia | Ritmo de extracción | | |
|---|---|---|---|
| | Intensivo | Semi-intensivo | extensivo |
| 1er eyaculado | 76 $^{aA}$ | 80$^{bA}$ | 85$^{cA}$ |
| 2do eyaculado | 67$^{aB}$ | 73$^{bB}$ | 80$^{cB}$ |

a,b,c: Literales entre hileras indican diferencia significativa entre ritmos. A,B: Literales entre columnas indican diferencia significativa entre frecuencias.

**Cuadro 3.** Concentración espermática (millones de espermatozoides / mL) en ovinos de la raza Katahdin obtenidos a partir de diferentes ritmos y frecuencias de extracción.

| Frecuencia | Ritmo de extracción | | |
|---|---|---|---|
| | Intensivo | Semi-intensivo | extensivo |
| 1er eyaculado | 3829.84 ± 1128$^{aA}$ | 4015 ± 1364$^{bA}$ | 4465.84 ± 1984$^{cA}$ |
| 2do eyaculado | 3634.58 ± 1697$^{aA}$ | 4123 ± 1290$^{bA}$ | 4324.15 ± 1595$^{cA}$ |

a,b,c: Literales entre hileras indican diferencia significativa entre ritmos. A, B: Literales entre columnas indican diferencia significativa entre frecuencias.

## CONCLUSIONES

La frecuencia y ritmo de extracción de semen en ovinos de la raza Katahdin ejerce un efecto sobre los parámetros de motilidad y concentración espermática, no obstante, para el volumen de eyaculado.

## LITERATURA CITADA

Abadjieva, D., M. Chervenkov, R. Stefanov, N. Metodiev, E. Kistanova and D. Kacheva. 2014. Effect of breeding season on the kinematic parameters and morphology of ram sperm from synthetic population Bulgarian milk sheep breed. Bulgarian Journal of Agricultural Science 20(4): 967-72.

Balcázar, J. A. S. y A. I. A Porras. 2009. Manual de Prácticas en Manejo Reproductivo de Ovinos y Caprinos. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Departamento de reproducción pp. 53-58.

Bonet, S., M. Briz y A. Fradera. 1993. Estudio comparativo entre la morfología espermática del eyaculado de verracos sometidos a extracciones de semen cada 2 días y la morfología del esperma procedente de las 3 regiones epididimarias. Revista de la Asociación Nacional de Porcinocultultura 124: 30-38.

Bravo, J. A. y T. J. Roy. 2015. Características seminales de moruecos de raza Ile de France según el eyaculado. Unidad de Reproducción y Obstetricia. Facultad de Veterinaria. UEX. España.

Nel-Themaat, L., G. D. Harding, J. E. Chandler, J. F. Chenevert, P. Damiani and J. M. Fernandez. 2006. Quality and freezing qualities of first and second ejaculates collected from endangered Gulf Coast Native rams. Animal Reproduction Science 95: 251-61.

Ollero, M., T. Blanco, M. J. Pérez and J. A. Pérez. 1996. Viability of ram spermatozoa in relation to the abstinence period and successive ejaculations. International Journal of Andrology 19: 287-292.

Schlolaut, W. 1985. Compendium of rabbit production. Eschborn. Germany. pp:119-120.

Sohail, A., S. M. H. Andrabi, M. Anwar, L. Ali and A. Mehmood. 2013. Assessment of Buffalo Bull Semen Quality Based on Sperm Motility Parameters, Motion Characteristics and In Vitro Fertilization Rate. Pakistan Veterinary J. 33(1): 53

Stellflug, J. N. y J. G. Berardinelli. 2002. Ram selection for reproductive Rate in rambouillet ewes. Journal of Animal Science 80(10): 2588-93.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# INSEMINACIÓN ARTIFICIAL POR LAPAROSCOPIA EN OVINOS BAJO CONDICIONES DE CAMPO EN EL VALLE DEL MEZQUITAL, HIDALGO

# [ARTIFICIAL INSEMINATION BY LAPAROSCOPY IN SHEEP UNDER FIELD CONDITIONS IN VALLE DEL MEZQUITAL, HIDALGO]

**Rafael Nieto-Aquino[§], David Hernández-Rodríguez, Blass Hernández-Rodríguez, Luis Félix-Gutiérrez, Eliceo Hernández-Hernández, Roberto Jiménez-San Juan, Jesús Hernández-Aguilera, Egleyde Gómez-Nochebuena, Silvestre Tellez-Argüellez, Melchor Olivares-Nochebuena**

Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Huejutla. Ingeniería en Agronomía con Especialidad en Zootecnia. C.P. 43000. Huejutla de Reyes. Hidalgo, México. [§]Autor para correspondencia: (rnietoa@colpos.mx).

## RESUMEN

El objetivo fue evaluar la técnica de inseminación artificial por laparoscopia (IAL) bajo condiciones de campo sobre las variables reproductivas en ovejas y sus impactos sociales con ovinocultores de la región del Valle del Mezquital, Hidalgo. El diseño experimental fue completamente al azar. Se utilizaron 387 ovejas distribuidas en 7 Municipios y 14 unidades de producción ovinas (UPO), de las razas: 162 Katahdin, 145 Hampshire, 45 Dorset y 35 Suffolk. El estro se sincronizó con esponjas intravaginales por 11 días, dos días antes del retiro se aplicó 400 UI de gonadotropina (eCG). La IAL se llevó a cabo a las 50 hrs post sincronización del estro en cada una de las UPO. La respuesta e inicio del estro no mostró diferencias ($p > 0.05$) entre las diversas razas de ovejas. El porcentaje de ovejas gestantes presentó diferencias por la raza ($p < 0.05$), la Katahdin mostró mayor tasa de gestación a pesar de las condiciones de campo y diversidad en las UPO; sin embargo, la prolificidad entre las razas fue semejante. La técnica de IAL y el protocolo hormonal en la sincronización del estro presentan resultados favorables en gestación y prolificidad, por lo que resultan ser efectivos para el Programa de Mejoramiento Genético de Ovinos en la región del Valle de Mezquital, Hidalgo, México.

**Palabras clave:** Estros, laparoscopia, ovinos, reproducción, sincronización.

## ABSTRACT

The objective was to evaluate the technique of artificial insemination by laparoscopy (AIL) under field conditions on the reproductive variables in ewes and their social impacts with sheep farmers from the Valle del Mezquital, Hidalgo region. The experimental design was completely random. We used 387 ewes distributed in 7 Municipalities and 14 units of sheep production (USP), of the breeds: 162 Katahdin, 145 Hampshire, 45 Dorset and 35 Suffolk. The estrus was synchronized with intravaginal sponges for 11 days, two days before the removal, 400 IU of gonadotropin was applied. The AIL was carried out at 50 h post synchronization of estrus in each of the USP. The response and start of estrus did not show differences ($p > 0.05$) between the different breeds of ewes. The percentage of pregnant ewes presented differences by breeds ($p < 0.05$), the Katahdin showed higher gestation rate despite the field conditions and diversity in the USP; however, the prolificacy

between the breeds was similar. The AIL technique and the hormonal protocol for estrus synchronization present favorable results in gestation and prolificacy, which is why they are effective for the Program for the Genetic Improvement of Sheep in the region of the Valle del Mezquital, Hidalgo, México.

**Index words:** Estrus, laparoscopy, sheep, reproduction, synchronization.

## INTRODUCCIÓN

La ovinocultura toma importancia y relevancia en nuestro país, mostrando un incremento en cuanto a la producción de carne en comparación con otras actividades del sector pecuario (57,691 toneladas), sin embargo; no ha sido lo suficiente para cubrir la demanda existente en el país y; por lo tanto, continúan las importaciones de países como Nueva Zelanda, Australia, Estados Unidos, Canadá y Chile (Arteaga, 2005). En este contexto, Hidalgo ocupa el segundo lugar a nivel nacional representado el 25 % de la producción con un inventario de 1, 055, 678 cabezas de ovinos (SIAP, 2012), sin embargo, está determinado que existe un escaso nivel tecnificado que retrasa el desarrollo de la mayoría de los ovinocultores, lo que dificulta la introducción de nuevas biotecnologías en la reproducción (Ramón, 2001). No obstante, a pesar de la situación actual de la ovinocultura, la Secretaria de Desarrollo Agropecuario (SEDAGROH) continúa impulsando el programa de asistencia técnica especializada enfocada a promover la adopción de tecnologías innovadoras en las unidades de producción ovinas del Estado (Cadena *et al.*, 2017). El programa de mejoramiento genético en ovinos mediante la técnica de IAL ha sido uno de los principales retos en SEDAGROH, sin embargo, en un trabajo en conjunto entre ovinocultores e instituciones de gobierno se trazaron objetivos y metas, siendo primordialmente la inseminación de 5,000 vientres ovinos con semen de sementales de probada superioridad productiva del rebaño estatal. Por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue evaluar la técnica de IAL bajo condiciones de campo sobre las variables reproductivas en ovejas y sus impactos sociales con ovinocultores de la región del Valle del Mezquital, Hidalgo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el estado de Hidalgo en la región denominada Valle del Mezquital en donde aleatoriamente los Municipios asignados fueron San Salvador, Francisco I. Madero, Progreso de Obregón, Tezontepec de Aldama, Santiago Tezontlale, Ajacuba y Tecomatlan. Las características geográficas oscilan de 98º 48' 27'' de longitud oeste y a 19º 48' 23'' de latitud norte, a 2241 msnm. El clima es templado subhúmedo con una precipitación media anual de 632.5 mm y una temperatura entre 12 y 18 ºC (García, 1998).

El manejo de los animales se realizó de acuerdo a las normas de ética y bioseguridad del Consejo de Organizaciones Internacionales en Ciencias Médicas (CIOMS, 1986), en cumplimiento con la ley mexicana (NOM-062-ZOO-1999) para el uso de animales en experimentación (DOF, 2001). En cada Municipio se seleccionaron de manera aleatoria dos unidades de producción ovina (UPO) debidamente registradas en el padrón de la cadena de ovinos. Cada productor de la UPO seleccionó

de manera arbitraria una de las cuatro razas (Katahdin, Dorsert, Suffolk y Hampshire) establecidas en el Programa de mejoramiento genético del Estado Hidalgo acorde a sus objetivos de producción. El programa de mejoramiento genético en ovinos incluía un análisis de la condición corporal y etapa fisiológica reproductiva de las ovejas candidatas a la IAL, dos diagnósticos de gestación por ultrasonografía uno inicial para determinar si las ovejas se encontraban vacías (no gestantes) antes de la IAL y el final posterior a la IAL para determinar si las ovejas se encontraban gestantes, el tratamiento hormonal para la sincronización del estro, se realizó en la UPO bajo condiciones de campo.

**Animales y tratamientos hormonales**

Se utilizaron un total de 387 ovejas distribuidas en los siete Municipios y las 14 UPO, las cuales correspondieron a las diversas razas: 162 Katahdin, 145 Hampshire, 45 Dorset y 35 Suffolk; en época reproductiva, con un peso promedio de 54 ± 8.2 kg y una condición corporal de 2.5 en escala de 1 a 5. Las ovejas fueron sincronizadas al estro con esponjas intravaginales de 20 mg de cronolone, (Chronogest®, Intervet), durante un periodo de 11 días, dos días antes del retiro de la esponja las ovejas recibieron una inyección intramuscular de 400 UI eCG, (Folligon®, Intervet) (Figura 1). La detección del estro se inició 24 h después del retiro de la esponja con ayuda de sementales con mandil; posteriormente se monitoreó el comportamiento del estro cada 6 h, durante 48 h, para determinar el inicio del mismo antes de la IAL. El diagnóstico de gestación se confirmó a los 30 días posteriores de la inseminación utilizando un equipo de ultrasonido Sonovet 600 con un transductor de 7,5 MHz, por vía transrectal (Medison, Inc., Cypress, California, EUA). La alimentación de las ovejas se estableció de acuerdo a las condiciones de cada UPO, cuidando cubrir los requerimientos nutricionales de mantenimiento recomendado por el NRC de ovinos (2007).

**Figura 1:** Programa de mejoramiento genético en ovinos. A: Diagnóstico de gestación por ultrasonografía. B: sincronización del estro. C-D: IAL bajo condiciones de campo.

**Inseminación artificial por laparoscopia**

La inseminación artificial por laparoscopia se llevó a cabo en promedio de las 50 h post tratamiento hormonal de la sincronización del estro en cada una de las UPO bajo las condiciones de campo presentes que incluía instalaciones precarias y factores ambientales no controlados, esto con la finalidad de valorar la eficacia de la técnica de IAL y la eficiencia del programa establecido.

Todas las ovejas fueron dietadas durante 24 h antes de ser inseminadas con semen refrigerado (5 ºC, pajillas de 0.25 mL, con $120 \times 10^6$ espermatozoides). La tranquilización preanestésica se realizó con una inyección intramuscular de hidrocloruro de xilacina al 2% (Rompun®, Bayer) en una dosis de 0.1 mL/10 $kg^{-1}$ de peso vivo; como anestésico se aplicó ketamina (Anesket ®, Pisa) en una dosis de 0.2 mL/10 $kg^{-1}$ de peso vivo por vía endovenosa (Mejía, 1997). La inseminación artificial se realizó de acuerdo a la metodología descrita por Ramírez *et al.* (2005).

**Análisis estadístico**

Se realizó un diseño completamente al azar. Cada oveja representó una unidad experimental. El porcentaje de presentación de estros y gestación fueron analizados a través de la prueba de $\chi^2$ por medio del PROC FREQ. Para el inicio del estro se realizó un análisis de varianza por medio del PROC GLM y la prueba de comparación de medias de Tukey de SAS (2009).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados demostraron que la raza con mayor preferencia o demanda por los ovinocultores (dueños de la UPO) fue la Katahdin con el 42 %, seguida de la Hampshire con el 37 %, y por último, la Dorset con 12 % y la Suffolk con 9 %, respectivamente.

El Valle del Mezquital Hidalgo se caracteriza por ser una zona consumidora de barbacoa, el ovino que se destina para este fin son principalmente razas de lana como la Hampshire y Suffolk; no obstante, en la actualidad existe una gran demanda por ovinos de pelo como el Katahdin e incluso el Dorper, esta última no se encontraba dentro del catálogo de razas, sin embargo, es solicitada para establecer cruzas terminales enfocadas en el mejoramiento genético o píe de cría, para el comercio de la barbacoa debido al rendimiento y características de la canal.

**Presentación e inicio del estro**

La respuesta y el inicio del estro a la sincronización no fue diferente ($p > 0.05$) entre las diversas razas de ovejas, se registró el 96.3% con presentación del estro con un promedio de inicio a las 34.1 ± 5.1 h del estro. La respuesta del estro entre tratamientos a la sincronización con esponjas intravaginales es semejante a otras investigaciones en las que reportan del 90 al 100 % de estros (Urviola *et al.,* 2005; Mustafa *et al.,* 2007).

Por otra parte, el inicio del estro es similar a lo reportado en otras investigaciones, Ali (2007) observó un inicio de estro de 32±5.6 h, después de retirada la esponja, mientras que Mustafa *et al*.

(2007) reportan un inicio de estro de 34.5±2.6 h posterior al retiro del dispositivo y la administración de 500 UI de eCG. Al respecto del inicio del estro en ovejas se reportan cerca del 90% de la respuesta en estro en un intervalo de 36-72 h posteriores al retiro de la esponja (Zonturlu *et al.*, 2008; Koyuncu y Altcekic, 2010), lo que confirma la efectividad de los tratamientos hormonales.

**Porcentaje de gestación y prolificidad**

Los resultados obtenidos referente al porcentaje de ovejas gestantes presentó diferencias por la raza ($p < 0.05$) (Figura 2), en este trabajo la Katahdin mostró mayor tasa de gestación, a pesar de las condiciones de campo y diversidad en las UPO; sin embargo, la prolificidad entre las razas fue semejante. Esta determinado que la fertilidad de la hembra al utilizar IAL es influenciada por diversos factores como el estado nutricional, fisiológico y corporal, aunado al sistema de explotación de la granja y factores ambientales (Paulenz *et al.*, 2002; Anel *et al*., 2005). Avendaño *et al*. (2007), inseminó ovejas pelibuey con tres razas de pelo (Katahdin, Dorper, Pelibuey) no encontrando diferencias en gestación entre razas (40-60%) no obstante, la prolificidad tendió a ser mayor en ovejas Dorper y Katahdin (2.6 y 2.7, respectivamente) a pesar de las condiciones ambientales. Por su parte, Aké *et al*. (2014) evaluó dos dosis de gonadotropina coriónica equina (eCG, 200 y 250 UI) en ovejas Pelibuey inseminadas con semen fresco de Katahdin (pajilla 0.25 mL, con 150 × $10^6$ espermatozoides) reportando que la dosis de eCG presenta efectos sobre la respuesta al estro (200 UI: 86.5%; 250 UI: 95.9%) y tasa de ovejas gestantes (200 UI: 64.9%; 250 UI: 85.1%).

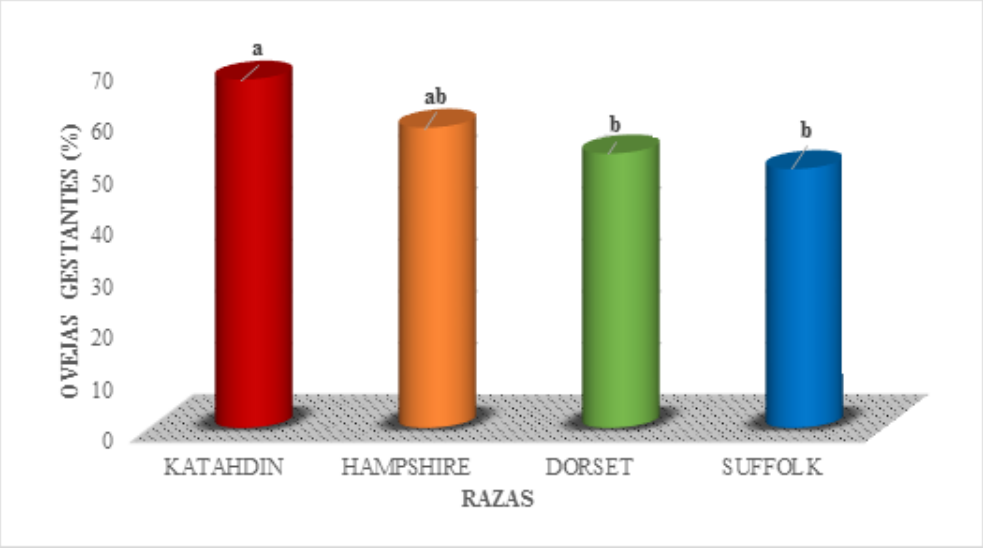



**Figura 2.** Porcentaje de ovejas gestantes inseminadas mediante laparoscopia.

En el presente estudio las tasas de gestación y prolificidad de las razas Hampshire, Dorset y Suffolk son semejantes a los reportados por Cadena *et al*. (2017) quienes observaron el 53% en ovejas gestantes con prolificidad de 1.5. Los resultados que se obtienen en la presente investigación

con respecto a la tasa de gestación y prolificidad bajo la técnica de IAL son aceptables, lo que ha permitido la aceptación por parte de los ovinocultores en el Valle del Mezquital Hidalgo, así mismo, la inclusión de razas de pelo ha representado una alternativa en la mejora de los rebaños ovinos, lo que sugiere no solo establecer un programa para pie de cría, sino también anexar diversidad de razas que le de opciones de cruzas terminales que mejoren rendimientos y calidad de carne para el gran mercado de barbacoa en esta región.

## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de campo en las que se realizó el presente trabajo de investigación, se concluye que la técnica de IAL y el protocolo hormonal en la sincronización del estro presentan resultados favorables en gestación y prolificidad, por lo que resultan ser efectivos para el Programa de Mejoramiento Genético de Ovinos en la región del Valle de Mezquital, Hidalgo; se sugiere la inclusión de nuevas razas de pelo que cumplan con las expectativas de los ovinocultores y satisfagan la demanda del producto para el comercio de la barbacoa.

## LITERATURA CITADA

Aké, L. J. R., C. F. G. Centurión, M. J. G. Magaña y V. R. Aké. 2014. Efecto del progestágeno y la dosis de gonadotropina coriónica equina en la sincronización del estro y tasa de gestación en ovejas pelibuey inseminadas por laparoscopia. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 1(3): 261-268.

Ali, A. 2007. Effect of time of eCG administration of follicular response and reproductive performance of FGA-treated Ossimi ewes. Small Ruminant Research 72: 33-37.

Anel, L., M. Kaabi, B. Abroug, M. Alvarez, E. Anel, J. C. Boixo, L. F. De la Fuente and P. De la Paz. 2005. Factors influencing the success of vaginal and laparoscopic artificial insemination in churra ewes: a fiel assay. Theriogenology 63: 1235-1247.

Arteaga, C. J. D. 2005. Ovinos y caprinos ganadería del futuro. Asociación mexicana de criadores ovinos (AMCO). Fecha de consulta: 27 de septiembre 2018. Disponible en: http://www.asmexcriadoresdeovinos.org/.

Avendaño, R. L., V. F. D. Álvarez, R. L. Molina, S. R. Rangel, C. A. Correa, G. J. Rodríguez, V. M. Cruz, P. H. Robinson and T. R. Famula. 2007. Reproduction performance of pelibuey ewes in response to estrus synchronization and artificial insemination in Northwestern México. Journal of Animal and Veterinary Advances 6 (6): 807-812.

Cadena, V. S., R. C. Cortez, C. L. De la Cruz y S. J. Gallegos. 2017. Impacto y relevancia de un programa de inseminación artificial en la mejora productiva de rebaños ovinos. Agroproductividad 10(2): 65-71.

CIOMS (Council for international Organizations of Medical Sciences). 1986. "International Guiding Principles for Biomedical Research Involving Animals". CIOMS, Geneva, Switzerland.

DOF (Diario Oficial de la Federación). 2001. "Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999: Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de animales de laboratorio". México, D.F.

García, E. 1998. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Instituto de Geografía, UNAM. México DF. 246 p.

Koyuncu, M. and S. Alticekic. 2010. Effects of progesterone and PMSG on estrous synchronization and fertility in Kivircik ewes during natural breading season. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 23: 308-311.

Mejía, V. O. 1997. Transferencia de embriones en pequeños rumiantes. *In:* Memorias del curso de manejo reproductivo e inseminación artificial en pequeños rumiantes. Facultad de Medicina y Veterinaria Zootecnia. UNAM. México. D.F. México.pp. 79-85.

Mustafa, Q. H., M. M. Ababneh and D. S. Abu-Ruman. 2007.The effects of short or long term FGA treatment with or without eCG on reproductive performance of ewes bred out-of-season. American Journal of Animal Veterinary Science 2(1): 23-28.

National Research Council (NRC). 2007. Nutrient requirements of small ruminants. Sheep, goats, cervids and new world camelids. National Academy Press, Washington D.C.

Paulenz, H., T. Adnoy, O. H. Fossen, L. Soderquist and K. A. Berg. 2002. Effect of deposition site and sperm number on the fertility of sheep inseminated with liquid semen. Veterinary Record 150: 299-302.

Ramírez, M. A., R. R. Martínez, V. O. Mejía y C. R. Soto. 2005. Modificación de la técnica de inseminación artificial intrauterina mediante laparoscopía en ovejas pelibuey. Agrociencia 39: 589-593.

Ramón, U. J. P. 2001. Ovulación múltiple y Transferencia de embriones en los ovinos. Curso de Ovinotecnia, Pachuca Hidalgo.

SIAP. 2012. Resumen Pecuario por Estado-Región. SAGARPA, México.

Statistical Analysis System (SAS). 2009. SAS/STATTM User's Guide, Release 5.0 Cary, N.C. U.S.A. SAS Inst. Inc.

Urviola, M., V. Leyva, H. Huamán y W. García. 2005. Manipulación de la ovulación del folículo dominante con prostaglandina en diferentes estadios del ciclo estral sobre las tasas reproductivas en ovinos Corriedale. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú 16(2): 103-113.

Zortulu, A. K., F. Aral, N. Ozyurtlu and U. Yavuzer. 2008. Synchronization of oestrus using FGA and CIDR intervaginal pessaries during the transition period in Awassi ewes. Journal of Animal and Veterinary Advances 7: 1093-1069.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# REINICIO DE LA ACTIVIDAD OVÁRICA EN OVEJAS POSTPARTO EN AMAMANTAMIENTO CONTROLADO Y EFECTO MACHO

# [OVARIAN ACTIVITY RESTORATION IN POSTPARTUM SHEEP WITH CONTROLLED BREASTFEEDING AND MALE EFFECT]

**Elsa Lysbet Rodríguez-Castañeda[1§], José Del Carmen Rodríguez-Castillo[2], Jorge Ezequiel Hernández-Hernández[2], Manuel Robles-Robles[2], Martín Carmona-Victoria[3], Silvia Fraire-Cordero[4], Jaime Gallegos-Sánchez[5]**

[1]INIFAP, Centro de Investigación Regional Norte Centro, Campus la Campana. Carretera Chihuahua-Ojinaga km 33.3, Chihuahua. [2]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, BUAP. Carretera Cañada Morelos, Km. 7, El Salado Tecamachalco, 75470, Puebla. [3]Escuela de Ingeniería Agronómica y Zootecnia BUAP. Carretera Cañada Morelos, Km. 7, El Salado Tecamachalco, 75470, Puebla. [4]Catedrática CONACyT, Campus Campeche, Colegio de Postgraduados. Carretera Haltunchén-Edzná km 17.5, Sihochac, Champotón, 24450 Campeche.[5]Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco 56230, Estado de México. [§]Autor para correspondencia: (zootecnia.bienestar@outlook.com).

## RESUMEN

El periodo postparto es un limitante para mejorar la productividad en ovinos. El objetivo de esta investigación fue evaluar el control del amamantamiento y el efecto macho en el reinicio de la actividad reproductiva en ovejas Pelibuey postparto, bajo la hipótesis de que el control del amamantamiento puede modificar la respuesta reproductiva. Se utilizaron 64 ovejas postparto de la raza Pelibuey, con promedio de 4 ± 1 partos, que se distribuyeron a uno de dos tratamientos: amamantamiento continuo (Continuo; $n$ = 33) y amamantamiento controlado (Controlado; $n$= 31). Se realizó ecografía transrectal los días 30, 38, 46 y 65 postparto (PP) para determinar el porcentaje de ovejas que ovularon durante la lactancia. El "efecto macho se aplicó a todas las ovejas al momento del destete (día 60 PP), con la introducción de un carnero con mandil, al corral de las ovejas. El diseño experimental fue completamente al azar. Se observó un mayor porcentaje de ovejas ovulando (83.8 %) al día 46 en el grupo Controlado ($p \leq 0.05$). El tiempo de inicio a estro fue menor ($p < 0.05$) en las ovejas con amamantamiento continuo (6.2 ± 1.0 vs 7.8 ± 1.3 $d^{-1}$). El porcentaje de retorno a estro fue mayor ($p < 0.05$) en el grupo Continuo, mientras que el porcentaje de gestación se incrementó en el grupo Controlado (100 % vs 72.7 %, $p < 0.05$). El manejo reproductivo con control del amamantamiento y efecto macho es una alternativa viable para el control de la reproducción sin el uso de hormonas exógenas.

**Palabras clave:** Anestro postparto, estro, ovulación, pelibuey.

## ABSTRACT

Postpartum period limit the productivity improve in sheep. The objective of this study was to evaluate the control of suckling and the "male effect" in the resumption of reproductive activity in postpartum Pelibuey sheep, under the hypothesis of the control of breastfeeding can modify the reproductive response. Sixty-four postpartum Pelibuey sheep were used, with an average of 4 ± 1

births, distributed in one of two treatments: continuous suckling (Continuous; *n* = 33) and controlled suckling (Controlled; *n* = 31). Transrectal ultrasound was performed on 30, 38, 46 and 65 postpartum days (PP) to determine the percentage of sheep that ovulated during lactation. The male effect was applied at the time of weaning (day 60 PP), with the introduction of a ram with apron, in the pen of the sheep. The experimental design was completely random. A greater percentage of ovulation sheep was observed (83.8%) at day 46 in the Controlled group ($p \leq 0.05$). The time of onset oestrus was lower ($p < 0.05$) in the sheep with continuous suckling (6.2 ± 1.0 vs 7.8 ± 1.3 d-1). The percentage of return to estrus was higher ($p < 0.05$) in the Continuous group, while the gestation percentage increased in the Controlled group (100% vs. 72.7%, $p < 0.05$). Reproductive management with control of suckling and male effect is a viable alternative for the control of reproduction without the use of exogenous hormones.

**Index words**: Anestrus postpartum, oestrus, ovulation, pelibuey.

## INTRODUCCIÓN

El periodo de anestro postparto es una de las causas de bajo desempeño reproductivo y pérdidas económicas en ovinos (Ascari *et al*., 2016). El intervalo entre el parto y el reinicio de la actividad reproductiva es uno de los factores naturales que determinan la frecuencia de parición y la productividad general en ovinos (Ungerfeld y Sanchez-Davila, 2012). Entre las estrategias más utilizadas para acortar el periodo postparto (PP) se encuentra el control del amamantamiento (Morales *et al*., 2004) y el uso de efectos sociosexuales, como el "efecto macho". Existe una tendencia a utilizar estrategias de manejo reproductivo para disminuir el uso de hormonas exógenas en sistemas de producción limpia, entre ellas los efectos socio-sexuales (Delgadillo y Martin, 2015). Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la restricción del amamantamiento (dos periodos de 30 min $d^{-1}$) en ovejas Pelibuey, bajo la hipótesis de que el control del amamantamiento y efecto macho pueden disminuir el reinicio de la actividad ovárica y mejorar la respuesta reproductiva al momento del destete.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó de mayo a julio de 2016, en el Laboratorio de Reproducción en Ovinos y Caprinos (LaROCa) del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México. Se utilizaron 64 ovejas Pelibuey paridas, edad de 4.5 ± 1 años, 4 ± 1 partos y peso promedio al parto de 51.5 ± 6.5 kg. Durante la gestación las ovejas se mantuvieron aisladas de los sementales. Se desparasitó (Closantel®, 10 mg kg-1, Chinoin) y aplicó una dosis de selenito de sodio (0.25 mg kg-1 Mu-se ®, Schering-Ploug), como parte del manejo profiláctico 30 d antes de iniciar el experimento. Siete días después del parto las ovejas con sus crías se asignaron al azar a uno de dos tipos de amamantamiento: continuo (Continuo; *n*=33) o amamantamiento controlado (Controlado; *n*=31). En Continuo, las ovejas permanecieron con sus corderos las 24 h del día. En Controlado, las ovejas estuvieron con sus crías 30 min por la mañana (08:00-08:30) y 30 min por la tarde (16:00- 16:30), para que los corderos amamantaran y posteriormente se separaban a otro corral.

Para determinar el porcentaje de ovejas que ovularon entre los días 30 y 54 PP, se realizó ecografía trans-rectal con un equipo Sono Vet Pico (Medison®) y un transductor lineal de 7.5 mHz, los días 30, 38, 46, 54 PP. El "efecto macho se aplicó al momento del destete (día 60 PP), con la introducción de un carnero con mandil, al corral de las ovejas, por 1 h cada 12 h; con rotación de carneros (para mantener el estímulo positivo). Se consideró que las ovejas estaban en estro cuando estas se mantenían inmóviles y permitían la monta de carnero.

El diseño del protocolo experimental fue completamente al azar. Para el análisis estadístico de días a la ovulación, porcentaje de respuesta de estro y número de ovejas gestantes se utilizó el modelo de regresión logística usando el procedimiento PROC LOGISTIC/SAS (2011). El análisis para inicio de estro se realizó utilizando la prueba de Long Rank, con el procedimiento LIFETEST/SAS. Para tasa de ovulación se utilizó regresión Binomial Negativa, con el procedimiento GENMOD/SAS

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tipo de amamantamiento no influyó en el promedio de días PP a la ovulación al día 30 y 38 ($p > 0.05$). Sin embargo, al día 46 PP, se observó un mayor porcentaje de ovejas que habían ovulado en el grupo Controlado ($p < 0.05$). El total de las ovejas ovularon en promedio a los 40.9 ± 1.2 días PP. Al día 54 PP se detectó al menos un cuerpo lúteo (CL) en cada oveja (Cuadro 1). Morales *et al*. (2004), reportan un promedio de 52.6 ± 20 y 60.5 ± 2.7 días a la primera ovulación en ovejas Pelibuey, en la época anestro estacional, con amamantamiento continuo y controlado (dos periodos de 30 min d−1), respectivamente. Es posible que la diferencia en los resultados en este estudio y los autores citados puede estar relacionada con factores como la alimentación que recibieron las ovejas antes y después del parto, numero de corderos por oveja, condición corporal de las ovejas al momento del parto y pérdida de peso corporal durante la lactancia (similar a lo que sucede en bovinos; Montiel y Ahuja, 2005), número de partos, o la época del año (Ungerfeld y Sanchez-Davila, 2012).

**Cuadro 1.** Porcentaje de ovejas Pelibuey que ovularon antes del destete.

| | | Ovejas que ovularon ‡ (%) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Tratamiento | N | Días postparto | | | |
| | | 30 | 38 | 46 | 54 |
| Continuo | 33 | 3 [a] | 21.2 [a] | 63.6 [a] | 100 [a] |
| Controlado† | 31 | 0 [a] | 19.3 [a] | 83.8 [b] | 100[a] |

[a, b] Valores con diferente letra en una columna son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$). † Dos periodos de 30 min $d^{-1}$. ‡Determinado por ecografía transrectal.

En el presente estudio no se utilizaron hormonas exógenas para sincronizar la respuesta, por lo cual, el tiempo de inicio a estro estuvo determinado por el estado ovárico al momento del destete (presencia o ausencia de cuerpos lúteos viables) y el efecto positivo de la presencia del macho en la detección de estros. El tiempo promedio de inicio a estro fue de 7.1 ± 1.0 $d^{-1}$. Las ovejas del grupo amamantamiento continuo presentaron estro en menor tiempo ($p < 0.05$). En el grupo de ovejas de amamantamiento controlado la respuesta de estro no fue homogénea (Cuadro 2). Al

respecto, Jarquin *et al*. (2014) mencionan que, en ovejas cíclicas, el efecto macho no sincroniza la presentación del ciclo estral, por lo que, en este estudio, el menor tiempo de inicio al estro en el grupo Continuo podría ser debido al efecto del destete, como estímulo estresor, para provocar la luteólisis, y posterior presentación del estro. La tasa de ovulación fue similar en ambos grupos ($p > 0.05$).

**Cuadro 2.** Respuesta reproductiva al destete en ovejas Pelibuey con dos modalidades de amamantamiento y efecto macho.

| Tipo de amamantamiento | n | Respuesta a estro (%) | Inicio al estro ($d^{-1}$)¶ | Tasa de ovulación (media ± EE) |
|---|---|---|---|---|
| Continuo | 33 | 100 | $6.2 \pm 1.0^{a}$ | $2.2 \pm 0.1^{a}$ |
| Controlado † | 31 | 100 | $7.8 \pm 1.3^{b}$ | $2.4 \pm 0.2^{a}$ |

[a, b] Valores con diferente letra en una columna son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$). † Dos periodos de 30 min $d^{-1}$.

En el grupo de amamantamiento controlado no se observó retorno a estro de ninguna oveja, mientras que 6 ovejas retornaron a estro en el grupo de continuo (Cuadro 3). Todas las ovejas de Controlado quedaron gestantes, mientras que 72.7 % de las ovejas del grupo de Continuo quedaron gestantes ($p \leq 0.05$). Similar a lo ocurrido con la presentación de la primera ovulación e inicio a estro, el retorno a estro y porcentaje de gestación pueden estar relacionados con el estado fisiológico y metabólico de las ovejas al momento del empadre. El amamantamiento continuo puede disminuir la condición corporal de las ovejas y mantenerlas en balance energético negativo, que podría influir negativamente en el proceso de implantación embrionaria, con lo cual se observa un mayor número de ovejas que retornan a estro y no quedan gestantes.

**Cuadro 3.** Respuesta reproductiva al destete en ovejas Pelibuey con dos modalidades de amamantamiento y efecto macho.

| Tipo de amamantamiento | n | Retorno a estro | | Ovejas gestantes | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | (n) | (%) | (n) | (%) |
| Continuo | 33 | 6 | $18^{a}$ | 24 | 72.7 |
| Controlado † | 31 | 0 | $0^{b}$ | 31 | 100 |

[a, b] Valores con diferente letra en una columna son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$). † Dos periodos de 30 min $d^{-1}$.

## CONCLUSIONES

El manejo reproductivo sin hormonas exógenas, en ovejas durante el postparto, es una alternativa viable en producción limpia. La estrategia de control de amamantamiento y efecto macho pueden mejorar el porcentaje de ovejas gestantes con empadre al destete, por lo cual se recomienda el uso de estas dos estrategias en el control reproductivo en ovinos.

## AGRADECIMIENTOS

Al laboratorio de reproducción en ovinos y caprinos (LaRoCA) y COLPOS Montecillo por las facilidades prestadas para realizar el experimento.

## LITERATURA CITADA

Ascari, I., N. G. Alves, A. C. Alves, I. F. F. Garcia and F. B. Junqueira. 2016. Resumption of cyclic ovarian activity in postpartum ewes: A review. Semin: Cien. Agrar. 37: 1101-1116.

Delgadillo, J. A. and G. B. Martin. 2015. "Alternative Methods for Control of Reproduction in Small Ruminants: A Focus on the Needs of Grazing Industries." Animal Frontiers 5(1): 57-65.

Montiel, F. and C. Ahuja. 2005. Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle : a review. Animal Reproduction Science 85: 1-26.

Morales, T. G., M. A. Pro, S. B. Figueroa, del R. Sánchez y S. J. Gallegos. 2004. Amamantamiento continuo o controlado y su relación con la duración del anestro postparto en ovejas pelibuey. Agrociencia 38(2): 165-171.

SAS. 2011. JMP. Statistic visual. Version 9.2 SAS Institute Inc. Campus Drive. Cary. NC 27517.

Ungerfeld, R. and F. Sanchez-Davila. 2012. Oestrus synchronization in postpartum autumn-lambing ewes: effect of postpartum time, parity, and early weaning. Span. J. Agric. Res. 10(1): 62-68.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# DESEMPEÑO REPRODUCTIVO AL PRIMER PARTO DE OVEJAS PELIBUEY TROPICAL

# [REPRODUCTIVE PERFORMANCE TO FIRST CALVING OF PELIBUEY TROPICAL EWES]

**Luis Fernando Ramírez-Castro[1], Carlos Luna-Palomera[1§], Fernando Sánchez-Dávila[2], Ulises Macías-Cruz[3], Noel Mauricio Maldonado-García[1]**

[1]Universidad Juárez Autómoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Agropecuarias, Villahermosa, Tabasco, México. [2]Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ciencias Agrícolas, Valle de Mexicali, Baja California, México. [3]Universidad Autónoma Universidad Autónoma de Nuevo León, Campus de Ciencias Agropecuarias, Escobedo, Nuevo León, México. [§]Autor para correspondencia: (carlos.luna@ujat.mx).

## RESUMEN

El objetivo fue evaluar el efecto época y año sobre la edad al primer estro fértil (E1SF), edad al primer parto (E1P), prolificidad (PROLIF), peso al primer parto (P1P) y tipo de parto de ovejas Pelibuey tropical. Se hizo una evaluación restrospectiva de los registros de producción (2011-2017) de 323 ovejas Pelibuey tropical mediante una ANOVA. La E1SF, E1P y PROLIF en la oveja Pelibuey tropical no fueron afectadas ($p > 0.05$) por la época de parto. Las ovejas paridas en épocas de lluvias y secas fueron más pesadas al primer parto ($p < 0.05$) comparadas con las paridas en épocas de norte. El tipo de parto afecto el P1P, resultando las ovejas de parto doble y triple más pesadas ($p < 0.05$) que las de parto sencillo. Por otra parte, todas las características reproductivas analizadas fueron afectadas ($p < 0.05$) por el año de parto. Las ovejas paridas entre los años 2013 a 2015 registraron los pesos al parto más altos ($p < 0.05$). La mayor prolificidad promedio observada fue de 1.52 y 1.54 corderos nacidos de ovejas primalas en los años 2015 y 2017. La uniformización en el manejo durante el desarrollo de las ovejas permitirá reducir los efectos de época y año sobre las características reproductivas, permitiendo reducir la E1SF y E1P, incrementando la vida productiva de las ovejas.

**Palabras clave:** Edad al primer parto, peso al primer parto, prolificidad.

## ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of season and year on the age at the first fertile estrus (E1SF), age at first birth (E1P), prolificacy (PROLIF), weight at first birth (P1P) and birth type of Pelibuey tropical ewes. A retrospective evaluation of the production records (2011-2017) of 323 tropical Pelibuey sheep was made through an ANOVA. The E1SF, E1P and PROLIF in the Pelibuey tropical ewes were not affected ($p > 0.05$) by the season of calving. The ewes calving in the rainy and dry seasons were heavier at the first birth ($p < 0.05$) compared to the ewes in the northern seasons. The type of calving affected P1P, resulting in heavier double and triple birth sheep ($p < 0.05$) than those of single calving. On the other hand, all the reproductive characteristics analyzed were affected ($p < 0.05$) by the year of calving. Ewes born between 2013 and 2015

registered the highest calving weights ($p < 0.05$). The highest average prolificity observed was 1.52 and 1.54 lambs born of primiparous ewes in 2015 and 2017. The standardization in the management during the development of the ewes will reduce the effects of time and year on the reproductive characteristics, allowing to reduce the E1SF and E1P, increasing the productive life of sheep.

**Index words:** Age to first calving, weight to first calving, prolificacy.

## INTRODUCCIÓN

La oveja Pelibuey (PB) es una raza de pelo criada y bien adaptadas al medioambiente en regiones tropicales y subtropicales (Nasrat *et al*., 2016; Aguilar-Martínez *et al*., 2017) caracterizados por su fertilidad, alta eficiencia reproductiva, baja estacionalidad y excelente temperamento materno (Galina *et al*., 1996).

Sin embargo, existen factores que pueden afectar su desempeño reproductivo de las ovejas tales como el manejo nutricional, año y época del año (Magaña-Monforte *et al*., 2013; Hinojosa-Cuellar *et al*. 2015). Estos factores se relacionan indirectamente con la disponibilidad de forraje y de nutrientes en los pastizales asociados con las precipitaciones pluviales e intensidad lumínica, lo cual puede afectar el desarrollo de las ovejas al primer parto.

En ovejas Pelibuey tropical son pocos los estudios que caracterizan el desempeño reproductivo al primer parto y los factores ambientales que lo afectan, los cuales deben ser considerados en estrategias de manejo, selección y desarrollo de corderas. Por lo tanto, el objetivo del estudio fue evaluar el efecto del año, época del año, número y tipo de parto sobre la edad al primer estro fértil, edad al primer parto, peso al primer parto y prolificidad al primer parto de Pelibuey tropical.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización y clima

Se analizó la información de registros de producción (2011-2017) de 323 ovejas Pelibuey procedentes de una unidad de producción en el estado de Tabasco, México. El clima prevaleciente en la región es tropical húmedo con lluvias todo el año (2,550 mm en promedio). En la región se identifican tres épocas en el año: seca (Marzo a Mayo), lluvia (Junio a Octubre) y norte (Noviembre a Febrero). La temperatura de máximo y mínimo promedio son de 36º C y 18º C con un promedio anual de 27º C. La humedad relativa fluctúa entre 60 y 95% dependiendo la época del año (De Dios, 2001).

### Manejo

Al empadre las ovejas pastoreaban praderas de *Panicum maximum* y *Cynodon dactylon* durante el día. Los empadres fueron continuos a través del año en lotes compuesto de 25 a 30 ovejas por carnero durante de tres meses. Al parto los corderos permanecieron con sus madres en los corrales

con acceso a concentrado (creep feeding) hasta los 60 días de edad. Las ovejas salían a pastorear praderas con *Panicum maximum* y *Brachiaria humidicola*.

**Análisis de la información**

Se realizará un estudio retrospectivo para caracterizar al rebaño con base en información de los registros de producción de 323 ovejas entre los años 2011 a 2017 procedentes de ocho núcleos de cría. Las variables evaluadas fueron la edad al primer servicio fértil (E1SF), edad al primer parto (E1P), prolificidad (PROLIF) y peso al primer parto (P1P). Las épocas del año se definieron de acuerdo a los niveles de precipitación pluvial e intensidad lumínica tal como lo describe De Dios (2001) consistentes en época de secas (marzo a mayo), lluvias (junio a octubre) y nortes (noviembre a febrero).

**Análisis Estadístico**

La información se ajustó bajo un modelo estadístico completamente al azar y se realizó un análisis de varianza mediante el procedimiento GLM de SAS® (SAS, 1999). Se incluyeron los efectos fijos tipo de parto (simple, doble o triple), año y época de parto, las interacciones de segundo y tercer orden, excepto para E1SF, E1P y PROLIF donde no se consideró el efecto de tipo de parto. Las interacciones que no resultaron significativas se excluyeron del modelo. Para los efectos principales significativos y de importancia se realizaron pruebas de comparación de medias por diferencia de cuadrados mínimos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El comportamiento reproductivo en ovejas al primer parto es un aspecto relevante en su vida productiva de la oveja. Las características reproductivas de E1SF, E1P y PROLIF en la oveja Pelibuey tropical no fueron afectadas ($p > 0.05$) por la época de parto; sin embargo, las ovejas paridas en épocas de lluvias y secas fueron más pesadas al primer parto ($p < 0.05$) comparadas con las paridas en épocas de norte (Cuadro 1). Así también el tipo de parto afecto el P1P, resultando las ovejas de parto doble y triple más pesadas ($p < 0.05$) que las de parto sencillo (Cuadro 1).

Por otra parte, todas las características reproductivas analizadas fueron afectadas ($p < 0.05$) por el año de parto. Las ovejas empadradas y paridas en los años 2014, 2015 y 2017 registraron edades al primer servicio fértil y al primer parto menores ($p <0.05$) que las de los demás años (Cuadro 2). Las ovejas paridas entre los años 2013 a 2015 registraron los pesos al parto más altos ($p < 0.05$) en comparación con las ovejas paridas en los demás años (Cuadro 2). La mayor prolificidad promedio observada fue de 1.52 y 1.54 corderos nacidos en ovejas primerizas en los años 2015 y 2017, y las menores fueron de 1.22 y 1.23 corderos nacidos en los años 2011 y 2016.

**Cuadro 1.** Media ± EE para las características reproductivas al primer parto en ovejas Pelibuey tropical evaluadas por época del año y tipo de parto.

| Efecto evaluado | Edad primer servicio fértil, d | Edad al primer parto, d | Prolifícidad | Peso primer parto, kg |
|---|---|---|---|---|
| Época del año | | | | |
| Secas | 413.43±20.7 | 563.43±20.7 | 1.31±0.0 | 36.84±0.5[a] |
| Lluvias | 424.76±14.8 | 574.76±14.8 | 1.37±0.0 | 37.78±0.3[a] |
| Nortes | 424.06±18.2 | 574.06±18.2 | 1.43±0.0 | 36.18±0.4[b] |
| Tipo de parto | | | | |
| Simple | - | - | - | 36.49±0.3[b] |
| Doble | - | - | - | 37.42±0.4[a] |
| Triple | - | - | - | 37.02±1.0[a] |

**Cuadro 2.** Media ± EE para las características reproductivas al primer parto en ovejas Pelibuey tropical evaluadas por año de parto.

| Año | Edad primer servicio fértil, d | Edad al primer parto, d | Prolificidad | Peso al primer parto, kg |
|---|---|---|---|---|
| 2011 | 532.64±41.3[a] | 682.64±41.3[a] | 1.23±0.0[b] | 37.38±0.6[bc] |
| 2012 | 444.05±24.8[ac] | 594.05±24.8[a] | 1.35±0.0[a] | 35.54±0.8[b] |
| 2013 | 423.19±27.1[bc] | 573.19±27.1[b] | 1.38±0.0[a] | 37.78±0.6[ac] |
| 2014 | 381.64±30.9[bc] | 531.64±30.9[b] | 1.36±0.0[a] | 38.20±0.8[a] |
| 2015 | 382.70±25.3[bc] | 532.70±25.3[b] | 1.52±0.0[a] | 39.56±0.6[a] |
| 2016 | 433.12±22.5[bc] | 583.12±22.5[b] | 1.22±0.0[b] | 35.70±0.6[bc] |
| 2017 | 347.91±20.3[d] | 497.91±20.3[b] | 1.54±0.0[a] | 34.43±0.5[d] |

La E1SF y E1P son características relacionadas, y generalmente no se le toma la importancia económica debida. Sin embargo, su importancia radica en que marca el inició de la vida productiva con su primera gestación y parto; sumado a la longevidad, número y peso de las crías determinará la productividad total de una oveja.

Desde el punto de vista biológico, la vida reproductiva de una hembra inicia con la pubertad, marcada por la primera ovulación, y en la oveja Pelibuey se reporta alrededor de los 232±1.5 días (Zavala-Elizarraraz *et al*., 2008). Sin embargo, dentro de la misma raza los factores que la definen pueden incluir el tipo de crianza (simple o doble), el nivel nutricional ligado sistema de manejo (Luna-Palomera *et al*., 2017) y el nivel sanitario (Magaña-Monforte *et al*., 2013); Velázquez *et al*. (1995) reportan reducción en la edad a la pubertad de 329 a 261 días con niveles crecientes de suplemento a razón de 0, 1, 2 y 3% en corderas Pelibuey. Cuando el manejo es deficiente y no se suplementan las corderas adecuadamente durante el desarrollo se registra retraso en el desarrollo del tracto genital lo cual está directamente relacionado con el desarrollo corporal total (González-Stagnaro, 2002).

Este aspecto es relevante toda vez que no solo importa la edad a la que alcanzan la pubertad, sino el peso mismo puede constituirse en una limitante. De allí que parte del manejo incluya empadrar a las ovejas por primera vez hasta que alcancen un peso ideal de acuerdo con los criterios del criador. Sin embargo, está practica puede no estar bien fundamentada, ya que no se necesita

esperar a empadrar con un peso equivalente o cercano al peso adulto, sino cuando alcancen peso corporal entre el 50 y el 70% de su peso adulto (Gootwine, 2011) dependiendo el régimen nutricional pos empadre para que continúe con su adecuado desarrollo.

El efecto de época de parto no fue importante para la edad al primer empadre y al parto, lo cual coincide con el reporte de Magaña-Monforte *et al*. (2013) quienes tampoco reportan efecto de época; sin embargo, los parámetros que ellos reportan son alrededor de 100 días menores a los encontrados en este estudio, y similares a los reportados por González-Garduño *et al*., (2001) para edad al primer parto (557 días).

El año de parto fue efecto relevante en este estudio. La E1SF en 2011 osciló alrededor de los 14 meses de edad y E1P a los 19 meses; sin embargo, también se muestra una tendencia a disminuir ambas edades conforme transcurre el tiempo ya que en 2017 se encontró que la E1SF fue de alrededor de 11.5 meses y la E1P de alrededor de 16.5 meses. Los resultados encontrados concuerdan con los reportados por Magaña-Monforte *et al*. (2013), quienes también observaron mejoría por efecto de año. En este estudio las diferencias encontradas en los años de deben a las diferencias en el manejo y disponibilidad de una alimentación similar a través del tiempo, para lo cual el establecimiento de prácticas de manejo estandarizadas puede contribuir a minimizar la variación y establecer metas de empadrar por primera vez entre los 8 a 10 meses de edad y al menos 65% del peso corporal adulto, lo cual ayudaría a mejorar productividad del rebaño en al menos un parto en la vida productiva de la oveja (Zavala-Elizarraraz *et al*., 2008).

## CONCLUSIONES

Los parámetros de E1SF y E1P sobrepasan el año edad, lo cual es un factor no deseado en ovejas Pelibuey tropical. Estos parámetros son posible de mejorlo a través del manejo nutricional durante el desarrollo, así como exponer a sementales cuando las hembras alcancen entre un 60 y 70% de su peso corporal adulto. De igual manera la uniformización en el manejo a través de las épocas y años podrían disminuir las variciones en el comportamiento reproductivo en ovejas primalas.

## LITERATURA CITADA

Aguilar-Martínez, C. U., J. M. Berruecos-Villalobos, B. Espinoza-Gutiérrez, J. C. Segura-Correa, J. Valencia-Méndez y A. Roldán-Roldán. 2017. Origen, historia y situación actual de la oveja pelibuey en México. Tropical and Subtropical Agroecosystems. Fecha de consulta: 31 de julio de 2018. Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93953814003

De Dios-Vallejo, O. O. 2001. Ecofisiología de los bovinos en sistemas de producción del trópico húmedo. Colección José N. Rovirosa. Villahermosa, Tabasco. México. 376 p.

Galina, M. A., R. Morales, E. Silva and B. López. 1996. Reproductive performance of Pelibuey and Blackbelly sheep under tropical management southeastern Mexico. Tropical Animal Health and Production 45: 1771-1776.

González-Garduño, R., G. Torres-Hernández, C. Becerril-Pérez and P. Díaz-Rivera. 2001. Relationship of hair color and environmental factors with reproductive traits in tropical ewes. Agrociencia 35:41-50.

González-Stagnaro, C. 2002. Identificación y control de los riesgos reproductivos en ovinos deslanados. Memorias XI Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Valera, Trujillo. Venezuela.

Gootwine, E. 2011. Sheep: Reproductive Management. In book: Reference Module in Food Science. Institute of Animal Science. ARO. The Volcani Center, Bet Dagan, Israel: 1-7

Hinojosa-Cuéllar, J. A., J. Oliva-Hernández, G. Torres-Hernández, J. C. Segura-Correa y R. González-Garduño. 2015. Productividad de ovejas F1 Pelibuey x Blackbelly y sus cruces con Dorper y Katahdin en un sistema de producción del trópico húmedo de Tabasco, México. Archive of Medicine Veterinary 47(2): 167-174.

Luna-Palomera, C., A. C. Berumen-Alatorre, J. A. Aguilar-Cabrales, J. A. Peralta-Torres, N. F. Ojeda-Robertos, A. J. Chay, C. and N. M. Maldonado-García. 2017. Performance of hair ewes lambs with differents levels of palm kernel meal in grains substitution. Tropical and Subtropical Agroecosystems 20(3). Disponible en: http://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/1593/1078>

Magaña-Monforte, J. G., M. Huchin-Cab, R. J. Ake-López and J. C. Segura-Correa. 2013. A field study of reproductive performance and productivity of Pelibuey ewes in Southeastern Mexico. Tropical Animal Health and Production 25:173-178.

Nasrat, M. M., J. C. Segura Correa and J. G. Magaña-Monforte. 2016. Breed genotype effect on ewe traits during the pre-weaning period in hair sheep under the tropical Mexican conditions. Small Ruminant Research 137: 157-161.

Velázquez, I. A., C. Cruz y J. A. Álvarez. 1995. Efecto del nivel de suplementación sobre la presencia del primer estro en ovejas Tabasco nacidas en verano. Veterinaria México 26(2): 107-111.

Zavala-Elizarraraz, R., J. Ortíz-Ortíz, J. P. Ramón-Ugalde, P. Montalvo, A. Sierra and J. R. Sanguinés-García. 2008. Effect of genotype on puberty in hair sheep ewe lamb on tropical areas. Zootecnia Tropical 26(4): 465-473.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# LOS GENOTIPOS DEL SNP *FECG$^E$* Y SU INFLUENCIA EN TASA OVULATORIA Y PROLIFICIDAD EN OVEJAS PELIBUEY

# [THE GENOTYPE OF SNP *FECG$^E$* AND ITS INFLUENCE IN OVULATORY RATE AND PROLIFICITY IN PELIBUEY SHEEP]

**Canuto Muñoz-García[1], Obdulia L. Segura-León[2], Jaime Gallegos-Sánchez[1], Humberto Vaquera-Huerta[3], Glafiro Torres-Hernández[1], Rosendo Cuicas-Huerta[4], César Cortez-Romero[5§]**

[1]Programa de Ganadería Recursos Genéticos y Productividad. Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco 56230, Estado de México. [2]Programa de Entomología y Acarología / Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km. 36.5, Montecillo, Texcoco 56230, Estado de México. [3]Programa de Estadística / Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco 56230, Estado de México. [4]Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia No 1, Universidad Autónoma de Guerrero, Cd. Altamirano, Guerrero. 40610. [5]Colegio de Postgraduados Campus San Luis Potosí. Iturbide No. 73, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí. 78600. [§]Autor para correspondencia: (ccortez@colpos.mx).

## RESUMEN

El factor de crecimiento y diferenciación 9 (*GDF9*) es esencial para la función ovárica normal y la foliculogénesis. En ovejas heterocigotas aumenta la tasa ovulatoria y prolificidad; sin embargo, las homocigotas presentan infertilidad. Para el caso de la oveja Pelibuey, los estudios acerca de la influencia del SNP *FecG$^E$* del exón dos del gen *GDF9* en variables reproductivas son nulos, por lo que objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de los genotipos del SNP *FecG$^E$* en tasa ovulatoria y prolificidad. La hipótesis fue que los genotipos del SNP *FecG$^E$* no afectan la tasa ovulatoria y prolificidad. Se utilizaron 21 ovejas Pelibuey multíparas que previamente habían sido genotipadas: ovejas sin gen ($n$= 7), genotipo Embrapa ($n$= 7) y genotipo silvestre ($n$= 7). En los tres genotipos se indujo el estro y ovulación con un dispositivo intravaginal con Progesterona natural de liberación controlada (CIDR®) el cual, estuvo colocado por nueve días. Al séptimo día se aplicó un mL de prostaglandina (Lutalyse®) más 300 UI de eCG (Folligon®) vía intramuscular. Al noveno día se retiró el CIDR. La detección de estros se realizó cada 4 h después de la remoción del CIDR. Siete días después de las montas naturales, se midió tasa ovulatoria y la proloficidad se determinó al momento del parto. Las ovejas de los genotipos AA y SG tuvieron una tasa ovulayoria similar ($p > 0.05$), sin embargo, el genotipo GG presentó la mayor ($p < 0.05$) tasa ovulatoria con respecto a los genotipos AA y SG. La prolificidad fue similar entre los tres genotipos evaluados. Por los resultados obtenidos se confirma que las ovejas Pelibuey con genotipo homocigoto son fértiles.

**Palabras clave:** Estro, fecundidad, fertilidad, Gen *GDF9*, manejo reproductivo.

## ABSTRACT

Growth and differentiation factor 9 (GDF9) is essential for normal ovarian function and folliculogenesis. In heterozygous sheep, the ovulatory rate and prolificacy increase; However,

homozygotes have infertility. In the case of the Pelibuey sheep, the studies on the influence of the FecGE SNP of exon two of the GDF9 gene on reproductive variables are null, so the objective of this investigation was to determine the effect of FecGE SNP genotypes on ovulatory rate and prolificity The hypothesis was that FecGE SNP genotypes do not affect ovulatory rate and prolificacy. 21 multiparous Pelibuey sheep that had previously been genotyped were used: sheep without gene ($n$ = 7), Embrapa genotype ($n$ = 7) and wild genotype ($n$ = 7). In all three genotypes estrus and ovulation were induced with an intra-vaginal device with natural Progesterone controlled release (CIDR®) which was placed for nine days. On the seventh day, one mL of prostaglandin (Lutalyse®) plus 300 IU of eCG (Folligon®) was applied intramuscularly. On the ninth day the CIDR withdrew. Estrus detection was performed every 4 h after removal of the CIDR. Seven days after the natural mounts, ovulatory rate was measured and prolophicity was determined at the time of delivery. The sheep of the AA and SG genotypes had a similar ovulatory rate ($p > 0.05$), however, the GG genotype had the highest ($p < 0.05$) ovulatory rate with respect to the AA and SG genotypes. The prolificacy was similar among the three genotypes evaluated. The results obtained confirm that Pelibuey sheep in homozygous genotype are fertile.

**Index words**: Estrus, fecundity, fertility GDF9 gene, reproductive management.

## INTRODUCCIÓN

La especie ovina es de gran variabilidad genética en tasa ovulatoria y prolificidad, esta variabilidad se presenta entre razas y dentro de ellas (Hanrahan *et al.*, 2004; Fabre *et al*., 2006); estas variantes genéticas se han asociado a ciertos genes de la fecundidad (Fabre *et al.*, 2006; Drouilhet *et al*., 2009; Albarella *et al*., 2015) y pertenecen a la familia del factor de crecimiento transformante tipo β; tales como el factor de crecimiento y diferenciación 9 (*GDF9*) ó *FecG* que se encuentra en el cromosoma 5, la proteína morfogenética ósea 15 (*BMP15*) o *FecX* localizada en el cromosoma X y el receptor de proteína morfogenética ósea tipo 1B *(BMPR1B)* o *FecB* que se localiza en el cromosoma 6 (Galloway *et al.*, 2000; Wilson *et al*., 2001; Sadighi *et al*., 2002). Estos genes son secretados por el ovocito del folículo (Hanrahan *et al.*, 2004; De Castro *et al.*, 2016), actúan en la interacción del oocito-células de la granulosa y regulan los receptores a gonadotropinas (Hanrahan *et al.*, 2004; Knight y Glister 2006; Myers y Pangas 2010); además, intervienen en la función ovárica normal (Hanrahan *et al*., 2004). En algunas razas ovinas se han identificado SNP en tales genes específicos. En el gen *BMP15*, las variantes reportadas son: $FecX^H$ y $FecX^I$ (Galloway *et al*., 2000), $FecX^G$ y $FecX^B$ (Hanrahan *et al*., 2004), $FecX^L$ (Bodin *et al*. 2007), $FecX^R$ (Monteagudo *et al*., 2009), $FecX^{Gr}$ y $FecX^O$ (Demars *et al*., 2013) y $FecX^{Bar}$ (Lassoued *et al*., 2017). Las mutaciones reportadas para el gen *GDF9* son: $FecG^H$ (Hanrahan *et al*., 2004), $FecT^T$ (Nicol *et al*. 2009), $FecG^E$ (Silva *et al*., 2011), $FecG^V$ ( Souza *et al*., 2014) y $FecG^F$ (Mullen y Hanrahan, 2014). Cuando las ovejas presentan el genotipo heterocigoto, éstas incrementan la tasa ovulatoria; sin embargo, si son homocigotas, estas son infértiles debido a una hipoplasia ovárica y a fallas en la foliculogénesis (Juengel *et al.*, 2002; Hanrahan *et al.*, 2004).

La oveja Pelibuey, es la raza ovina más difundida en el territorio mexicano, se adapta a diversos climas, tiene prolificidad variable y presenta estacionalidad reproductiva reducida. Además, los

estudios acerca de la influencia de la variante genética *FecG*$^{E}$ del exón dos del gen *GDF9* en variables reproductivas en esta raza son nulos. Por lo que el objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de los genotipos del SNP *FecG*$^{E}$ en la tasa ovulatoria y prolificidad en ovejas de la raza Pelibuey.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 21 ovejas de la raza Pelibuey con registros individuales de cada parto de la unidad de producción agropecuaria "El Gargaleote" propiedad de la Universidad Autónoma Chapingo ubicada en el municipio de Tamuín, San Luis Potosí, México (22°00'04'' LN, 98°39'05'' de longitud oeste y altitud de 40 m). El clima de este lugar es Aw''o (e) descrito como cálido subhúmedo con lluvias en verano, temperatura media anual de 26.8 °C y precipitación media anual de 927.7 mm (García, 2004). La edad promedio de las ovejas fue de 5.26 ± 0.77 años y un peso corporal de 43.35 ± 2.73 kg. Las ovejas se distribuyeron de acuerdo al genotipo que presentaron: SG = sin gen de la prolificidad (*n* = 7), GG = genotipo Embrapa (*n* = 7) y AA = genotipo silvestre (*n* =7). El tamaño de la muestra se determinó mediante el Nomograma de Altman (Petrie y Watson, 2013). Durante el día, las ovejas pastorearon una pradera de pasto Caymán® (híbrido de *Brachiaria cv.* CIAT BR02/1752). Además, recibieron 1.2 kg de alimento balanceado dos veces día$^{-1}$. Este alimento balanceado contenía 15 % de PC y 2.9 Mcal de EM kg$^{-1}$. Todos los animales tuvieron libre acceso al agua limpia y fresca durante toda la fase experimental. Una vez que finalizó el experimento, todas las ovejas se alimentaron con maíz ensilado *ad libitum* más alimento balanceado a razón de 1.2 kg oveja$^{-1}$ día$^{-1}$. Todas las ovejas se desparasitaron con Biodec F® (1 g de Ivermectina y 10 g de Clorsulón, en una dosis de Ivermectina 0.2 mg kg$^{-1}$ de peso corporal, Clorsulón 2.0 mg kg$^{-1}$ de peso corporal, Bio Zoo, Jalisco, México), se vitaminaron con 500,000 UI de vitamina A, 75,000 UI de vitamina $D_3$ y 50 UI de vitamina E (Vigantol®, Bayer Korea Ltd, Corea del Sur) y se vacunaron con Bovimune® Clostri 7 + HS 7 y Bovimune Single Shot® (2.5 mL por animal de cada vacuna, Lapisa, La Piedad, Michoacán, México) contra las principales enfermedades de tipo clostridial, respiratorias y salmonelosis.

La inducción del estro y ovulación de cada genotipo se realizó con un dispositivo intravaginal con Progesterona natural de liberación controlada (CIDR® con 0.3 g de Progesterona, Zoetis, Hamilton, Nueva Zelanda) el cual, estuvo colocado por nueve días. Al séptimo día se aplicó un mL de prostaglandina (Lutalyse® 5 mg de Dinoprost trometamina, Zoetis, Girona, España) más 300 UI de eCG (Folligon® Intervet, Boxmeer, Holanda) vía intramuscular. Al noveno día se retiró el CIDR. La detección de estros se realizó cada 4 h después de la remoción del progestágeno,hasta que todas las ovejas manifestaron conducta estral. La detección de estro se realizó con la ayuda de un carnero fértil provisto de un mandil; y se consideró una oveja en estro cuando ésta se quedaba completamente inmóvil y permitió la monta del carnero. El empadre se realizó mediante monta natural controlada. Para determinar el retorno al estro, se utilizaron carneros provistos de mandil durante 60 min por la mañana (8:00 a 9:00 h) y 60 min por la tarde (17:00 a 18:00 h) durante un periodo de 21 días después de la monta natural. Se consideró que una oveja retornó a estro cuando aceptó la monta del carnero y permaneció inmóvil totalmente. La tasa ovulatoria se midió siete días post servicio, y se hizo mediante el conteo de cuerpos lúteos presentes en la superficie ovárica con

la ayuda de un ecógrafo portátil (HandScan V8® Shenzhen Sunway Medical Device Co. Ltd. China) provisto con un transductor rectal de 7.5 MHz. La prolificidad se determinó al momento del parto en cada una de las ovejas, contabilizándose los corderos nacidos por oveja. En cuanto al análisis estadístico, la tasa ovulatoria se analizó con el procedimiento GLM (SAS, 2013) y la prolificidad se analizó mediante el procedimiento GENMOD (SAS, 2013) de regresión binomial negativa para investigar el efecto del genotipo en la prolificidad (SAS, 2013).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para demostrar el efecto de los genotipos en la actividad reproductiva, se midieron las variables que a continuación se describen. En la Figura 1, se presentan los resultados de tasa ovulatoria para los tres genotipos en ovejas Pelibuey con estro inducido.

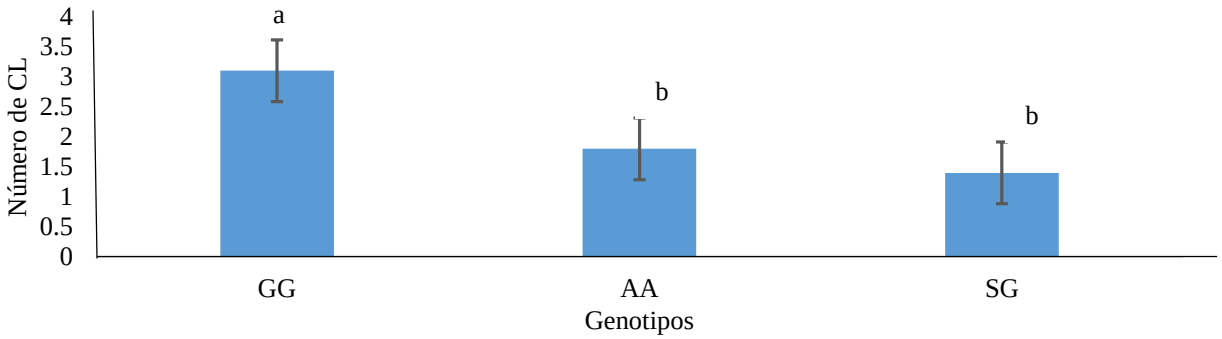



**Figura 3.** Efecto de los genotipos en tasa ovulatoria. Promedio de cuerpos lúteos (CL) en ovejas de cada genotipo: GG = Embrapa, AA = silvestre y SG = sin gen en ovejas. Los datos de CL se presentan como Media ± EE.

En la figura anterior, se muestra que el genotipo GG fue el que mayor *($p < 0.05$)* tasa ovulatoria presentó con respecto a los genotipos AA y SG. Sin embargo, cuando el comparativo se hizo entre los genotipos AA y SG no diferencias *($p > 0.05$).* Además, se encontró que la edad tuvo una $p$=0.97 y el peso corporal $p$= 0.55, respectivamente.

Despues de realizadas las montas naturales a todas las ovejas, siete días después se midió la tasa ovulatoria en los tres genotipos y se encontró que el genotipo GG fue el que mayor tasa ovulatoria presentó (3.0±0.18) con respecto a los genotipos AA y SG. Cuando se realizó la comparación entre los genotipos GA y AA no se encontraron diferencias en esta variable reproductiva (1.80±0.15 vs 1.40±0.16); además, se encontró que la edad y peso corporal de las ovejas no tuvieron una influencia en la tasa ovulatoria. Los resultados aquí obtenidos son similares a los reportados en ovejas de la raza Santa Inés, Belclare y Cambridge (Hanrahan *et al*., 2004; Silva *et al*., 2010; Mullen y Hanrahan, 2014). En este estudio, el genotipo GG presentó 1.00 más CL que los genotipos AA y SG. Esta diferencia, probablemente se debió a que se promovió la expresión del receptor folicular de FSH en células de la granulosa para el crecimiento del folículo antral dependiente de FSH (Orisaka *et al*., 2006; Otsuka *et al*., 2011) y así tener mayor cantidad de folículos antrales para

ser fertilizados (Fabre *et al*., 2006). En el Cuadro 3, se muestra la prolificidad encontrada en los tres genotipos evaluados en ovejas de la raza Pelibuey.

**Cuadro 3.** Efecto del genotipo en la prolificidad en ovejas Pelibuey con estro inducido.

| Genotipo | N | Prolificidad |
|---|---|---|
| GG | 7 | 2.00 [a] |
| AA | 7 | 1.80 [a] |
| SG | 7 | 1.40 [a] |

[a] Letra diferente en la misma columna, indica diferencia significativa ($p$ <0.05). GG = genotipo Embrapa, AA = genotipo silvestre y SG = sin gen.

La prolificidad que es definida como el número de corderos nacidos divido entre el número de ovejas paridas, para los tres genotipos evaluados no fue diferente ($p$ > 0.05). La prolificidad general para el grupo de ovejas con estro inducido fue de 1.73 corderos por oveja. La cual, fue similar a la reportada en ovejas de la raza Santa Inés (Silva *et al*., 2010). Sin embargo, en ovejas Barbarine y Queue Fine de L'Ouest, la prolificidad reportada fue de 1.24 y 1.14, respectivamente (Vacca *et al*., 2010). En este estudio, la prolificidad observada entre los genotipos AA y SG no mostró diferencias en esta variable reproductiva. Por el contrario, el genotipo GG presentó la mayor prolificidad y fue diferente a los genotipos. Además, en este genotipo se observó 40 % más ovejas con parto múltiple con respecto a las ovejas de los genotipos AA y SG; se debe notar que, el aumento de nacimientos múltiples representó 26.5 % más corderos para el genotipo GG con respecto a los genotipos AA y SG. Este hallazgo indica que el genotipo GG tiene influencia en la prolificidad. En relación con este estudio, las mutaciones $FecG^H$, $FecG^T$, y $FecG^V$ incrementan la prolificidad solo en ovejas heterocigotas, mientras que las homocigotas presentan hipoplasia uterina y falla ovárica primaria (Hanrahan *et al.*, 2004; Nicol *et al*., 2009; Souza *et al*., 2014). En contraste con lo anterior, el polimorfismo $FecG^E$, en ovejas Pelibuey con dos copias mutadas y de acuerdo con la información de tasa ovulatoria y prolificidad, se confirmó que los ovocitos de esta raza son viables. Así como en la ovejas Pelibuey, un comportamiento similar fue reportado las ovejas Santa Inés y Finnsheep (Silva *et al*., 2010; Mullen y Hanrahan, 2014).

Finalmente, la gran tasa ovulatoria encontrada en el genotipo GG fue debida a la gran cantidad de óvulos liberados para ser fecundados. Este gran hallazgo debido a la variante génica $FecG^E$ encontrada en ovejas Pelibuey, puede ser utilizada ampliamente en programas masivos de reproducción, para incrementar sustancialmente y de forma natural la tasa ovulatoria y la prolificidad del rebaño ovino.

## CONCLUSIONES

El genotipo GG fue el que presentó mayor tasa ovulatoria, en promedio fue 1.0 cuerpos lúteos más que los otros genotipos. Además, las ovejas de este genotipo presentaron más partos múltiples y las ovejas homocigotas del SNP $FecG^E$ son fértiles.

## LITERATURA CITADA

Albarella, S., F. Ciotola, M. Selvaggi, C. Dario, S. Licciardi, G. Scopino and V. Peretti. 2015. Analysis of major fecundity genes in autochthonous Laticauda and Bagnolese sheep breeds. Small Ruminant Research 133(1): 118-122. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.09.005

Bodin, L., E. Di Pasquale, S. Fabre, M. Bontoux, P. Monget, L. Persani and P. Mulsant. 2007. A novel mutation in the bone morphogenetic protein 15 gene causing defective protein secretion is associated with both increased ovulation rate and sterility in Lacaune sheep. Endocrinology 148(1): 393-400. https://doi.org/10.1210/en.2006-0764

Dash, S., A. Maity, P. C. Bisoi, T. K. Palai, S. Polley, A. Mukherjee and S. De. 2017. Coexistence of Polymorphism in Fecundity Genes Bmpr 1B and Gdf 9 of Indian Kendrapada Sheep. *Exploratory Animal and Medical Research*, *7*(1), 33–38. Retrieved from http: //www.animalmedicalresearch.org / ...

Davis, G. H. 2005. Major genes affecting ovulation rate in sheep. Genetics Selection Evolution 37 (Suppl 1): S11-S23. https://doi.org/10.1186/1297-9686-37-S1-S11

De Castro,. F. C., M. H. C. Cruz and C. L. V. Leal. 2016. Role of Growth differentiation factor 9 and bone morphogenetic protein 15 in ovarian function and their importance in mammalian female fertility - A review. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 29(8): 1065-1074. https://doi.org/10.5713/ajas.15.0797

Demars, J., S. Fabre, J. Sarry, R. Rossetti, H. Gilbert, L. Persani and L. Bodin. 2013. Genome-Wide Association Studies Identify Two Novel BMP15 Mutations Responsible for an Atypical Hyperprolificacy Phenotype in Sheep. PLoS Genetics 9(4): e1003482. https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1003482

Drouilhet, L., F. Lecerf, L. Bodin, S. Fabre and P. Mulsant. 2009. Fine mapping of the FecL locus influencing prolificacy in Lacaune sheep. Animal Genetics 40(6): 804-812. https://doi.org/10.1111/j.1365-2052.2009.01919.x

Fabre, S., A. Pierre, P. Mulsant, L. Bodin, E. Di Pasquale, L. Persani and D. Monniaux. 2006. Regulation of ovulation rate in mammals: Contribution of sheep genetic models. Reproductive Biology and Endocrinology 4: 1-12. https://doi.org/10.1186/1477-7827-4-20

Galloway, S. M., K. P. McNatty, L. M. Cambridge, M. P. E. Laitinen, J. L. Juengel, T. S. Jokiranta and O. Ritvos. 2000. Mutations in an oocyte-derived growth factor gene (BMP15) cause increased ovulation rate and infertility in a dosage-sensitive manner. Nature Genetics 25(3): 279-283. https://doi.org/10.1038 / 77033

García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. (I. de Goegrafía-UNAM, Ed.) (Quinta edi). México. Retrieved from http://www.igeograf.unam.mx/sigg/utilidades/docs/pdfs/publicaciones/geo_siglo21/serie_lib/modific_al_sis.pdf

Hanrahan, J. P., S. M. Gregan, P. Mulsant, M. Mullen, G. H. Davis, R. Powell and S. M. Galloway. 2004. Mutations in the Genes for Oocyte-Derived Growth Factors GDF9 and BMP15 Are Associated with Both Increased Ovulation Rate and Sterility in Cambridge and Belclare Sheep (Ovis aries)1. Biology of Reproduction 70(4): 900-909. https://doi.org/10.1095/biolreprod.103.023093

Knight, P. G. and C. Glister. 2006. Focus on TGF-B Signalling TGF- B superfamily members and

ovarian follicle development. Reproduction 132(2): 191-206. https://doi.org/10.1530/rep.1.01074

Lassoued, N., Z. Benkhlil, F. Woloszyn, A. Rejeb, M. Aouina, M. Rekik and S. Bedhiaf-Romdhani. 2017. FecX Bar a Novel BMP15 mutation responsible for prolificacy and female sterility in Tunisian Barbarine Sheep. BMC Genetics 18(1): 1-10. https://doi.org/10.1186/s12863-017-0510-x

Monteagudo, V. L., R. Ponz, M. T. Tejedor, A. Laviña and I. Sierra. 2009. A 17 bp deletion in the Bone Morphogenetic Protein 15 ( BMP15 ) gene is associated to increased prolificacy in the Rasa Aragonesa sheep breed. Animal Reproduction Science 110(1): 139-146. https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2008.01.005

Mullen, M. P. and J. P. Hanrahan. 2014. Direct evidence on the contribution of a missense mutation in GDF9 to variation in ovulation rate of Finnsheep. PLoS ONE 9(4). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0095251

Myers, M. and S. A. Pangas. 2010. Regulatory roles of transforming growth factor beta family members in folliculogenesis. Wiley Interdisciplinary Reviews: Systems Biology and Medicine 2(1): 117-125. https://doi.org/10.1002/wsbm.21

Nicol, L., C. S. Bishop, R. Pong-Wong, C. Bendixen, L. E. Holm, M. S. Rhind and S. A. Mcneilly. 2009. specific GDF9 gene results in sterility in Thoka sheep. Reproduction 138(6): 921-933. https://doi.org/10.1530/REP-09-0193

Orisaka, M., S. Orisaka, J. Y. Jiang, J. Craig, Y. Wang, F. Kotsuji and B. K. Tsang. 2006. Growth Differentiation Factor 9 Is Antiapoptotic during Follicular Development from Preantral to Early Antral Stage. Molecular Endocrinology 20(10): 2456-2468. https://doi.org/10.1210/me.2005-0357

Otsuka, F., K. J. McTavish and S. Shimasaki. 2011. Integral role of GDF-9 and BMP-15 in ovarian function. Molecular Reproduction and Development. https://doi.org/10.1002/mrd.21265

Petrie, A. and P. Watson. 2013. Statistics for Veterinary and Animal Science. (WILEY-BLACKWELL, Ed.) (Third Edit). United Kingdom. Retrieved from www.wiley.com/go/petrie/statisticsforvets

Sadighi, M., K. J. Bodensteiner, A. E. Beattie and S. M. Galloway. 2002. Genetic mapping of ovine growth differentiation factor 9 (GDF9) to sheep chromosome 5. Animal Genetics 33(3): 244-245. https://doi.org/10.1046/j.1365-2052.2002.t01-11-00876.x

SAS. 2013. Institute Inc., Cary, NC, U. *SAS 9.4 Statements* ®. (S. Institute, Ed.) (9.4 Statem). Retrieved from http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=239E4F5E2E39CF2164C9BAD96900EA01?doi=10.1.1.353.6870&rep=rep1&type=pdf

Silva, B. D. M., E. A. Castro, C. J. H. Souza, S. R. Paiva, R. Sartori, M. M. Franco and E. O. Melo. 2010. A new polymorphism in the Growth and Differentiation Factor 9 (GDF9) gene is associated with increased ovulation rate and prolificacy in homozygous sheep. Animal Genetics 42: 89-92. https://doi.org/10.1111/j.1365-2052.2010.02078.x

Souza, C. J. H., A. S. McNeilly, M. V. Benavides, E. O. Melo and J. C. F. Moraes. 2014. Mutation in the protease cleavage site of GDF9 increases ovulation rate and litter size in heterozygous ewes and causes infertility in homozygous ewes. Animal Genetics 45(5): 732-739. https://doi.org/10.1111/age.12190

Vacca, G. M., A. Dhaouadi, M. Rekik, V. Carcangiu, M. Pazzola and M. L. Dettori. 2010. Prolificacy genotypes at BMPR 1B, BMP15 and GDF9 genes in North African sheep breeds. Small Ruminant Research 88: 67-71. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.11.005

WilsonWu, T. X., L. J. Juengel, K. I. Ross, M. J. Lumsden, A. E. Lord and W. C. Montgomery. 2001. Highly Prolific Booroola Sheep Have a Mutation in the Intracellular Kinase Domain of Bone Morphogenetic Protein IB Receptor ( ALK-6 ) That Is Expressed in Both Oocytes and Granulosa Cells 1. Biology of Reproduction 1235(4): 1225-1235.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# COMPARACIÓN Y DINÁMICA FOLICULAR DE DOS PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN DE ESTROS CON ACETATO DE FLUOROGESTONA Y GLICEROL EN OVEJAS PELIBUEY

# [COMPARISON AND FOLLICULAR DYNAMICS OF TWO ESTRUS SYNCHRONIZATION PROTOCOLS WITH FLUOROGESTONE ACETATE AND GLYCEROL IN PELIBUEY EWES]

**Pablo Escorcia Ortiz[1], Antonio Roldán Roldán[2§], Adrián Guzmán Sánchez[3]**

[1]FMVZ-UNAM Departamento de Reproducción. [2]FMVZ-UNAM Departamento de Fisiología y Farmacología.[3]UAM-X Departamento de Producción Agrícola y Animal. [§]Autor para correspondencia: (arre@comunidad.unam.mx).

## RESUMEN

La sincronización del estro en ovinos se realiza empleando tratamientos de sincronización tradicionales (11 días) con progestágenos, sin embargo, se ha asociado a persistencia folicular. Como una alternativa a esto, se implementa un tratamiento de corta duración (5 días) para promover un recambio folicular y así evitar la persistencia folicular. El objetivo de este trabajo fue administrar el glicerol (sustrato gluconeogénico), promoviendo el reclutamiento folicular dentro de un tratamiento de sincronización de corta duración y en conjunto orientar con esta técnica a sistemas de producción limpios, verdes y éticos. Para ello, se realizó el seguimiento de la dinámica folicular en tres grupos de ovejas Pelibuey, con distintas duraciones del progestágeno, de 11 (TLC, *n*=22) y cinco días (TCC, *n*=17 y TCG, *n*=17). Al retiro del dispositivo se aplicó una prostaglandina, además para el grupo TCG se administró glicerol (50 mL). A su vez, se realizó diariamente el seguimiento ultrasonográfico vía transrectal (7.5 MHz), determinando el tamaño y número de las estructuras ováricas desde la inserción del progestágeno y hasta la formación del cuerpo lúteo. Con relación al diámetro de los folículos, no hubo diferencia entre grupos, sin embargo, en los grupos TCC (1) y TCG (1.29) hubo un aumento en el número de folículos ovulatorios que son reclutados después del retiro del dispositivo intravaginal en comparación al grupo TLC (0.59) ($p < 0.05$). Aunque la incidencia de persistencia folicular fue baja, se presentó en todos los grupos sin diferencia entre los mismos. Se concluye que utilizando un tratamiento de corta duración se aumenta el número de folículos ovulatorios que son reclutados después del retiro del progestágeno y si se adiciona glicerol se obtiene un aumento en el total de folículos ovulatorios (2.92) en comparación al tratamiento de larga duración (1.59), sin diferencias en la persistencia folicular.

**Palabras clave:** Dinámica folicular, progestágenos, Pelibuey, tasa ovulatoria.

## ABTRACT

The synchronization of estrus in sheep is performed using traditional synchronization treatments (11 days) with progestogens, however, it has been associated with follicular persistence. As an alternative to this, a short duration treatment (5 days) is implemented to promote follicular turnover

and thus avoid follicular persistence. The objective of this work was to administer glycerol (gluconeogenic substrate), promoting follicular recruitment within a short duration synchronization treatment and jointly orienting with this technique clean, green and ethical production systems. For this, follicular dynamics were monitored in three groups of Pelibuey sheep, with different progestogen durations, of 11 (TLC, *n* = 22) and five days (CBT, *n* = 17 and TCG, *n* = 17). A prostaglandin was applied to the removal of the device, and glycerol (50 mL) was administered for the TCG group. In turn, the ultrasound monitoring was performed daily via transrectal route (7.5 MHz), determining the size and number of ovarian structures from the insertion of the progestogen to the formation of the corpus luteum. Regarding the diameter of the follicles, there was no difference between groups, however, in the CBT (1) and TCG (1.29) groups there was an increase in the number of ovulatory follicles that are recruited after removal of the intravaginal device compared to TLC group (0.59) ($p$ <0.05). Although the incidence of follicular persistence was low, it occurred in all groups with no difference between them. It is concluded that using a short-term treatment increases the number of ovulatory follicles that are recruited after progestogen withdrawal and if glycerol is added an increase in the total ovulatory follicles is obtained (2.92) compared to long-term treatment (1.59), without differences in follicular persistence.

**Index words**: Follicular dynamics, progestogens, Pelibuey, ovulatory rate.

## INTRODUCCIÓN

En los ovinos es común el uso de protocolos de sincronización de estros prolongados (11 días) con acetato de medroxiprogesterona (MPA por sus siglas en inglés), sin embargo se sabe que causan persistencia folicular, lo que conlleva a una disminución en el porcentaje de fertilidad por envejecimiento de los ovocitos (Salas-Razo *et al*., 2013a; Viñoles *et al*., 2001). Una alternativa a este procedimiento consiste en aplicar un tratamiento corto (5 días) que supone un recambio folicular evitando el envejecimiento folicular (Menchaca y Rubianes, 2004).

La administración de glicerol como sobrealimentación ultracorta en un esquema de sincronización de corta duración parece ser una alternativa para evitar los efectos negativos de protocolos largos y el uso de eCG sobre la fertilidad. Esta técnica se basa en la sobrealimentación del animal al momento del retiro del dispositivo intravaginal con un sustrato altamente energético como lo es el glicerol. Gutierrez *et al.* (2011) y Viñoles *et al.* (2005), demuestran que la selección y el desarrollo folicular están asociados al aumento de glucosa, insulina y leptina en circulación, sin identificar un aumento en número y tamaño de los folículos.

Con todo esto, observar la dinámica folicular al estudiar el funcionamiento de una sobrealimentación ultracorta en un tratamiento de sincronización de estros proporciona una entrada a una tecnología que no dependa del uso de hormonas exógenas y se convierta en una alternativa que podría remplazar a los tratamientos tradicionales, aumentando la tasa de fertilidad y prolificidad cumpliendo con los principios de una producción limpia, verde y ética (Martin y Kadokawa, 2006; Scaramuzzi y Martin, 2008).

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó en el Centro de Enseñanza, Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal (CEPIPSA), FMVZ-UNAM, el cual se dividió en dos etapas, en la primera se describió la dinámica folicular en tratamientos de sincronización largos y cortos, realizándose en los meses de Junio a Julio de 2017, en plena época reproductiva (Valencia y Roldán, 2013), en la segunda etapa, se evaluó la respuesta de estos tratamientos solo tomando en cuenta el número de ovulaciones. Se contó con 58 hembras Pelibuey adultas de 4 a 7 años de edad, multíparas, las cuales se encontraban dentro de un sistema de producción intensivo, en estabulación total y alimentación basada en avena, ensilado de maíz, alfalfa y concentrado de granos para cubrir sus requerimientos nutrimentales.

Los individuos se distribuyeron de forma aleatoria en tres grupos experimentales. La sincronización del estro se realizó con la aplicación de un dispositivo intravaginal con un progestágeno sintético (20 mg de cronolona micronizada) durante 11 (TLC, *n*=22) o cinco días (TCC, *n*=17; TCG, *n*=17) (Menchaca and Rubianes, 2004). Al momento del retiro del dispositivo intravaginal en todos los grupos se administraron 125 μg de una prostaglandina sintética (Abecia *et al*., 2012; Escorcia P, 2016; Wildeus, 2000), en el TCG al retiro del dispositivo intravaginal se administró además 50 mL de glicerol diluido en agua (9:1) por vía oral (Gutierrez *et al*., 2011).

El seguimiento por ultrasonografía se realizó con un equipo Mindray DP-50Vet, con un transductor lineal 75L50EAV a una frecuencia de 7.5 MHz (Salas-Razo *et al*., 2013b; Viñoles *et al*., 2004). Para describir la dinámica folicular, se inició el seguimiento de las estructuras ováricas desde dos días antes del inicio del protocolo de sincronización del estro, realizándose diariamente a lo largo del tratamiento y hasta la formación del cuerpo lúteo (Abecia A, 2010). Se contaron las estructuras ováricas en ambos ovarios, midiendo su diámetro en milímetros. Los folículos persistentes se catalogaron cuando emergían con 2 mm de diámetro y alcanzaban una vida media igual o mayor a 9 días o manteniendo la etapa de dominancia con una duración mayor a 6 días con un diámetro superior a 5 mm. Para detectar el momento más cercano al momento de la ovulación, solo en 10 individuos de cada grupo experimental el seguimiento por ultrasonografía se realizó cada 12 horas después del retiro del progestágeno y hasta la formación del cuerpo lúteo (Viñoles *et al*., 2001).

Para determinar el inicio del estro después del retiro del dispositivo y la duración de esta etapa, se utilizaron 2 machos enteros provistos de un mandil para evitar la cópula. Se ingresaron durante 15 minutos al corral cada 6 horas, iniciando 22 horas después del retiro del dispositivo; ya que la literatura describe que manifiestan estro entre las siguientes 30-48 horas (Escorcia P, 2016; Wildeus, 2000).

Se realizó estadística descriptiva en el número y tamaño de los folículos por individuo y por grupo, posteriormente se llevó a cabo un análisis comparativo entre grupos mediante Chi-cuadrada en estas variables y en el número de cuerpos lúteos (Bartlewski, *et al*., 1999). Para determinar si un folículo fue persistente se categorizaron en dos clases con base en estudios realizados por Scaramuzzi *et al*. (2011), 1- folículos emergentes de 2 mm de diámetro con una vida de nueve o

más días; 2- folículos que alcanzan 5mm de diámetro y a partir de este punto duran seis o más días. Para analizar el intervalo entre el retiro del progestágeno y el inicio del celo, el momento de la ovulación y la formación del cuerpo lúteo, más la duración del estro, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) seguido de una prueba de Duncan para comparaciones múltiples y en su caso una prueba de Wilcoxon para variables no paramétricas, utilizando el programa estadístico SAS/STAT Versión 8.2 (Procedures Guide SAS Institute Inc, 2014).

## RESULTADOS

En la Figura 1 se muestran las distintas estructuras ováricas que se identificaron durante el estudio.

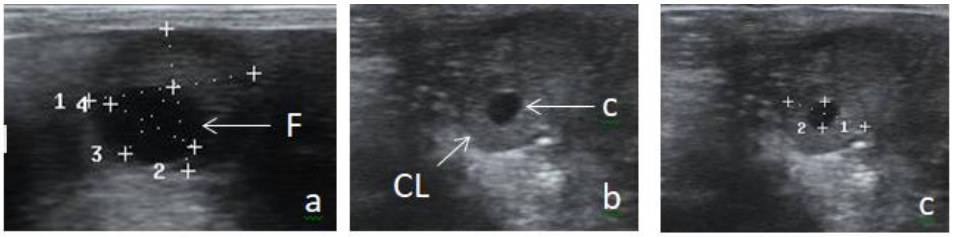



**Figura 1**.- Reconocimiento de estructuras ováricas: a) ovario con un folículo preovulatorio (F) de 5.5 mm de diámetro; b) y c) cuerpo lúteo funcional (CL) con un diámetro 9.9 mm con cavidad (c) de 3.2 mm.

En el Cuadro 1 se observa el promedio de folículos ovulatorios entre grupos, en las distintas etapas y el total de folículos ovulatorios de este experimento. De manera global, el tratamiento corto con glicerol obtuvo el mayor número ($p$ <0.05) de folículos ovulatorios con un promedio de 2.92 mientras que el más bajo fue el tratamiento largo control con un promedio de 1.59 ovulaciones ($p$ < 0.05).

**Cuadro 1.** Comportamiento de folículos ovulatorios.

| Variable (promedio ± ee) | TLC | TCC | TCG |
|---|---|---|---|
| Folículos ovulatorios (primera etapa) | 1.727 [b] ± 0.1971 | 2.353 [a] ± 0.2242 | 2.765 [a] ± 0.2242 |
| Folículos ovulatorios (segunda etapa) | 1.45 [a] ± 0.1797 | 2.45 [b] ± 0.1797 | 3.05 [c] ± 0.1797 |
| Total de folículos ovulatorios | 1.5952 [a] ± 0.1328 | 2.405 [b] ± 0.1415 | 2.92 [c] ± 0.1415 |

Literales diferentes indican diferencia estadística. $p$ < 0.05

Al hacer el análisis de la dinámica folicular durante la primera etapa del experimento, se encontró un número mayor de folículos ovulatorios ($p$ < 0.05) en los grupos TCC (2.3) y TCG (2.7) en comparación al grupo TLC (1.7) (cuadro 1). Sin embargo, no se encontró diferencia ($p$ > 0.05) en el diámetro de los folículos al momento de la ovulación, entre grupos (cuadro 2). Así mismo, se observó que en los tratamientos cortos un número mayor de folículos ovulatorios se desarrollan después del retiro del dispositivo intravaginal. En cuanto a la presentación de persistencia folicular (cuadro 2), aunque fue una baja incidencia, se presentó en todos los grupos sin diferencia entre los mismos. En los grupos TLC y TCC hubo 4 folículos persistentes en cada grupo, con una duración

igual o mayor a 9 días, mientras que el grupo con glicerol (TCG) se presentaron 8 folículos persistentes. Cabe mencionar que solo uno de estos, alcanzó un diámetro mayor a 5 mm por más de 6 días.

**Cuadro 2**. Comportamiento de la dinámica folicular.

| Variable (promedio ± ee) | TLC | TCC | TCG |
|---|---|---|---|
| Diámetro de folículos a la ovulación (mm) | 5.42 [a] ± 0.0178 | 5.07 [a] ± 0.0202 | 5.05 [a] ± 0.0202 |
| Inicio de la oleada folicular ovulatoria antes del retiro | 1.1264 [a] ± 0.211 | 1.2941 [a] ± 0.206 | 1.4706 [a] ± 0.193 |
| Inicio de la oleada folicular ovulatoria después del retiro | 0.5909 [a] ± 0.214 | 1.00 [ab] ± 0.257 | 1.2941 [b] ± 0.206 |
| Número de Folículos Persistentes mayor o igual a 9 días | 4 [a] | 4 [a] | 8 [a] |
| Total de individuos que presentaron persistencia folicular | 4 [a] | 3 [a] | 6 [a] |

Literales diferentes indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

Respecto al protocolo de sincronización, en la primera etapa del experimento la presentación del estro después del retiro del dispositivo era significativamente menor en el grupo TLC que en los tratamientos de corta duración ($p < 0.05$). La duración del estro no presentó diferencias en los tres grupos, sin embargo, el momento de la ovulación a partir del inicio del estro fue similar entre los grupos TCC y TCG, ovulando 18.71 y 30 horas respectivamente ($p < 0.05$), sin que alguno fuera diferente del TLC. La formación del cuerpo lúteo después de la ovulación fue más tardía en el grupo TCC (47.29) que en los grupos TLC (40.36) y TCG (39.53; $p < 0.05$), ver cuadro 3.

**Cuadro 3.** Tiempos del protocolo de sincronización.

| Variable (horas promedio ± ee) | TLC | TCC | TCG |
|---|---|---|---|
| Promedio entre el retiro a inicio del estro | 49.85 [a] ±1.77 | 59.78 [b] ±1.864 | 57.2 [b] ±1.864 |
| Duración del estro | 31.36 [a] ± 2.1631 | 32.82 [a] ± 2.4608 | 33.20 [a] ± 2.6197 |
| Inicio del estro a ovulación (primera etapa) | 27.27 [ab] ± 2.33 | 18.71 [a] ± 2.65 | 30 [b] ± 2.822 |
| Formación del cuerpo lúteo (primera etapa) | 40.36[a] ± 1.4727 | 47.29 [b] ± 1.6753 | 39.53 [a] ± 1.6753 |

Literales diferentes indican diferencia significativa ($p < 0.05$).

## DISCUSIÓN

En este trabajo, en el total de folículos ovulatorios, el máximo valor se obtuvo en el grupo experimental con 2.92, con el uso de 50 mL de glicerol, seguido del tratamiento corto control con 2.40 ovulaciones y por último el grupo de larga duración, reportando la menor tasa ovulatoria con 1.59. En la segunda etapa de este trabajo en la que encontramos que el grupo TCG era mayor sobre los demás con una tasa ovulatoria de 3.05, seguido del TCC con 2.45 y el menor con 1.45 para el TLC. En comparación, resultados obtenidos por Viñoles *et al*. (2001), indican que el uso de eCG en tratamientos de sincronización disminuye el porcentaje de fertilidad sin importar la duración del

tratamiento. Como una alternativa al uso de eCG, Gutierrez *et al*. (2011), refieren que el uso de 50 mL de glicerol aumenta la proporción de ovulaciones dobles a un 78.57%. Estos datos respecto a la tasa ovulatoria, excluyendo al grupo TLC, demuestran que superan el máximo reportado por Gutierrez *et al.* (2011), con 2 ovulaciones utilizando 50 mL de glicerol y un máximo al usar 100 mL de glicerol obteniendo 2.3 ovulaciones.

Como se mencionó, primeramente, el tratamiento de corta duración utilizando glicerol, aumenta el total de folículos ovulatorios. Sin embargo, en la primera etapa del experimento, con la dinámica folicular completa, se encontró que el reclutamiento de folículos después del retiro del progestágeno es diferente solo entre los grupos TCG (1.29) y TLC (0.59), sin tener diferencias con el grupo TCC. Para lograr este aumento en la tasa ovulatoria el tratamiento tiene una serie de eventos multifactoriales que interactúan simultáneamente para su éxito. Scaramuzzi *et al*. (2011), indican que al momento de la luteólisis es cuando se abre una ventana de 12 horas de reclutamiento y se presenta un desarrollo rápido de folículos sensibles a gonadotropinas. Situación que pudo haberse presentado en ambos tratamientos cortos y no permitió establecer diferencias entre los grupos. Por otra parte, Ferraro (2011) describe que la suplementación de ultracorta duración con sustratos gluconeogénico ejerce su efecto durante 10 a no más de 24 horas y debe coincidir con una emergencia folicular al momento de la luteólisis o retiro del progestágeno (Gutierrez *et al*., 2011; Viñoles *et al*., 2001), desencadenando el desarrollo folicular, algo que se observa entre los grupos TLC y el TCG.

Para el caso de persistencia folicular, existe una discrepancia en cuanto a su uso o frecuentemente se confunde con un quiste folicular, ya que no se ha propuesto una definición exacta. Algunos autores determinan la persistencia folicular con base en sus resultados y las diferencias entre tratamientos de sincronización cortos y largos, considerando un folículo persistente desde 6 y hasta 12 días (Flynn *et al*., 2000; Medan *et al*., 2004; Viñoles *et al*., 2001). Debido a esta discrepancia en el amplio rango para determinar si un folículo es persistente, se plantea una adecuación con base en los numerosos estudios realizados por Scaramuzzi *et al*. (2011). Entonces, en el presente estudio se definió a la persistencia folicular como un folículo que, desde que emerge la oleada folicular, establecida cuando el folículo presenta 2 mm de diámetro, alcanza una vida media igual o mayor a 9 días o como un folículo que mantiene la etapa de dominancia con un diámetro superior a 5 mm por un periodo mayor a 6 días, en ambos casos con o sin ovulación.

Una vez dada esta aclaración, se determinó que la persistencia folicular se presentó en los tres grupos experimentales con un rango de presentación entre 17 y 35% sin que la diferencia entre los mismos fuera significativa. Considerando esto, más los datos recabados de folículos ovulatorios, sugieren que el uso de un flushing ultracorto en un tratamiento de sincronización de corta duración, más que promover un recambio folicular, estimula el reclutamiento y la selección de folículos evitando su atresia para que se manifieste la co-dominancia (Menchaca y Rubianes, 2004; Scaramuzzi *et al*., 2011; Viñoles *et al*., 2001). A esto, diversos autores (Evans G *et al*., 1987; Viñoles *et al*., 2001), asocian esta persistencia folicular a tratamientos de sincronización de larga duración, sin embargo en este trabajo se presenta en todos los grupos sin diferencia estadística lo

que sugiere que esta persistencia folicular podría ser un evento casual y no provocado por el tratamiento de sincronización.

## CONCLUSIONES

Con las condiciones de este trabajo se concluye que en la oveja Pelibuey un tratamiento de corta duración con Acetato de Fluorogestona y prostaglandina, aumenta el número de ovulaciones por ciclo y retrasa la presentación de la conducta reproductiva. Mas, si se adiciona glicerol como sobrealimentación ultracorta, permite un desarrollo rápido de un número mayor de folículos ovulatorios muy cercano al momento de la ovulación, si se compara con un protocolo de sincronización largo, pero no evita que se presente persistencia folicular.

## LITERATURA CITADA

Abecia, F. F. 2010. Manejo reproductivo en ganado ovino. Asis Biomédicas, Zaragoza, España.

Abecia, J. A. F. Forcada and A. González-Bulnes. 2012. Hormonal control of reproduction in small ruminants. Animal. Reproducion Science 130: 173-179.

Bartlewski, P. M., A. P. Beard and N. C. Rawlings. 1999. An ultrasonographic study of luteal function in breeds of sheep with different ovulation rates. Theriogenology 52: 115-130.

Escorcia, P. 2016. Efecto de distintos protocolos de inseminación artificial cervical con semen fresco sobre la fertilidad de la oveja pelibuey. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.

Evans, G., W. Maxwell and S. Salamon. 1987. Salamon´s artificial insemination of sheeps and goats.

Ferraro, S. 2011. Estudio de los mecanismos moleculares y endócrinos involucrados en la regulación de la tasa ovulatoria en ovejas por administración de una solución glucogénica. UNAM, México, D.F.

Flynn, J. D., P. Duffy, M. P. Boland and A. C. O. Evans. 2000. Progestagen synchronisation in the absence of a corpus luteum results in the ovulation of a persistent follicle in cyclic ewe lambs. Animal Reproduction Science 62: 285-296.

Gutierrez, C. G., S. Ferraro, V. Martinez, A. Saharrea, C. Cortez, A. Lassala, H. Basurto and J. Hernandez. 2011. Increasing ovulation quota: more than a matter of energy. Acta Scientiae Veterinariae 39: s305-s316

Martin, G. B. and H. Kadokawa. 2006. Clean, Green and Ethica. Animal Production. Case Study: Reproductive Efficiency in Small Ruminants. Journal of Reproduction and Development 52: 145-152.

Medan, M. S., G. Watanabe, K. Sasaki and K. Taya. 2004. Transrectal ultrasonic diagnosis of ovarian follicular cysts in goats and treatment with GnRH. Domestic Animal Endocrinology. 27: 115-124.

Menchaca, A. and E. Rubianes. 2004. New treatments associated with timed artificial insemination in small ruminants. Reproduction, Fertility and Development 16: 403-413.

Procedures Guide SAS Institute Inc, 2014. SAS Institute Inc, Cary, NC.

Salas-Razo, G., J. A. Rojo-Martínez, R. Garcidueñas-Piña, J. Pablo, M. Perea-Peña and J. Espinoza-Villavicencio. 2013a. Effect of Prolonged Treatment with Melengestrol Acetate

(MGA) on the Persistence or Non-Persistence of Ovarian Follicles in Ewes. International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics 3(4): 298-300.

Salas-Razo, G., J. A. Rojo-Martínez, E. Gutiérrez-Vázquez, A. Juárez-Caratachea, R. Garcidueñas-Piña, and J. Espinoza-Villavicencio. 2013b. Follicular Dynamic in Ewes during Melengestrol Acetate (MGA) Treatment. International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics 3(4): 360-362.

Scaramuzzi, R. and G. Martin. 2008. The importance of interactions among nutrition, seasonality and socio-sexual factors in the development of hormone-free methods for controlling fertility. Reproduction in Domestic Animals 43: 129-136.

Scaramuzzi, R. J., D. T. Baird, B. K. Campbell, M. A. Driancourt, J. Dupont, J. E. Fortune, R. B. Gilchrist, G. B. Martin, K. P. McNatty, A. S. McNeilly, P. Monget, D. Monniaux, C. Viñoles and R. Webb. 2011. Regulation of folliculogenesis and the determination of ovulation rate in ruminants. Reproduction Fertility and Development 23: 444-467.

Valencia, J. and A. Roldán. 2013. La estacionalidad reproductiva y la producción animal. La oveja Pelibuey: una opción. Curso de Actualización en Ganadería, FMVZ, Organismo de Certificación Ganadera (OCEGAN). 1-5.

Viñoles, C., M. Forsberg, G. Banchero and E. Rubianes. 2001. Effect of long-term and short-term progestagen treatment on follicular development and pregnancy rate in cyclic ewes. Theriogenology 55: 993-1004.

Viñoles, C., M. Forsberg, G. B. Martin, C. Cajarville, J. Repetto and A. Meikle. 2005. Short-term nutritional supplementation of ewes in low body condition affects follicle development due to an increase in glucose and metabolic hormones. Reproduction 129: 299-309.

Viñoles, C., A. Meikle and M. Forsberg. 2004. Accuracy of evaluation of ovarian structures by transrectal ultrasonography in ewes. Animal Reproduction Science 80: 69-79.

Wildeus, S. 2000. Current concepts in synchronization of estrus: Sheep and goats. Journal of Animal Science 77: 1-14.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# PRESENCIA DE PARÁSITOS GASTROINTESTINALES EN OVEJAS DE PELO EN CONDICIONES DE PASTOREO

## [PRESENCE OF GASTROINTESTINAL PARASITES IN SHEEP HAIR UNDER GRAZING CONDITIONS]

**L. A. Ávila-Hernández[2], E. Ramírez-Llaguno[2], N. L. Carmona-Gómez[2], R. García-García[2], E. C. García y González[1], E. Flores-López[1], B. C. Pineda-Burgos[1], E. Valencia-Franco[2], J. L. Ponce-Covarrubias[1§]**

[1]Escuela Superior de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 3, Universidad Autónoma de Guerrero, Tecpan de Galeana, Guerrero, México; [2]Facultad de Agrohidráulica - Programa Ingeniero Agrónomo Zootecnista, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Tlatlauquitepec, Puebla, México. [§]Autor para correspondencia: (jlponce@uagro.mx).

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar la presencia de parásitos gastrointestinales en ovejas de pelo vacías y gestantes en condiciones de pastoreo. Se tomó una muestra de heces a través de la estimulación rectal a 40 ovejas multíparas (20 vacías y 20 gestantes con diferentes estadios); las muestras fueron analizadas con la técnica de flotación para investigar la presencia de parásitos. En el estudio se encontró que del 100% de las muestras analizadas el 85% de los animales estaban parasitados y el 15% de los animales no, de las ovejas parasitadas se encontró mayor presencia del parasito *Toxacara vitulorum* entre todas las hembras y entre grupos de hembras (vacías y gestantes), también se encontró un efecto en el parásito *Trichostrongylus* para las ovejas gestantes ($p < 0.05$). Asimismo, de manera general también se encontró la presencia de parásitos *Strongylus spp, Coccidea, Protostrongylus rufescens* y *Trychostrongylus spp* ($p > 0.05$). Por otra parte, referente a las técnicas de condición corporal y FAMACHA para ambos grupos de ovejas no se encontró diferencia significativa entre tratamientos ($p > 0.05$). Se concluye que las ovejas multíparas en pastoreo independientemente de su estado fisiológico presentan mayor presencia de los parásitos *Toxocara vitulorum* y *Trichostrongylus spp*.

**Palabras clave:** Enfermedades parasitarias, ovejas vacías y gestantes, parásitos gastrointestinales, pastoreo.

## ABSTRACT

The objective of the present study was to know the presence of gastrointestinal parasites in pregnant and empty hair sheep under grazing conditions. A stool sample was taken through rectal stimulation to 40 multiparous sheep (20 empty and 20 pregnant ewes with different stages); the samples were analyzed with the flotation technique to investigate the presence of parasites. In the study it was found that of 100% of the analyzed samples 85% of the animals were parasitized and 15% of the animals were not, of the parasitized sheep, a greater presence of the *Toxacara vitulorum* parasite was found among all the females and between groups of females (empty and pregnant), an effect was also found on the *Trichostrongylus* parasite for pregnant ewes ($p < 0.05$). Also, the presence of parasites *Strongylus spp, Coccidea, Protostrongylus rufescens* and *Trychostrongylus spp* ($p >$

0.05) was also found in general. On the other hand, referring to the corporal condition and FAMACHA techniques for both groups of ewes, no significant difference was found between treatments ($p > 0.05$). It's concluded that multiparous sheep grazing independently of their physiological state present greater presence of the parasites *Toxocara vitulorum* and *Trichostrongylus spp*.

**Index words:** Parasitic diseases, gastrointestinal parasites, herding, empty sheep and pregnant sheep.

## INTRODUCCIÓN

En regiones tropicales de México y el mundo los ovinocultores enfrentan diferentes problemas en sus rebaños destacando los parásitos gastrointestinales y su consecuencia las enfermedades parasitarias (FAO, 2001). En efecto, en estas regiones generalmente los sistemas de producción de ovinos reciben manejo de pastoreo durante el día y por las tardes-noches son encerrados en corrales abiertos sin que se les proporcione complementación alimenticia (Caballero *et al.,* 2009). Durante la época de sequía estos animales se ven afectados fuertemente por la poca disponibilidad de forraje observándose rápidamente una marcada pérdida de peso y condición corporal; características más notorias en animales jóvenes y hembras lactando (Maderos y Banchero, 2013). Los parásitos gastrointestinales de mayor presencia son los nematodos de los géneros *Trichuris*, *Capillaria*, *Toxocara*, cestodos del genero *Moniezia* y *Strongyloides papillosus* del Orden Rhabditida, siendo el parásito de mayor ocurrencia el *Haemonchus contortus* (Maderos y Banchero, 2013). Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue conocer la presencia de parásitos gastrointestinales en ovejas de pelo vacías y gestantes en condiciones de pastoreo en parte de la región Costa Grande del estado de Guerrero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en el mes de junio de 2019 en un rebaño de ovinos de pelo ubicado en el poblado San Jerónimo de Juárez, municipio Benito Juárez, Guerrero, México. La región es parte de la Costa Grande del estado y se encuentra en el trópico del país (coordenadas geográficas: 17°08'09"N y 100°28'08"O). Las temperaturas promedio durante el verano son de 29°C y durante el invierno de 27.5°C (INEGI, 2009). El rebaño cuenta con 450 animales de los cuales fueron seleccionadas al azar 40 ovejas multíparas, 20 vacías con condición corporal (CC) de 2.3±0.51 y 20 gestantes con CC de 2.2±0.65 (Russel *et al.,* 1969); y se cuenta con diferentes genotipos: cruzas de Blackbelly, Pelibuey, Dorper y Katahdin. Los ovinos son desparasitados cada 6 meses con Ivermectina (0.5 mL/animal) y no recibe otro tipo de medicina preventiva. El rebaño ovino es pastoreado durante 6 horas (12:00 a 18:00 p.m.) en potreros que se utilizan para cultivo de palmeras de coco, y estos animales consumen pasto nativo, hojas de árboles y frutas de temporada como el mango. En las tardes-noches son encerrados en corrales abiertos provistos de bebederos donde permanecen de las 18:00 a 12:00 h. A las ovejas del estudio se les registró la CC y FAMACHA© (Bath, 2001) para tener el registro del estado metabólico en que se encontraba el rebaño; asimismo a las ovejas del estudio se les tomó una muestra de heces por estimulación rectal y posteriormente

las muestras fueron transportadas en una hielera al laboratorio de la ESMVZ-3 para su posterior análisis. El análisis cualitativo de las muestras de heces se realizó un examen coproparasitoscópico de flotación, usando una solución saturada de cloruro de sodio, para esto se realiza una mezcla con la muestra fecal y una vez centrifugado se observó el sobrenadante al microscopio con el objetivo de 40X y se determinó la presencia o no de huevecillos, así como la morfología de los mismos para poder clasificarlo de acuerdo a la especie. Los datos fueron analizados con una tabla de frecuencia 2 x 2 y se aplicó la prueba de Ji-Cuadrada para el cálculo de las proporciones. Todos los análisis fueron realizados con el programa estadístico SAS (2004).

**Cuadro 1.** Se presentan las técnicas de condición corporal y FAMACHA© aplicadas a ovejas de pelo.

| Grupos | Animales | [1]CC | FAMACHA© |
|---|---|---|---|
| Vacías | 20 | 2.3±0.51[a] | 2.6±0.74[b] |
| Gestantes | 20 | 2.2±0.65[a] | 3.1±0.67[a] |

[a,b]Indican diferencia significativa dentro de la columna. [1]Condicion corporal: CC.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el estudio se encontró que del 100% de las muestras analizadas el 85% de los animales estaban parasitados y el 15% no, de las ovejas parasitadas se encontró mayor presencia del parasito *Toxocara vitulorum* entre todas las hembras y entre grupos de hembras (vacías y gestantes), también se encontró un efecto en el parásito *Trichostrongylus* ($p < 0.05$; Figura 1). Por otra parte, en el Cuadro 1 se presentan las técnicas de condición corporal y FAMACHA© para ambos grupos de ovejas de las cuales FAMACHA© presenta diferencia significativa entre tratamientos ($p < 0.05$). Es común que el ganado ovino y caprino de regiones tropicales y que se encuentran en pastoreo presenten parásitos gastrointestinales entre los que destacan los nematodos de los géneros *Trichuris*, *Capillaria*, *Toxocara*, cestodos del genero *Moniezia* y *Strongyloides papillosus* del Orden Rhabditida, siendo el parásito de mayor ocurrencia el *Haemonchus contortus* (Maderos y Banchero, 2013; González-Garduño *et al.,* 2011). En el presente estudio el parásito de mayor presencia independientemente del grupo fue *Toxocara vitulorum* y el *Trichostrongylus* en las hembras gestantes. Resultados similares fueron encontrados en una región tropical de Tabasco por González-Garduño *et al.* (2011).

El rebaño de ovinos en general se encontraba con bajo peso y condición corporal esto debido muy probablemente a que estaban parasitados y a que el presente estudio se hizo durante la época de estiaje corroborado por las técnicas de CC y FAMACHA© como lo han reportado otras investigaciones (Cintra *et al.,* 2018; Borges-Ferreira *et al.,* 2019). Los ovinos del rebaño tenían que recorrer alrededor de 2 kilómetros para recoger alimento (pasto nativo, hojas de árboles, coco y mango) durante las 6 horas de pastoreo. Esto es interesante ya que con un manejo de mayor atención en medicina preventiva, desparasitación selectiva y complementación alimenticia durante la época mayo a agosto cuando hay poco forraje se puede mejorar esta situación metabólica de estos animales. Asimismo, las técnicas de CC y FAMACHA© es sencilla y puede ser usada por cualquier productor para corroborar en qué estado se encuentra su ganado.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

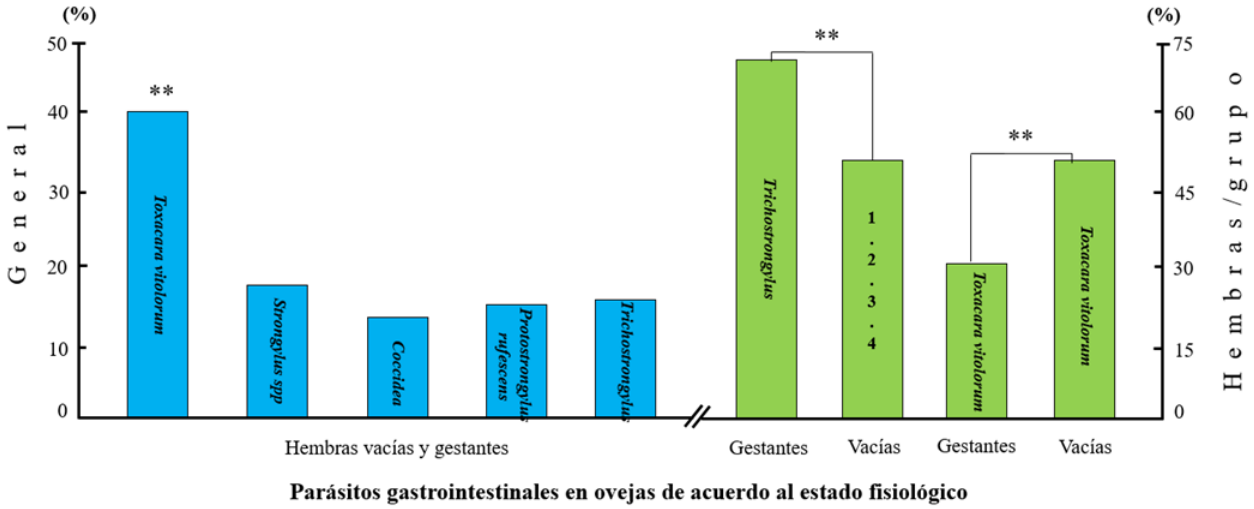



**Figura 1.** Presencia de parásitos gastrointestinales en ovejas de pelo vacías y gestantes, en la gráfica de la izquierda (■) los porcentajes de manera general; en la gráfica de la derecha (■) los porcentajes para hembras de acuerdo al grupo. Los parásitos se marcan en número como se muestra en la tercera barra (vacías) de la derecha: 1 *Strongylus spp*, 2 *coccidia*, 3 *Protostrongylus*, 4 *Protostrongylus rufescens*. De acuerdo con la Ji-Cuadrada presentan diferencia significativa (**) entre las hembras vacías y gestantes para los parásitos *Trichostrongylus* y *Toxacara vitolorum*, también de manera general *Toxacara vitolorum*.

## CONCLUSIONES

Las ovejas multíparas en pastoreo independientemente de su estado fisiológico presentan mayor presencia de los parásitos *Toxacara vitulorum* y *Trichostrongylus*. Asimismo, en todas las ovejas se encontró los parásitos *Strongylus spp*, *Coccidia*, *Protostrongylus rufescens* y *Trichostrongylus spp*. Las técnicas de CC y FAMACHA© pueden ser usadas por los productores en cualquier momento para cerciorarse en qué estado metabólico esta su ganado ovino.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al CONACyT/BUAP que a través del Programa Delfín *XXIV Verano de la Investigación Científica y Tecnológica del Pacífico* por la beca otorgada a los alumnos; Luis Antonio Ávila Hernández, Nickey Leonor Carmona Gómez, Ricardo García García y Esmeralda Ramírez Llaguno. Asimismo, al Sr. Víctor Hernández y su familia por facilitar el rebaño ovino para el presente estudio. Finalmente, al grupo de investigación "Sistemas de Producción Animal" de la ESMVZ-3 en colaboración con el PIAZ-BUAP.

## LITERATURA CITADA

Bath, G. F. and J. A. Van Wyk. 2001. Using the FAMACHA© system on commercial sheep farms in South Africa, Proceedings of the 5th International Sheep Veterinary Congress, 22-25 January 2001, Stellenbosch, South Africa.

Borges-Ferreira, J., C. Santos-Sotomaior, A. C. B. Suassuna-Bezerra, W. E. da Silva, J. H. G. Morais-Leite, J.E. Rufino de Sousa, J. F. França-Biz and D. A. Evangelista-Façanha. 2019. Sensitivity and specificity of the FAMACHA© system in tropical hair sheep. Tropical Animal Health and Production 51(6): 1767-1771.

Caballero, A. A. J., Torre and S. R. Camara. 2009. Importancia del parasitismo gastrointestinal en ovinos y situación actual de la resistencia antihelmíntica en México. En: González GR, Berúmen AAC, comp. Avances en el control de la parasitosis gastrointestinal de ovinos en el trópico. Tabasco, México: Universidad Autónoma Chapingo. 1-11.

Cintra, M. C. R., R. D. Ollhoff and C. S. Sotomaior. 2018. Sensitivity and specificity of the FAMACHA© system in growing lambs, Veterinary Parasitology 251: 106-111.

FAO. 2001. Sustainable approaches for managing haemonchosis in sheep and goat. Final report of FAO technical Co–operation project in South Africa. South Africa.

González-Garduño, R., C. Córdova-Pérez, G. Torres-Hernández, P., Mendoza de Gives y J. Arece-García. 2011. Prevalencia de parásitos gastrointestinales en ovinos sacrificados en un rastro de Tabasco, México. Veterinaria México 42(2): 125-135.

Maderos, A. y G. Banchero. 2013. Parasitosis gastrointestinales en ovinos y bovinos: situación actual y avances de la investigación. Rev INIA. 34: 10-15.

Russel, A. J. F., J. M. Doney and R. J. Gunn. 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. The Journal Agricultural Science 72: 451-454.

SAS. 2004. Institute, SAS/STAT. 2004. User's guide statistics released 9.1 (2nd Ed.) SAS Institute, Inc. Cary.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS EN OVEJAS DE PELO EN CONDICIONES DE PASTOREO EN LA ÉPOCA DE SEQUÍA

## [HEMATOLOGICAL PARAMETERS IN SHEEP HAIR UNDER GRAZING CONDITIONS IN THE DRY SEASON]

**E. Ramírez-Llaguno[2], L. A. Ávila-Hernández[2], R. García-García[2], N. L. Carmona-Gómez[2], E. C. García y González[1], B. C. Pineda-Burgos[1], E. Flores-López[1], E. Valencia-Franco[2], J. L. Ponce-Covarrubias[1§]**

[1]Escuela Superior de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 3, Universidad Autónoma de Guerrero, Tecpan de Galeana, Guerrero, México; [2]Facultad de Agrohidráulica - Programa Ingeniero Agrónomo Zootecnista, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Tlatlauquitepec, Puebla, México [§]Autor para correspondencia: (jlponce@uagro.mx)

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar los parámetros hematológicos en ovejas vacías y gestantes en pastoreo durante la época de sequía. Cuarenta ovejas de pelo multíparas fueron divididas en un grupo de hembras vacías y otros gestantes con diferentes etapas, en una sola ocasión se les midió la condición corporal (CC), FAMACHA© y los parámetros hematológicos. En el estudio se encontró mayor valor del hematocrito y glóbulos rojos en las ovejas gestantes (31.2±6.3 y 35.4±14.6%) que las vacías (10.3±2.1 y 11.7±4.8%) $p$ <0.05). Asimismo, se encontró mayores puntos de FAMACHA© en las hembras gestantes que en las vacías (2.6±0.74 y 3.1±0.67 puntos) ($p$ < 0.05). La CC, parte globular (PG) y el total presentaron valores similares entre grupos de ovejas ($p$ > 0.05). En conclusión, se encontraron mayores valores para el hematocrito y los glóbulos rojos en ovejas gestantes en condiciones de pastoreo.

**Palabras clave:** Glóbulos rojos, parte globular en centímetros, valor del hematocrito,

## ABSTRACT

The aim of the present study was to evaluate the hematological parameters in empty ewes and pregnant grazing during the dry season. Forty hair sheep multiparous were divided into a group of empty and another pregnant females with different stages, on one occasion the body condition (BC), FAMACHA© and the haematological parameters were measured. In the study, a greater value of the hematocrit and red blood cells was found in the pregnant sheep (31.2±6.3 and 35.4±14.6%) than in the empty ones (10.3±2.1 and 11.7±4.8%) ($p$ < 0.05). Likewise, greater FAMACHA© points were found in the pregnant females than in the empty females (2.6±0.74 and 3.1±0.67 points) ($p$ < 0.05). The BC, globular part (GP) and the total presented similar values between groups of sheep ($p$ > 0.05). In conclusion, higher values were found for hematocrit and red blood cells in pregnant sheep under grazing conditions.

**Index words:** Red blood cells, globular part in centimeters, hematocrit value.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## INTRODUCCIÓN

En ovinos la producción de carne y leche es una actividad económica importante en muchos países del mundo incluyendo a México (McManus *et al.*, 2010). Sin embargo, esta actividad se ve afectada en algunos rebaños de regiones tropicales debido a que los rebaños son afectados genéticamente por cruzamientos indiscriminados que diluyen las características genéticas de rusticidad, resistencia a parásitos y otras enfermedades (Magaña-Monforte *et al.*, 2013). En algunas regiones del país donde se practica la ovinocultura en pastoreo durante la época de sequía (mayo-agosto) los ovinos pierden peso y condición corporal que son más susceptibles a parasitosis y otras enfermedades (García *et al.*, 2004). Existen algunas técnicas (CC y FAMACHA©) que resultan importantes conocer para ver cómo se encuentra metabólicamente, los parámetros hematológicos útiles para el diagnóstico de trastornos de la sangre como anemia y policitemia en ovinos, particularmente las ovejas reproductoras y gestantes en sus diferentes etapas (Russel *et al.*, 1969; Vicente-Pérez *et al.*, 2018; Borges-Ferreira *et al.*, 2019). A nivel de campo con estas herramientas los ovinocultores pueden tener estos parámetros para conocer cómo se encuentran los animales de su rebaño y tomar medidas de medicina preventiva. Por lo anteriormente mencionado, el objetivo del presente estudio fue evaluar los parámetros hematológicos en ovejas vacías y gestantes en pastoreo durante la época de sequía.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en el mes de junio de 2019 en un rebaño de ovinos de pelo ubicado en el poblado San Jerónimo de Juárez, municipio Benito Juárez, Guerrero, México. La región es parte de la Costa Grande del estado y se encuentra en el trópico del país (coordenadas geográficas: 17°08'09" N y 100°28'08" O). Las temperaturas promedio durante el verano son de 29°C y durante el invierno de 27.5°C (INEGI, 2009). El rebaño cuenta con 450 animales de los cuales fueron seleccionadas al azar 40 ovejas multíparas (20 vacías con condición corporal (CC; Russel *et al.*, 1969) de 2.3±0.51 y 20 gestantes con CC de 2.2±0.65; y se cuenta con diferentes genotipos: cruzas de Blackbelly, Pelibuey, Dorper y Katahdin). Los ovinos son desparasitados cada 6 meses con Ivermectina (Sanfer®; 0.5 mL/animal) y no recibe otro tipo de medicina preventiva. El rebaño ovino es pastoreado durante 6 horas (12:00 a 18:00 h) en potreros donde que se utilizan para cultivo de palmeras de coco, y estos animales consumen pasto nativo, hojas de árboles y frutas de temporada. En las tardes-noches son encerrados en corrales abiertos provistos de bebederos donde permanecen de las 18:00 a 12:00 h. A las ovejas del estudio se les registró la CC y FAMACHA© (Bath, 2001), parte globular en centímetros (PG cm), valor del hematocrito (VH %) y glóbulos rojos (GR; %) para tener el registro de que estado metabólico se encontraba el rebaño. Asimismo, a las ovejas del estudio se les colectó una muestra de sangre de la yugular con un vacutainer y posteriormente las muestras fueron transportadas en una hielera al laboratorio de la ESMVZ-3 para su posterior análisis. Se centrifugaron las muestras durante 15 min a 3,000 r.p.m., los valores del hematocrito fueron determinados por la técnica del microhematocrito por centrifugación (Schalm, 1964). Los datos fueron analizados con estadística descriptiva promedios ± error estándar de la media (EEM); la comparación de las significancias de las diferencias de las medias se realizó por

el estadístico t usando el software estadístico SAS (2004). En todos los análisis realizados se utilizó un nivel de significancia de ($p \leq 0.05$).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el estudio se encontró mayor valor del hematocrito y glóbulos rojos en las ovejas gestantes que las vacías ($p < 0.05$). Asimismo, se encontró mayores puntos de FAMACHA© en las hembras gestantes que en las vacías ($p < 0.05$). La CC, PG y el total presentaron valores similares entre grupos de ovejas ($p > 0.05$) (Cuadro 1). Los valores hematológicos (valor del hematocrito y glóbulos rojos) son importantes para determinar el grado de anemia en los ovinos. En efecto, esto nos indica algunos desordenes hematológicos que presentan en especial las hembras reproductoras y las gestantes en sus diferentes etapas de gestación; múltiples factores denotan las alteraciones patológicas que afectan a esta especie (Guzmán-Medina y Callacná-Custodio, 2013).

**Cuadro 1.** Se presentan los parámetros hematológicos de ovejas de pelo en pastoreo con diferente estado fisiológico.

| Tratamiento | Animales | [1]CC | FAMACHA© | [2]PG (cm) | Total | [3]VH (%) | [4]GR (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vacías | 20 | 2.3±0.51[a] | 2.6±0.74[b] | 1.5±0.34[a] | 4.9±0.45[a] | 31.2±6.3[b] | 10.3±2.1[b] |
| Gestantes | 20 | 2.2±0.65[a] | 3.1±0.67[a] | 1.7±0.66[a] | 5.0±0.46[a] | 35.4±14.6[a] | 11.7±4.8[a] |

[a,b]Indican diferencia significativa dentro de columna. [1]Condición corporal: CC. [2]Parte globular en centímetros: (PG; cm). [3]Valor del hematocrito: (VH; %). [4]Globulos rojos: (GR; %).

Los valores del hematocrito del presente estudio concuerdan con los valores publicados por Oliveira *et al.* (2012) en cabras gestantes (hematocrito: 33.95±5.93%) pero difieren a lo reportado por Medina y Custodio (2014) en cabras gestantes. Referente a los GR en la sangre en las cabras gestantes Martínez-Grimaldo *et al.* (2018) encontraron (16.27±2.27%) valores superiores a los del presente estudio (11.7±4.8%). Estos parámetros en conjunto con la FAMACHA© indican que las ovejas presentaron bajo índice de acuerdo a los valores normales (Terán, 1986), curiosamente en el presente estudio los valores más altos se presentaron en las hembras gestantes (VH: 31.2±6.3 vs 35.4±14.6; GR: 10.3±2.1 vs 11.7±4.8). Una explicación puede ser que estas hembras durante el pastoreo dedican más tiempo a buscar alimento para suplir las necesidades fisiológicas, además de que muestran mayor dominancia para hacerse del consumo de mango y coco; explicación validada por algunas observaciones realizadas en estas hembras (Ponce *et al.*, datos no publicados).

## CONCLUSIONES

Se encontraron valores normales para el hematocrito (29 – 38%) y los glóbulos rojos en el grupo de ovejas gestantes, tal y como lo marcan los parámetros normales para la especie ovina. Asimismo, se encontró una mayor puntuación (escala: 1 - 5) en la FAMACHA© en las hembras gestantes que en las vacías.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al CONACyT/BUAP que a través del Programa Delfín XXIV Verano de la Investigación Científica y Tecnológica del Pacífico por la beca otorgada a los alumnos; Luis

Antonio Ávila Hernández, Nickey Leonor Carmona Gómez, Ricardo García García y Esmeralda Ramírez Llaguno. Asimismo, al Sr. Víctor Hernández y su familia por facilitar el rebaño ovino para el presente estudio. Finalmente, al grupo de investigación "Sistemas de Producción Animal" de la ESMVZ-3 en colaboración con el PIAZ-BUAP.

## LITERATURA CITADA

Bath, G. F. and J. A. Van Wyk. 2001. Using the FAMACHA© system on commercial sheep farms in South Africa, Proceedings of the 5th International Sheep Veterinary Congress, 22-25 January 2001, Stellenbosch, South Africa.

Borges-Ferreira, J., C. Santos-Sotomaior, A. C. B. Suassuna-Bezerra, W. E. da Silva, J. H. G. Morais-Leite, J. E. Rufino de Sousa, J.F. França-Biz and D. A. Evangelista-Façanha. 2019. Sensitivity and specificity of the FAMACHA© system in tropical hair sheep. Tropical Animal Health and Production 51(6): 1767-1771.

García, J., D. Miñon, M. Álvarez, H. Giorgetti, G. Rodríguez y A. Perlo. 2004. Cruzamientos industriales para producción de carne ovina. IDIA XXI: 159-162.

Guzmán-Medina, L. E. y M. A. Callacná-Custodio. 2013. Valores hematológicos de cabras criollas en dos estados fisiológicos reproductivos. Scientia Agropecuaria 4: 285-292.

Magaña-Monforte, J. G., M. Huchin-Cab, R. J. Ake-López and J. C. Segura-Correa. 2013. A field study of reproductive performance and productivity of Pelibuey ewes in Southeastern Mexico. Tropical Animal Health and Production 45(8): 1771-1776.

Marínez-Grimaldo, R. E., G. F. Quiroz-Rocha y Y. Domínguez. 2018. Determinación de límites de referencia de analitos hematológicos en cabras lecheras adultas en el Altiplano Mexicano. Revista Médica de Zootecnia 65(2): 121-129.

McManus, C., H. Louvandini, R. Gugel, S. L. C. Bastos, E. Bianchini and B. F. E. Moreno. 2010. Skin and coat traits in sheep in Brazil and their relation with heat tolerance. Tropical Animal Health and Production 43: 121-126.

Medina, L. E. G. and M. Á. C. Custodio. 2014. Hematological values of creole goats in two reproductive physiological states. Scientia Agropecuaria 4(4): 285-92.

Oliveira, M., T. Nunes, A. Paiva, T. Bezerra, N. Fernandes, A. Vale, R. Barrêto y V. Paula. 2012. Aspectos hematológicos de caprinos (Capra hircus) da raça Canindé criados no Rio Grande do Norte, Brasil. Pesquisa Veterinária Brasileira 32(1): 04-08.

Russel, A. J. F., J. M. Doney and R. J. Gunn. 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. The Journal Agricultural Science 72: 451-454.

SAS INSTITUTE, SAS/STAT. 2004. User's guide statistics released 9.1 (2nd Ed.) SAS Institute, Inc. Cary.

Schalm, O. 1964. Hepatología veterinaria. Unión Tipográfica Editorial Americana. México. 404 pp.

Terán, G. F. 1986. Valores Hematológicos Estándar en Cabras Hembras Adultas de la Raza Murciana-Granadina en Dolores Hidalgo, México (Tesis de Licenciatura). [México (DF)]: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.

Vicente-Pérez, A., L. Avendaño-Reyes, R. Barajas-Cruz, U. Macías-Cruz, A. Correa-Calderón, R. Vicente-Pérez, J. L. Corrales-Navarro y J. E. Guerra-Liera. 2018. Parámetros bioquímicos y

hematológicos en ovinos de pelo con y sin sombra bajo condiciones desérticas. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 5(14): 259-269.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DE LA MEZCLA HERBAL ANIMUNIN EN METABOLITOS SANGUÍNEOS DE CORDEROS EN FINALIZACIÓN

# [EFFECT OF SUPLEMENTATION WITH ANIMUNIN HERBAL MIXTURE ON SOME BLOOD METABOLITES OF FATTENED LAMBS]

**José Felipe Orzuna-Orzuna[1], Griselda Dorantes-Iturbide[1], Alejandro Lara-Bueno[1§], Germán David Mendoza-Martínez[2], Luis Alberto Miranda-Romero[1], Pedro Abel Hernández-García[3]**

[1]Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo, México.[2]División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Posgrado en Ciencias Agropecuarias, UAM-Xochimilco, México. [3]Universidad Autónoma del Estado de México. Campus Amecameca. [§]Autor para correspondencia: (alarab_11@hotmail.com).

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar los efectos de la mezcla poliherbal Animunin® (AN) en la concentración de algunos metabolitos sanguíneos en corderos durante la etapa de finalización. Treinta y seis ovinos Pelibuey (25.2±2.9 kg de peso vivo y 4.5 meses de edad) fueron alojados aleatoriamente en corraletas individuales durante 56 días para determinar los efectos de la adición en la dieta del producto herbal AN (TechnoFeed®, México, Nuproxa Suiza, Indian Herbs Co.) en las concentraciones séricas de: glucosa (GLU), urea (UR), ácido úrico (AU), colesterol (COL), proteína total (PT), albúmina (ALB), globulina (GLO), fosfatasa alcalina (FAL), calcio (Ca), fósforo (P) y creatinina (CRE); se midió también el consumo de materia seca (CMS). Los tratamientos consistieron en: dieta basal sin AN (N0A) y dieta basal más 1 g (N1A), 2 g (N2A) y 3 g (N3A) de AN $kg^{-1}$ de alimento. Los datos fueron analizados mediante el procedimiento GLM de SAS. Los efectos en los tratamientos se consideraron significativos cuando el valor de ($p \leq 0.05$) y se declaró como tendencia a ser significativo cuando ($p \leq 0.10$. CMS se incrementó ($p \leq 0.05$) en los ovinos asignados a N2A. La glucosa en sangre fue menor ($p \leq 0.05$) en los corderos que consumieron 1 g $kg^{-1}$ de AN (tratamiento N1A). El consumo de los corderos en N2A tendió a aumentar la concentración de urea en sangre ($p = 0.06$) respecto a la urea en sangre de los ovinos del grupo testigo, mientras que el ácido úrico mostró una tendencia ($P = 0.08$) a ser diferente en la sangre de los corderos asignados al tratamiento N1A y, fue mayor ($p \leq 0.05$) en los corderos suplementados con las dietas N2A y N3A. Por otra parte, la concentración sanguínea de creatinina fue menor ($p \leq 0.05$) en corderos alimentados con N3A y tendió a ser menor ($p = 0.08$) en los animales que comieron la dieta N2A. Se concluye que el uso de la mezcla herbal Animunin® mejora la concentración de algunos metabolitos sanguíneos relacionados con el estado de salud del animal.

**Palabras clave**: Aditivos alimenticios. mezcla herbal, metabolitos secundarios, hematocrito.

## ABSTRACT

The objective of this research was to assess the effects of mixing poliherbal Animunin® (AN) in blood concentration of some metabolites in lambs during finalization. Thirty-six Pelibuey sheep (25.2±2.9 kg live weight and 4.5 months of age) were randomly housed in individual pens for 56

days to determine the effects of the addition in the diet of the product AN (TechnoFeed®, Mexico, Nuproxa Switzerland, Indian herbal Herbs Co.) in the serum concentration of glucose (GLU), urea (UR), uric acid (UA), cholesterol (COL), total protein (PT), albumin (ALB), globulin (GLO), alkaline phosphatase (FAL), calcium (Ca), phosphorus (P) and creatinine (CRE). Dry matter intake (CMS) also was registered. The treatments were: diet basal without AN (N0A) and basal diet more 1 g (N1A), 2 g (N2A) and 3 g (N3A) AN kg-1 of food. Data was analyzed using the GLM procedure of SAS. The CDA increased ($p \leq 0.05$) for lambs of N2A. Blood glucose was lower ($p \leq 0.05$) in lambs fed with 1 g kg-1 of Animunin® (N1A treatment). The CMS in N2A tended to increase the concentration of urea in lambs blood ($p$=0.06) than lambs in the control group, while uric acid showed a trend ($p = 0.08$) to be different in the blood of lambs assigned to N1A, and it was higher ($p \leq 0.05$) than in N2A and N3A lambs. The blood creatinine concentration was lower ($p \leq 0.05$) in lambs fed on N3A than in the other treatments, and tended to be lower ($p = 0.08$) in the animals using N2A diet. It is concluded that the use of the mix herbal Animunin® improves the concentration of some blood metabolites that could be related to a better health of lambs in finalization.

**Index words**: Food additives; herbal mix; secondary metabolites; animal health.

## INTRODUCCIÓN

El perfil sanguíneo se considera una herramienta para juzgar el estado nutricional y la condición corporal de los animales, por lo que, la evaluación de la concentración de metabolitos sanguíneos puede ser útil para el diagnóstico de trastornos metabólicos (Kim *et al.,* 2013). Algunos estudios han reportado que los flavonoides extraídos de la alfalfa mejoran los índices bioquímicos de la sangre en no rumiantes (Chen *et al.,* 2016), mientras que el uso de mezclas herbales en la alimentación de terneros en crecimiento ha contribuido a mejorar algunos parámetros hematológicos (Bombik *et al.,* 2012). En este sentido, Akbarian *et al.* (2018) reportó que el uso de hierbas y aceites esenciales como suplementos en la alimentación de terneros, son capaces de modular algunos metabolitos sanguíneos y parámetros de la fermentación ruminal. Asimismo, *Yang et al.* (2010) observaron que la suplementación con cinamaldehído en bovinos en finalización, mejoró el estado energético de los animales a través de cambios en los niveles sanguíneos de algunos metabolitos. Hashemzadeh *et al.* (2014) observaron que la suplementación de vacas lecheras con mezclas herbales, influyó en la concentración sanguínea de algunos metabolitos relacionados con el metabolismo energético, y mejoró la salud de la glándula mamaria al reducir los conteos de células somáticas, además de aumentar el consumo de alimento, mejorar la producción de leche y la eficiencia de utilización del alimento. Sin embargo, existe poca información sobre el uso de mezclas herbales en la alimentación de ovinos, en especial en los efectos que estos ingredientes naturales pueden tener en el perfil sanguíneo. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar los efectos de niveles crecientes de la mezcla herbal Animunin® en las concentraciones sanguíneas de algunos metabolitos como indicadores del estado metabólico y de salud del animal.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el módulo ovino ubicado en la Granja Experimental del Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México, el cual se localiza a 19° 22" Latitud Norte y 98° 35" Longitud Oeste, con altitud de 2250 msnm. Treinta y seis corderos Pelibuey fueron usados, con peso vivo inicial promedio (PVI) de 25.2±2.9 kg y edad promedio de 4.5±0.5 meses. El experimento duró 56 días, con 14 días previos de adaptación a las dietas. Al inicio del experimento los corderos fueron tratados con ivermectina (Ivomec F®) para el control de endoparásitos, fueron inyectados con vitaminas ADE (ADELER®) con dosis de 3 mL animal$^{-1}$, y fueron vacunados con Multibacterina® 7 para prevenir enfermedades por *clostridium*. Los corderos fueron pesados, identificados y después distribuidos aleatoriamente en corraletas individuales provistas de comederos y bebederos con agua limpia y fresca. Durante la fase experimental el alimento fue ofrecido dos veces al día (7:00 y 16:00) en proporción 40:60, respectivamente, permitiendo de 5% a 10% de rechazo para garantizar consumos *ad libitum*. La dieta ofrecida a los corderos durante este periodo fue formulada para una ganancia diaria de peso de 300 g d$^{-1}$, de acuerdo con las recomendaciones del NRC (2007). Para el estudio se utilizó la mezcla herbal Animunin® (TechnoFeed®, México, Nuproxa Suiza, Indian Herbs Co). Animunin es una mezcla herbal proveniente de la India, que contiene: *Solanum xanthocarpum*, *Curcuma longa*, *Hedychium spicatum*, *Piper longum* y *Albezia lebbeck*, plantas que contienen algunos metabolitos secundarios bioactivos, principalmente fenoles y flavonoides (Kocaadam y Şanlier, 2017; Sravani y Paarakh, 2012). Los tratamientos evaluados fueron: dieta basal sin Animunin (N0A), dieta basal + 1 g Animunin kg$^{-1}$ de alimento (N1A), dieta basal + 2 g Animunin kg$^{-1}$ de alimento (N2A) y dieta basal + 3 g Animunin kg$^{-1}$ de alimento (N3A).

En 5 mL de sangre recolectados al final del estudio y antes de la alimentación matutina se determinó la concentración de metabolitos sanguíneos. Las muestras se obtuvieron por venopunción de la vena yugular, en un tubo (BD Vacutainer®) sin anticoagulante para separar el suero (una muestra por cordero en las nueve unidades experimentales de cada tratamiento). Los metabolitos fueron determinados mediante fotometría automatizada con un equipo de química sanguínea (Model DT-60, Jonhson Co.). Todos los datos fueron analizados con un diseño completamente al azar utilizando el procedimiento GLM de SAS (SAS, 2009), considerando a cada cordero como unidad experimental. Las medias de tratamientos fueron estimadas utilizando LSMEANS y se compararon con PDIFF STDERR con un α de 5%. Los efectos del tratamiento se consideraron significativos cuando el valor de ($p \leq 0.05$) y se declaró como tendencia a ser significativo cuando ($p \leq 0.10$).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El CMS fue incrementado ($p \leq 0.05$) en los corderos asignados a N2A. La glucosa fue menor ($p \leq 0.05$) en los corderos que consumieron la dieta N1A. Los corderos comiendo N2A tendieron a aumentar la concentración de urea sérica ($p$=0.06) respecto al grupo testigo, mientras que el ácido úrico mostró una tendencia ($p$=0.08) a ser diferente en los corderos asignados a N1A, y fue mayor ($p \leq 0.05$) en los corderos suplementados con el N2A y N3A. Por otra parte, la concentración de

creatinina fue menor ($p \leq 0.05$) en los corderos alimentados con el N3A y tendió a ser menor ($p$= 0.08) en los corderos alimentados con la dieta N2A respecto a los corderos suplementados con N0A (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Metabolitos sanguíneos de corderos suplementados con niveles crecientes de la mezcla herbal Animunin®.

| Variable | Tratamiento | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | N0A | N1A | N2A | N3A | EEM[Y] | *Valor P* |
| CMS, g $d^{-1}$ | 1081.75[b] | 1178.32[ab] | 1200.02[a] | 1117.42[ab] | 42.01 | 0.05 |
| Glucosa, mg $dL^{-1}$ | 88.89[a] | 77.00[b*] | 85.67[ab*] | 81.44[ab] | 3.16 | 0.01 |
| Urea, mg $dL^{-1}$ | 21.00[ab*] | 20.78[b] | 25.78[a*] | 21.78[ab] | 1.76 | 0.05 |
| Ácido úrico, mg $dL^{-1}$ | 0.59[b*] | 0.78[ab*] | 0.85[a] | 0.82[a] | 0.07 | 0.02 |
| Colesterol, mg $dL^{-1}$ | 38.78[a] | 37.22[a] | 38.55[a] | 41.00[a] | 1.80 | 0.15 |
| Proteína total, g $dL^{-1}$ | 8.53[a] | 8.24[a] | 8.55[a] | 8.44[a] | 0.17 | 0.22 |
| Albumina, g $dL^{-1}$ | 4.64[a] | 4.50[a] | 4.66[a] | 4.70[a] | 0.16 | 0.39 |
| Globulina, g $L^{-1}$ | 3.89[a] | 3.80[a] | 3.89[a] | 3.74[a] | 0.09 | 0.28 |
| Fosfatasa alcalina, µg $dL^{-1}$ | 73.00[a] | 85.78[a] | 87.89[a] | 64.55[a] | 13.47 | 0.23 |
| Calcio, mg $dL^{-1}$ | 9.04[a] | 8.80[a] | 9.00[a] | 8.92[a] | 0.26 | 0.51 |
| Fósforo, mg $dL^{-1}$ | 4.64[a] | 4.54[a] | 4.43[a] | 4.63[a] | 0.15 | 0.34 |
| Creatinina, mg $dL^{-1}$ | 1.14[a*] | 0.91[ab] | 0.85[ab*] | 0.74[b] | 0.11 | 0.02 |

[ab]Medias con diferente literal entre las columnas muestran diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$). *Medias con tendencia a ser significativamente diferentes ($p \leq 0.10$). [Y]Error estándar de las medias de tratamientos. CMS = Consumo de materia seca. N0A = dieta basal sin Animunin; N1A = dieta basal + 1 g Animunin $kg^{-1}$ de alimento; N2A= dieta basal + 2 g Animunin $kg^{-1}$ de alimento; N3A = dieta basal + 3 g Animunin $kg^{-1}$ de alimento.

En estudios previos, se ha observado relación positiva entre la concentración de glucosa en sangre y la producción de propionato en rumen, ya que más de la mitad de la glucosa en la sangre del rumiante es sintetizada a partir del propionato ruminal que llega al hígado (Huntington *et al.*, 2006). En este sentido, Akbarian *et al.* (2018) observaron que la suplementación con 23 g de tomillo $kg^{-1}$ de materia seca en terneros, redujo la concentración de glucosa en sangre al mismo tiempo que incrementó la proporción acetato:propionato en el rumen. Por lo tanto, la reducción en la concentración de glucosa sanguínea observada en los corderos alimentados con el N1A del presente estudio, podría explicarse por la mayor proporción molar de acetato:propionato en el rumen, por efecto del nivel de inclusión del aditivo herbal en la dieta. En no rumiantes, la glucosa es el principal sustrato energético para los leucocitos durante la respuesta inflamatoria (Beck y Valentine, 1953; Stjernholm *et al.*, 1972). Asimismo, estudios recientes (Vailati *et al.*, 2017) han encontrado que la mejora en la función inmune de vacas lecheras está asociada con reducción de la concentración de glucosa en sangre. Por lo tanto, se puede hipotetizar que la disminución de la glucosa sanguínea en los corderos que consumieron la dieta N1A pudo mejorar el estado inmunológico de éstos.

La concentración de colesterol y triglicéridos en la sangre refleja la absorción, el metabolismo y la utilización de los lípidos; cuanto menor es el contenido de estos metabolitos en sangre, mayor es la utilización de grasa (Chen *et al.*, 2016). Se ha demostrado que los flavonoides podrían favorecer el metabolismo del colesterol, ya que la reducción sérica de colesterol y triglicéridos fue

reportada por Chen *et al.* (2016) al adicionar flavonoides en la ración de no rumiantes. Asimismo, la concentración de triglicéridos puede inducir cambios en el consumo de alimento mediante la suplementación de mezclas herbales ricas en metabolitos secundarios (Yang *et al.*, 2010). Sin embargo, aunque la mezcla herbal Animunin® está hecha de plantas que contienen flavonoides, en el presente estudio no se observaron cambios significativos ($p > 0.05$) en las concentraciones sanguíneas de colesterol entre los tratamientos, mostrando valores promedio dentro del rango normal (Dimauro *et al.*, 2008).

El nitrógeno amoniacal que excede el requerimiento de los microorganismos ruminales es absorbido a través de la pared del rumen, pasa a la sangre portal y es transportado hasta el hígado donde, la mayor parte, es convertido en urea. Peña *et al.* (2016), reportaron que la inclusión de vainas de *Prosopis laevigata* (con elevado contenido de fenoles) incrementó la concentración de nitrógeno amoniacal en el rumen y la concentración sérica de urea y ácido úrico. Asimismo, concentraciones altas de urea sérica fueron detectadas por Akbarian *et al.* (2018) en terneros Holstein suplementados con 23 g de eucalipto $kg^{-1}$ de materia seca. Estos incrementos de N amoniacal en sangre pueden estar relacionadas con mayor tasa de degradación de proteínas en el rumen, como resultado de mayor ingesta de alimento (Akbarian *et al.*, 2018). Por lo tanto, se puede hipotetizar que el aumento de N amoniacal en la sangre de los corderos suplementados con Animunin® tendió ($p$=0.06) a incrementar la concentración de urea en aquellos corderos que consumieron la dieta N2A, lo cual implica mayor ingesta de proteína o mayor tasa de degradación de la misma.

Las concentraciones séricas de proteína, fosfatasa alcalina, calcio y fósforo, albúminas y globulinas determinadas en el presente estudio fueron similares entre los corderos asignados a los diferentes tratamientos ($p > 0.10$) y estuvieron dentro del rango establecido para ovinos sanos (Dimauro *et al.*, 2008. Estos resultados son congruentes con lo obtenidos por Solaiman *et al.* (2010), quienes encontraron concentraciones sanguíneas de proteína total, albumina, calcio, fósforo y fosfatasa alcalina, similares en dietas de cabritos con niveles crecientes de la planta *Lespedeza cuneata* que contiene taninos condensados.

En el presente estudio, todos los corderos suplementados con Animunin® tuvieron valores de creatinina sérica dentro del intervalo de referencia para ovinos sanos (Dimauro *et al.*, 2008), mientras que en el tratamiento testigo la concentración media de creatinina fue casi 27% por encima del rango normal. Estos resultados son consistentes con los reportados por Peña *et al.* (2016), quienes observaron que la suplementación de corderos con vainas de *Prosopis laevigata* ayudaron a disminuir la concentración sérica de creatinina con valores cercanos al rango normal. De este modo, se ha reportado que el aumento de los niveles sanguíneos de creatinina se produce en casos de disfunción renal crónica y aguda (Brain *et al*., 2003). Por lo tanto, se puede hipotetizar en los resultados del presente estudio que la mezcla herbal Animunin® pudo tener efectos benéficos en la salud renal de corderos en finalización.

## CONCLUSIONES

El uso de la mezcla herbal Animunin® podría tener efectos benéficos en la salud de los corderos en finalización, sin embargo, se requiere más investigación evaluando pre-mezclas herbales en las concentraciones de metabolitos sanguíneos en diferentes periodos de suplementación y etapas fisiológicas del animal, así como la relación con otros metabolitos del sistema inmune del animal.

## AGRADECIMIENTOS

A la empresa TechoFeed, Nuproxa, Switzerland, and Indian Herbs Co por la donación del producto herbal utilizado.

## LITERATURA CITADA

Akbarian-Tefaghi, M., E. Ghasemi and M. Khorvash. 2018. Performance, rumen fermentation and blood metabolites of dairy calves fed starter mixtures supplemented with herbal plants, essential oils or monensin. Akbarian-Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 102: 630-638.

Beck, W. S. and W. N. Valentine. 1953. The carbohydrate metabolism of leukocytes: A review. Cancer Research 13: 309-317.

Bombik, T., E. Bombik, A. Frankowska, B. Trawińska and L. Saba. 2012. Effect of herbal extracts on some haematological parameters of calves during rearing. Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy 56: 655-658.

Brain, J. P., H. P. Lefebvre and A. D. J. Watson. 2003. Creatinine in dog: a review. Veterinary Clinical Pathology 32: 162-179.

Chen, Y., X. Gong, G. Li, M. Lin, Y. Huo, S. Li, G. Zhao. 2016. Effects of dietary alfalfa flavonoids extraction on growth performance, organ development and blood biochemical indexes of Yangzhou geese aged from 28 to 70 days. Animal Nutrition 2: 318-322.

Dimauro, C., P. Bonelli, P. Nicolussi, S. P. G. Rassu, A. Cappio-Borlino and G. Pulina. 2008. Estimating clinical chemistry reference values based on an existing data set of unselected animals. The Veterinary Journal 178: 278-281.

Hashemzadeh, C. F., M. Khorvash, G. R. Ghorbani, M. Kadivar, A. Riasi and Q. Zebeli. 2014. Effects of supplementation with a phytobiotics-rich herbal mixture on performance, udder health, and metabolic status of Holstein cows with various levels of milk somatic cell counts. Journal of Dairy Science 97: 1-11.

Huntington, G. B., D. L. Harmon and C. J. Richards. 2006. Sites, rates, and limits of starch digestion and glucose metabolism in growing cattle. Journal of Animal Science 84: E14-E24.

Kim, D. H., K. H. Kim, L. S. Nam, S. S. Lee, C. W. Choi, W. Y. Kim, E. G. Kwon, K. Y. Lee, M. J. Lee and Y. K. Oh. 2013. Effect of Indigenous Herbs on Growth, Blood Metabolites and Carcass Characteristics in the Late Fattening Period of Hanwoo Steers. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 11: 1562-1568.

Kocaadam, B. and N. Şanlier. 2017. Curcumin, an active component of turmeric (*Curcuma longa*), and its effects on health. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 57: 2889-2895.

NRC. 2007. Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, goats, cervids, and New World Camelids. 7° Edition. National Academic Press, Washington DC, USA.

Peña-Avelino, L.V., J. M. Pinos-Rodríguez, B. I. Juárez-Flores and L. Yáñez-Estrada. 2016. Effects of *Prosopis laevigata* pods on growth performance, ruminal fermentation and blood metabolites in finishing lambs. South African Journal of Animal Science 46: 360-365.

SAS. 2009. SAS/STAT® User's guide: statistics version 9.2. 2th ed. Cary NC, USA: SAS Institute. Inc.

Solaiman, S., J. Thomas, Y. Dupres, B. R. Min, N. Gurung, T. H. Terrill and G. F. W. Haenlein. 2010. Effect of feeding sericea lespedeza (*Lespedeza cuneata*) on growth performance, blood metabolites, and carcass characteristics of Kiko crossbred male kids. Small Ruminant Research 93: 149-156.

Sravani, T. and P. M. Paarakh. 2012. Antioxidant activity of *Hedychium spicatum* Buch.- Ham. rhizomes. Indian Journal of Natural Products and Resources 3: 354-358.

Stjernholm, R. L., C. P. Burns and J. H. Hohnadel. 1972. Carbohydrate metabolism by leukocytes. Enzyme 13: 7-31.

Vailati-Riboni, M., Z. Zhou, C. B. Jacometo, A. Minuti, E. Trevisi, D. N. Luchini and J. J. Loor. 2017. Supplementation with rumen-protected methionine or choline during the transition period influences whole-blood immune response in periparturient dairy cows. Journal of Dairy Science 100: 3958-3968.

Yang, W. Z., B. N. Ametaj, C. Benchaar, M. L. He, and K. A. Beauchemin. 2010. Cinnamaldehyde in feedlot cattle diets: Intake, growth performance, carcass characteristics, and blood metabolites. Journal of Animal Science 88: 1082-1092.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO COMO LARVICIDA DE NEMATODOS GASTROINTESTINALES DE OVINOS

# [OREGANO ESSENTIAL OIL AS A LARVICIDAL OF GASTROINTESTINAL NEMATODES OF SHEEP]

**Adrián Muñoz Cuautle[1], Yazmín Alcalá Canto[2], María Esther Ortega Cerrilla[1], José G. Herrera Haro[1], Julio M. Ayala Rodríguez[1]**

[1]Colegio de Postgraduados, Posgrado de Recursos Genéticos y Productividad-Ganadería. [2]Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. [§]Autor para correspondencia: (adrian.munoz@colpos.mx).

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue hacer la evaluación *in vitro* de aceite esencial de orégano *Lippia graveolens* (AEO) para determinar su efectividad larvicida en nematodos gastrointestinales de ovinos. Para determinar la efectividad larvicida se realizó una prueba de mortalidad larval *in vitro*, evaluando dos concentraciones de AEO 0.02 y 0.04 mg $ml^{-1}$, además de un testigo absoluto (agua destilada) y un testigo comercial (0.1 mg $ml^{-1}$ de levamisol). Los resultados mostraron que los tratamientos con inclusión de AEO y levamisol no presentaron deferencias entre sí y presentaron una efectividad del 100% a las 24 horas. La diferencia ($p < 0.001$) se observó con el tratamiento testigo, con una efectividad nula. Se concluye que el AEO tuvo un porcentaje de efectividad de 100% contra larvas de nematodos gastrointestinales a una dosis de 0.02 mg $ml^{-1}$, mostrando su efectividad larvicida *in vitro*.

**Palabras clave:** Efectividad, mortalidad larval, terpenos.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of oregano essential oil (*Lippia graveolens*) (AEO) on larvae survival of gastrointestinal nematodes of sheep. In order to assess the larvicidal effect of AEO a larval mortality test was performed *in vitro*, evaluating two concentrations of AEO 0.02 and 0.04 mg ml-$^{1}$, in addition to two controls: distilled water, and 0.1 mg $ml^{-1}$ of levamisole. The results showed that the treatments including AEO and levamisole had a larvicidal effect of 100% at 24 h, being different to the distilled water control ($p < 0.001$) where all the larvae survived. It is concluded that AEO at a dose of 0.02 mg ml-$^{1}$ was 100% effective against larvae of gastrointestinal nematodes, when it was applied *in vitro*.

**Index words**: Effectiveness, larval mortality, terpenes.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas en los sistemas de producción de pequeños rumiantes son los nematodos gastrointestinales (NGI), causando anemia, condición corporal baja, diarrea y en casos de infestación graves la muerte (Barone *et al*., 2018). Esto genera un impacto económico debido a pérdidas directas e indirectas, además de que el uso inadecuado de medicamentos antihelmínticos ha provocado que se generen parásitos resistentes, con reportes a nivel mundial, además de residuos que afectan el ambiente y a alimentos de origen animal que pueden repercutir en el consumidor (Silva *et al*., 2018). Estos compuestos secundarios pueden reducir la carga parasitaria y la inhibición de los cambios patofisiológicos negativos causados en el huésped (Hoste *et al*.,2015). Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue determinar el efecto *in vitro* del aceite esencial de orégano *Lippia graveolens* sobre larvas $L_3$ de nematodos gastrointestinales de ovinos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el laboratorio de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Obtención de huevos: Se colectaron muestras de heces de 10 a 15 g directamente del recto de borregas, de una edad aproximada de dos años, cruza Suffolk x Dorper, la unidad de producción era un rancho particular del municipio de Texcoco, estado de México. Las muestras se transportaron al laboratorio de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM en una hielera con gel refrigerante. Inmediatamente se realizó la técnica de McMaster para verificar la presencia de huevos de NGI (Miller, 1997).

Obtención de larvas: Los huevos obtenidos se utilizaron para realizar un coprocultivo, se agregó hule espuma finamente picado y la mezcla se colocó en una estufa a 37°C durante un periodo de diez días para obtener larvas $L_3$. Posteriormente a la incubación, la mezcla se depositó en un equipo Baermann, que se basa en la migración activa de las larvas, hundiéndose hacia el fondo para posteriormente ser colectadas (Wagland *et al*., 1992).

Aceite esencial de orégano (AEO): El aceite utilizado procedía de orégano silvestre *L. graveolens*, los meses de recolección son agosto y septiembre. El aceite fue analizado por cromatografía de gases-masas en el Laboratorio de Ecología Química y Agroecología del Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad perteneciente a la UNAM.

Mortalidad larval: Se utilizó una microplaca de 25 pozos en los que se colocaron 25 larvas L3 contenidas en 1 ml de agua. Se evaluaron dos concentraciones de AEO (*L. graveolens)* 0.02 y 0.04 mg $ml^{-1}$. Además de un testigo absoluto (agua destilada) y un testigo comercial (0.01 mg ml-1 de levamisol). Cada tratamiento tuvo tres repeticiones. Se incubaron durante 24 h a 27°C y se observaron en un microscopio compuesto (10x). Para determinar la efectividad del extracto, se contabilizaron las larvas para obtener el porcentaje de eficiencia (Cabardo y Portugaliza, 2017). Se consideró como larvas muertas, aquellas que presentaran un cuerpo estirado o enroscado, sin movimiento sinusoidal después de haber sido estimuladas por la luz del microscopio.

La eficiencia del AEO a las diferentes dosis fue calculada de acuerdo a Wood *et al.* (1995), mediante la siguiente formula:

*%Eficiencia = [(C-T/C) *100]*

Dónde:

C= Promedio o porcentaje del grupo control.

T= Promedio o porcentaje del grupo tratado.

Análisis estadístico: El porcentaje de eficiencia para control de nematodos gastrointestinales se analizó mediante la prueba de Kruskal Wallis, el valor probabilístico indicativo de significancia estadística fue de ($p < 0.05$), los datos se analizaron con el programa estadístico SAS 9.4 utilizando el procedimiento NPAR1WAY WILCOXON.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

El análisis cromatográfico del AEO mostró trece compuestos, de los cuales seis (carvacrol, p-cimeno, cariofileno, timol, b-mirceno y a-terpinino) se encontraban en mayor concentración porcentual (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Compuestos contenidos en el aceite esencial de orégano.

| TR | % | Compuesto | IK | IK Adams |
|---|---|---|---|---|
| 4.89 | 0.63 | a-Pineno | 936 | 932 |
| 5.99 | 3.12 | b-Mirceno | 992 | 988 |
| 6.60 | 3.00 | a-Terpinino | 1020 | 1014 |
| 6.82 | 29.13 | p-Cimeno | 1031 | 1020 |
| 6.89 | 0.66 | D-Limoneno | 1033 | 1024 |
| 10.65 | 0.96 | 4-TErpineol | 1169 | 1155 |
| 12.13 | 0.66 | Timol metil éter | 1237 | 1232 |
| 13.61 | 3.72 | Timol | 1294 | 1289 |
| 13.97 | 50.21 | Carvacrol | 1315 | 1298 |
| 17.02 | 4.16 | Cariofileno | 1428 | 1417 |
| 17.44 | 0.74 | No identificado | 1445 | 1493 |
| 17.85 | 2.12 | a-Cariofileno | 1462 | 1452 |
| 18.47 | 0.88 | No identificado | 1487 | 1496 |

TR: tiempo de retención en minutos, %: proporción de la muestra, IK: índices Kovat experimentales IK Adams: índices Kovat reportados por Adams

Se observó que las dosis utilizadas de AEO (0.02 y 0.04 mg $ml^{-1}$) mostraron resultados similares ($p > 0.001$) al tratamiento positivo de levamisol, con una eficiencia del 100 % en la eliminación de larvas, en comparación con el tratamiento testigo con agua donde la eficacia fue de 0 % a las 24 h (Figura 1).

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

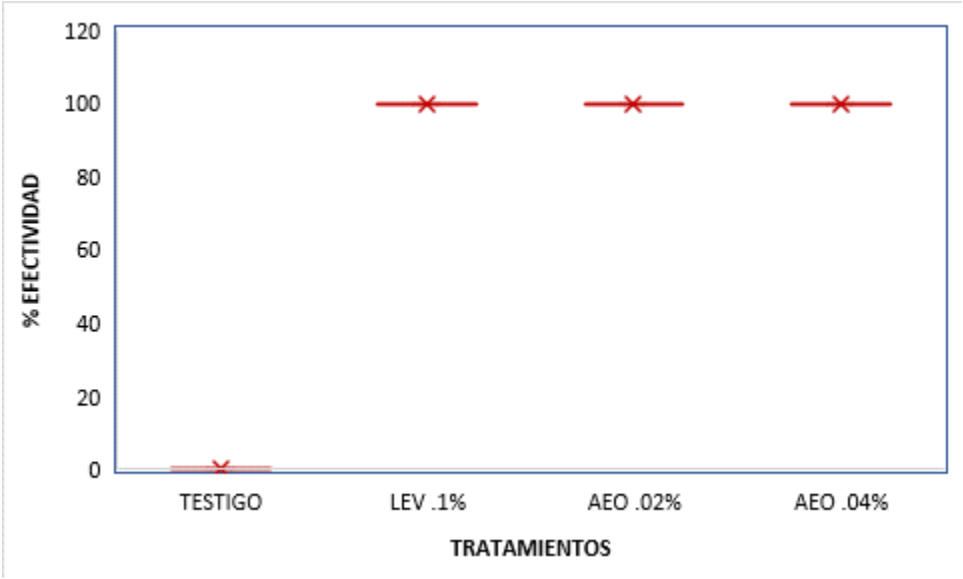



**Figura 1.** Distribución de puntuaciones Wilcoxon para el porcentaje de efectividad antihelmíntica.

En una investigación realizada Munguía *et al.* (2013) proporcionaron orégano molido en suspensión acuosa a ovinos de pelo infestados con *Haemonchus contortus*, en dosis de 260 mg $kg^{-1}$; mostrando una efectividad del 78.9% a los 15 días de muestreo. Sin embargo, en el conteo de huevos por gramo de heces la reducción no fue inmediata, ya que hubo un aumento hasta el día 7 y disminuyó progresivamente a partir del día 11 hasta el final del periodo de evaluación, debido a una asimilación lenta de los componentes del orégano. La eficacia reportada en este trabajo pudo ser menor a la presente investigación debido a la forma en que se proporcionaron los compuestos secundarios, al encontrarse en la planta la biodisponibilidad pudo haber sido menor, afectando los mecanismos de distribución y biotransformación de los compuestos secundarios por parte del rumiante, ya que este fue un estudio *in vivo*, a diferencia de nuestro trabajo que se realizó *in vitro*, lo que permitió un mayor control en el desarrollo del experimento y una mayor biodisponibilidad de los compuestos activos del AEO Vélez *et al*. (2014).

## CONCLUSIONES

El aceite esencial de orégano *Lippia graveolens* en dosis de 0.02 $mg/ml^{-1}$ tuvo un porcentaje de efectividad de 100% a las 24 h, contra larvas de nematodos gastrointestinales de ovinos, mostrando su alta eficiencia larvicida *in vitro*, lo que sugiere que puede tener una eficiencia similar en estudios *in vivo*.

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada para la realización de estudios de Doctorado, al laboratorio de parasitología de la Facultad de Veterinaria y Zootecnia perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México por todas las facilidades otorgadas para realizar las pruebas *in vitro*.

## LITERATURA CITADA

Barone, C. D. A. M. Zajac, L. A. Manzi-Smith, A. B. Howell, J. D. Reed, C. G. Krueger and K. H. Petersson. 2018. Anthelmintic efficacy of cranberry vine extracts on ovine Haemonchus contortus. Veterinary Parasitology 253: 122-129.

Cabardo, D. E. and H. P. Portugaliza. 2017. Anthelmintic activity of *Moringa oleifera* seed aqueous and ethanolic extracts against *Haemonchus contortus* eggs and third stage larvae. International Journal of Veterinary Science and Medicine 5: 30-34.

Hoste, H., J. F. J. Torres-Acosta, C. A. Sandoval-Castro, I. Mueller-Harvey, S. Sotiraki, H. Louvandini and T. H. Terrill. 2015. Tannin containing legumes as a model for nutraceuticals a)gainst digestive parasites in livestock. Veterinary Parasitology 212: 5-17.

Miller, J. 1997. The epidemiology, diagnosis and control of helminth parasites of ruminants. Preventive Veterinary Medicine. 31: 161-162.

Munguía, X. J. A., M. W. Valenzuela, C. J. C. Leyva, P. M. I. Morales y C. J. A. Figueroa. 2013. Potencial del orégano como alternativa natural para controlar *Haemonchus contortus* en ovinos de pelo . Revista Latinoamericana de Recursos Naturales 9: 150-154.

Silva, S. S. C., G. C. de Lima, A. C. Laurentiz, A. Féboli, L. A. dos Anjos, C. M. S. de Paula, L. R. da Silva de Laurentiz. 2018. In vitro anthelmintic activity of grape pomace extract against gastrointestinal nematodes of naturally infected sheep. International Journal of Veterinary Science and Medicine 6: 243-247.

Vélez, T. M. G. R. Campos and G. H. Sánchez. 2014. Use of plant secondary metabolites to reduce ruminal methanogenesis. Tropical and Subtropical Agroecosystems 17: 489-499.

Wagland, B. M., W. O. Jones, L. Hribar, T. Bendixsen and D. L. Emery. 1992. A new simplified assay for larval migration inhibition. International Journal for Parasitology 22: 1183-1185.

Wood, I. B., N. K. Amaral, K. Bairden, J. L. Duncan, T. Kassai, J. B. Malonea and J. Vercruysse. 1995. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) second edition of guidelines for evaluating the efficacy of anthelmintics in ruminants (bovine, ovine, caprine). Veterinary Parasitology 58: 181-213.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CRECIMIENTO DE CORDEROS KATAHDIN Y DORPER X KATAHDIN EN UN SISTEMA INTESIVO DE PRODUCCIÓN

# [GROWTH OF KATAHDIN AND KATAHDIN X DORPER LAMBS UNDER INTENSIVE PRODUCTION SYSTEM]

**Ángel Remigio Salvatierra Rodríguez[1], Enrique García Flores[2§], Ricardo Martínez Martínez[2], Ricardo Vicente Pérez[2], Ramón Andrade Mancilla[2], Candido Guerra Medina[3], Osiel Montañez Valdez[4], Juan Carlos Martínez-González[5]**

[1]Carrera de Agronomía CUCSUR UdeG, [2]Departamento de Producción Agrícola CUCSUR UdeG, CE Rosario Izapa [3]INIFAP, [4]GINA CUCSUR UdeG, [5]Facultad de Ingeniería y Ciencias-UAT. [§]Autor para correspondencia: (eoctavio.garcia@academicos.udg.mx).

## RESUMEN

El presente estudio evaluó el efecto del tipo de parto, raza (Katahdin y Dorper x Katahdin) y el sexo sobre el crecimiento de corderos en un sistema de producción intensiva. El estudio se realizó en "Rancho El Tilzapote" localidad de Ayutita, municipio de Autlán de Navarro Jalisco, México. Para el análisis del crecimiento pre- y post-destete de los corderos se registró al nacimiento, el peso y sexo de los corderos y, el tipo de parto. Además, los corderos se pesaron a los 65 (destete) y 90 días post-nacimiento. Adicionalmente, con los pesos se calculó la ganancia diaria de peso al destete (GDPD), ganancia diaria de peso del destete a los 90 días (GDP90) y ganancia diaria de peso total (GDPT). La información se analizó mediante un análisis de varianza bajo un diseño completamente al azar. No se observó efecto ($p > 0.05$) de la raza en el peso al nacimiento, pero el crecimiento de los corderos Dorper x Katahdin fue superior a los Katahdin puros. De la misma forma, los corderos machos fueron más pesados ($p < 0.05$) que las hembras en todo el periodo de estudio. Los corderos de parto sencillo fueron más pesados ($p < 0.05$) al nacimiento, al destete y a los 90 días respecto a corderos de partos dobles o triples. Sin embargo, los corderos de parto doble y triple no mostraron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre sí. En conclusión, el crecimiento pre- y post-destete de corderos cruzados Dorper x Katahdin fue superior al de corderos Katahdin, además el tipo de parto y el sexo de los corderos afectaron el peso al nacimiento, al destete y a los 90 días post-nacimiento.

**Palabras clave:** Destete, ganancia de peso, genética, ovinos.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate effect of birth type, breed (Katahdin y Dorper x Katahdin) and sex on growth of lambs under an intensive production system. The study was carried out on "Rancho El Tilzapote" locality of Ayutita, municipality of Autlán de Navarro Jalisco, Mexico. To analysis of pre- and post-weaning growth of lambs, was registered weight at birth, sex and birth type. Furthermore, with weight of lambs were estimated the average daily gain of weight from birth to weaning (GDPD), average daily gain of weight from weaning to 90 days (GDP90) and total average daily gain of weight (GDPT). Data were subjected to analysis of variance under completely

random design. The birth weight was not affected ($p > 0.05$) by breed of lambs, but post-birth growth of Dorper x Katahdin lambs were higher ($p < 0.05$) than Katahdin pure breed lambs. In the same way, the male lambs had more weight than females throughout the development. Single lambs were more ($p < 0.05$) heavy at birth, 60 and 90 days after birth that double or triple lambs. However, lambs born in double and triple did not show significant differences ($p > 0.05$) themselves. In conclusion, pre- and post-weaning weight of Dorper x Katahdin was higher than pure Katahdin breed, besides type of birth and sex of lambs do influence on weight at birth, at weaning and 90 days after birth.

**Index words:** Genetics, sheep, weight gain, weaning.

## INTRODUCCIÓN

La ovinocultura es una actividad importante en la producción de proteína de origen animal a nivel mundial. Acorde al FEOSTAT, el inventario registrado para el 2016 fue de 1,200 millones de cabezas con una tendencia al alza. En México fue de 8.8 millones de cabezas con un volumen de producción de 59,419 toneladas anuales (SIAP, 2017). En el caso del estado de Jalisco, la ovinocultura ha tomado importancia en los últimos años, colocándose en el sexto lugar nacional con el 4.5% de la producción total. Además, se estima un crecimiento del 13% anual y un inventario de 326 mil vientres, con 400 productores distribuidos en ocho asociaciones legalmente constituidas en diferentes municipios, lo que genera anualmente una comercializan de 160 mil borregos y 2,175 toneladas de carne en canal (SAGARPA, 2016). Una de las razas que mayormente se ha utilizado en el estado de Jalisco es la raza Katahdin, el cual, por su tamaño mediano, eficiencia y bajo mantenimiento, se han adaptado a una variedad de sistemas de producción. Asimismo, de ser adaptables y resistentes a climas cálidos, una de las características que más ha interesado a los productores de ovinos en el estado de Jalisco es su alta habilidad materna, a manera que se ha desarrollado como una línea materna (UNO, 2018).

Para favorecer la producción cárnica, la raza Katahdin se produce en sistemas de cruzamientos con otras razas especializadas en la producción de carne. Una de las principales razas que se utilizan para cruzamiento es la raza Dorper. En esta raza, los machos alcanzan pesos entre los 113 a 136 kilogramos, mientras que las hembras oscilan entre los 90 a 102 kilogramos, y en general la raza presenta con una excelente conformación, bien proporcionada y compacta (UNO, 2018). Aun cuando estas razas han mostrado ser productiva y reproductivamente muy eficientes para las condiciones de producción en México (extensivo principalmente), es importante evaluar el crecimiento de sus corderos cuando estas se manejan en un sistema de cruzamientos y en condiciones intensivas. Por ejemplo, Lucero-Magaña *et al*. (2011) encontraron que el peso al nacimiento y al destete de corderos Katahdin fueron de 2.74±0.71 y 11.4±0.4 kg, respectivamente.

Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de tipo de parto, raza y sexo sobre el peso al nacimiento, destete y 90 días y ganancia diaria de peso al destete, a los 90 días y ganancia diaria de peso total de corderos Katahdin y cruzados.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el predio "El Tilzapote", ubicada en la comunidad de Ayutita del municipio de Autlán de Navarro, al suroeste del Estado de Jalisco; su ubicación geográfica es a 19° 48' de latitud norte y 104° 24' de longitud oeste, con una altura sobre el nivel del mar de 1013 m, el tipo de clima es BS1(h)w''(i) seco con lluvias en verano; la temperatura media anual es de 23.5 °C y la precipitación media anual es de 729.1 mm (García, 2004). Los ovinos que se utilizaron en este estudio provenían de ovejas de la raza Katahdin que fueron apareadas con machos Katahdin o Dorper. Las ovejas se mantuvieron en pastoreo durante la gestación en una pradera de Mombasa (*Panicum máximum*) y mulato II (*Brachiaria hibrido CIAT 36087*), 20 días antes del parto se les ofrecieron 200 g de un núcleo concentrado adicional al pastoreo y durante la lactancia se mantuvieron en confinamiento con una alimentación a base de ensilado de maíz sin grano y 700 g de un núcleo concentrado. Los corderos tuvieron acceso a un concentrado iniciador desde la primera semana de nacimiento y durante toda la lactancia. Una semana después del destete consumieron el alimento iniciador, la segunda semana postdestete mitad iniciador y mitad alimento de engorda y a partir de la tercera semana postdestete, el alimento de engorda se ofreció a libre acceso hasta los 90 días (Cuadro 1). Los ingredientes del iniciador fueron maíz molido, soya, aceite, gluten de maíz, sustituto de leche, minerales y micro-minerales con levadura; para la engorda se utilizaron maíz molido, salvado de trigo, urea, soya, aserrín de pino, minerales y aceite; el núcleo para las hembras incluyó soya, canola, maíz molido, urea, aceite y minerales. Además, en el Cuadro 1 se presenta la composición bromatológica de los alimentos utilizados en el estudio.

**Cuadro 4.** Composición bromatológica de iniciador y engorda para corderos y núcleo y ensilado para hembras.

| Muestra | Determinación % Base Seca | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MS | Proteína | Grasa | Fibra | Cenizas | FDA | FDN |
| Ensilado | 70.83 | 7.16 | 1.73 | 25.66 | 11.65 | 23.78 | 59.10 |
| Iniciador corderos | 94.50 | 21.02 | 4.42 | 4.01 | 0.82 | 9.74 | 28.94 |
| Engorda corderos | 94.18 | 12.71 | 11.20 | 16.51 | 11.20 | 16.23 | 65.51 |
| Núcleo hembras | 94.91 | 38.44 | 4.11 | 6.05 | 10.20 | 16.38 | 52.96 |

MS=materia seca; FDA=fibra detergente ácida; FDN=fibra detergente neutra.

Se registró peso al nacimiento, al destete y a los 90 días. Al nacimiento se registró peso de los corderos, fecha de nacimiento, sexo de la cría y si provenían de parto simple, doble o triple, así como la raza del padre (Katahdin o Dorper). El peso al destete se registró a los 60 días de nacidos y se separaron de las madres y continuaron su alimentación sólida a base de concentrado (90 días). Se registró el peso al destete (PD), si provenía de parto único, sexo y fecha. Peso a los 90 días (P90), se registró el peso, sexo, tipo de parto y fecha. Cabe mencionar que los corderos fueron pesados con báscula digital Torrey, al nacimiento con una báscula capacidad de 10 kg y a los 60 y 90 días con una báscula capacidad de 200 kg. Ganancia diaria de peso al destete (GDPD), **s**e restó el peso al nacimiento del peso al destete y se dividió entre 65. Ganancia diaria de peso a 90 días (GDP90), se restó el peso al destete al peso a los 90 días y se dividió entre 25. Ganancia diaria de peso total (GDPT), se restó el peso al nacimiento al peso a los 90 días y se dividió entre 90. Los datos del presente estudio se analizaron bajo un modelo completamente al azar para probar la hipótesis de que las medias de los pesos al nacimiento, destete y 90 días y la ganancia diaria de

peso predestete, posdedtete y total presentan variación con respecto a la raza, tipo de parto y sexo. Se utilizó el procedimiento Proc GLM, Proc Means y Comparación de medios por Tukey del software estadístico SAS (2017).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso al nacimiento (PN) no fue afectado por el grupo radical, los corderos Katahdin (KTN), mostraron pesos similares ($p > 0.05$) a los registrados por los corderos cruzados con Dorper (CZDPR). Sin embargo, el efecto de sexo de los corderos manifiesto diferencias estadísticas ($p < 0.05$), los machos (M) revelaron un peso (7.7%) superior al de las hembras (H). Los corderos provenientes de parto simple (P1) presentaron un peso al nacer superior ($p < 0.05$), que los nacidos de parto doble (P2) y triple (P3), sin que los pesos al nacer de estos dos grupos no mostraron diferencia ($p > 0.05$) de peso entre estos últimos (Cuadro 2). El peso al destete (PD) entre grupo radical se vio afectado ($p < 0.05$), con una diferencia de 1.2±0.5 kg de los corderos cruzados con CZDPR sobre los KTN. Al igual, hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) referente al PD por sexo, siendo los M más pesados que las H (Cuadro 2). El tipo de parto influyó en el PD, los P1 obtuvieron mayor peso ($p < 0.05$) que los P2 y P3; los cuales registraron pesos similares ($p > 0.05$). El grupo racial influyó ($p < 0.05$) en el peso de los corderos a los 90 días de vida (P90), con un peso mayor de 3.0±0.5 kg para los corderos CZDPR sobre los corderos KTN. También se vio afectado P90 por el sexo del cordero, superando los M a las H con 5.0±0.5 kg ($p < 0.05$). Los corderos nacidos en de parto único (P1) registraron pesos superiores ($p < 0.05$) a los que nacieron de parto doble y triple, respectivamente (P2 y P3), mostrando estos últimos, pesos similares ($p > 0.05$).

**Cuadro 5.** Peso de corderos, por raza, sexo y tipo de parto al nacimiento, destete y 90 días.

| | Raza | | Sexo | | Tipo de Parto | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Efecto | CZDPR | KTN | M | H | P1 | P2 | P3 |
| | n=65 | n=143 | n=92 | n=116 | n=64 | n=123 | n=21 |
| PN (kg) | 4.1±0.1[a] | 4.2±0.1[a]0 | 4.4±0.1[a] | 4.0±0.1[b] | 4.9±0.1[a] | 3.8±0.1[b] | 3.8±0.1[b] |
| PD (kg) | 20.0±0.8[a] | 18.8±0.6[b] | 20.6±0.5[a] | 18.0±0.5[b] | 23.3±0.5[a] | 17.3±0.3[b] | 17.4±0.83[b] |
| P90 (kg) | 30.0±0.7[a] | 26.8±0.55[b] | 30.7±0.64[a] | 25.6±0.58[b] | 32.6±0.69[a] | 25.9±0.56[b] | 24.5±.1.10[b] |

[ab]Valores con distinta letra dentro de cada sección de hileras son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$). PN=peso al nacimiento, PD=Peso al destete, P90=Peso a los 90 días, CZDRP=Cruza de Dorper, KTN=Katahdin, M=Machos, H=Hembras, P1=Parto simple, P2=Parto doble, P3=Parto triple.

Los resultados encontrados en este estudio fueron superiores a los citados por Lucero-Magaña *et al*. (2011) quienes encontraron pesos de 2.7±0.7 y 11.4±0.4 kg para peso al nacer y destete, respectivamente. Estos autores encontraron que los corderos hijos de sementales Katahdin fueron más pesados que los Blackbelly.

El peso al destete (PD) tuvo efecto ($p > 0.05$) por grupo racial, los mayores pesos los registraron los corderos cruzados de CZDPR sobre los KTN, con diferencia de 1.2±0.5 kg; para PD. El PD se vio afectado ($p < 0.05$) por el sexo, con un PD 2.7±0.1 kg superior el de los M que las H. Por su parte, el tipo de parto afectó ($p < 0.05$) el PD; los corderos nacidos de Parto simple (P1) demostraron ser superiores a los corderos de parto doble (P2) y triple (P3), con diferencias de peso

entre P1 y P2 de 7.3 kg, sin mostrar discrepancia ($p > 0.05$) reveladora alguna entre P2 y P3 en ninguna variable evaluada (Cuadro 2). El grupo racial afectó ($p < 0.05$) el peso a los 90 días (P90), los corderos Katahdin (KTN) fueron inferiores a los cruzados con DPR con una diferencia de peso de 3.2±0.1 kg (Cuadro 2). De igual manera, el sexo de los corderos afectó la variable P90, siendo los machos M los que registraron mayor peso sobre las hembras H con una diferencia de 5.1±0.1. El tipo de parto de los corderos también influyó en su desarrollo al llegar a P90, al igual que en peso al destete, los corderos de parto simple (P1) fueron superiores a los nacidos de P2 y P3 en todas las variables evaluadas, registrando una diferencia de peso de 6.3±0.1 kg contra P2 y 8.4±0.1 kg contra P3 respectivamente (Cuadro 2).

La ganancia diaria de peso al destete (GDPD) fue afectada ($p < 0.05$) por la raza, siendo la raza cruza de Dorper (CZDRP) la de mayor GDP con 20 g equivalente a 8.2% más comparada con la Katahdin (KTN), esa diferencia se magnificó posterior al destete ya que la diferencia a los 90 días (GDP90) fue de 78 g que representa un 20% más de GDP. Para el caso de la GDP por sexo ocurrió el mismo fenómeno, la diferencia al destete entre machos y hembras fue de 35 g equivalente a 14% y 102 g equivalentes a 25% para GDPD y GDP90, respectivamente. El tipo de parto afectó la GDPD con una diferencia de 75 g equivalente a 26% entre P1 y P2 sin mostrar diferencias entre P2 y P3 ($p > 0.05$). La GDP90 se comportó de manera diferente, el P1 y P2 solo tuvieron una diferencia de 24 g equivalente a 6.6% sin existir diferencia significativa ($p > 0.05$) lo que hace evidente que los corderos de P2 tuvieron un repunte en GDP posterior al destete; los corderos de P1 y P2 fueron superiores a los de P3 con una diferencia de 85 g equivalentes a 24.1% entre el P1 y P3 (Cuadro 3). Por su parte, la GDPT fue superior para los corderos CRDRP con una diferencia de 12.5% comparados con los KTN; los machos tuvieron 18.2% más peso que las hembras y los corderos de P1 tuvieron un peso 20% mayor que los corderos de P2 y los corderos de P2 y P3 no tuvieron diferencias estadísticas en la GDPT ($p > 0.05$).

**Cuadro 6.** Efecto de raza, sexo y número de parto sobre la ganancia diaria de peso al destete (GDPD), ganancia diaria de peso del destete a los 90 días (GDP90) y ganancia diaria de peso total (GDPT).

| Efecto | | GDPD (g) | GDP90 (g) | GDPT (g) |
|---|---|---|---|---|
| Grupo racial | CZDPR n=65 | 244±7$^{a}$ | 400±12$^{a}$ | 287±8$^{a}$ |
| | KTN n=143 | 224±5$^{b}$ | 322±9$^{b}$ | 251±5$^{b}$ |
| Sexo | M n=92 | 250±6$^{a}$ | 403±11$^{a}$ | 292±6$^{a}$ |
| | H n=116 | 215±5$^{b}$ | 301±9$^{b}$ | 239±5$^{b}$ |
| Tipo de Parto | P1 n=64 | 282±6$^{a}$ | 369±12$^{a}$ | 306±7$^{a}$ |
| | P2 n=123 | 207±4$^{b}$ | 345±10$^{a}$ | 245±6$^{b}$ |
| | P3 n=21 | 208±12$^{b}$ | 284±20$^{b}$ | 229±11$^{b}$ |

$^{ab}$Valores con distinta letra dentro de cada sección de columnas son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$), PD=Peso a los 60 días, GP=Ganancia de peso, GDP=Ganancia Diaria de Peso, CZDRP=Cruza de Dorper, KTN=Katahdin, M=Machos, H=Hembras, P1=Parto simple, P2=Parto Doble, P3=Parto triple.

Sexo de la cría. Los corderos machos mostraron mayor PN, PD, P90, y GDP que las hembras. Al respecto, existe inconsistencia en los resultados de diversos estudios como los realizados por Macedo y Arredondo (2008), Rastogi (2001) en donde se evaluó el efecto del sexo del cordero sobre su eficiencia de crecimiento predestete. Por ejemplo, los resultados de algunos estudios

(Carrillo *et al*., 1987; Macedo y Arredondo, 2008; Hinojosa-Cuéllar *et al*., 2009; 2011; Mahala *et al*., 2019) coinciden con los del presente trabajo. Diversos trabajos realizados han confirmado previamente la superioridad de los corderos provenientes de nacimiento sencillo con respecto a los de nacimiento múltiple, como sucedió en este estudio. Estas diferencias en el peso al nacimiento se atribuyen principalmente a que la cría única durante su permanencia en el útero no tiene competencia alguna por nutrimentos y por espacio, contrario a lo que sucede con las crías múltiples. El peso al nacimiento del cordero parece estar correlacionado positivamente con el número y peso de los cotiledones del útero (Black, 1983). En gestaciones múltiples el número de cotiledones por feto disminuye y aunque el peso por cotiledón aumenta, el intercambio de nutrientes por feto se reduce disminuyendo el crecimiento fetal y por consiguiente el peso al nacimiento. Al principio de la gestación los fetos simples y dobles tienen un peso parecido, pero a partir del tercer mes las diferencias de crecimiento entre ambos tipos de fetos comienzan a ser marcadas (Robinson *et al*., 1977). Un estudio realizado por Ríos-Utrera *et al.* (2014), menciona que al usar razas paternas Dorper y Katahdin en cruzamiento con razas maternas Blackbelly y Pelibuey incrementan la ganancia diaria de peso predestete de corderos F1, lo cual coincide con los resultados obtenidos en esta investigación. Esto confirma que usar razas Dorper y Katahdin como línea paterna incrementa la ganancia diaria de peso de los corderos.

## CONCLUSIONES

Los corderos cruzados Dorper x Katahdin mostraron ser mejores en el peso al destete y peso a los 90 días, ganancia de peso y ganancia diaria de peso que los Katahdin puros, el peso al nacimiento no se vio afectado, siendo resultados similares entre las razas. Los corderos machos tuvieron pesos superiores en todas las variables medidas sobre las hembras. Los corderos de parto simple tuvieron un desarrollo superior a los provenientes de parto doble y triple, con diferencias en los pesos mayores a 26%.

## LITERATURA CITADA

Black, J. L. 1983. Growth and development of lambs. In: W. Haresign (Ed.) Sheep Production. London. U.K. pp. 21-58.

Carrillo, A. L., A. Velásquez y T. Ornelas. 1987. Algunos factores ambientales que afectan el peso al nacer y al destete de corderos Pelibuey. Técnica Pecuaria en México 25: 289-295.

De Lucas, T. J., L. A. Zarco, E. González, J. Tórtora, A. Villa-Godoy y C. Vázquez. 2003. Crecimiento predestete de corderos en sistemas intensivos de pastoreo y manejo reproductivo en el altiplano central de México. Veterinaria México 34: 235-245

Dimsoski, P., J. J. Tosh, J. C. Clay and K. M. Irvin. 1999. Influence of management system on litter size, lamb growth, and carcass characteristics in sheep. Journal of Animal Science 77: 1037-1043.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2016. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponible: http://www.fao.org/faostat/es/#data/QA

García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climatológica de Köppen. Instituto de Geografía. México: Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.

Hinojosa-Cuéllar, J. A. y J. Oliva-Hernández. 2009. Distribución de partos por estación en ovejas de razas de pelo y cruces en un ambiente tropical húmedo. Revista Científica, FCV-LUZ. XIX:288-294.

Hinojosa-Cuéllar, J. A., J. Oliva-Hernández, T. Torres-Hernández and J. C. Segura-Correa. 2013. Productive performance of F1 Pelibuey x Blackbelly lambs and crosses with Dorper and Katahdin in a production system in the humid tropic of Tabasco, México'. Archivos de Medicina Veterinaria 45(2): 135-143.

Lucero-Magaña, H., F. Briones-Encinia, F. A. Lucero-Magaña, J. Hernández-Meléndez, S. P. Castillo-Rodríguez y J. C. Martínez-González. 2011. Estrategias para incrementar la producción de carne de ovinos de pelo en la Huasteca Potosina, México. Zootecnia Tropical 29(3): 255-260.

Macedo, R. y V. Arredondo. 2008. Efecto del sexo y del tipo de nacimiento y lactancia sobre el crecimiento de ovinos Pelibuey en manejo intensivo. Archivos de Zootecnia 57: 219-228.

Mahala, S., S. Saini, A. Kumar, L. L. L. Prince and R. R. Gowane. 2019 Effect of non-genetics factor son growth traits of arikalin sheep. Small Ruminant Research 174: 47-52.

Rastogi, R. K. 2001. Production performance of Barbados Blackbelly sheep in Tobago, West Indies. Small Ruminant Research 41: 171-175.

Ríos-Utrera, A., R. Calderón-Robles, J. Lagunes-Lagunes y J. Oliva-Hernández. 2014. Ganancia de peso predestete en corderos Pelibuey y sus cruces con Blackbelly, Dorper y Katahdin. Nova Scientia 6(2): 272-286.

Robinson, J. J., I. McDonald, C. Fraser and R. M. J. Crafts. 1977. Studies in reproduction in prolifics ewes. I. Growth of the products of conception. Journal of Agricultural Science 88: 539-552.

SAGARPA (Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2016. Secretaria Nacional de la Ganadería, Agricultura, Pesca y Forestal.

SAS (Statistical Analysis System). 2011. SAS User´s Guide Statistics, SAS Inst. Inc.Cary North Carolina. EE. UU.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2016. Ovino población ganadera (cabezas). Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/412568/Ovino__2017.pdf

UNO (Organismo de la Unidad Nacional de Ovinocultores). 2018. Razas de ovinos de pelo. Disponible en: http://www.uno.org.mx/razas_ovinas/dorper.html y http://www.uno.org.mx/razas_ovinas/katahdin.html

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE BORREGAS PRÍMALAS SUPLEMENTADAS CON RESIDUOS DE NARANJA (*Citrus Sinensis*)

## [PRODUCTIVE PERFORMANCE OF RAW SHEEP SUPPLEMENTED WITH ORANGE RESIDUES (*Citrus Sinensis*)]

**Etilberto Crisanto-Juan[1], Irvin Othon Santos-Rojas[1], Jorge Hernández-Bautista[1§], Teodulo Salinas-Rios[1], Héctor Magadan Rodríguez-Magadan[1], Magaly Aquino-Cleto[1], Said Cadena-Villegas[2], Joel Marín-Sánchez[1]**

[1] FMVZ, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. [2]Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chapingo. [§]Autor para correspondencia: (jorgeherba@hotmail.com).

## RESUMEN

Ante la demanda de los precios de insumo utilizados en la alimentación animal, es necesario generar alternativas de bajo costo. El residuo de naranja (RN) es un subproducto de juguerías que actualmente es un desecho contaminante. El objetivo fue determinar el desempeño productivo de borregas primalas alimentadas con ración integral con y sin inclusión de 20% de RN; se estableció un experimento en San Jacinto Amilpas, Oaxaca, México (latitud norte 17° 06′ 17″, longitud oeste 96° 45′ 52″, a 1550 msnm) con 15 primalas F1 Dorper x Pelibuey de 8 meses de edad con peso promedio 37 kg, se distribuyeron en un diseño completamente aleatorizado, con dos tratamientos con siete y ocho repeticiones cada uno. La unidad experimental fue una primala en corral individual. Los animales del tratamiento uno (T1) consumieron un 20% de RN y las del tratamiento dos (T2) sin RN por 24 días. Las variables medidas fueron ganancia diaria de peso (GDP), consumo de materia seca (CMS) y conversión alimenticia (CA), los datos se sometieron a análisis de varianza donde el efecto del estudio fue el tratamiento, para determinar diferencias entre promedios se utilizó la prueba de medias de cuadrados mínimos ($\alpha = 0.05$). La GDP (124 g) y la CA (8.88), fueron mejores ($p \leq 0.05$) para el T1; mientras que en CMS no hubo diferencia ($p > 0.05$), se reportan promedios generales de 1055 g/día. Se concluye que adicionar residuos de naranja al 20% en la ración mejora la GDP y CA en ovejas primalas.

**Palabras clave:** Consumo, primalas, ración integral, residuos.

## ABSTRACT

Given the demand for input prices used in animal feed, it is necessary to generate low-cost alternatives. Orange residue (RN) is a byproduct of jukeboxes that is currently a polluting waste. The objective was to determine the productive performance of raw sheep fed with integral ration with and without inclusion of 20% of RN; An experiment was established in San Jacinto Amilpas, Oaxaca, Mexico (north latitude 17 ° 06 ′ 17 ″, west longitude 96 ° 45 ′ 52 ″, at 1550 meters above sea level) with 15 F1 Dorper x Pelibuey 8 month old primalas with average weight 37 kg, were distributed in a completely randomized design, with two treatments with seven and eight repetitions each. The experimental unit was a primala in individual pen. The animals of treatment one (T1) consumed 20% of RN and those of treatment two (T2) without RN for 24 days. The variables

measured were daily weight gain (GDP), dry matter consumption (CMS) and food conversion (CA), the data were subjected to analysis of variance where the effect of the study was the treatment, to determine differences between averages was used the minimum square mean test ($\alpha = 0.05$). GDP (124 g) and CA (8.88) were better ($p \leq 0.05$) for T1; while in CMS there was no difference ($p > 0.05$), general averages of 1055 g / day are reported. It is concluded that adding 20% orange residues in the ration improves GDP and CA in primalas sheep

**Index words:** Consumption, integral, primalas, ration, waste

## INTRODUCCIÓN

El éxito de una granja ovina depende de la eficiencia reproductiva de las ovejas, cuando más eficiente sea la alimentación se incrementará su desempeño reproductivo. Una mala alimentación antes del empadre, afecta de manera directa la productividad del rebaño (Caja, 2001). Por el contrario, la suplementación con 1.5 kg/día de alimento con 2.3 Mcal $kg^{-1}$ incrementa la tasa ovulatoria y la prolificidad en ovejas primalas (Shimada, 2003). El problema radica en que los ovinocultores son de bajos recursos y la forma más común de alimentar a los ovinos es a través del pastoreo extensivo (Buratovich, 2010). En el estado de Oaxaca hay una producción de 57,915 t anuales de naranja, aumentando la demanda día con día, ocasionando que el 50% de la materia prima se convierta en desecho (SIAP-SAGARPA, 2015). Se ha observado que al suplementar con residuos de naranja entre el 15 y 25% en las dietas para ovinos aumenta el consumo de alimento (López, 2007). La disminución en el consumo de alimento con un porcentaje de inclusión mayor al 25 % se debe al mayor consumo de Fibra Detergente Neutra, provocando el llenado gástrico y menor tasa de degradación ruminal en ovinos (Barahona y Sánchez, 2005). Se ha encontrado que el residuo de naranja incrementa la tasa de ovulación y fertilidad, por ser una fuente energética (Rodríguez *et al.*, 2009). Por lo que se supone que el uso de residuos de naranja adicionado en un 20% en raciones integrales de ovejas primalas afecta de manera positiva los parámetros productivos (ganancia diaria de peso, consumo de alimento en materia seca y conversión alimenticia), de tal manera que el objetivo fue determinar el efecto de la suplementación con residuo de naranja previo al empadre en el comportamiento productivo de borregas primalas F1 Dorper x Pelibuey.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto de investigación se realizó en el municipio de San Jacinto Amilpas, Oaxaca, en las coordenadas geográficas, 17° 06′ 17″ latitud norte, 96° 45′ 52″ longitud oeste**,** a 1550 msnm (INEGI, 2018). El trabajo tuvo una duración de 78 días iniciando en el mes de junio y finalizando en el mes de agosto del 2018.

Animales y diseño experimental: Se utilizaron 15 borregas primalas F1 Dorper x Pelibuey de 8 meses con un peso promedio de 37 kg, y una condición corporal de 3 a 5 (Oriellana, 2015). Las cuales fueron alojadas en corraletas individuales y distribuidas aleatoriamente a dos tratamientos. T1: ($n$ = 7 ovejas) y T2 ($n$ = 8 ovejas).

Elaboración de las dietas experimentales: Se elaboraron dos tratamientos (T1 y T2) de acuerdo con los requerimientos nutrimentales propuestos por Shimada (2003), el T1 consistió de un 20% de residuo de naranja y T2 no contenía residuo de naranja (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Contenido nutrimental y composición en materia seca de las raciones utilizadas en la alimentación.

| Ingredientes | Tratamiento 1 (%) | Tratamiento 2 (%) |
|---|---|---|
| Residuos de naranja | 20 | 0 |
| Grano de maíz | 28 | 35 |
| Gramza | 11 | 2.8 |
| Polvo de alfalfa | 27 | 53 |
| Urea | 2 | 1.2 |
| Sal común | 2 | 2 |
| Melaza | 10 | 6 |
| PC | 14.04 | 13.90 |
| Mcal EM/kg | 2.4 | 2.4 |
| Precio/kg pesos MN | 3.91 | 4.49 |

PC= Proteína cruda.

Estrategia de alimentación: Las borregas tuvieron un periodo de adaptación de 7 días. Posteriormente se realizaron dos servicios (8:00 am y 3:00 pm) al día, la cantidad de alimento que consumía cada borrega dependió del requerimiento nutricional de acuerdo al peso de cada animal, con pesaje diario del alimento en una báscula Torrey$^{MR}$ (PCR series) con 50 kg de capacidad y lectura diaria de comedero.

Análisis de la información: Los datos se capturaron en una hoja de cálculo, se analizaron en el programa estadístico SAS. Las variables productivas fueron sometidas a un análisis de varianza, teniendo como efecto fijo el tratamiento y como covariable el peso vivo de las primalas. Para determinar diferencias entre promedios, se utilizó la prueba de medias de cuadrados mínimos ($\alpha$ = 0.05).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Ganancia diaria de peso

En el Cuadro 2 se presentan los promedios de ganancia diaria de peso (GDP) en borregas primalas F1 Dorper x Pelibuey alimentadas con raciones integrales elaboradas con residuos de naranja al 20% y sin residuos de naranja. Las hembras que consumieron ración integral con residuos de naranja, diariamente ganaron un promedio de 124 g de peso a diferencia ($p \leq 0.05$) de las hembras que no consumieron residuos de naranja, quienes ganaron 86 g. López (2007) observó que los ovinos alimentados con 15% de harina de bagazo de naranja obtuvieron una GDP de 288 g, mientras que al incrementar el porcentaje de inclusión a 30 % la GDP disminuyó a 93g. Velásquez (1994) demostró la misma tendencia cuando ofreció harina de bagazo de naranja deshidratada en cerdos, que al incluir un porcentaje mayor al 25% en la dieta disminuye la ganancia diaria de peso.

## Consumo de materia seca

En el cuadro 2 se presentan los promedios del consumo de materia seca (CMS) por día de borregas primalas, F1 Dorper x Pelibuey g alimentadas con raciones integrales elaboradas con residuos de naranja al 20% y sin residuos de naranja en un periodo de 24 días. No existió diferencia ($p > 0.05$) en el CMS, el consumo promedio general fue de 1.05 kg de MS/día. Velásquez *et al.* (2012) trabajaron con borregos administrando el 25% de ensilado de pulpa de naranja en la ración los cuales consumieron 1.1 kg de MS/día, comparado con el presente estudio observamos que no existió diferencia en el consumo al aumentar el porcentaje de residuos de naranja en la dieta. Barahona y Sánchez (2005) demostraron que la disminución del consumo en las dietas con inclusión de bagazo de naranja es debida al mayor porcentaje de FDN; lo cual hace que los animales presenten mayor llenado gástrico, menor solubilidad y tasa de degradación ruminal.

## Conversión alimenticia

La conversión alimenticia (CA) de borregas primalas F1 Dorper x Pelibuey alimentadas con raciones integrales elaboradas con y sin RN al 20% en un periodo de 24 días fueron diferente ($p \leq 0.05$) como se observa en el cuadro 2. Las primalas que se alimentaron con la ración de residuos de naranja afectaron de manera positiva, presentando una mejor CA con un promedio de 8.88 a diferencia ($p \leq 0.05$) de las borregas de T2 (12.42).

**Cuadro 2.** Resultados del desempeño productivo de borregas primalas previo al empadre.

| Variables | T1 | T2<br>Sin residuos de naranja |
|---|---|---|
| GDP, g/día | 124±008a | 86±006b |
| CMS, kg/día | 1.07±0.016 | 1.04±0.012 |
| CA | 8.88±0.97a | 12.42±0.75b |

T1: ovejas alimentadas con 20% de inclusión de residuo de naranja, T2: tratamiento testigo.

Rivas *et al.* (2010) encontraron que la inclusión al 30% de bagazo de naranja en la dieta de ovejas, tuvieron una mejor conversión alimenticia con 4.78 kg/kg. Por su parte Velásquez *et al.* (2012) no observaron diferencia ($p \geq 0.05$) en la conversión alimenticia al incluir 0, 25 y 50% de ensilado de pulpa de naranja.

## CONCLUSIONES

Se concluye que con la inclusión del 20% de residuo de naranja en la ración de ovejas primalas se obtiene mayor ganancia diaria de peso y menor conversión alimenticia sin afectarse el consumo de materia seca.

## LITERATURA CITADA

Barahona, R. y S. Sánchez. 2005. Limitaciones físicas y químicas de digestibilidad. Revista Corpoica. 6:69-82. Fecha de consulta: agosto 2018. URL: http://corpolac.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/Revista/v6n1_p69_82_limitaciones_fisicoquimicas_digestpastos.pdf.

Buratovich, O. 2010. Eficiencia reproductiva en ovinos: factores que la afectan-parte II: Otros factores no nutricionales. EEA INTA Esquel. 36: 163-163.

Caja, L. G. 2001. Orientaciones básicas para la alimentación del ganado ovino de carne. Producción Ovina y Caprina, Facultad de Veterinaria, Universidad Autónoma de Barcelona.

López, Z. J. 2007. Elaboración y validación de una dieta balanceada para la engorada de ovinos, a partir de harina de bagazo de naranja. Tesis de licenciatura. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca de Soto, Hidalgo, México.

Rodríguez, M. C., V. S. Romero, R. H. E. Rodríguez, A. A. C. Arzola, M. A. Flores, G. Corral, O. La O- León y A. A. Grado. 2009. Antioxidant activity of plasma and carcass characteristic of mature cow fed with manzarina. J. Anim. Sci. 87-91.

Shimada, M. A. 2003. Nutrición animal. Trillas. México, D.F.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Secretaría de agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Población Ganadera Ovina 2006-2015.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (México) 2018. Fecha de consulta: 23 de agosto del 2018. URL: https://www.inegi.org.mx/.

Velásquez, V. R., M. H. Esquivel, C. L. Montero y V. J. Ku. 2012. Engorda de corderos Pelibuey con ensilaje de pulpa de naranja *Citrus sinensis L*. en jaulas elevadas. Revista Colombiana de Ciencia Animal 5: 67-71.

Rivas, G. J., A. Toro, M. P. Angón, J. E. Perea, M. Morantes y P. R. Dios. 2010. Caracterización técnica, social y comercial de las explotaciones ovinas manchegas, centro-sur de España. Rev. Mexicana de Ciencias Pecuarias 5(3): 291-306.

Oriellana, R. 2015. Evaluación de la condición corporal y edad de los ovinos. Instituto de investigaciones agropecuarias, ministerios de agricultura julio 2015, temuco – chile.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE ACEITE DE OLIVA SOBRE EL CONSUMO, LA CONVERSIÓN EN OVINO DE PELO

# [EFFECT OF THE INCLUSION OF OLIVE OIL ON PRODUCTIVE INDICATORS IN SHEEP]

**D. N. Arcos-Álvarez[1], E. Aguilar-Urquizo[1], J. R. Sanginés-García[1], A. J. Chay-Canul[2], J. G. Jiménez-Ferrer[3], M. González-Ronquillo[4], A. T. Piñeiro-Vázquez[1§]**

[1]Tecnológico Nacional de México/IT-Conkal. Avenida Tecnológico s/n Conkal, Yucatán. 97345. [2]División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carr. Villahermosa-Teapa, km 25, Villahermosa, Tabasco, México. 86280. [3]El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Ganadería y Ambiente, Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n, Barrio María Auxiliadora, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas México. 29290. [4]Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex) Toluca de Lerdo, México. [§]Autor para correspondencia: (angel.pineiro@itconkal.edu.mx).

## RESUMEN

El objetivo de evaluar la adición del aceite de oliva en diferentes niveles y determinar los posibles efectos sobre los indicadores productivos en corderos de pelo en crecimiento. El ensayo se realizó en la Unidad de Producción e Investigación Agrícola y Pecuaria del Instituto Tecnológico de Conkal. Se utilizaron 24 corderos en crecimiento con un peso inicial de 10.59 ± 2.92 kg, los cuales fueron distribuidos en un diseño completamente al azar en cuatro tratamientos ($n$=6): T1= Concentrado con 0 % de aceite, T2= Concentrado + 2 % de aceite, T3= Concentrado + 4 % de aceite, T4= Concentrado + 6 % de aceite. Estos se alojaron en corrales individuales con piso elevado, donde disponían de agua a libre acceso y el alimento se ofreció con base al peso corporal a partir de las 9:00 h. Se evaluó el peso inicial, peso final, el cambio total de peso, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia. A pesar que, entre los indicadores productivos evaluados no se encontraron diferencias significativas ($p$ > 0.05) los tratamientos T2 y T3 obtuvieron resultados favorables teniendo un peso final de 25.09 y 25.07 kg respectivamente, el cambio total de peso estuvo por arriba de los 12 kg de pesos vivo y la conversión alimenticia fue inferior a los demás tratamientos. Mientras que para el T1 (testigo) y T2 se obtuvo peso final menor a 25 kg y cambio total de peso, por debajo de los 12 kg. Por lo mencionado anteriormente, se concluye que la adición de aceites vegetales con niveles de 2 y 4 % en la dieta de corderos de pelo en el trópico podría mejorar los indicadores productivos teniendo una eficiencia alimentaria positiva y así mismo tener posibles productos de calidad, al poder modificar los ácidos grasos de la carne.

**Palabras clave:** Aceite vegetal, indicadores productivos, ovino de pelo.

## ABSTRACT

The trial was carried out in the Agricultural and Livestock Production and Research Unit of the Technological Institute of Conkal, with the objective of evaluating the addition of olive oil at different levels and determining the possible effects on the productive indicators in growing hair

lambs. Twenty-four growing lambs with an initial weight of 10.59 ± 2.92 kg were used, which were distributed in a completely randomized design in four treatments ($n$ = 6): T1 = Concentrate with 0% oil, T2 = Concentrate + 2% oil, T3 = Concentrate + 4% oil, T4 = Concentrate + 6% oil. These were housed in individual pens with a raised floor, where they had free access water and food was offered based on body weight after 9:00 h. The initial weight, final weight, total weight change, daily weight gain and feed conversion were evaluated. Although, among the productive indicators evaluated no significant differences were found ($p$ > 0.05), the T2 and T3 treatments obtained favorable results having a final weight of 25.09 and 25.07 kg respectively, the total change of weight was above the 12 kg of live weights and the feed conversion was lower than the other treatments. While for T1 (control) and T2 was obtained final weight less than 25 kg and total weight change, below 12 kg. Due to the above mentioned, it is concluded The addition of vegetable oils with levels of 2 and 4% in the diet of hair lambs in the tropics could improve the productive indicators having a positive alimentary efficiency and also having possible quality products, to the power modify the fatty acids of the meat.

**Index words:** Productive indicators, sheep hair, vegetable oil.

## INTRODUCCIÓN

El incremento en la demanda de alimentos derivados de la producción de rumiantes (carne y leche), obedece al crecimiento de la población mundial. La FAO indica que la demanda de carne y leche se incrementará en un 58 y 73% para el 2050 (FAO, 2011) y la población mundial a 9.5 billones. En este sentido, las actividades pecuarias representan una base importante de la economía de los países en desarrollo según Silanikove *et al*. (2010) y contribuye con el 17 % de las calorías y 33% de la proteína consumida en el mundo (Rosegrant *et al*., 2009); además, representa los medios de vida de mil millones de la población más pobre del mundo y emplea a 9.6 millones de personas (ONU, 2013).

El incremento constante de la población y la demanda de productos se ha considerado "revolución ganadera o ganaderización"; este fenómeno trae como consecuencia mayor uso de los recursos naturales, deforestación, degradación de suelos, eutrofización y pérdida de la biodiversidad, lo que provoca alteraciones en los ecosistemas y en el cambio climático (CC). De acuerdo con Thornton (2010) la ganadería será afectada por el CC, la reducción en la disponibilidad de agua, falta de pasturas y presencia de nuevas enfermedades. En este sentido, los sistemas de producción animal tropicales son de pequeña y mediana escala y con bajo nivel de tecnificación y la alimentación se basa en forrajes de baja calidad y disponibilidad a través del año (Enríquez-Quiroz *et al*., 2011), lo que repercute en la productividad (leche l L día, g/animal/día y largos intervalos entre partos) y calidad de los principales productos (carne y leche) (Ben Salem *et al*., 1996; Christodoulou *et al*., 2005; Vasta *et al*., 2008).

Se ha reportado que la suplementación energética en los rumiantes es una alternativa para incrementar la calidad de la dieta, productividad y la calidad de la carne y leche de los rumiantes y a su vez contribuir a la seguridad y bienestar de la población (Ben Salem *et al*., 1996; Christodoulou

*et al*., 2005; Vasta *et al*., 2008). En este sentido, diversos autores han demostrado que los aceites vegetales de fuentes locales son una fuente de ácidos grasos poliinsaturado y no afectan el consumo voluntario e incrementan la productividad, calidad de carne y leche (Sampelayo *et al*., 2007). Además, la inclusión de aceites vegetales ricos en ácidos grasos poliinsaturados en la alimentación de rumiantes tiene efectos sobre la fermentación ruminal (Mohammed *et al*., 2004).

Una de las principales limitantes del uso de aceites vegetales es el nivel de inclusión en la ración, la cual no debe exceder del 5% con aceites comerciales (soya, cártamo, linaza) (NRC, 2007). En las regiones del trópico existen fuentes locales de aceites vegetales, como el aceite de girasol, coco (*Cocus nucifera*), aguacate (*Persea americana*), soya (*Glycine max*), oliva (*Olea europaea*), linaza (*Linum usitatissimum*), cártamo (*Carthamus tinctorius*), ajonjolí (*Sesamum indicum*), canola (*Brassica napus*) y DHA (Ácido docosahexaenoico) de los cuales se desconoce el nivel de inclusión optimo en la ración. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar diferentes niveles (0, 2, 4 y 6%) de aceite vegetal de oliva sobre los indicadores productivos en corderos en crecimiento.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la Unidad de Producción e Investigación Agrícola y Pecuaria del Instituto Tecnológico de Conkal, ubicada a 21° 05' Latitud Norte y 89° 32' Longitud Oeste, a 8 msnm, precipitación de 900 mm y temperatura media anual de 26.5 °C. Los suelos predominantes en la región son de tipo leptosol, someros y afloraciones rocosas, con pH 7.57 (Flores y Espejel, 1994). Se utilizaron 24 corderos en crecimiento, con peso inicial 10.5 ± 2.9 kg, distribuidos al azar en cuatro tratamientos ($n$=6), los cuales se alojaron en corrales individuales de 0.80 x 2 m con piso elevado, donde disponían de agua a libre acceso y el alimento se ofreció con base al peso corporal. Previo al inicio, se pesaron y desparasitaron vía subcutánea con ivermectina y vitaminas ADE (Silvermec® ADE), a una dosis de 0.1 ml/5 kg de peso; además se les aplicó un suplemento vitamínico ADE (Vigantol® ADE) por vía intramuscular.

Animales y manejo: Los corderos se pesaron al inicio del experimento y posteriormente cada 8 días, para tener un mejor control se utilizó una báscula electrónica de plataforma con capacidad de 300 kg con un margen de error de 0.1 kg (OHAUS®-T31P). la dieta en cada tratamiento se ofertó al 5.5 % del peso corporal, ajustando la oferta de alimento cada 8 días, el consumo se estimó cada segundo día por la diferencia entre la oferta y el rechazo utilizando una báscula electrónica con capacidad de 5 kg de peso, con un margen de error de 0.001 kg (Torrey®-L-EQ5).

Las dietas elaboradas consistieron en heno de Brizantha, maíz molido, pasta de soya, melaza de caña de azúcar, salvadillo de trigo, mezcla mineral y vitamina ADE, con una energía metabolizable estimada de 12 MJ / kg DM y 16% de proteína cruda (AFRC, 1993) como se puede observar en el cuadro 1. Previo al experimento los animales se mantuvieron en un periodo de adaptación a la dieta de durante 15 días.

**Cuadro 1.** Composiciones de las dietas y niveles de aceite de oliva utilizadas para la alimentación de corderos en crecimiento.

| Ingredientes % | Tratamiento | | | |
|---|---|---|---|---|
| | T1 | T2 | T3 | T4 |
| Heno Brizantha | 40.00 | 40.00 | 40.00 | 40.00 |
| Maíz molido | 18.08 | 18.08 | 18.08 | 18.08 |
| Pasta de soya | 19.82 | 19.82 | 19.82 | 19.82 |
| Melaza | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 |
| Salvadillo de trigo | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 |
| Mezcla mineral | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 |
| Vitamina ADE | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Proteína cruda % | 16 | 16 | 16 | 16 |
| MJ/kg de MS | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Aceite de oliva % | 0 | 2 | 4 | 6 |

Diseño experimental: Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos (*n*=6), en donde se e valuaron cuatro niveles (0, 2, 4, 6 %) de aceite de oliva, adicionados a la dieta, las cuales fueron se balancearon con el objeto que fueran isoproteínicas e isoenergetícas (Cuadro 1) utilizando el siguiente modelo estadístico:

$Yij = \mu + \tau i + Eij$
$i = 1,2,3,..., t$
$j = 1,2,3,..., n$
Dónde:
Yij = Variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento
$\mu$ = Media general
$\tau i$ = Efecto del i ésimo tratamiento.
Eij = Error aleatorio
Tratamientos:
T1= Concentrado con 0 % de aceite (testigo)
T2= Concentrado + 2 % de aceite de oliva
T3= Concentrado + 4 % de aceite de oliva
T4= Concentrado + 6 % de aceite de oliva

**Variables evaluadas**

Peso inicial (PI): se tomó el primer peso al inicio del experimento.
Peso final (PF): se tomó el ultimo peso finalizando el experimento.
Cambio total de peso (CTP): peso final menos peso inicial = (PF-PI).
Ganancia diaria de peso (GDP): ganancia total de peso dividiendo entre los días que duro el ensayo = (GTP)/(DE).
Conversión alimenticia (CA): esta variables se obtuvo dividiendo el consumo de alimento entre la ganancia diaria de peso= (CV, kg) /(GDP, kg).

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

Análisis estadístico: El análisis de varianza de las observaciones se realizó según el diseño experimental propuesto, considerando significancia a un $\alpha$=0.05 y, utilizando el PROC GLM del paquete estadístico SAS y para la comparación de medias se usó la prueba de Tukey.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La respuesta de los corderos sobre los indicadores productivos fue similar ($p > 0.05$) al no encontrar diferencias significativas; sin embargo, el T2 y T3 tuvieron mejor desempeño que aquellos alimentados con 0 (T1) y 6 % (T4) de aceite de oliva como se puede observar en el Cuadro 2. Con respecto a la ingesta de alimento, fue ligeramente mayor en los tratamientos 2 y 3, lo cual coincide con otros estudios previos con el uso de aceite vegetal, donde se han encontrado efectos similares a lo observado con Kamel *et al*. (2018) quienes evaluaron aceite de girasol con niveles del 0, 2 y 4 % en crecimiento de corderos de la raza Awassi sin encontrar efectos de tratamiento. estos indicadores productivos se asemejan a lo encontrado en este experimento ya que obtuvo ligeramente mayor ganancia diaria de peso con 184 y 181g/d$^{-1}$ con niveles de 2 y 4 %, mientras que la conversión alimenticia fue ligeramente menor con el aceite de oliva para este ensayo como se observa en el Cuadro 2.

Los cambios de pesos reportados por Kamel *et al*. (2018) son superiores a lo encontrado en corderos de pelo para este ensayo, esto podría estar relacionado a diversos factores como la etapa fisiológica del animal, la raza, y la genética que caracteriza cada uno. Los indicadores productivos con el uso de aceites vegetales se ven favorecidos en otras razas como lo reportado por De la Fuente *et al*. (2014) incorporando a la dieta de corderos de la raza manchego 3.3 % de aceite de palma con un consumo promedio de 0.858g de MS d$^{-1}$ y un cambio de peso total por arriba de 14 kg, lo que demuestra que el uso de aceites vegetales en las razas de pelo podría mejorar los indicadores productivos, mientras que en la raza Rubia gallega no se vio afectado por aceites (aceite de linaza, girasol, y soya) en nivel de 4.5 % en la dieta de engorda (González *et al*., 2014).

**Cuadro 2.** Indicadores productivos evaluados con niveles de inclusión de aceite de oliva.

| Variables | Tratamientos | | | |
|---|---|---|---|---|
| | T1 | T2 | T3 | T4 |
| Peso inicial (kg) | 14.47±1.88 | 13.12±3.76 | 13.31±2.22 | 12.27±2.63 |
| Peso final (kg) | 24.01±5.45 | 25.09±6.81 | 25.07±3.47 | 22.31±3.57 |
| Cambio total de peso (kg) | 11.29±2.37 | 11.97±3.15 | 11.76±1.42 | 10.04±1.27 |
| Ganancia diaria de peso (kg) | 0.15±0.10 | 0.17±0.11 | 0.16±0.11 | 0.14±0.09 |
| Consumo de alimento (kg) | 69.06±14.44 | 70.87±17.90 | 69.16±8.10 | 63.02±8.12 |
| Conversión alimenticia (kg) | 6.63±0.86 | 5.94±0.43 | 5.89±0.37 | 6.29±0.542 |

Columnas con diferente literal indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

De acuerdo con Jerónimo *et al*. (2010) la suplementación con aceite no modifica los indicadores productivos en todos los casos, pero si incrementa la grasa intramuscular y la mayoría de los ácidos grasos de la carne. Los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) aumentan hasta un 23%. La proporción de PUFA n-3 de cadena larga no se vio afectada por la suplementación con aceite, por lo que el aumento en PUFA n-3 se debe principalmente al aumento de ácido linolénico y ácido

linoleico conjugado, esto podría ser posible gracias a los intermediarios de la biohidrogenación del rumen (Santos-Silva *et al.,* 2004).

## CONCLUSIONES

La adición de aceites vegetales con niveles de 2 y 4 % en la dieta de corderos de pelo en el trópico podría mejorar los indicadores productivos teniendo una eficiencia alimentaria positiva y así mismo tener posibles productos de calidad, al poder modificar los ácidos grasos de la carne.

## LITERATURA CITADA

AFRC. 1993. Energy and Protein Requirements of Ruminants. Agricultural and Food Research Council. CAB International, Wallingford, UK. 159 pp.

Ben Salem, H., A. Nefzaoui, H. Abdouli and E. R. Ørskov. 1996. Effect of increasing level of spineless cactus (Opuntia ficus-indica var. inermis) on intake and digestion by sheep given straw-based diets. Anim. Sci. 62: 293-299.

Christodoulou, V., V. A. Bampidis, B. Hucko, K. Ploumi, C. Iliadis, P. H. Robinson and Z. Mudrik. 2005. Nutritional value of chickpeas in rations of lactating ewes and growing lambs. Anim. Feed Sci. Technol. 118: 229-241.

De la Fuente-Vázquez, J., M. T. Díaz-Díaz-Chirón, C. Pérez-Marcos, V. Cañeque, C. I. Sánchez-González, I. Álvarez-Acero y S. Lauzurica. 2014. Linseed, microalgae or fish oil dietary supplementation affects performance and quality characteristics of light lambs. Spanish Journal of Agricultural Research 12(2): 436-447.

Enríquez-Quiroz, J. F., N. F. Meléndez-Nava., E. D. Bolaños-Aguilar y V. A. Esqueda-Esquivel. 2011. Producción y Manejo de Forrajes Tropicales. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (INIFAP). México, D.F. pp. 405.

FAO. 2011. World Livestock 2011-Livestock in food security. Rome.

Flores Guido, J. S. y I. Espejel Carvajal. 1994. Tipos de vegetación de la Península de Yucatán (No. Y/581.61 E8/3).

González, L., T. Moreno, E. Bispo, M. E. Dugan y D. Franco. 2014. Effect of supplementing different oils: Linseed, sunflower and soybean, on animal performance, carcass characteristics, meat quality and fatty acid profile of veal from "Rubia Gallega" calves. Meat Science 96(2): 829-836.

Jerónimo, E., S. P. Alves, S. V. Martins, J. A. Prates, R. J. Bessa and J. Santos-Silva. 2010. Effect of sodium bentonite and vegetable oil blend supplementation on growth, carcass quality and intramuscular fatty acid composition of lambs. Animal feed science and technology 158(3-4): 136-145.

Kamel, H. E. M., S. N. Al-Dobaib, A. Z. Salem, S. López and P. A. Alaba. 2018. Influence of dietary supplementation with sunflower oil and quebracho tannins on growth performance and meat fatty acid profile of Awassi lambs. Animal Feed Science and Technology 235: 97-104.

Mohammed, N., R. Onodera, H. Itabashi and Z. A. Lila. 2004. Effects of ionophores, vitamin B6 and distiller's grains on in vitro tryptophan biosynthesis from indolepyruvic acid, and production of other related compounds by ruminal bacteria and protozoa. Anim. Feed Sci. Technol. 116: 301-311.

NRC. National Research Council. 2007. Nutrient Requirement of Small Ruminants. National Academic, Washington, DC, 384p.

ONU. 2013. United Department of Economic and Social Affairs. http://www.un.org/en/development/desa/news/population/un-report-world-population-projected-to-reach-9-6-billion-by-2050.html?fbclid=IwAR2KNZPUBuG-bWI4VaetkWS9DtuSwo5OqSTi3HMWszq8QJ7T3b_ztS81VmU.

Rosegrant, M. W., M. Fernandez, A. Sinha, J. Alder, H. Ahammad, C. D. Fraiture and A. M. Omezzine. 2009. Looking into the future for agriculture and AKST (Agricultural Knowledge Science and Technology). In Agriculture at a crossroads (eds B. D. McIntyre, H. R. Herren, J. Wakhungu & R. T. Watson) pp. 307-376.

Sampelayo, M. S., Y. Chilliard, P. Schmidely and J. Boza. 2007. Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk. Small Ruminant Research 68: 42-63.

Santos-Silva, J., I. A. Mendes, P.V. Portugal and R. J. B. Bessa. 2004. Effect of particle size and soybean oil supplementation on growth performance, carcass and meat quality and fatty acid composition of intramuscular lipids of lambs. Livest. Prod. Sci. 90: 79-88.

Silanikove, N., G. Leitner, U. Merin, and C. G. Prosser. 2010. Recent advances in exploiting goat's milk: quality, safety and production aspects. Small Ruminant Research 89(2-3): 110-124.

Thornton, P. K. 2010. Livestock production: recent trends, future prospects. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences 365: 2853-2867.

Vasta, V., A. Nudda, A. Cannas, M. Lanza and A. Priolo. 2008. Alternative feed resources and small ruminants meat and milk quality. A review. Anim. Feed Sci. Technol. 147: 223-246.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# PREFERENCIA ALIMENTARIA DE BORREGAS GESTANTES POR FRUTOS NATIVOS DE LA HUASTECA HIDALGUENSE

# [FOOD PREFERENCE OF SHEEP GESTANTS BY NATIVE FRUITS OF THE HUASTECA HIDALGUENSE]

**M. R. Gómez[1], E. Hernández-Hernández[1§], M. Hernández M.[1], T. González L[1], M. López F.[1], J. R. Jiménez S.[1], P. Azuara B.[1], R. Nieto A.[1], S. López O[2]**

[1]Tecnológico Nacional de México Campus Huejutla. [2]Colegio de Postgraduados Campus Veracruz. [§]Autor para correspondencia: (eliceo.hernandez@colpos.mx).

## RESUMEN

Se utilizaron diez borregas gestantes de la raza Black Belly (35 ± 3 kg) en una prueba de cafetería con duración de catorce días (siete de acostumbramiento y siete días de experimento en un diseño completamente al azar) para determinar la preferencia alimentaria por frutos forrajeros de árboles nativos de la Huasteca Hidalguense. Los tratamientos fueron: 1) alimento base más *Guazuma ulmifolia* (Guácimo), 2) alimento base más *Vachellia pennatula* (Huizache), y 3) alimento base más *Parmentiera aculeata* (Chote). Las borregas mostraron preferencia por los frutos de G. ulmifolia y P. aculeata sin apreciar diferencia significativa entre ellos (97.53 ± 1.10 y 92.10 ± 2.9 g $d^{-1}$ respectivamente; $p > 0.068$), siendo el fruto menos preferido el de *V. pennatula* (39.21 ± 3.12; $p < 0.0001$). Se observó una interacción de tratamiento*día, dado que se apreció un mayor consumo de los tres frutos el primer día, bajó en el segundo, aumentó a partir del tercer día, manteniéndose así hasta el día cinco, en el día seis y siete se observó nuevamente una tendencia a la baja. Los frutos forrajeros de árboles de la huasteca hidalguense pueden ser consumidos voluntariamente por las borregas gestantes de la raza pelibuey y las ovejas muestran preferencia entre los frutos ofrecidos simultáneamente. Por lo anterior, se recomienda realizar más investigación aplicada donde se utilicen estos frutos y se apliquen otros protocolos de investigación.

**Palabras clave**: Árboles nativos, borregas en gestación, frutos forrajeros, gustocidad.

## ABSTRACT

Ten pregnant sheep of the Black Belly breed (35 + 3 kg) were used in a cafeteria test lasting fourteen days (seven accustomed and seven days of experiment in a completely random design) to determine the food preference for forage fruits of trees native to the Huasteca Hidalguense. The treatments were: 1) base food plus Guazuma ulmifolia (Guácimo), 2) base food plus Vachellia pennatula (Huizache), and 3) base food plus Parmentiera aculeata (Chote). The sheep showed preference for the fruits of G. ulmifolia and P. aculeata without appreciating a significant difference between them (97.53 + 1.10 and 92.10 + 2.9 g d-1 respectively; $p > 0.068$), the least preferred fruit being that of V. pennatula (39.21 ± 3.12; $p < 0.0001$). A treatment interaction * day was observed, given that a higher consumption of the three fruits was observed on the first day, fell on the second, increased from the third day, thus remaining until day five, on day six and seven again observed a

downward trend. The forage fruits of trees of the Huasteca Hidalguense can be voluntarily consumed by the pregnant sheep of the Pelibuey breed and the sheep show preference among the fruits offered simultaneously. Therefore, it is recommended to carry out more applied research where these fruits are used and other research protocols are applied.

**Index words:** Ewes in gestation, fodder fruits, gustocity, native trees.

## INTRODUCCIÓN

Los costos totales de producción, por concepto de alimentación de cualquier especie animal representan más 50% (Mazorra, 2009). Una forma de reducirlos, es utilizar insumos o productos alimenticios baratos o que estén disponibles localmente (Villa-Herrera *et al.,* 2009; Medina *et al.,* 2008). Los frutos de muchos árboles tropicales pueden ser una alternativa para reducir esos costos, muchas especies producen frutos con gustocidad y valor nutritivo aceptables (García *et al.,* 2006; Olivares *et al.,* 2012; Hernández *et al.,* 2017). La cría de ovinos es una forma sencilla de producir carne para el consumo familiar o para venta, y los frutos de árboles pudieran ser una fuente importante de alimento para esta especie sin afectar sus rendimientos de carne; esto también ayudaría a aumentar el valor utilitario de los árboles favoreciendo su manejo para la conservación (VanSoest, 1994; Cervantes, 2015. El objetivo de esta investigación fue utilizar frutos con características forrajeras de árboles tropicales en la alimentación de borregas gestantes utilizando pruebas de cafetería que permitan determinar la preferencia por frutos nativos de la huasteca hidalguense.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en las instalaciones del tecnológico de Huejutla Hgo. Se utilizaron 10 borregas preñadas que se encontraban en el último tercio de gestación, provenientes de una granja local de la raza black belly con una edad promedio de 12 meses y un peso promedio de 35 $\pm$ 3 kg y con buena condición corporal. Los animales fueron asignados a los tratamientos al azar en corrales individuales de un metro de ancho por un metro y medio de largo equipados con bebederos y cuatro comederos.

Se construyeron alojamientos individuales para ofertar el alimento (frutos) y así conocer el consumo unitario de las borregas utilizando el sistema de cafetería (Ellis *et al.,* 1976; Provenza *et al.,* 2003; Fernández *et al.,* 2007), para evaluar la preferencia por frutos, las dimensiones de estos fueron de 1 metro de ancho por 1.5 metros de largo, para esto se emplearon materiales de la región tales como otates, las ramas de guácima gruesas se utilizaron como postes. Para ofertar el fruto se utilizaron recipientes de plástico con una profundidad de 15 cm aproximadamente y un diámetro de 30 cm, posteriormente se procedió a pegar una etiqueta con el número correspondiente del corral, número de borrega y el nombre del fruto para el cual sería utilizado, todo esto para lograr una homogeneidad al momento de brindar el fruto.

El proyecto consistió en dos fases. La primera fue la fase de acostumbramiento durante siete días para que las borregas se acostumbraran a los frutos donde se ofertaron cantidades pequeñas de

los alimentos. Los siguientes siete días fueron del experimento, que consistió en ofertar 100 gramos de cada fruto durante 20 minutos de manera individual, 2 veces al día una a las 8 am y la otra a las 6 pm. El alimento fue pesado con una báscula digital de la marca Denver Instrument con capacidad para 2000 g. Antes de ofertar los frutos, se mantenían a los animales en ayunas de 2 horas en la mañana. Después de la oferta de frutos, los animales pastoreaban en praderas establecidas con pasto estrella (*Sinodon dactilon*) y Brizhanta (*Bracquiaria brizhanta*) durante ocho horas. Pasado el tiempo de pastoreo los animales eran alojados en una galera en donde se oferto sal mineral, agua, alimento concentrado y pasto de corte previamente molido en una picadora.

Se midió la cantidad consumida por bocado de cada fruto en el mismo tiempo de exposición que fue de 20 minutos durante 7 días de manera consecutiva siendo en la mañana y en la tarde las pruebas. Los resultados se registraron en una libreta de notas y posteriormente se registraban en una hoja de cálculo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las borregas gestantes mostraron menos preferencias por los frutos triturados de huizache (39.21 ± 3.12 g $d^{-1}$; $p < 0.0001$), siendo los frutos más preferidos los de guácimo y chote, no presentando diferencia significativa entre ellos (97.53 $\pm$ 1.10 y 92.10 $\pm$ 1.9 g $d^{-1}$ respectivamente; $p > 0.068$; Figura 1).

Los frutos ofrecidos en esta prueba de preferencia se presentaron por periodos cortos de tiempo y ofertando cantidades limitadas (100 g.), esto supone como resultado un consumo de cantidades pequeñas. Se observó una respuesta favorable de las borregas gestantes al consumo y preferencia en T1 y T3 (más del 92 % de lo ofertado), aunque se pudo observar algunos comportamientos ingestivos tales como el estornudo, la salivación excesiva y mayor tiempo en la masticación en las borregas a las que se les ofertó guácimo (T1) y huizache (T2) en comparación con el fruto de chote (T3). Esta respuesta pudo deberse a que los frutos de guácimo y huizache se encontraban deshidratados con partículas polvosas, en comparación con el chote que se ofertó de forma picada y en fresco.

En el experimento se observó una interacción de tratamiento*día (Figura 2) dado que se aprecia un mayor consumo de los tres frutos el primer día, baja en el segundo aumenta a partir del tercer día manteniéndose así hasta el día cinco, en el día seis y siete se observa nuevamente una tendencia a la baja. Lo anterior puede ser porque los frutos poseen compuestos secundarios y nutrientes que saturan a los animales de esas biomoléculas y cuando son requeridas por el cuerpo del animal vuelven a consumirlas.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

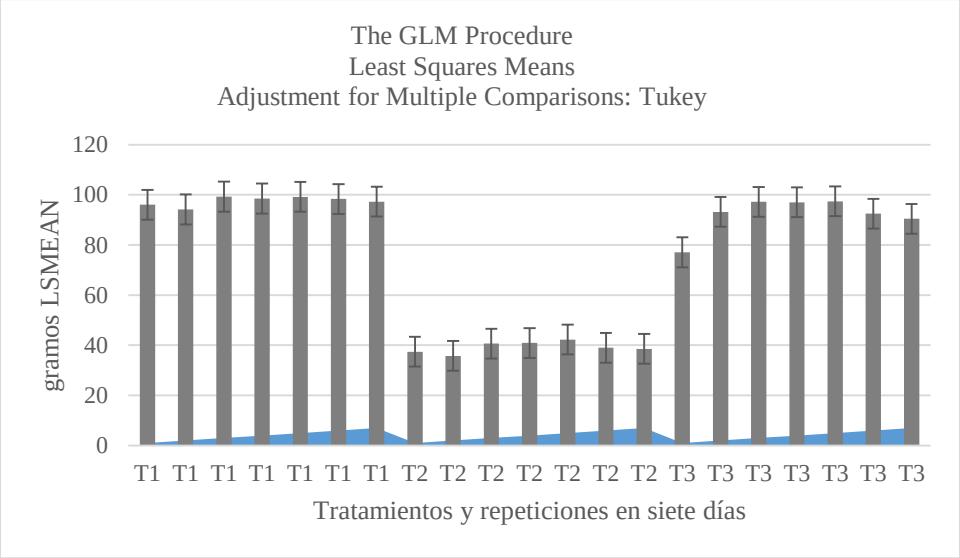



**Figura 1.** Medias de consumo de frutos triturados y ofrecidos a borregas gestantes de 12 meses de edad, en periodos de 20 minutos, durante siete días.

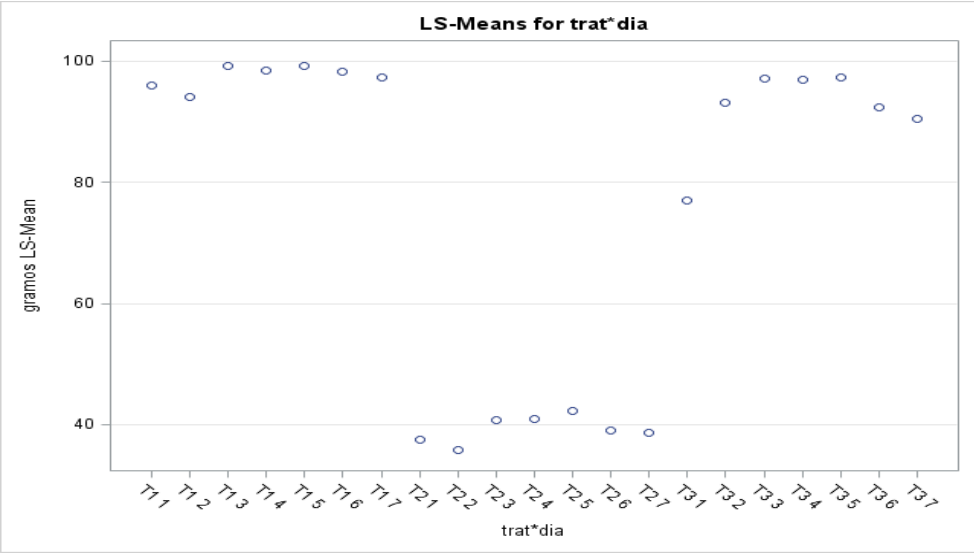



**Figura 2.** Interacción de tratamiento*día del consumo de frutos triturados ofrecidos a borregas gestantes de 12 meses de edad, por periodos de 20 min, durante un periodo de 7 días.

La preferencia entre frutos pudo deberse al sabor y olor que su composición química les confiere. Así, por ejemplo, los gránulos de *G. ulmifolia* poseen un sabor dulce y un olor a melaza (ingrediente que se sabe que aumenta la palatabilidad de los alimentos; Povenza *et al*., 1995) mientras que los frutos de huizache poseían un sabor más fuerte, que pudo haber influido a que los animales se saturaran de su sabor más rápido en comparación con *G. ulmifolia*, esta información posee una estrecha relación con lo obtenido por Villalba *et al*. (2004).

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los frutos forrajeros de árboles de la huasteca hidalguense pueden ser consumidos voluntariamente por las borregas gestantes de la raza pelibuey cuando se ofrecen triturados (Guácima y huizache) o picados en fresco (chote); y las ovejas gestantes muestran preferencia por los frutos de guácima y chote cuando se ofrecen de manera simultánea. Por lo anterior, se recomienda realizar más investigación aplicada donde se utilicen estos frutos y se apliquen otros protocolos de investigación; además de darle continuidad y comparar el comportamiento de los corderos con experiencia prenatal y los que no han tenido experiencia alguna con la finalidad de observar si existe alguna correlación positiva.

## LITERATURA CITADA

Cervantes, M. A. 2015. Potencial de uso de seis especies de árboles con frutos forrajeros de la selva baja caducifolia. Tesis de Maestría. Programa de posgrado en Agroecosistemas Tropicales. Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. Tepetates, Ver., México. 95 p.

Ellis, J. E., C. F. Wiens, C. F. Rodell and J. C. Anway. 1976. A conceptual model of diet selection as an acosystem process. Journal of Theoretical Biology 60: 93-108.

Fernández-Olalla, M. y A. San Miguel-Ayanz. 2007. La selección de dieta en los fitófagos: conceptos, métodos e índices. Pastos 37(1): 5-47.

García, D. E., G. M. Medina, C. Domínguez, A. Baldizán, J. Humbría y L. Cova. 2006. Evaluación química de especies no leguminosas con potencial forrajero en el estado Trujillo, Venezuela. Zootecnia Tropical 24(4): 401-415.

Hernández-Hernández, E., S. López-Ortiz, M. Villarruel-Fuentes, P. Pérez-Hernández, J. Velasco-Velasco and J. Salinas-Ruíz. 2017. Feeding rabbits (Oryctolagus cuniculus) with tree fruits from tropical deciduous forest. World Rabbit Science 25(2): 135-145. doi:https://doi.org/10.4995/wrs.2017.3838

Mazorra, C., D. Fontes, C. Nieves y A. De Vega. 2009. Estrategias para modificar el consumo voluntario y la selección de alimentos de los pequeños rumiantes en pastoreo. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 43(4): 379-385.

Medina, G. M., D. E. García, L. J. Cova, M. Soca, C. E. Domínguez A. Baldizán y P. Pizzani. 2008. Preferencia de rumiantes por el follaje de árboles, arbustos y herbáceas en la zona baja del estado Trujillo. Zootecnia Tropical 26(3):1-5.

Olivares, J., S. Rojas, I. Gutiérrez, E. J. Míreles, V. M. Trinidad y F. Quiroz. 2012. Uso del fruto de tres leguminosas arbóreas en pruebas de cafetería en rumiantes en el trópico de Guerrero México. En: Reunió Nacional de Cuerpos Académicos del Área de la Medicina Veterinaria y Zootecnia. Mazatlán Sinaloa, 28-30 de noviembre. pp: 62-66.

Provenza, F. D. 1995. Postingestive feedback as an elementary determinant of food preference and intake in ruminants. Journal of Range Management 48: 2-17.

Provenza, F., J. D. J. Villalba, L. E. Dziba, S. B. Atwood and R. E. Banner. 2003. Linking herbivore experience, varied diets, and plant biochemical diversity. Small Ruminant Research 49: 257-274.

SAS (Statistical Analysis System). 2010. Enterprise Guide ver. 4.3.0. SAS Institute, Inc. Cary, N.C., USA.

VanSoest, P. J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. Cornell University Press. New York USA.

Villa-Herrera, A., M. E. Nava- Tablada, S. López-Ortiz, S. Vargas-López, E. Ortega-Giménez y F. Gallardo-López. 2009. Utilización del guácimo (*Guazuma ulmifolia)* como fuente de forraje en la ganadería bovina extensiva del trópico mexicano. Tropical and Subtropical Agroecosystems 10: 253-261.

Villalba, J. J., F. D. Provenza and H. Guo-Dong. 2004. Experience influences diet mixing by herbivores: implications for plant biochemical diversity. Oikos 107: 100-109.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DE INHIBIDORES DE HMG-COA REDUCTASA EN PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN OVINOS

# [EFFECT OF INHIBITORS OF HMG-COA REDUCTASE IN PRODUCTIVE PARAMETERS IN OVINE]

**Esmeralda Ramírez-Llaguno[1§], Marcos Pérez-Sato[2], Eustaquio Soni-Guillermo[2], Numa Pompilio Castro-González[2], Edgar Valencia-Franco[2]**

[1]Estudiante de la Facultad de Ingeniería Agrohidráulica – PE de Ingeniería Agronómica y Zootecnia – BUAP. [2]Profesor Investigador de la Facultad de Ingeniería Agrohidráulica – PE de Ingeniería Agronómica y Zootecnia – BUAP. [§]Autor para correspondencia: (erl_5@hotmail.com).

## RESUMEN

La presente investigación fue establecida en el módulo de producción ovina del Campo Experimental «Ocota» de la Facultad de Ingeniería Agrohidráulica perteneciente al Programa Educativo de Ingeniería Agronómica y Zootecnia de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, ubicado en el municipio de Tlatlauquitepec, Puebla. Se evaluó el efecto de la inclusión de inhibidores de Hidroximetil Glutaril Co-A (HMG-CoA) reductasa en la respuesta productiva y microbiológica de 10 ovinos cruza Dorper- Pelibuey con un peso promedio inicial de 16 ± 2 kg, los cuales fueron distribuidos en corrales con comederos y bebederos individuales. Los tratamientos (T) experimentales fueron: T1: dieta experimental sin Atorvastatina y T2: dieta experimental más la incursión de 20 mg de Atorvastatina. Las variables respuesta fueron analizadas estadísticamente utilizando una prueba de T-Student para muestras independientes. Las variables productivas, consumo de materia seca (1.264 ± 0.37 vs 1.163 ± 0.37 kg $d^{-1}$), ganancia de peso (0.312 ± 0.10 vs 0.300 ± 0.08 kg $d^{-1}$), y la conversión alimenticia (4.35 ± 1.08 vs 4.24 ± 0.99), no mostraron diferencias significativas ($p \geq 0.05$), entre los diferentes periodos, así como en los promedios totales para los tratamientos 1 y 2 respectivamente. En cuanto a las variables ruminales el pH (5.99 ± 0.34 vs 6.11 ± 0.43) y la concentración de protozoarios (221.07 vs 226.6 x $10^4$ $mL^{-1}$), no se vieron afectados significativamente por la inclusión, por lo que se recomienda seguir investigando el nivel adecuado de adición de este inhibidor para obtener así resultados positivos en el mejoramiento de los parámetros productivos en ovinos.

**Palabras clave**: Atorvastatina, HMG-CoA, inhibidor, metano, ovinos.

## ABSTRACT

The present investigation was established in the «Ocota» experimental sheep production module of the Agrohydraulic Engineering Faculty which belongs to the Educational Program of Agronomic Engineering and Zootechnics of the Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, located in Tlatlauquitepec, Puebla. Was evaluated the inclusion effect of the hydroxymethylglutaryl-CoA (HMG-CoA) reductase inhibitors in the productive and microbiologic response of 10 ovine Dorper- Pelibuey with an inicial weight of 16 ± 2 kg which were distributed

in corrals with individual feeders and drinkers. The experimental treatments were: T1 experimental diet without atorvastatin and T2: experimental diet plus the inclusion of 20 mg of atorvastatin. The response variables were analyzed statistically using a T-Student test for independent samples. The productive variable, dry matter consumes (1.264 ± 0.37 vs 1.163 ± 0.37 kg $d^{-1}$), weight gain (0.312 ± 0.10 vs 0.300 ± 0.08 kg $d^{-1}$), and the food conversion (4.35 ± 1.08 vs 4.24 ± 0.99), didn´t show significant difference ($p \geq 0.05$), between the different periods as in the total averages for the 1 and 2 treatments respectively. As of the ruminal variables the pH (5.99 ± 0.34 vs 6.11 ± 0.43) and the protozoa concentration (221.07 vs 226.6 x 104 $mL^{-1}$), were not affected by inclusion, so it´s recommended to keep investigating the adequate level of addition of this inhibitor for get positive results in the improvement of the ovine productive parameters.

**Index words:** Atorvastatin, HMG-CoA, inhibitor, methane, ovine.

## INTRODUCCIÓN

Debido a la fermentación ruminal, se producen diferentes gases, cerca de 5 litros/hora en un borrego adulto los cuales son eliminados a través del eructo (Nava y Díaz, 2001). Las arqueas existentes en el rumen producen metano a partir de la reacción del dióxido de carbono con hidrógeno gaseoso (Higuera, 2012). Aproximadamente el 2-12 % de la energía de alimentación ingerida se pierde como metano ($CH_4$) (Patra *et al*., 2017). Sin embargo, el funcionamiento de las arqueas puede ser inhibido por ciertos compuestos, al reducir la concentración de hidrógeno en el rumen. (Aguiar y Rojas, 2014).

Los inhibidores de la Hidroximetil Glutaril Coenzima A (HMG-CoA) reductasa son considerados inhibidores específicos de la metanogénesis al reducir el crecimiento de los metanógenos ruminales por inhibición de la síntesis de mevalonato; el cual es el precursor de la formación de unidades isoprenoides un componente principal de la membrana (Rodríguez, 2010). A este respecto Wolin y Miller (2006) demostraron que al utilizar mevastatina y lovastatina, inhiben el crecimiento de *Metanobrevibacter* sin afectar el crecimiento de otras bacterias del rumen. Por esta razón el objetivo principal del presente trabajo de investigación será estudiar el efecto que tiene la inclusión de Inhibidores de HMG-CoA reductasa en los parámetros productivos y microbiológicos en ovinos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación fue establecida en el módulo de producción ovina del Campo Experimental «Ocota» de la Facultad de Ingeniería Agrohidráulica perteneciente al Programa Educativo de Ingeniería Agronómica y Zootecnia de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, ubicado en el municipio de Tlatlauquitepec, Puebla, localizado al noreste del estado, con coordenadas geográficas de 19° 50' 17.33" de latitud norte y 97° 29' 7.92" de longitud occidental y una altura de 1950 msnm.

Unidades experimentales y manejo general: Se utilizaron 10 ovinos cruza de Dorper-Pelibuey, con un peso promedio de 16±2. Fueron vitaminados (Biobac 11 vías ®) y desparasitados (Iverfull

Macrovit ADE ®) antes de iniciar el experimento. Los animales fueron sometidos a un periodo de adaptación por diez días y posteriormente se alojaron en corrales de 1.2 $m^2$ con piso elevado de 50 cm de rejilla de plástico, con comederos y bebederos individuales.

Dietas: La dieta fue formulada y preparada en el Programa Educativo de Ingeniería Agronómica y Zootecnia, para ovinos machos con un peso promedio inicial de 16 ± 2 kg de peso y una ganancia de peso diaria de 250 g, con un contenido de 15.3 % de proteína y 2.67 Mcal $kg^{-1}$ de energía, esto de acuerdo con los requerimientos nutricionales de NRC (1985).

Tratamientos: Se evaluaron dos tratamientos con 5 repeticiones cada uno;

Tratamiento 1: cinco ovinos alimentados con la dieta experimental.

Tratamiento 2: cinco ovinos alimentados con la dieta experimental más la inclusión de 20 mg de Atorvastatina.

Análisis estadístico: Las variables respuesta fueron analizadas estadísticamente utilizando una prueba de T-Student para muestras independientes.

**Variables a evaluadas**

- Consumo y rechazo de alimento
- Ganancia diaria de peso
- pH ruminal
- Concentración de protozoarios

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Consumo de materia seca**

El consumo de materia seca (CMS) es importante en la nutrición, ya que establece la cantidad de nutrientes disponibles para un animal, para la salud y la producción (NRC, 2001). La variable consumo de materia seca (Cuadro 1) no mostro diferencias significativas ($p \geq 0.05$), entre los diferentes periodos, así como en los promedios totales (1.264 vs 1.163 kg $d^{-1}$) para los tratamientos 1 y 2 respectivamente. Los resultados obtenidos concuerdan con lo mencionado con Delgado *et al.* (2013), quienes reportan que al suministrar una dieta control y una suplementada con follaje de *L. leucocephala* analizando el efecto en la producción de metano en ovinos (0.86 ± 0.02 vs 0.90 ± 0.02), los tratamientos no presentaron diferencias significativas.

Por su parte Bonilla- Cárdenas *et al.* (2012), reportaron que, al utilizar cuatro niveles de rastrojo de maíz para reducción de metano en dietas para ovino, 15, 30, 45 y 60 %, obtuvo diferencias significativas, siendo el tratamiento con 15 y 30 % de rastrojo los que menor consumo presentaron (843.5, 847.9 g $d^{-1}$).

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

**Cuadro 1**. Consumo de materia seca (kg $d^{-1}$) de borregos cruza Dorper-Pelibuey alimentados con y sin inhibidores de HMG-CoA reductasa.

| | T1 | | T2 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Periodos♦ | MED | E.E.M. ⁕ | MED | E.E.M. ⁕ | A |
| 1 | 0.819 | 0.1197 | 0.701 | 0.1160 | 0.4963 |
| 2 | 1.108 | 0.0763 | 1.024 | 0.1305 | 0.5928 |
| 3 | 1.486 | 0.1070 | 1.373 | 0.1703 | 0.5915 |
| 4 | 1.643 | 0.1025 | 1.557 | 0.1865 | 0.6953 |
| Promedio | 1.264 | 0.1860 | 1.163 | 0.1898 | 0.7190 |

Cada periodo es de 15 días, ⁕: error estándar de la media, α: valores ≤ 0.05 existen diferencias significativas, T1: tratamiento testigo, T2: tratamiento testigo con 20 mg de atorvastatina.

## Ganancia diaria de peso

La variable ganancia de peso (GP) (Cuadro 2) no mostró diferencias significativas entre tratamientos, así como en los promedios totales ($p$ >0.05) (0.312 vs 0.300 kg $d^{-1}$), difiriendo de lo reportado por Méndez *et al.* (2012), los cuales al utilizar aceites de maíz (Zea mays L.) y coco (Cocos nucifera) muestran valores más bajos a los obtenidos en el presente trabajo (67 vs 112 g $d^{-1}$), sin embargo, esto puede deberse a las condiciones en los cuales fueron manejados, ya que los ovinos se encontraban en pastoreo.

**Cuadro 2**. Ganancia diaria de peso (kg $d^{-1}$) de borregos cruza Dorper-Pelibuey alimentados con y sin inhibidores de HMG-CoA reductasa.

| | T1 | | T2 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Periodos♦ | MED | E.E.M. ⁕ | MED | E.E.M. ⁕ | α |
| 1 | 0.170 | 0.0338 | 0.188 | 0.0514 | 0.7845 |
| 2 | 0.418 | 0.0543 | 0.361 | 0.0474 | 0.4472 |
| 3 | 0.325 | 0.0263 | 0.289 | 0.0471 | 0.5256 |
| 4 | 0.338 | 0.0161 | 0.364 | 0.0512 | 0.6485 |
| Promedio | 0.312 | 0.0518 | 0.300 | 0.0413 | 0.8595 |

Cada periodo es de 15 días, ⁕: error estándar de la media, *α:* valores ≤ 0.05 existen diferencias significativas, T1: tratamiento testigo, T2: tratamiento testigo con 20 mg de atorvastatina.

## Conversión alimenticia

La variable conversión alimenticia (CA) (Cuadro 3) es la relación de GDP/CMS, al no existir diferencias significativas en estas variables (CMS y GPD), es lógico no encontrar diferencias significativas tampoco en la conversión alimenticia, entre los tratamientos, así como en los promedios finales ($p$ >0.05) (4.35 vs 4.24), resultados menores a los obtenidos por Buendía Rodríguez *et al.* (2003), quienes al utilizar una dieta alta en granos evaluando el efecto de la glucoamilasa de *Aspergillus niger* en la digestibilidad en borregos, reportaron promedios de conversión alimenticia de 6.13, 6.91, 7.04 y 5.05, sin mostrar diferencias significativas entre los diferentes tratamientos.

**Cuadro 3.** Conversión alimenticia de borregos cruza Dorper-Pelibuey alimentados con y sin inhibidores de HMG-CoA reductasa.

| | T1 | | T2 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Periodos♦ | MED | E.E.M. ⁕ | MED | E.E.M. ⁕ | α |
| 1 | 5.04 | 0.3932 | 4.40 | 0.6648 | 0.7845 |
| 2 | 2.74 | 0.1887 | 2.88 | 0.3023 | 0.4472 |
| 3 | 4.74 | 0.5887 | 5.26 | 1.2057 | 0.5256 |
| 4 | 4.90 | 0.3302 | 4.42 | 0.5886 | 0.6485 |
| Promedio | 4.35 | 0.5418 | 4.24 | 0.4956 | 0.8595 |

Cada periodo es de 15 días, ⁕: error estándar de la media, $\alpha$: valores ≤ 0.05 existen diferencias significativas, T1: tratamiento testigo, T2: tratamiento testigo con 20 mg de atorvastatina.

## pH ruminal

El pH ruminal alcanza los valores más bajos entre media y cuatro horas después de la alimentación, reflejando el balance entre la tasa de producción de ácidos, oscilando así entre 5.5 y 6.2 en una dieta con mayor contenido de concentrado (Owens y Goetsch, 1988). Los valores que se muestran en el Cuadro 4, muestran que no hubo diferencia significativa entre tratamientos ($p > 0.05$) (5.99 vs 6.11), para el parámetro ruminal de pH, sin embargo, se puede observar que los valores se encuentran dentro del rango normal. Los resultados obtenidos en el presente experimento son menores a los reportados por Bonilla- Cárdenas *et al.* (2012), quienes al utilizar cuatro niveles de rastrojo de maíz presentaron valores entre 6.40-6.59, los cuales fueron similares entre tratamientos, esto puede explicarse a que las raciones con niveles de grano más alto muestran pH inferiores, esto debido a la mayor presencia de carbohidratos solubles o de fácil fermentación (Velasco *et al.*, 1997).

**Cuadro 4**. pH ruminal de borregos cruza Dorper-Pelibuey alimentados con y sin inhibidores de HMG-CoA reductasa.

| | T1 | | T2 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Periodos♦ | MED | E.E.M.⁕ | MED | E.E.M.⁕ | α |
| 1 | 5.75 | 0.1658 | 5.81 | 0.0692 | 0.7390 |
| 2 | 6.24 | 0.2721 | 6.42 | 0.1977 | 0.5906 |
| Promedio | 5.99 | 0.2450 | 6.11 | 0.3050 | 0.7880 |

Cada periodo es de 30 días, ⁕: error estándar de la media, $\alpha$: valores ≤ 0.05 existen diferencias significativas, T1: tratamiento testigo, T2: tratamiento testigo con 20 mg de atorvastatina.

## Protozoarios ruminales

Los resultados de la concentración de protozoarios (Cuadro 5) no mostraron diferencias significativas entre tratamientos, así como en los promedios finales ($p$ >0.05) (221.07 vs 226.6 x $10^4$ $ml^{-1}$), sin embargo, se puede observar que los resultados obtenidos en el primer periodo fueron menores a los del segundo (92.8 vs 136 x $10^4$ $ml^{-1}$) vs (349.33 vs 317.2 x $10^4$ $ml^{-1}$), respectivamente, esto muy probablemente es debido a que el pH en el primer periodo fue menor que en el segundo, y esto a su vez reduce la estabilidad del contenido ruminal (Febres *et al*., 2007),

lo que genera cambios en las poblaciones microbiales asociados a menores valores de pH (Kaufman *et al.*, 1980).

**Cuadro 5**. Concentración de protozoarios x $10^4$ $ml^{-1}$ de borregos cruza Dorper-Pelibuey alimentados con y sin inhibidores de HMG-CoA reductasa.

| | T1 | | T2 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Periodos♦ | MED | E.E.M.⁕ | MED | E.E.M.⁕ | α |
| 1 | 92.8 | 68.05 | 136 | 40.284 | 0.7390 |
| 2 | 349.33 | 188.96 | 317.2 | 54.386 | 0.5906 |
| Promedio | 221.07 | 128.27 | 226.6 | 90.6 | 0.7880 |

Cada periodo es de 30 días, ⁕: error estándar de la media, *α:* valores ≤ 0.05 existen diferencias significativas, T1: tratamiento testigo, T2: tratamiento testigo con 20 mg de atorvastatina.

## CONCLUSIONES

La adición del inhibidor de Hidroximetil Glutaril CoA reductasa con un nivel de 20 mg en la dieta para ovinos no mejoró los parámetros productivos: consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia; sin embargo, la variable microbiológica de conteo de protozoarios y el parámetro ruminal de pH, no se vieron afectados significativamente por la inclusión.

## LITERATURA CITADA

Bonilla-Cárdenas, J. A., C. Lemus-Flores, M. F. Montaño-Gómez, V. M. Gonzalez-Vizcarraga y J. Ly-Carmenatti. 2012. Fermentación ruminal, digestibilidad y producción de metano en ovinos alimentados con cuatro niveles de rastrojo de maíz

Buendía, R. G., M. G. D. Mendoza Martínez, G. R. Bárcena, C. M. E. Ortega, H. J. Solís y B. A. Lara. 2003. Efecto de la glucoamilasa de Aspergillus Níger en la digestibilidad in vitro de maíz y sorgo, y en la productividad de borregos. Agrociencia 37(4).

Febres, O. A., J. Vergara-López y Z. U. Venezuela. 2007. Propiedades físicas y químicas del rumen. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 15(S1): 133-140.

Higuera, C. S. 2012. Estructura de las comunidades microbianas ruminales de ovejas alimentadas con diferentes dietas (Doctoral dissertation, Universidad de León).

Kaufmann, W., H. Hagemeister and G. Dirksen. 1980. Adaptation to changes in dietary composition, level and frequency of feeding. In Digestive physiology and metabolism in ruminants. Springer, Dordrecht. pp. 587-602

Méndez, M. E., N. E. Obispo y M. Valdéz. 2012. Desfaunación del rumen con aceites de maíz (Zea mays L.) y coco (Cocos nucifera) y su efecto sobre la ganancia de peso en ovinos. Rev. Fac. Agron.(UCV), 38(1): 32-40.

Nava, C. y A. Díaz. 2001. Introducción a la digestión ruminal. Departamento de Nutrición Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM.

NRC. (1985). Nutrient Requirement of Sheep. (5ta. Ed.). National Academic of Science. National Research Council, Washington, D.C. 99 p.

NRC. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle: 2001. National Academies Press.

Owens, F. and A. Goetsch. 1988. Ruminal fermentation In: Church, Dc (Ed.) The ruminant animal physiology and nutrition.

Patra, A., T. Park, M. Kim and Z. Yu. 2017. Rumen methanogens and mitigation of methane emission by anti-methanogenic compounds and substances. Journal of animal science and biotechnology 8(1): 13.

Rodríguez, V. A. 2010. Biosíntesis de carotenoides en" Escherichia coli" y en tejidos no fotosintéticos de" Arabidopsis thaliana". Universitat de Barcelona.

Velasco, R. R., G. D. M. Martínez, M. M. C. Galván y E. S. Cabrera. 1998. Manejo nutricional en corrales de engorda. Veterinaria México 29(3): 291-297.

Wolin, M. J. and T. L. Miller. 2006. Control of rumen methanogenesis by inhibiting the growth and activity of methanogens with hydroxymethylglutaryl-SCoA inhibitors. In International Congress Series 1293: 131-137.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DEL SELENIO ORGÁNICO E INORGÁNICO EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CORDEROS EN ENGORDA

# [PRODUCTIVE PERFORMANCE OF FATTENING LAMB FED WITH ORGANIC AND INORGANIC SELENIUM]

**Heron Miguel-Martínez[1], Marco Avendaño-Santiago[1], Jorge Hernández-Bautista[2§], Magaly Aquino-Cleto[3], Héctor Maximino Rodríguez-Magadán[2], Teodulo Salinas-Ríos[2]**

[1]Tesista y [2]Profesor-Investigador de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca; [3]Estudiante de Doctorado de la Facultad de Medicina y Cirugía, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. [§]Autor para correspondencia: (jorgeherba@hotmail.com).

## RESUMEN

La deficiencia de minerales en el organismo del cordero provoca desbalances nutricionales, animales enfermos, baja productividad y pérdidas económicas. El objetivo fue determinar el desempeño productivo de corderos suplementados con dos fuentes de selenio (Se; orgánico e inorgánico), para ello se realizó un estudio en el municipio de San Jacinto Amilpas, Oaxaca, México (17°04'42" N y -96°45'05" O, 1.567 msnm), con 27 corderos F1 (Dorper x Black Belly de 2 meses y medio de edad). se distribuyeron en un diseño completamente aleatorizado, con 3 tratamientos y 9 repeticiones cada uno. Tratamientos (T) T1: testigo (Se); T2: Se orgánico (0.1 g⁄kg$^{-1}$ de alimento, vía oral; T3: Se inorgánico (1 mg⁄kg$^{-1}$. La unidad experimental fue un cordero en una corraleta individual. Las variables medidas fueron la ganancia diaria de peso (GDP), consumo de materia seca (CMS) y conversión alimenticia (CA). Se utilizó un modelo completamente aleatorizado con arreglo factorial 3x2 en donde los efectos fijos fueron el tratamiento y sexo. La covariable fue el PV al inicio del experimento, para detectar diferencia entre promedios se utilizó la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). Se observó que las variables GDP, CMS y CA no fueron afectadas ($p \geq 0.05$) por el tipo de selenio en ninguna de las variables evaluadas; a excepción de la CA donde los animales del T2 mostraron el mejor promedio 5.49 kg ($p \geq 0.05$), seguidos por los corderos del T3. Se concluye que no existe una respuesta marcada en las variables productivas al suplementar con diferente fuente de selenio a corderos en finalización.

**Palabras clave:** Conversión alimenticia, ganancia de peso, ovinos, peso vivo.

## ABSTRACT

Lambs with mineral deficiencies suffer nutritional imbalance, sick animals, low productivity and economic losses. The objective was to determinate the productive performance of lamb fed with two sources of selenium (organic and inorganic). The experiment was made in San Jacinto Amilpas, Oaxaca, México (17°04'42" N y -96°45'05" O, 1.567 masl). Twenty-one lambs F1 Dorper x Black Belly of two and a half months old were randomly allocated into 3 treatments with 9 repetitions each. Group one had no selenium on diet; group two with the inclusion of oral organic

selenium (0.1g/Kg diet); group three had parenteral inorganic selenium (1mg/Kg live weight). Lambs were placed into individual pens. The determination of weight gain (WG), dry matter consumption (DMC) and fed conversion (FC) were made. A fully randomized 3x2 factorial arrangement model was used with sex and treatment as a fixed effect. Live weight (LW) at the beginning of the experiment was the covariable, to detect differences between average Tukey assay was used ($p \leq 0.05$). Any source of selenium inclusion had no effect on WG, DMC, and FC ($p \geq 0.05$), with the exception of FC at the finishing stage, where group 2 showed the best average 5.49 kg ($p \geq 0.05$), followed by lambs treated with inorganic selenium. It is concluded that there is not a marked response in a productive variable when supplementing with different sources of selenium to finishing lambs.

**Index words:** Fed conversion, live weight, Ovine, weight gain.

## INTRODUCCIÓN

En una unidad de producción cualquier desbalance nutricional en la alimentación afectará el desempeño productivo. Carrasco *et al*. (2012) mencionan que los corderos de 1 a 6 meses de edad son más susceptibles a presentar síntomas clínicos relacionados a deficiencia de minerales, como la miopatía nutricional generalmente conocida como enfermedad del músculo blanco. Aportando las cantidades adecuadas de Selenio (Se) por vía oral o parenteral da como resultado un mejor funcionamiento de los procesos vitales del organismo, mejorar el funcionamiento del sistema inmunológico, muscular, corazón, riñones, testículos, glóbulos rojos y tiroides (Villanueva, 2011). Revilla *et al*. (2008) encontraron que al suplementar con bolos intraruminales con 5.23% de selenito de sodio, 68.77% de hierro, 25% de cutina y 1% de esterato de magnesio, se puede corregir la deficiencia de selenio y mantener concentraciones adecuadas en sangre. Según Reséndiz *et al.* (2012) al utilizar dosis de Se de 0.90 mg $kg^{-1}$ y Cromo (Cr) de 1.4 mg $kg^{-1}$ orgánico, ambos quelatados con levadura inerte (Biotecap®), en 20 borregos Criollos se muestra un aumento significativo en la ganancia de peso vivo y en la canal caliente. Se debe de tener cuidado al subministrar Se a los animales ya que en dosis inadecuadas puede resultar toxico, el requerimiento sugerido para ovinos es de 0.1 mg $kg^{-1}$ MS, siendo 2 mg $kg^{-1}$ MS de la ración el límite máximo tolerable (Shimada, 2003). De acuerdo con lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de dos fuentes de selenio, una orgánica que se administró vía oral en el alimento y una inorgánica administrada vía parenteral, en el desempeño productivo corderos y corderas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se estableció en el municipio de San Jacinto Amilpas, Oaxaca, México (17° 04' 42" latitud norte y -96°45' 05" longitud oeste, 1,567 msnm), por un periodo de 95 días (13 de febrero al 8 de mayo del 2018). Se sometieron al experimento, 27 corderos destetados F1 (Dorper x Black Belly de diferente sexo, con 2.5 meses de edad, y peso vivo promedio de 17.48 kg), distribuidos en un diseño completamente aleatorizado, compuesto por tres tratamientos y nueve repeticiones cada uno el grupo testigo; T2; selenometionina (Bioways selenio 2,000 ppm®) 0.1 g $kg^{-1}$ de alimento) T3; selenato de bario (Selenate L.A.) vía intramuscular, -1 mg $kg^{-1}$ PV. Antes de iniciar

el experimento, cada cordero fue tratado con albendazol (3.75 mg $kg^{-1}$ PV). A los animales de los tres tratamientos se les ofreció una ración integral con 16 % de proteína y 2.6 Mcal de EM/Kg (Cuadro 1). Se ofrecieron dos servicios de alimentación (08:00 y 15:00) con lectura de comedero. El alimento ofrecido se pesó diariamente en una báscula con capacidad de 40 kg (TORREY, PCR series) y el rechazado se pesó en intervalos de 7 días. Los borregos se pesaron cada 15 días en una báscula digital con capacidad de 500 kg (TORREY 0FS500). Las variables medidas fueron: ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento y conversión alimenticia. Los datos se capturaron en una hoja de cálculo, se sometieron a un análisis de varianza con un modelo completamente aleatorizado, con arreglo factorial 3x2, en donde los efectos fijos fueron el tratamiento y el sexo. La covariable fue el peso vivo al inicio del experimento y para detectar diferencia entre promedios se utilizó la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). La premezcla de Selenio del tratamiento 2 se preparó de acuerdo con la fórmula descrita en el cuadro 2. La dosis utilizada de selenometionina fue de 100 g $t^{-1}$ equivalente a 0.1 g kg de $alimento^{-1}$.

**Cuadro 1.** Ingredientes utilizados en la elaboración de raciones integrales para la alimentación de corderos.

| Ingrediente | % en la ración |
|---|---|
| Grano de maíz | 36 |
| Pasta de soya | 15 |
| Granza | 20 |
| Rastrojo | 10 |
| Alfalfa | 2 |
| Pasto | 6.7 |
| Urea | 1.2 |
| Sal común | 2.1 |
| Melaza | 7 |
| Total | 100 |

**Cuadro 2.** Ingredientes y cantidades utilizadas, para la elaboración de premezcla con selenometionina.

| Ingredientes | Gramos | Porcentaje |
|---|---|---|
| Maíz o sorgo molido | 2287.5 | 91.5 |
| Aceite de cocina | 187.5 | 7.5 |
| Selenometionina* | 25 | 1 |
| Total | 2500 | 100 |

* Bioways Selenio 2,000 ppm®

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza demostró que la interacción entre sexo y tratamiento no afectó las variables en el estudio, solamente los efectos principales, tratamiento y sexo, afectaron las variables respuesta. En el cuadro 3 se presentan los promedios de las variables en estudio, ganancia diaria peso, consumo de alimento y conversión alimenticia de corderos para abasto suplementados con dos fuentes de Selenio, una orgánica y la otra inorgánica. Se observa que los promedios de ganancia diaria de peso y consumo de materia seca fueron similares ($p \geq 0.05$) entre tratamientos. Los animales que consumieron Se orgánico mostraron el mejor promedio ($p \leq 0.05$) 5.49 kg de conversión alimenticia, sólo en la etapa de finalización; no obstante, dicha diferencia no fue

suficiente para detectar efecto de tratamiento en los promedios. Los resultados obtenidos en el presente estudio para conversión alimenticia son similares a los obtenidos por Berumen *et al.* (2003) al engordar en confinamiento durante 90 días ovinos F1 Kathadin x Pelibuey, con un peso de 15 kg, a los que se les ofreció un concentrado. En los cuales, el promedio de conversión alimenticia obtenido fue de 5.1.

Rodríguez *et al.* (2011*)* administraron premezclas de Selenio y Cromo a concentraciones de 0.3 mg $kg^{-1}$ y 0.4 mg $kg^{-1}$, respectivamente, en borregos en finalización de 25 kg en promedio, el experimento duró 45 días y no se encontraron diferencias ($p > 0.05$) entre tratamientos para ganancia de peso, consumo de materia seca y conversión alimenticia; sin embargo, Reséndiz *et al.* (2012) argumentan que al utilizar dosis de Se (0.90 mg $kg^{-1}$) y Cr (1.4 mg $kg^{-1}$) se observa un aumento en los promedios de ganancia de peso vivo y en canal caliente. Por otra parte, Domínguez *et al*. (2009) encontraron que la adición de (0.3 mg $kg^{-1}$) y Cromo (0.25 o 0.35 mg $kg^{-1}$) orgánicos a una dieta de finalización para ovinos no afectó las variables productivas, pero al combinarlos hubo una interacción entre ellos ($p < 0.05$), disminuyendo el consumo de alimento y la conversión alimenticia y, aumentando la ganancia de peso y las características de la canal.

**Cuadro 3.** Promedios de ganancia de peso, consumo diario de alimento y conversión alimenticia de corderos para abasto tratados con Se orgánico e inorgánico.

| Variable | Tratamiento T1 Testigo | T2 Selenometionina | T3 Selenato de Bario | EEM | Probabilidad |
|---|---|---|---|---|---|
| Ganancia de peso, kg-$d^{-1}$ | | | | | |
| Iniciación | 0.17 | 0.17 | 0.18 | .0097 | NS |
| Finalización | 0.18 | 0.21 | 0.20 | .0091 | NS |
| Global | 0.18 | 0.19 | 0.19 | .0082 | NS |
| Consumo materia seca, kg-$d^{-1}$ | | | | | |
| Iniciación | .95 | .99 | 1.00 | .026 | NS |
| Finalización | 1.16 | 1.14 | 1.20 | .030 | NS |
| Global | 1.057 | 1.06 | 1.10 | .026 | NS |
| Conversión alimenticia, kg | | | | | |
| Iniciación | 5.68 | 5.97 | 5.73 | .26 | NS |
| Finalización | 6.38 | 5.49 | 6.12 | .24 | 0.018 |
| Global | 6.03 | 5.73 | 5.92 | .19 | NS |

EEM: Error estándar de la media; NS: no significativo.

En el Cuadro 4 se muestran los promedios de las variables en estudio, ganancia de peso, consumo diario de alimento y conversión alimenticia de acuerdo con el sexo de corderos. Los corderos machos obtuvieron los mejores promedios ($p \leq 0.01$) en las tres variables en estudio y en las tres etapas evaluadas; ganaron 60 g más de peso y consumieron 139 g más que las hembras. En lo que se refiere a la conversión alimenticia, los machos fueron más eficientes requirieron 1.39 kg menos de alimento para incrementar 1 kg de peso vivo. Los promedios obtenidos son superiores a los encontrados por Peñúñuri *et al.* (2007), quienes reportan promedios de 126 g para hembras y 176 g en machos, manteniéndose la supremacía ($p \leq 0.05$) de los machos. La conversión alimenticia

obtenida por los mismos autores fue de 9.44 en hembras y 7.40 en machos ($p \leq 0.05$). Partida *et al.* (2009) evaluaron el desempeño productivo de ovinos hembras y machos Pelibuey, reportando una conversión alimenticia de 5.9 ± 0.4 kg para machos y 7.9 ± 0.6 kg para hembras, siendo estos resultados mayores a los que se presentan en este experimento, de igual forma presentaron una ganancia diaria de peso de 181 g y 124 g para machos y hembras respectivamente resultando menores a los mencionados en el presente estudio.

**Cuadro 4.** Promedios de ganancia de peso, consumo diario de alimento y conversión alimenticia de corderos destinados para abasto, de acuerdo con el sexo.

| Variable | Sexo | | EEM | Probabilidad |
|---|---|---|---|---|
| | Hembra | Macho | | |
| Ganancia de peso, kg/día | | | | |
| Iniciación | 0.14 | 0.20 | 0.008 | 0.0001 |
| Finalización | 0.17 | 0.23 | 0.007 | 0.0001 |
| Global | 0.16 | 0.22 | 0.006 | 0.0001 |
| Consumo materia seca, kg/día | | | | |
| Iniciación | 0.93 | 1.03 | 0.02 | 0.0001 |
| Finalización | 1.08 | 1.25 | 0.02 | 0.0001 |
| Global | 1.001 | 1.14 | 0.020 | 0.0001 |
| Conversión alimenticia, kg/kg | | | | |
| Iniciación | 6.58 | 5.01 | 0.21 | 0.0001 |
| Finalización | 6.41 | 5.58 | 0.19 | 0.0001 |
| Global | 6.49 | 5.30 | 0.15 | 0.0001 |

EEM: Error estándar de la media.

## CONCLUSIONES

Las variables productivas de los corderos para abasto no son afectadas al suplementar Se orgánico e inorgánico. De acuerdo con el sexo, los machos mostraron mejores ~~las~~ variables productivas que las hembras; por lo tanto, se comprueba que los machos tienen mejores resultados productivos y, por tanto, resulta más rentable utilizar corderos machos para la engorda.

## LITERATURA CITADA

Berumen, A. C., J. C. Morales y G. Vera. 2003. Comportamiento de las cruzas de la raza ovina Katahdin en Tabasco. Memorias del Segundo Seminario sobre producción Intensiva de Ovinos. Villahermosa, Tabasco. pp. 52-53.

Carrasco, L., R. Astorga, I. Luque, B. Huerta y A. Méndez. 2012. Intoxicación y alteraciones metabólicas. Organismo de la Unidad Nacional de Ovinocultores. Fecha de consulta. 10 de junio de 2019. URL: http://www.uno.org.mx/empezar/intoxicaciones.html

Domínguez-Vara, I. A., S. S. González-Muñoz, J. M. Pinos-Rodríguez, J. L. Bórquez-Gastelum, R. Bárcera-Gama, G. Mendoza-Martínez, L. E. Zapata and L. L. Landois-Palencia. 2009. Effects of feeding selenium-yeast and chromium-yeast to finishing lambs on growth, carcass characteristics, and blood hormones and metabolites. Anim. Feed Sci. Technol. 152: 42-49.

Partida, P. J. A., V. D. Braña y R. L. Martínez. 2009. Desempeño productivo y propiedades de la canal en ovinos Pelibuey y sus cruzas con Suffolk o Dorset. Téc. Pecu. Méx. 47(3): 313-322.

Peñúñuri, M. F. J., C. J. Velázquez, L. O. Esquivel y U. G. R. Torrescano. 2007. Comportamiento productivo de ovinos criollos con cruzas de Pelibuey, Black Belly y Dorper en el municipio de Hermosillo, Sonora. Centro de investigación regional del noroeste campo experimental costa de Hermosillo. Folleto técnico No. 34. Hermosillo. Sonora.

Reséndiz-Hernández, M., J. R. Bárcena-Gama, M. M. Crosby-Galván, M. Cobos-peralta, J. Herrera-Haro, P. A. Hernández-García y Carreón-Luna. 2012. Efecto del selenio y cromo orgánicos y *Saccharomyces cerevisiae* en la degradación *in situ* de la dieta, fermentación ruminal y crecimiento de borregos. Rev. Agrociencia 46: 745-755.

Revilla-Vázquez, A., E. Ramírez-Bribiesca, R. López-Arellano, L. M. Hernández-Calva, J. Tórtora-Pérez, E. García-García, y R. G. Cruz, M. 2008. Suplemento de selenio con bolos intraruminales de selenito de sodio en ovinos. Rev. Agrociencia 42(6): 629-635.

Rodríguez, A. L. C., M. G. D. Mendoza, S. N. Mota, A. I. Osorío, T, R. H. Lee, y G. P. A. Hernández. 2011. Efecto del selenio y cromo orgánicos sobre el comportamiento de ovinos en finalización: nota técnica. Rev. FCV-LUZ. 21(2): 152-155.

Shimada, M. A. 2003. Nutrición animal. Editorial. Trillas. México. 202 p.

Villanueva, C. G. J. 2011. Nutrición del ganado: selenio. Sitio argentino de producción animal. Fecha de consulta: 10 de junio de 2019. URL: http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/147-selenio.pdf

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DEL MALATO DE CALCIO EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CORDEROS KATAHDIN

# [EFFECT OF CALCIUM MALATE ON THE PRODUCTIVE BEHAVIOR OF KATAHDIN CORDERS]

**María Angelica Ortiz Heredia[1§], Oscar Vicente Vázquez Mendoza[2], José Ricardo Bárcena Gama[3], Pedro Arturo Martínez Hernández[4]**

[1]Colegio de Posgraduados, Texcoco, Estado de México. [2]Norel México S.A. de C.V. Querétaro, México. [3]Colegio de Posgraduados, Texcoco, Estado de México. [4]Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco Estado de México. [§]Autor para correspondencia: (ortiz.angelica@colpos.mx).

## RESUMEN

Las estrategias de alimentación de corderos reproductores basadas en dietas altas en grano, buscan que éstos expresen todo su potencial genético, sin embargo, con frecuencia estas dietas ocasionan desordenes digestivos, como la acidosis. En la práctica la acidosis se previene con el uso de ionóforos, aunque no está claro si estos aditivos son la única estrategia para cuidar la salud ruminal. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la suplementación con malato de calcio sobre los parámetros de producción de corderos Katahdin. Se utilizaron 14 corderos de 4 meses de edad con 37.6 ± 6.5 kg de PV, distribuidos aleatoriamente en dos tratamientos T1 = dieta estándar de crecimiento (25 ppm de lasalocid) y T2= dieta estándar de crecimiento (25 ppm de lasalocid) + 2.5 kg de malato de calcio (Rumalato®) /t de alimento. Las variables respuesta fueron, consumo de alimento (CON), peso vivo (PV) a 15 y 29 d, ganancia diaria de peso (GDP), peso ganado (PG), conversión alimenticia (CA) y retorno sobre la inversión. Las variables productivas CON (1.79 vs 1.84), PV29 (50.24 vs 51.17), PG (12.60 vs 13.57), GDP (0.435 vs 0.468), CA (4.27 vs 3.94) no fueron diferentes ($p > 0.05$) entre T1 y T2, aunque numéricamente todas las variables fueron mejoradas por la inclusión de malato. Desde el punto de vista económico, la inclusión de malato generó una utilidad de 2.50 USD/cordero o un retorno de la inversión de 2.35:1. Se concluye que uso de malato en la dieta de corderos reproductores puede mejorar su desempeño.

**Palabras clave:** Corderos, comportamiento productivo, malato de calcio.

## INTRODUCCIÓN

Las estrategias de alimentación de corderos de alto valor genético, como los de la raza Kathadin, busca que éstos expresen todo su potencial genético, para alcanzar este objetivo, se ofrecen dietas balanceadas altas en granos que permiten a los corderos obtener altas ganancias de peso, pero que los ponen en riesgo de sufrir desordenes metabólicos como la acidosis y timpanismo. La acidosis es causada por la alimentación con dietas altas en almidón y bajas en fibra, además de un manejo deficiente (no alimentar a una hora estándar, no proporcionar suficiente espacio en comedero para todos los animales) en corral (Tufani *et al*., 2013; Owens *et al.,* 1998). Otro reto fundamental en la alimentación de corderos reproductores es reducir las pérdidas energéticas que se generan por la

producción de metano, que pueden representar hasta un 12% del total de energía ofrecida (Russell y Strobel, 1989).

Para el control de estos problemas existen varias estrategias que podemos emplear: a) balance adecuado de almidón y fibra efectiva, aunado a un manejo adecuado en corral, b) control de pH ruminal con la inclusión de bicarbonato de sodio u otros buffers, c) control del proceso de fermentación, en este último punto se han empleado ionóforos (monensina o lasalocid) que controlan la población bacteriana productora de ácido láctico y reduce las perdidas energéticas por metano hasta en un 30% (Russell y Strobel, 1989). Aunque un enfoque más reciente es promover el crecimiento de una población bacteriana (*Selenomona ruminantium* y *Megasphaera elsdenii*) utilizadora de ácido láctico, a través de aditivos como levaduras y malato de calcio-sodio (Calsamiglia *et al*., 2012). Que solos o en combinación con ionóforos (por tener efectos aditivos; Martin, 1998), ayudan a prevenir los efectos detrimentes de la acidosis, además de promover el uso más eficiente de los nutrientes que se ofrecen en la dieta, lo que finalmente se refleja en mayor ganancia de peso con menor cantidad de alimento (Calsamiglia *et al*., 2012; El-Nour *et al*., 2010). Por lo que el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la suplementación con malato de calcio sobre los parámetros de producción y viabilidad económica en corderos Katahdin que recibían una dieta estándar con lasalocid.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en una empresa productora de ovinos Kathadin (Genética VR) ubicada en Tepatitlán, Jalisco México, entre los meses abril y mayo de 2018 y tuvo una duración de 29 días. Se utilizaron 14 corderos de 4 meses de edad con 37.6 ± 6.5 kg de PV, distribuidos aleatoriamente en dos tratamientos T1 = dieta base con 25 ppm de lasalocid y T2= dieta base con 25 ppm de lasalocid + 2.5 kg de malato de calcio (Rumalato®, Norel México S.A: de C.V.) /t de alimento. La dieta fue balanceada de acuerdo a las recomendaciones del NRC (2007). La dieta estándar contenía 16.04% de PC, 1.7 Mcal/kg de ENm,1.14 Mcal/kg de ENg, 0.87% de Ca y 0.37% de P. Para ambos grupos de animales la dieta contenía 25 ppm de lasalocid.

Los animales fueron alojados en dos corrales 3×4.8 m, equipados con comedero y bebedero. Las dietas estuvieron formuladas a base de maíz, sorgo, pasta de soya, salvado de trigo y núcleo mineral (Núcleo ovino® Invivo Mix México S.A. de C. V.) y rastrojo de maíz. Los corderos fueron pesados al inicio del ensayo y cada 15 días. Diariamente se registró la cantidad de alimento ofrecido y el rechazado. De los datos anteriores se estimaron las variables respuesta: (periodo 1, de 0 a 15 días; periodo 2, de 15 a 29 días) peso vivo (PV), peso ganado (PG, kg) a los 29 días, ganancia diaria promedio de peso (GDP, kg), el consumo de alimento diario (CON, kg) y la conversión alimenticia (CA, kg de MS: kg de PV). Finalmente se hizo el análisis económico. Los datos se analizaron bajo un diseño completamente al azar, empleando el procedimiento GLM de MINITAB 16 (2010), y cuando hubo diferencias las medias se compararon con la prueba de Tukey.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Productivos

En el Cuadro 1 se observan los resultados de desempeño productivo de corderos Katahdin, la inclusión de malato no afecto ($p > 0.05$) las variables respuesta PV, PG, CON, GDP y CA, sin embargo, la GDP de 15 a 29 días fue numéricamente mejor 15.17% en el T2 vs T1.

**Cuadro 7.** Desempeño productivo de corderos Katahdin suplementados con malato de calcio.

| | Tratamiento | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Variables[1] | T1= Control | T2= Malato | EEM | P | Diferencia % |
| Peso inicial, kg | 37.640 | 37.600 | 2.560 | 0.991 | -0.11 |
| Peso vivo 15 d, kg | 44.400 | 44.440 | 3.050 | 0.992 | 0.09 |
| Peso vivo 29 d, kg | 50.240 | 51.170 | 3.150 | 0.838 | 1.85 |
| GDP 0-15 d, kg | 0.451 | 0.456 | 0.057 | 0.945 | 1.27 |
| GDP 15-29 d, kg | 0.417 | 0.481 | 0.038 | 0.263 | 15.17 |
| GDP 0-29 d, kg | 0.435 | 0.468 | 0.033 | 0.489 | 7.71 |
| Consumo, kg | 1.792 | 1.835 | 0.098 | 0.757 | 2.44 |
| Conversión | 4.272 | 3.935 | 0.236 | 0.331 | -7.89 |

[1]GDP= ganancia diaria promedio de peso, EEM= error estándar de la media.

El peso total ganado en el periodo de 29 días (Figura 1) fue mejorado numéricamente un 7.7%, mientras que la CA se redujo un 7.89% cuando se incluyó malato en la dieta.

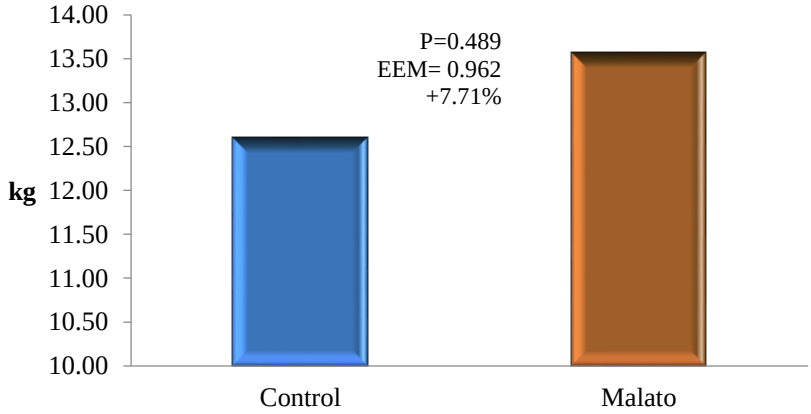



**Figura 1.** Peso total ganado de corderos Katahdin suplementados o no con malato de calcio.

### Económicos

En el Cuadro 2 se observaron los resultados del análisis económico sobre la inclusión de malato de calcio en la dieta corderos Katahdin. Todos cálculos están expresados en dólares americanos. Las mejoras numéricas en ganancia de peso y conversión se reflejaron en una utilidad por cordero de 2.5 USD a final de la evaluación y un retorno de sobre la inversión 2.35:1.

**Cuadro 8.** Análisis económico de la inclusión de malato de calcio en borregos Katahdin.

| Variables | Control | Malato |
|---|---|---|
| Consumo de alimento, kg | 1.79 | 1.84 |
| Costo dosis Rumalato/kg de alimento, $ | 0 | 0.014 |
| Costo de kg de alimento | 0.263 | 0.277 |
| Consumo de alimento por 29 días, kg | 51.96 | 53.227 |
| Costo de alimentación por 29 días, $ | 13.67 | 14.739 |
| Diferencia (inversión), $ | 0 | 1.066 |
| Precio de kg de borrego, $ | 2.368 | 2.368 |
| Peso ganado, kg | 12.60 | 13.571 |
| Diferencia en peso ganado, kg | 0 | 0.971 |
| Ingreso por peso, $ | 0 | 2.300 |
| Conversión | 4.27 | 3.935 |
| Diferencia, kg | 0 | 0.337 |
| Ahorro por kg producido, $ | 0 | 0.093 |
| Ahorro en ciclo de 29 d, $ | 0 | 1.266 |
| Ingreso total, $ | 0 | 3.566 |
| Utilidad, $ | 0 | 2.500 |
| ROI | 0 | 2.345 |

Los resultados de esta investigación coinciden con los observados por Mungói *et al*. (2012) y Flores *et al.* (2003) en cuanto a ganancia diaria peso y conversión alimenticia, a pesar de que ellos usaron corderos de raza manchega con un peso inicial (13.24 y 14.9 kg, respectivamente) inferior al de los corderos usados en esta demostración.

## CONCLUSIONES

El uso de malato en la dieta de corderos no mejora estadísticamente el comportamiento productivo, sin embargo, las mejoras numéricas en peso y conversión se reflejaron en mejores indicadores de económicos.

## LITERATURA CITADA

Calsamiglia, S., M. Blach, A. Ferret y D. Moya. 2012. Is subacute ruminal acidosis a pH related problem? Causes and tools for its control. Anim. Feed. Sci. Technol. 172: 42-50.

El Nour, H. H. M., M. Whba, Tafida, A. Ibrahim, Maha y A. M. Anwer. 2010. Impact of supplementation with carboxilic acid salts on growth rate and some blood biochemical values in male lambs. Global Vet. 4(1): 90-96.

NRC (National Research Council). 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids. Academic Press: Washington, DC. 362 pp.

Martin, A. S. 1998. Manipulation of ruminal fermentation with organic acids: a review. J. Anim. Sci. 76: 3123-3132.

Minitab 16. Minitab® Statistical Software (versión 16.2.0). 2010. "MINITAB® and all other trademarks and logos for the Company's products and services are the exclusive property of Minitab Inc. All other marks referenced remain the property of their respective owners. See http://minitab.com for more information".

Owens, F. N., D. S. Secrist, W. J. Hill y D. R. Gill. 1998. Acidosis in cattle: a reviw. J. Anim. Sci. 76: 275-286.

Russell, J. B. and H. J. Strobel. 1989. Effect of ionophores on ruminal fermentation. Appl. Environ. Microbiol. 55(1):1-6.

Tufani, N. A., D. M. Makhdoomi y A. Hafiz. 2013. Rumen acidosis in small ruminants and its therapeutic management. Iran. J. Appl. Anim. Sci. 3(1): 19-24.

Flores, C., G. Caja, R. Romero y J. Mesía. 2003. Efectos del malato (Rumalato®) en piensos de engorde de corderos a base de cebada o maíz: II digestibilidad de nutrientes. ITEA. 24(2): 747-749.

Mungói, M., C. Flores, R. Casals y G. Caja. 2012. Effect of malate and starch source on digestibility and nutrient balance of growing-fattening lambs. Anim. Feed. Sci. Technol. 174: 154-162.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# DIGESTIBILIDAD Y GASES DE EFECTO INVERNADERO *in vitro* DE *Leucaena leucocephala* Y *Cynodon nlemfuensis* EN DIFERENTES PROPORCIONES

# [EFFECTS OF DIFFERENT PROPORTIONS OF *Leucaena leucocephala* AND *Cynodon nlemfuensis* ON *in vitro* DIGESTIBILITY AND GREENHOUSE GASES]

**Alejandro Lara Bueno[§], José Alberto Avendaño Díaz, Pedro Méndez Becerra, Luis Alberto Miranda Romero, José Felipe Orzuna Orzuna**

Departamento de Zootecnia / Universidad Autónoma Chapingo, México: [§]Autor para correspondencia: (alarab_11@hotmail.com).

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de diferentes proporciones de *Leucaena leucocephala* (LL) y *Cynodon nlemfuensis* (CN) en la digestibilidad *in vitro* de la materia seca a 72 horas ($DIVMS_{72}$), el el índice de emisión potencial de gases de fermentación (IEPGF) y el índice de emisión potencial de gases de efecto invernadero (IEPGEI). Mediante la técnica de producción de gas se realizó la fermentación *in vitro*, de muestras de follaje de LL y CN de 35, 42 y 49 d de edad de rebrote (ER), en combinaciones de 100:00, 80:20, 60:40, 40:60, 20:80 y 00:100 de ambas forrajeras, respectivamente. El muestreo se realizó en la época de lluvias, nortes y secas. Los datos fueron analizados en un diseño completamente al azar con arreglo factorial 6x3x3, seis proporciones de LL y CN de tres ER en tres épocas del año (EA), con tres repeticiones por tratamiento, y los datos fueron analizados mediante el procedimiento GLM de SAS, las medias de tratamientos fueron estimadas utilizando LSMEANS con nivel $\alpha = 5$ %. $DIVMS_{72}$ disminuyó ($p < 0.05$) conforme decreció la proporción de LL y aumentó CN. Hubo mayor $DIVMS_{72}$ a 35 d de ER y en la época de secas ($p < 0.05$). No hubo efecto de la proporción LL:CN en IEPGF y IEPGEI, pero ambas variables fueron menores ($p < 0.05$) a los 42 d de ER. Asimismo, la época de lluvias mostró valores más altos en los índices IEPGF y IEPGEI, seguida de la época de nortes y secas respectivamente. En conclusión, al aumentarse la cantidad de LL en la dieta incrementa la $DIVMS_{72}$, y los efectos benéficos de la asociación LL:CN en los sistemas silvopastoriles para disminuir la producción de gases de efecto invernadero dependerá de la madurez del forraje y de la época del año.

**Palabras clave**: Dióxido de carbono, fermentación *in vitro*, metano entérico, producción de gas, silvopastoril.

## ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the effect of different proportions of *Leucaena leucocephala* (LL) and *Cynodon nlemfuensis* (CN) on digestibility dry matter *in vitro* to 72 hours ($DIVMS_{72}$), the rate of potential emission of greenhouse gases (IEPGEI) and, the rate of potential emission of fermentation gases (IEPGF). Using the technique of gas production were performed *in vitro* fermentation, samples of foliage of LL and CN of 35, 42 and 49 days of age of regrowth (ER),

in combinations of 100:00, 80:20, 60:40, 40:60, 20:80 and 00:100 of both forage, respectively. The sampling was carried out in seasons of rain, "nortes" and dry. The data were analyzed in a completely random in accordance with design factorial 6x3x3, six proportions of LL and CN three ER in three seasons (EA), with three repetitions per treatment, and the data were analyzed using the GLM procedure of SAS, the treatments means were estimated using LSMEANS level $\alpha = 5$ %. $DIVMS_{72}$ decreased ($p < 0.05$) as decreased the proportion of LL and increased CN. There was more $DIVMS_{72}$ to 35 days of ER and in the dry season ($p < 0.05$). There was no effect of the proportion LL:CN on IEPGF and IEPGEI but both variables decreced ($p < 0.05$) to 42 days of ER. Also, rainy season showed higher values on IEPGF y IEPGEI, followed by the "nortes" season and dry respectively. In conclusion, increasing is the proportion of LL in the diet increases the $DIVMS_{72}$, and the beneficial effects of ratio LL:CN in silvopastoral systems to reduce the production of greenhouse gases will depend on the maturity of the forage and seasons of the year.

**Index words**: Carbon dioxide, enteric methane, *in vitro* fermentation, production of gas, silvopastoral.

## INTRODUCCIÓN

Los gases de efecto invernadero más importantes son el metano, óxido nítrico y dióxido de carbono. El metano se produce principalmente por fermentación entérica y almacenamiento de heces y es un gas cuyo efecto sobre el calentamiento global es 28 veces mayor que el dióxido de carbono (Grossi *et al.*, 2019). La fermentación entérica es parte natural de los procesos digestivos en rumiantes, donde bacterias, protozoarios y hongos contenidos en el rumen del animal fermentan y descomponen la biomasa vegetal ingerida por el animal. Los residuos gaseosos de la fermentación entérica, tales como dióxido de carbono y metano, son removidos del rumen e incorporados al ambiente, a través de los eructos. La reducción en la emisión de gases de efecto invernadero por parte de los rumiantes puede lograrse de manera directa reduciendo la cantidad de gas de efecto invernadero emitido, o indirectamente a través una mejora en la eficiencia productiva.

Algunas de las estrategias para mitigar la emisión de gases de efecto invernadero en rumiantes son: manipular la calidad del forraje y el nivel de inclusión de concentrado en la dieta, así como el uso de inhibidores metanogénicos (Grossi *et al.*, 2019; Piñeiro *et al.*, 2018). De este modo, se ha reportado que la alimentación de rumiantes con forrajes de alta calidad nutricional, dada a través de mayor digestibilidad, reduce la emisión de gases de efecto invernadero, principalmente de metano (Grossi *et al.*, 2019). Asimismo, la inclusión de plantas con metabolitos bioactivos, principalmente taninos condensados, en la dieta de rumiantes ha mostrado ejercer efectos positivos al reducir la emisión de gases de efecto invernadero (Piñeiro *et al.*, 2018). Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de diferentes proporciones de *Leucaena leucocephala* y *Cynodon nlemfuensis* con tres edades de madurez y en tres épocas del año, en la digestibilidad e índices de emisión de gases de efecto invernadero de la materia seca.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en el Laboratorio de Microbiología Pecuaria del Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo. Se usaron muestras de follaje de *Leucaena leucocephala* (LL), Lam de Wit, y *Cynodon nlemfuensis* (CN), Vanderyst, de tres edades de rebrote (ER): 35, 42 y 49 d; y tres épocas del año (EA): lluvias (julio a octubre), nortes (noviembre a febrero) y secas (marzo a junio). Las muestras se cosecharon durante los años 2011-2012 en el módulo silvopastoril de la Unidad de Producción "El Gargaleote" de la Universidad Autónoma Chapingo, ubicado en Tamuín, San Luis Potosí, México, localizado sobre las coordenadas geográficas 22°16' latitud norte y 98°42' longitud oeste, en alturas inferiores a 40 msnm, en la región denominada Huasteca Potosina, en la cuenca del río Tampaón.

El módulo silvopastoril cuenta con una hectárea de cultivo de leucaena asociada con pasto estrella, sembrada a una densidad de 52,000 plantas $ha^{-1}$ de LL a una distancia promedio entre plantas de 12 cm y 1.6 m entre hileras (62 hileras $ha^{-1}$) con cultivo de CN entre las hileras. El área experimental se dividió en 18 lotes de 550 $m^2$ cada uno (50 x 11 m), los cuales estuvieron constituidos de siete hileras de LL y CN entre las hileras. Tres lotes fueron asignados aleatoriamente a cada ER (35, 42, 49 d a partir de la última poda). En cada lote se eligieron aleatoriamente tres sitios de muestreó de 3.2 $m^2$ (2 x 1.6 m) sobre las líneas dos, cuatro y seis de LL, para obtener tres muestras de cada forraje por cada lote (repetición). Se realizaron tres muestreos: el primero durante los meses de noviembre a febrero (2011-2012), en la época de nortes cuando la temperatura media anual de la región es baja; el segundo durante los meses de marzo a junio de 2012, en la época de secas cuando las lluvias son escasas; y, el tercero en los meses de julio a octubre de 2012 en la época de lluvias.

Luego de cosechado el follaje de cada especie forrajera por separado las muestras fueron secadas en una estufa de aire forzado a 65°C durante 48 h hasta alcanzar el peso constante y posteriormente fueron molidas en un molino tipo Wiley modelo 4 con criba de 2 mm. Para cada lote de muestreo se obtuvo una muestra compuesta en la misma proporción al forraje cosechado en cada sitio de muestreo, haciendo un total de 27 muestras de LL y 27 muestras de CN para las tres edades de corte de cada forraje y las tres épocas del año. Para el análisis de fermentación *in vitro*, se hicieron combinaciones de 10 g de LL: CN para cada edad del rebrote y época del año y sus respectivas repeticiones.

Se utilizó la técnica de producción de gas *in vitro* (Menke y Steigass, 1988; Theodorous *et al*., 1994), la cual fue modificada para estimar indirectamente la producción de metano (Tirado *et al*., 2018). Para ello, se colocaron 300 mg de sustrato en 45 mL de inóculo ruminal en un flujo continuo de dióxido de carbono ($CO_2$), en frascos con capacidad de 50 mL cerrados herméticamente con un tapón de goma sellado con un aro de aluminio, e incubados a 39 °C en baño maría. El inóculo ruminal se obtuvo de un bovino Holstein con cánula ruminal y fue filtrado a través de 8 capas de tela de gasa, adicionándole una solución mineral reducida en proporción 1:9 compuesta de $K_2HPO_4$ (0.45 g $L^{-1}$), $KH_2PO_4$ (0.45 g $L^{-1}$), $NaCO_3$ (0.6 g $L^{-1}$), $(NH_4)_2SO_4$ (0.45 g $L^{-1}$) , NaCl (0.9 g $L^{-1}$),

$MnSO_4$ (0.18 g $L^{-1}$), $CaCl_2$ (0.12 g $L^{-1}$), L-cisteína (0.25 g $L^{-1}$) y $Na_2S$ (0.25 g $L^{-1}$) tal como fue propuesto por Tirado *et al*. (2018).

La producción de gases de fermentación se midió cada seis horas durante 24 horas de incubación usando una jeringa de vidrio graduada a 50 mL. En cada lectura, el volumen capturado en la jeringa se inyectó en un frasco que contenía solución de hidróxido de potasio mezclándose suavemente por 30 segundos sin soltar el émbolo para no dejar escapar el gas. Luego, se liberó el émbolo para obtener el volumen de gas residual correspondiente a metano más otros gases menores ($CH_4$+GM). Al término del periodo de incubación el residuo de cada frasco se filtró a través de papel filtro previamente pesado. El papel filtro conteniendo residuos de la muestra se secó por 48 horas a 65 °C y se obtuvo el peso seco de la muestra más el papel filtro.

Por diferencia de peso se obtuvo la materia seca residual para determinar la digestibilidad *in vitro* de la materia seca a 72 horas de incubación ($DIVMS_{72}$) mediante la técnica de producción de gas. Esta prueba se repitió dos veces en el tiempo a fin de corregir el efecto del inóculo animal en cada época del año. Con los datos obtenidos se generaron las siguientes variables: índice de emisión potencial de gases de fermentación (IEPGF), volumen de dióxido de carbono ($VCO_2$), volumen de metano más gases menores ($VCH_4$+GM) volumen teórico de metano ($VtCH_4$) considerando que el metano representa teóricamente 76 % del $VCH_4$+GM (IPCC, 1996; Rivera *et al.*, 2015) e índice de emisión potencial de gases de efecto invernadero (IEPGEI = [(VCO2 + ($VCH_4$*23)]. Todas estas variables fueron expresadas en volumen de gas por gramo de materia seca digerida del sustrato (mL $g^{-1}$ MS) y % de $DIVMS_{72}$.

Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño completamente al azar con arreglo factorial 6x3x3 (seis proporciones de leucaena y pasto estrella, tres edades de rebrote y tres épocas del año), con tres repeticiones por tratamiento. Los datos fueron analizados mediante el procedimiento GLM de SAS (SAS, 2009), las medias de tratamientos fueron estimadas utilizando LSMEANS y se compararon con la prueba de Tukey con α de 5 % de modo que los efectos de tratamientos, edad de rebrote y época del año se consideraron significativos cuando el valor de ($p \leq 0.05$).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hubo efecto de las proporciones LL: CN en la $DIVMS_{72}$ ya que ésta fue disminuyendo linealmente ($p < 0.05$) conforme fue menor la proporción de LL en la muestra analizada. Asimismo, $DIVMS_{72}$ fue mayor a 35 d de edad de rebrote y durante la época de secas ($p < 0.05$). Las variables IEPGF y IEPGEI no fueron afectadas por la proporción LL: CN, sin embargo, los promedios de ambas variables fueron más bajos ($p < 0.05$) a 42 d de edad de los rebrotes durante la época de secas. En contraste, durante las lluvias IEPGF y IEPGEI mostraron los valores más altos en comparación con las épocas de nortes y secas, respectivamente.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

**Cuadro 1.** Digestibilidad y producción de gases de fermentación *in vitro* de *Leucaena leucocephala* (LL) y *Cynodon nlemfuensis* (CN) en diferentes proporciones, edad del rebrote y época del año.

| Proporciones, % | | $DIVMS_{72}$ | IEPGF | IEPGEI |
|---|---|---|---|---|
| LL | CN | % | mL $g^{-1}$ MSD | |
| 100 | 0 | 59.7[a] | 211.9 | 938.0 |
| 80 | 20 | 58.0[b] | 212.3 | 946.3 |
| 60 | 40 | 56.3[c] | 220.7 | 1016.9 |
| 40 | 60 | 53.9[d] | 216.2 | 992.3 |
| 20 | 80 | 51.3[e] | 221.7 | 1029.2 |
| 0 | 100 | 49.0[f] | 215.7 | 1008.9 |
| | | 0.53 | 5.34 | 30.77 |
| EEM | | | | |
| Edad del rebrote, d | | | | |
| 35 | | 55.2[a] | 220.0[a] | 1014.2[a] |
| 42 | | 54.9[ab] | 208.4[b] | 917.1[b] |
| 49 | | 54.0[b] | 220.8[a] | 1034.5[a] |
| | | 0.37 | 3.78 | 21.76 |
| EEM | | | | |
| Época del año | | | | |
| Lluvias | | 51.3[c] | 274.5[a] | 1332.6[a] |
| Nortes | | 54.9[b] | 218.5[b] | 1046.6[b] |
| Secas | | 57.9[a] | 156.1[c] | 586.5[c] |
| EEM | | 0.37 | 3.78 | 21.76 |

[abcde]Medias con distinta literal dentro de cada columna muestran diferencias estadísticas ($p < 0.05$). DIVMS = Digestibilidad *in vitro* obtenida mediante la técnica de producción de gas. IEPGF = Índice de Emisión Potencial de Gases de Fermentación. IEPGEI = Índice de Emisión Potencial de Gases de Efecto Invernadero ($VCO2 + (VCH_4*23)$ $g^{-1}$ MS digerida. $VCH_4$+GM = Volumen de metano más gases menores. $VCO_2$ = volumen de bióxido de carbono. $VtCH_4$ = volumen de metano teórico considerando el 76 % de $VCH_4$+GM. EEM = Error estándar de la media.

La reducción observada en $DIVMS_{72}$ a medida que disminuyó la proporción de leucaena en la muestra puede deberse a la reducción en el contenido de proteína cruda (PC) y aumento en el contenido de carbohidratos estructurales por el consecuente aumento de la proporción de pasto estrella, el cual tiene mayor contenido de carbohidratos estructurales y menor PC, por lo tanto, menor $DIVMS_{72}$ (Sandoval *et al*., 2016). Por otra parte, la mayor $DIVMS_{72}$ se obtuvo a 35 d edad de los rebrotes, coincidiendo con los resultados reportados por Sandoval *et al*. (2016) quienes encontraron que la mayor $DIVMS_{72}$ de las combinaciones de LL: CN se tiene a los 35 d de edad de los rebrotes. Santiago *et al*. (2016) encontraron que el contenido de Cu y FDA de *Leucaena leucocephala* asociada con *Cynodon nlemfuensis* fue significativamente menor cuando estas especies forrajeras fueron cosechadas a 35 d respecto a cuando fueron cosechadas a 49 d después de la poda. Al respecto, Pechín *et al*. (2006) mencionan que un elevado contenido de Cu puede ejercer efectos bactericida o bacteriostático y con ello impactar de manera negativa la fermentación ruminal y la digestibilidad de la MS; mientras que, una correlación negativa entre el contenido de FDA y $DIVMS_{72}$ ha fue también reportada para *Leucaena leucocephala* asociada con *Cynodon nlemfuensis* por Sandoval *et al*. (2016). Por tanto, la reducción observada en $DIVMS_{72}$ ante el

aumento en la edad de los rebrotes podría deberse a que a mayor edad de ambas forrajeras evaluadas hubo mayor concentración de Cu y FDA.

Debido a que IEPGF es indicativo de la eficiencia en la degradabilidad de materia orgánica (Miranda *et al.*, 2015; Bayssa *et al.*, 2016), la ausencia de cambios significativos en los valores de IEPGF del presente estudio podrían explicar el por qué las diferentes proporciones de LL: CN no afectó la degradabilidad de la materia orgánica. En contraste, Sandoval *et al.* (2016) encontraron que *Leucaena leucocephala* y *Cynodon nlemfuensis* tienen mayor degradabilidad de la materia orgánica a los 35 d de edad de los rebrotes, disminuyendo ésta conforme aumentó la edad de los rebrotes.

Por otra parte, IEPGEI es indicativo de la cantidad de dióxido de carbono y metano generados por la fermentación ruminal y la ausencia de cambios significativos en los valores de IEPGEI en las diferentes proporciones LL: CN, pudo deberse a baja concentración de taninos condensados (TC) en la leguminosa arbórea, ya que los TC han sido asociados con la reducción en las emisiones entéricas de gases de efecto invernadero (Piñeiro *et al.*, 2018). En contraste, se ha reportado que las dietas basadas en pastos tropicales, suplementadas con 30 % de follaje de *Leucaena leucocephala* disminuyen la producción ruminal de gases de efecto invernadero, principalmente metano y dióxido de carbono (Albores *et al.*, 2019). Asimismo, Piñeiro *et al.* (2018) encontraron que niveles crecientes de *Leucaena leucocephala* en dietas a base de *Pennisetum purpureum*, reducen de forma lineal las emisiones de metano entérico.

IEPGF resulta de dividir el volumen máximo de producción de gas (Vmax) entre la $DIVMS_{72}$, por lo que una reducción en la Vmax se traduce en menor IEPGF. Al respecto, se ha reportado correlación positiva entre IEPGF y el contenido de fibra detergente ácido (Albores *et al.*, 2018), por lo que, los valores más bajos de IEPGF observados a 42 d de edad de los rebrotes podrían estar asociados con el menor Vmax y contenido de fibra detergente ácido reportados por Sandoval *et al.* (2016) y Santiago *et al.* (2016) para *Leucaena leucocephala* asociada con *Cynodon nlemfuensis* en un sistema silvopastoril. Por otra parte, los valores más bajos de IEPGF y IEPGEI durante la época de secas podría explicarse por una posible mayor concentración de taninos condensados en la leucaena durante esta época y menor cantidad de éstos durante el resto del año (García *et al.*, 2016), ya que los TC tienen capacidad de reducir las poblaciones de protozoarios del rumen, los cuales son responsables de producir hasta 37 % las emisiones de metano entérico (Yañez *et al.*, 2008).

## CONCLUSIONES

El uso de proporciones crecientes de leucaena aumenta la digestibilidad *in vitro* de dietas a base de pasto estrella. Además, el uso de asociaciones de leucaena con pasto estrella podría ayudar a mitigar la producción de gases de efecto invernadero en algunas épocas del año y estados de madurez, principalmente en la época de secas, a los 42 d de edad de los rebrotes.

## LITERATURA CITADA

Albores, M. S. J. A. Alayón-Gamboa, L. A. Miranda-Romero, G. Jiménez-Ferrer, J. C. Ku-Vera, and L. Vargas-Villamil. 2018. Nutritional composition *in vitro* degradation and potential fermentation of tree species grazed by ruminants in secondary vegetation. (Acahual) of deciduous forest. The Journal of Animal & Plant Sciences 28: 1263-1275.

Albores, M. S. J. A. Alayón-Gamboa, L. A. Miranda-Romero, B. Alarcón-Zuñiga, G. Jiménez-Ferrer, J. C. Ku-Vera and A. T. Piñeiro-Vázquez. 2019. Effect of tree foliage supplementation of tropical grass diet on *in vitro* digestibility and fermentation, microbial biomass synthesis and enteric methane production in ruminants. Tropical Animal Health and Production 51: 893-904.

Bayssa, M., T. Negesse and A. Tolera. 2016. Leaf biomass yield, chemical composition, *in vitro* gas and methane production and rumen degradation characteristics of some woody plant species in afar rangeland of north Eastern Ethiopia. Middle-East Journal Scientific Research 24: 1252-1265.

García, F. L., E. D. Bolaños-Aguilar, L. C. Lagunes-Espinoza, J. Ramos-Juárez y M. M. Osorio-Arce. 2016. Concentración de compuestos fenólicos en fabáceas forrajeras tropicales en edad diferente del rebrote. Agrociencia 50: 429-440.

Grossi, G., P. Goglio, A. Vitali and A. G Williams. 2019. Livestock and climate change: impact of livestock on climate and mitigation strategies. Animal Frontiers 9: 69-76.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 1996. Report of the Twelfth Season of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Mexico City, 11-13 of September, 1996.

Menke, H. H. and H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. Animal Research and Development 28: 7-55.

Tirado, E. G., M. L. M. Ramos, R. L. A. Miranda, G. D. N. Tirado, A. Z. M. Salem, V. Mlambo, C. S. E. Medina, R. M. González and P. A. Barababosa. 2018. Potential impacts of dietary Lemna gibba supplements in a simulated ruminal fermentation system and environmental biogas production. Journal of Cleaner Production 181: 555-561.

Miranda, R. L. A., M. P. Vázquez, M. R. Améndola, G. L. Sandoval y O. R. González. 2015. Cuantificación de las fracciones fermentables de alfalfa y tuna por la técnica de producción de gas. *In*: XXIV Congreso de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Puerto Varas, Chile. 575 p.

Pechín, G. H., L. O. Sánchez y S. Cseh. 2006. Evaluación de dos formas de administración (bolos de liberación lenta vs. EDTA Cu inyectable) en la prevención de la deficiencia de cobre en bovinos para carne. Ciencia Veterinaria 8: 5-15.

Piñeiro, A. T., J. R. Canul-Solís, G.O. Jiménez-Ferrer, J. A. Alayón-Gamboa, A. J. Chay-Canul, A.J. Ayala-Burgos, C. F. Aguilar-Pérez and J. C. Ku-Vera. 2018. Effect of condensed tannins from *Leucaena leucocephala* on rumen fermentation, methane production and population of rumen protozoa in heifers fed low-quality forage. Assian-Australasian Journal of Animal Sciences 31: 1738-1746.

Rivera, J. E., I. C. Molina, G. Donneys, G. Villegas, J. Chará y R. Barahona. 2015. Dinámica de fermentación y producción *in vitro* de metano en dietas de sistemas silvopastoriles intensivos

con *L. leucocephala* y sistemas convencionales orientados a la producción de leche. *Livestock* Research for Rural Development 27: 1-15.

Sandoval, G. L., R. L. A. Miranda, B. A. Lara, B. M. Huerta, G. M. Uribe y M. M. Martínez. 2016. Fermentación in vitro y la correlación del contenido nutrimental de leucaena asociada con pasto estrella. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 16: 3185-3196.

Santiago, F. I., B. I. Lara, R. L. A. Miranda, B. M. Huerta, L. Krishnamurthy y G. J. C. Muñoz. 2016. Composición química y mineral de leucaena asociada con pasto estrella durante la estación de lluvias. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 16: 3173-3183.

SAS. 2009. SAS/STAT® User's guide: statistics version 9.2. 2th ed. Cary NC, USA: SAS Institute. Inc.

Theodorous, M. K., B. A. Williams, M. S. Dhanoa, A. B. McAllan and J. France. 1984. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. Animal Feed Science and Technology 48: 185-197.

Yañez, R. D. R., K. J. Hart, G. I. A. Martin, S. Ramos and C. J. Newbold. 2008. Diet composition at weaning affects the rumen microbial population and methane emissions by lambs. Australian Journal of Experimental Agriculture 48: 186-188.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# PARÁMETROS DE FERMENTACIÓN DEL FOLLAJE DE ÁRBOLES TROPICALES DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN, MÉXICO

## [PARAMETERS OF FERMENTATION OF THE FOLIAGE OF TROPICAL TREES OF THE PENINSULA OF YUCATAN, MÉXICO]

**G. González-López[1§], Angel Trinidad Piñeiro-Vázquez[1], Fernando Casanova-Lugo[2], José Roberto Sanginés-García[1], Guillermo Jiménez-Ferrer[3]**

[1]Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Conkal. Avenida Tecnológico S/N. antigua carretera Mérida-Motul. 97345 Yucatán, México. [2]Instituto Tecnológico de la Zona Maya, Carretera Chetumal-Escárcega km. 21.5, Ejido Juan Sarabia, C.P. 77960, Othón P. Blanco, Quintana Roo, México. [3]Division Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carr. Villahermosa-Teapa, km 25, CP 86280. Villahermosa, Tabasco, México. El Colegio de la Frontera Sur unidad San Cristóbal, Chiapas, México. [§]Autor para correspondencia: (lupitag-1213@hotmail.com).

## RESUMEN

El objetivo fue evaluar la cinética de fermentación y volumen fraccionado en 8, 24 y 72 h de cuatro especies arbóreas tropicales consumidas por rumiantes en una vegetación secundaria (*acahual*), ubicados en el municipio de Conkal, Yucatán, México. Los follajes de *Delonix regia*, *Gliricidia sepium*, *Lysiloma latisiliquum* y *Cynodon nlemfuensis* fueron sometidos a la técnica de producción de gas *in vitro*. Las variables de fermentación se analizaron con un diseño de bloques al azar. Se observó que existieron diferencias en los parámetros de fermentación y entre las especies *Gliricidia sepium* y *Cynodon nlemfuensis* , tuvieron el mayor volumen de gas (117.72 y 102.06 mL g-1), tasa de fermentación (0.2584 y 0.0516 h-1), seguidas de *Delonix regia* y *Piscidia piscipula* (97.54 y 93.79) con una tasa de fermentación (0.2637 y 0.0216), además en el volumen fraccional se observó que en las primeras 8 y 24 h de incubación se presentó una mayor fermentación en las especies *G. sepium* y *P. piscipula* mientras que *D. regia* y *C. nlemfuensis* teniendo una menor fermentación (32.90 y 93.76). Por lo tanto, se concluye que las especies de *G. sepium* y *C. nlemfuensis* presentes en la vegetación secundaria (Acahuales), son recursos con un alto potencial en la alimentación para los rumiantes por su alta fermentabilidad en el rumen, asimismo las especies *D. regia* y *P. piscipula* posibles candidatos para mitigar la producción de metano ($CH_4$), por lo tanto, las combinaciones de pasto con arbóreas pueden contribuir para mejora de suministros de los rumiantes.

**Palabras clave:** Fermentación, follajes, gas *in vitro*, volumen acumulado.

## ABSTRACT

The objective was to evaluate the fermentation and volumetric kinetics divided into 8, 24 and 72 hours of four tropical tree species consumed by ruminants. In a secondary vegetation (acahual), located in the municipality of Conkal, Yucatán, Mexico. The foliage of *Delonix regia*, *Gliricidia sepium*, *Lysiloma latisiliquum* and *Cynodon nlemfuensis* were subjected to the in vitro gas production technique. Fermentation variables were analyzed with a randomized block design.and it was observed that there were differences in fermentation parameters and between the species

*Gliricidia sepium* and *Cynodon nlemfuensis*, they had the highest volume of gas (117.72 and 102.06 mL $g^{-1}$), fermentation rate (0.2584 and 0.0516 h-1), followed of *Delonix regia* and *Piscidia piscipula* (97.54 and 93.79) with a fermentation rate (0.2637 and 0.0216), also in the fractional volume it was observed that in the first 8 and 24 h of incubation there was a greater fermentation in *G. sepium* species and *P. piscipula* while *D. regia* and *C. nlemfuensis* having less fermentation (32.90 and 93.76). Therefore, it is concluded that the species of *Gliricidia sepium* and *C. nlemfuensis* present in secondary vegetation (Acahuales), are resources with a high potential in feeding for ruminants due to their high fermentability in the rumen, as well as the species *D. regia* and *P. piscipula* possible candidates to mitigate the production of methane ($CH_4$), therefore, combinations of grass with trees can contribute to the improvement of ruminant supplies.

**Index words:** Accumulated volume, fermentation, foliage, *in vitro* gas.

## INTRODUCCIÓN

Se ha reconocido que la ganadería tiene un papel fundamental en la sobrevivencia de más de 800 millones de pobres en el mundo sociedad (Thornton y Gerber, 2010; Rojas-Downing *et al*., 2017). Sin embargo, la producción animal también contribuye en la degradación de los recursos naturales, la contaminación ambiental y el cambio climático (CC), principalmente por los gases de efecto invernadero (metano, dióxido de carbono y óxido nitroso (Patra y Yu, 2013*).* Los rumiantes son unos de los principales productores del $CH_4$ entérico, diversos estudios mencionan que existe una pérdida de la energía bruta consumida en forma de este gas que oscila entre 2 a 12% (Thornton y Gerber, 2010). En este sentido el follaje de árboles de uso múltiple, *Gliricidia sepium, Piscidia piscipula, Delonix regia*, entre otros, puede contribuir al mejoramiento en la alimentación y fermentación en los rumiantes. Se sabe que en el follaje de muchos árboles forrajeros hay presencia de metabolitos secundarios (Bhatta *et al*., 2015), los cuales tienen la capacidad de mitigar las emisiones de metano entérico en los rumiantes e impactos ambientales y así contribuir al desarrollo de una producción sostenible. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar parámetros de fermentación y volumen fraccionado en 8, 24 y 72 h de cuatro especies arbóreas tropicales consumidas por rumiantes en una vegetación secundaria (*acahual*), ubicado en el municipio de Conkal, Yucatán, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el laboratorio de fisiología digestiva del Instituto Tecnológico de Conkal ubicado 20° 05' N y 89° 32' 0. En el estado de Yucatán.

Material vegetal: Las especies arbóreas tropicales se colectaron en la temporada de seca hojas jóvenes y maduras de *Delonix regia, Gliricidia sepium, Lysiloma latisiliquum* y *Cynodon nlemfuensis*, posteriormente se depositaron en bolsas de papel y se trasladaron al laboratorio de fisiología digestiva para su deshidratación en una estufa a 60 °C hasta peso constante y se molieron con una criba de 1 mm en un molino Tmas-Wiley Mill.

Inóculo: El líquido ruminal se tomó antes de la alimentación de la mañana, se seleccionaron 3 ovinos con peso corporal aproximado de 30 kg, con una dieta 60:40 de concentrado comercial y pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*), el inóculo se depositó en un termo con aislamiento térmico (39 °C) en condiciones anaeróbicas, posteriormente se llevó al laboratorio.

Producción de gas *in vitro*: Se utilizó la técnica de producción de gas *in vitro* de Menke y Steingass (1988) modificado por Theodorou *et al.* (1994). Se usaron frascos color ámbar de 120 ml a los que se les adiciono 0.5 g de sustrato de *Delonix regia, Gliricidia sepium, Lysiloma latisiliquum* y *Cynodon nlemfuensis*, con tres repeticiones cada uno, posteriormente se realizó la preparación de la solución mineral, resazurina y solución reductora y se adicionarán 90 ml del inóculo de rumen previamente filtrado bajo un flujo constante de $CO_2$, una vez llenados a 90 ml de inóculo todos los frascos se cerraron herméticamente con tapones de plásticos y aro de aluminio, el blanco se llenó únicamente de inóculo diluido, esto sirvió para corregir los valores de fermentación. Los frascos se incubaron en baño maría a una temperatura de 39 °C y la presión del gas se registró con un manómetro (1 kg cm-2) a 0:00, 2:00, 4:00, 6:00, 8:00, 12:00, 16:00, 20:00, 24:00, 30:00, 36:00, 42:00, 48:00, 60:00 y 72:00 h de incubación y posteriormente fueron transformados a volumen de gas con la ecuación de regresión lineal V = (P + 0.019) (0.024) -1 (Elmasry *et al.*, 2016), donde V = volumen de gas producido.

Cinética de la fermentación: El volumen máximo (Vm, mL $g^{-1}$), la tasa de fermentación (S, h-1) y la fase de retardo (L, h) de la producción de gas se estimó con el modelo logístico V=Vm/1+e (2-4S (t-L) (Schofield y Pell, 1995), en el programa (SAS).

Análisis estadísticos: Las variables de fermentación (Vm, S, L) se analizaron con un modelo lineal general empleando el paquete estadístico SAS, para un diseño de bloques al azar. Las medias de los tratamientos se compararon mediante comparaciones múltiples de Tukey, se consideraron significativamente diferentes cuando $p < 0.05$.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se muestra en cuadro 1, el mayor volumen de gas en las especies arbóreas tropicales fueron *Gliricidia sepium* y *Cynodon nlemfuensis* (117.72 y 102.06 mL $g^{-1}$), con una tasa de fermentación (0.2584 y 0.0516 h-1), seguidas de *Delonix regia* y *Piscidia piscipula* (97.54 y 93.79) con una tasa de fermentación (0.2637 y 0.0216); además, en el volumen fraccional se observó que en las primeras 8 y 24 h de incubación se presentó una mayor fermentación en las especies *Gliricidia sepium* y *Piscidia piscipula* mientras que *Delonix regia* y *Cynodon nlemfuensis* tuvieron una menor fermentación (32.90 y 93.76). Estos resultados se pueden atribuir al contenido de fibra de las especies arbóreas y el pasto ya que en el tiempo inicial del período de incubación está relacionado con la fermentación de la fracción soluble y fermentable rápida del sustrato (es decir, los carbohidratos solubles) y la síntesis de proteínas microbianas, mientras que la última parte del período de incubación está relacionada con la fermentación de los componentes insolubles, pero potencialmente degradables (Groot *et al.*, 1996; Lagrange *et al*., 2019).

**Cuadro 1.** Parámetros de producción de gas total y sus volúmenes fraccionales de cuatro especies arbóreas tropicales nativas en vegetación secundaria (acahuales) en el experimento de gas *in vitro* en Yucatán, México.

| Especie arbórea | Vm (mL $g^{-1}$) | S (h-1) | L(h) | V8 (mL $g^{-1}$) | V24 (mL $g^{-1}$) | V72 (mL $g^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Delonix regia* | 97.54 | 0.2637 | 67.70 | 32.90 | 9.13 | 80.28 |
| *Gliricidia sepium* | 117.72 | 0.2584 | 10.51 | 145.58 | 124.34 | 233.71 |
| *Cynodon nlemfuensis* | 102.06 | 0.0516 | 11.22 | 93.76 | 110.08 | 260.13 |
| *Piscidia piscipula* | 93.79 | 0.0216 | -0.85 | 122.55 | 99.24 | 99.58 |

Vm= Volumen máximo; S: tasa de fermentación; L: fase de retraso, V8= Volumen de gas 8 hrs (ml $g^{-1}$); V24= Volumen de gas 24 hrs (ml $g^{-1}$); V72= Volumen de gas 72 hrs (ml $g^{-1}$).

## CONCLUSIONES

Los follajes de *Gliricidia sepium* y *Cynodon nlemfuensis* pueden tener un potencial en la alimentación de rumiantes ya que son rápidamente fermentables; asímismo, los follajes de *Piscidia piscipula* y *Delonix regia* podrían ser candidatas para para mitigar la producción de metano ($CH_4$) debido a la menor producción de gas obtenida. Por lo tanto, las combinaciones de estos materiales vegetales con pastos podrían tener un alto potencial en la alimentación para los rumiantes.

Conflicto de interés: No existe conflicto de interés.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Tecnológico Nacional de México por el financiamiento otorgado al proyecto "Efecto de los taninos condensados y saponinas sobre la microbiología y producción del metano y dióxido de carbono ruminal en condiciones in vitro e in vivo. Clave 6059.19-P".

## LITERATURA CITADA

Bhatta, R., M. Saravanan, L. Baruah and K. T. Sampath. 2015. Nutrient content, *in vitro* ruminal fermentation characteristics and methane reduction potential of tropical tannin-containing leaves. J Sci Food Agric. 1-7.

Elmasry, A. M. A., G. D. Mendoza, L. A. Miranda, G. Vázquez, A. Z. M. Salem and P. A. Hernández. 2016. Effects of types and doses of yeast on gas production and in vitro digestibility of diets containing maize (*Zea mays*) and lucerne (*Medicago sativa*) or oat hay. S. Afr. Anim. Scien. 46(4): 391-397.

Groot, J. C. J, J. W. Cone, B. A. Williams, F. M. A. Debersaques and E. A. Lantinga. 1996. Multiphasic analysis of gas production kinetics for in vitro fermentation of ruminant feeds. Anim. Feed Sci. Technol. 64: 77-89.

Lagrange, S., S. Lobón and J. J. Villalba. 2019. Gas production kinetics and in vitro degradability of tannincontaining legumes alfalfa and their mixtures. Anim.Feed Sci. 253: 56-64.

Menke, K. H. and H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. Animal Research Development 28: 7-55.

Patra, K. A. and Z. Yu. 2013. Effective reduction of enteric methane production by a combination of nitrate and saponin without adverse effect on feed degradability, fermentation, or bacterial and archaeal communities of the rumen. Bioresource Technology 148: 352-360.

Rojas-Downing, M. M., N. A. Pouyan, T. Harrigan and S. A. Woznicki. 2017. Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. Climate Risk Management (16): 145-163.

Schofield, P. and A. N. Pell. 1995. Measurement and kinetic analysis of the neutral detergent soluble carbohydrate fraction of legumes and grasses. J. Anim. Sci. 73(11): 3455-3463.

Theodorou, M. K., B. A. Williams, M. S. Dhanoa and A. B. McAllan. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. Anim Feed Sci Technol 48: 185-197.

Thornton, P. K. and P. J. Gerber. 2010. Climate change and the growth of the livestock sector in developing countries. Mitig Adapt Strateg Glob Change (15): 169-184.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CINÉTICA DE FERMENTACIÓN Y PRODUCCIÓN DE GAS *in vitro* DE ARBÓREAS TROPICALES DE LA SELVA BAJA CADUCIFOLIA

## [FERMENTATION KINETICS AND *in vitro* GAS PRODUCTION OF TROPICAL TREES OF THE LOW DECIDUOUS FOREST]

**G. González-López[1], Angel Trinidad Piñeiro-Vázquez[1], Fernando Casanova-Lugo[2], Alfonso Juventino Chay-Canul[3], José Roberto Sanginés-García[1], Edgar Aguilar-Urquizo[1], Guillermo Jiménez Ferrer[4§]**

[1]Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Conkal. Avenida Tecnológico S/N. antigua carretera Mérida-Motul. 97345 Yucatán, México. [2]Instituto Tecnológico de la Zona Maya, Carretera Chetumal-Escárcega km. 21.5, Ejido Juan Sarabia, C.P. 77960, Othón P. Blanco, Quintana Roo, México. [3]Division Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carr. Villahermosa-Teapa, km 25, CP 86280. Villahermosa, Tabasco, México. [4]El Colegio de la Frontera Sur unidad San Cristóbal, Chiapas, México. [§]Autor para correspondencia:( pineiroiamc@gmail.com).

## RESUMEN

El objetivo fue evaluar la degradación *in vitro* y la cinética de fermentación de especies arbóreas consumidas por rumiantes. La investigación se realizó en una vegetación secundaria (*acahual*) ubicados en el municipio de Conkal, Yucatán, México. Se utilizaron los follajes de 8 especies arbóreas que fueron sometidas a fermentación *in vitro*. Las variables de fermentación se analizaron con un diseño de bloques al azar. Se observó diferencias en los parámetros de fermentación y digestibilidad entre las especies. *B. alicastrum, G. ulmifolia y A. pennatula* siendo las que tuvieron el mayor volumen de gas (167.70, 103.40 y 81.06 mL g $MS^{-1}$), tasa de fermentación (0.1211, 0.0515 y 0.0431 $h^{-1}$) y la mayor DIVMS (82.33, 59.43, 47.53 %). Seguidas por *L. latisiliquum*, *B. simaruba* y *A. gaumeri* (77.46, 75.48 y 72.73 mL g $MS^{-1}$) y una DIVMS (43.70, 42.46 y 45.93%) y por último con menor producción de gas total fueron *G. floribundum y H. albicans* con (42.15 y 57.00) y una menor DIVMS (29.10 y 35.83 %). Por lo tanto, se concluye que las especies presentes en la selva baja caducifolia son recursos con un alto potencial en la alimentación de rumiantes.

**Palabras clave:** Gases de efecto invernadero, metabolitos secundarios, vegetación.

## ABSTRACT

The objective was to evaluate the *in vitro* degradation and fermentation kinetics of tree species consumed by ruminants. In a secondary vegetation (acahual) located in the municipality of Conkal, Yucatán, Mexico. The foliage's of 8 arboreal species that were subjected to in vitro fermentation were used. The fermentation variables were analyzed with a completely randomized block. Differences were observed in fermentation and digestibility parameters between the species. *B. alicastrum,* A. pennatula being ulmifolia and which had the largest volume of gas (167.70, 103.40- and 81.06-mL g $MS^{-1}$), fermentation rate (0.1211, 0.0515 and 0.0431 h-1) and most IVDMD (82.33, 59.43, 47.53%). Followed by *L. latisiliquu, B. simaruba* and *A. gaumeri* (77.46, 75.48 and 72.73 mL g $MS^{-1}$) and IVDMD (43.70, 42.46 and 45.93%) and finally with lower total gas

production were *G. floribundum* and *H. albicans* (42.15 and 57.00) and a lower IVDMD (29.10 and 35.83%). Therefore, it is concluded that the species present in low deciduous forest are resources with high potential in the diet.

**Index words:** Greenhouse gases, secondary metabolites, vegetation.

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial el sector ganadero y en especial los rumiantes contribuyen con el 18 % del total de gases de efecto invernadero (GEI), principalmente por las emisiones de dióxido de carbono ($CO_2$) y metano ($CH_4$); este último, con un potencial de calentamiento de 21 a 25 veces superior al dióxido de carbono, lo que lo convierte en un importante contribuyente al cambio climático (Patra y Yu, 2013*).* Adicionalmente, los rumiantes representan una pérdida de energía consumida que oscila entre el 2 y 14%; dicha energía podría estar disponible para el crecimiento o para la producción, asimismo la producción de $CH_4$ está influenciada por diversos factores entre los cuales está el consumo, composición de la dieta, digestibilidad del alimento entre otras (Benchaar *et al*., 2008). En este sentido, se han buscado alternativas de mitigación del $CH_4$, los usos de especies arbóreas tropicales muestran ventajas nutricionales y ambientales (Patra y Yu , 2017). En el trópico hay especies de árboles que producen gran cantidad de forrajes de buena calidad, con alto contenido en proteína y minerales (Phesatcha y Wanapat, 2016; Melesse *et al*., 2017). Asimismo, contienen una gama de metabolitos secundarios principalmente taninos condensados, taninos hidrolizables, y saponinas entre otros. Diversos autores indican que los taninos condensados, saponinas, cumarinas, polifenoles, mimosina, aceites esenciales, entre otros, tienen la capacidad de reducir la cantidad de $CH_4$ emitido a la atmosfera y modificar los patrones de fermentación ruminal y consorcios bacterianos debido a sus diferentes mecanismos de acción sobre los microorganismos (Bhatta *et al*., 2015). Asimismo, la técnica de gas *in vitro* puede ser una opción viable para caracterizar el potencial de emisiones de los alimentos y restaurar las formas de alimentación en los rumiantes. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar la degradación *in vitro* y la cinética de fermentación de 8 especies arbóreas tropicales sobre la fermentación ruminal y reducir las emisiones de $CH_4$ desde un punto de vista tanto ambiental como productivo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la Posta Zootécnica del Instituto Tecnológico de Conkal, localizada en el km 3.2 de la carretera Chablekal-Conkal, ubicado en el Centro-Noreste del estado de Yucatán, México. El clima de la región es de tipo AW0 (según Köppen, modificado por García, 1973), considerado como cálido subhúmedo, con una precipitación pluvial media anual de 984.4 mm y una temperatura media anual de 26.8 °C (http://smn.conagua.gob.mx).

Material vegetal: Las especies arbóreas tropicales se colectaron en la temporada de seca, las cuales fueron hojas jóvenes de *Acacia gaumeri, Acacia pennatula, Brosimum alicastrum, Bursera simaruba, Guazuma ulmifolia, Gymnopodium floribundum, Havarnia albicans* y *Lysiloma latisiliquum*. Posteriormente, se depositaron en bolsas de papel y se trasladaron al laboratorio de

fisiología digestiva para su deshidratación a 60 °C hasta peso constante en una estufa de aire forzado y se molieron con una criba de 1 mm en un molino Tomas-Wiley Mill para su análisis químico.

Inóculo ruminal: El líquido ruminal se tomó antes de la alimentación para lo cual se seleccionaron 4 ovinos con peso corporal aproximado 30 kg, con una dieta 60:40 de concentrado comercial y pasto estrella (C*ynodon nlemfuensis*) con 16% de proteína cruda. El inoculo se depositó en un termo con aislamiento térmico (39 °C) en condiciones anaeróbicas, posteriormente se llevado al laboratorio.

Producción de gas *in vitro:* Se empleó la técnica de producción de gas *in vitro* de Menke y Steingass (1988) modificado por Theodorou (1994). Se usaron frascos color ámbar de 120 ml a los que se les adiciono 0.5 g de sustrato de *Acacia gaumeri, Acacia pennatula, Brosimum alicastrum, Bursera simaruba, Guazuma ulmifolia, Gymnopodium floribundum, Havarnia albicans* y *Lysiloma latisiliquum* con tres repeticiones cada uno y dos bloques, posteriormente se realizó la preparación de la solución mineral, resazurina y solución reductora y se adicionó 90 ml del inóculo de rumen previamente filtrado bajo un flujo constante de $CO_2$. Una vez llenados a 90 ml de inoculo todos los frascos se cerraron herméticamente con tapones de plásticos y arillo de aluminio, el blanco se llenó únicamente de inóculo diluido para corregir los valores de fermentación. Los frascos se incubaron en baño maría a una temperatura de 39 °C y la presión del gas se registró con un manómetro (1 kg $cm^{-2}$) a 0:00, 2:00, 4:00, 6:00, 8:00, 12:00, 16:00, 20:00, 24:00, 30:00, 36:00, 42:00, 48:00, 60:00 y 72:00 h de incubación y posteriormente fueron transformados a volumen de gas con la ecuación de regresión lineal V = (P + 0.019) (0.024) -1 (Elmasry *et al*., 2016), donde V = volumen de gas producido.

Digestibilidad *in vitro* de la materia seca: Al concluir el período de incubación (72 h) se recuperó el residuo de la fermentación mediante el filtrado y secado del material a 60 °C por 48 h, se estimó la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), tomando en cuenta el peso de la MS inicial y la final obtenida a 72 h después de iniciada la fermentación utilizando la siguiente fórmula:

$$\%\boldsymbol{DIVMS} = (\boldsymbol{PI}-\boldsymbol{PF})\ /\boldsymbol{PI})) * \mathbf{100}$$

Donde:

**% *DIVMS***= porcentaje de digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

**PI=** peso inicial de la materia seca incubada en gramos**.**

**PF**= peso final de la materia seca incubada en gramos.

Cinética de la fermentación: El volumen máximo (Vm; mL g de $MS^{-1}$), la tasa de fermentación (S; $h^{-1}$) y la fase de retardo (L; h) de la producción de gas se estimó con el modelo logístico V=Vm/1+e (2-4S (t-L) (Schofield y Pell, 1995), en el programa (SAS, 2010).

Análisis estadísticos: Las variables de fermentación (Vm, S, L, DIVMS) se analizaron con un modelo lineal general empleando el paquete estadístico (SAS, 2010) para un diseño de bloques al

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

azar. Las medias de los tratamientos se compararon mediante comparaciones múltiples de Tukey, se consideraron diferencias cuando $p < 0.05$.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se expresa de manera general la producción de gas total a las 72 h de fermentación y el comportamiento de cada especie arbórea. Asimismo, en el cuadro 1 se muestran los parámetros de volumen máximo (Vm) de producción de gas, la tasa de fermentación (S, $h^{-1}$) y la fase de retraso (L, h). La mayor fermentación en (Vm) se observó en las especies; *Brosimun alicastrum, Guásuma ulmifolia* y *Acacia pennatula* observando un mayor volumen de gas (167.70, 103.40 y 81.06 mL g de MS), tasa de fermentación (0.1211, 0.0515 y 0.0431 $h^{-1}$) y la mayor DIVMS (82.33, 59.43, 47.53%). Se podría relacionar con la mayor digestión de la materia seca presentes en los follajes (Cuadro 1), la cual ocasionó un lento inicio de la fermentación (L; 0.2303 a 2.1140 h). En este estudio las especies arbóreas con menor producción de gas total fueron, G. *floribundum y H. albicans* con (42.15 y 57.00 mL g de $MS^{-1}$) y una menor DIVMS (29.10 y 35.83 %) como se observa en el cuadro1.

Por su parte, Ortiz-colín *et al*. (2019) quien evaluó 20 especies arbóreas presentando una correlación de DIVMS con Vm donde (Coeficiente de correlación = 0.7747; R2 = 0.6002), muestra que el volumen máximo producido a las 72 horas de incubación puede predecir la DIVMS. De manera que se asemeja a nuestros resultados ya que el volumen de gas aumentaba de acuerdo a la materia seca. Según Groot *et al*. (1996), el tiempo inicial del período de incubación está relacionado con la fermentación de la fracción soluble y fermentable rápida del sustrato (es decir, los carbohidratos solubles) y la síntesis de proteínas microbianas, mientras que la última parte del período de incubación está relacionada con la fermentación de los componentes insolubles, como la fracción fibra detergente neutra (FDN),esta compuestas por hemicelulosa, celulosa y lignina representando toda la parte fibrosa del forraje, por lo que hay un menor consumo del alimento.

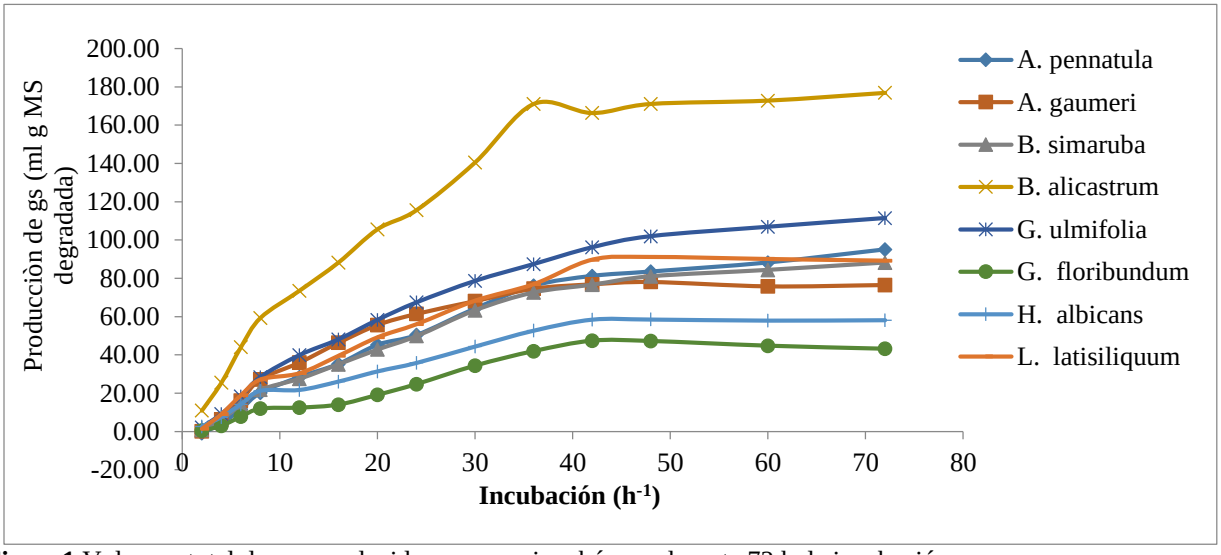



**Figura1.**Volumen total de gas producido por especie arbóreas, durante 72 h de incubación.

**Cuadro 1.** Parámetros de la cinética de producción de gas *in vitro* y digestibilidad de especies arbóreas tropicales nativas en vegetación secundaria (acahuales**).**

| Especie arbórea | Vm (mL $g^{-1}$) | S ($h^{-1}$) | L(h) | DIVMS |
|---|---|---|---|---|
| *Gymnopodium floribundum* | 42.15 | 0.04317 | 8.572 | 29.100 |
| *Havarnia albicans* | 57.00 | 0.04178 | 1.163 | 35.833 |
| *Acacia gaumeri* | 72.73 | 0.05153 | 4.863 | 45.933 |
| *Bursera simaruba* | 75.48 | 0.12113 | 4.973 | 42.467 |
| *Lysiloma latisiliquum* | 77.40 | 0.04030 | 2.156 | 43.700 |
| *Acacia pennatula* | 81.06 | 0.03578 | 5.630 | 47.533 |
| *Guazuma ulmifolia* | 103.40 | 0.03617 | 2.745 | 59.433 |
| *Brosimum alicastrum* | 167.70 | 0.03610 | 0.593 | 82.333 |

Vm= Volumen máximo; S: tasa de fermentación; L: fase de retraso % DIVMS= digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

## CONCLUSIONES

Las especies arbóreas tropicales, *Gymnopodium Floribundum, Havardia albicans* y *Lysiloma latisiliquum* podrían tener un papel importante en las estrategias de mitigación de gases de efecto invernadero, debido a la menor producción de gas por unidad de materia seca fermentable.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Tecnológico Nacional de México por el financiamiento otorgado al proyecto "Efecto de los taninos condensados y saponinas sobre la microbiología y produccion del metano y dióxido de carbono ruminal en condiciones *in vitro* e *in vivo*. Clave 6059.19-P"

## LITERATURA CITADA

Benchaar, C. S., A. V. Calsamiglia, G. R. Chaves, D. Fraser, T. A. Colombatto and McAlliste. 2008. A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. Animal Feed Science. Technology 145: 209-228.

Bhatta, R., M. Saravanan, L. Baruah and K. T. Sampath. 2015. Nutrient content, *in vitro* ruminal fermentation characteristics and methane reduction potential of tropical tannin-containing leaves. Journal Science Food and Agriculture 1-7.

Elmasry, A. M. A. *et al.* 2016. Effects of types and doses of yeast on gas production and in vitro digestibility of diets containing maize (*Zea mays*) and lucerne (*Medicago sativa*) or oat hay. S. Afr. Anim. Scien. 46(4): 391-397.

García, E. 1973. Modifications to the Climate Classification System of Köppen, 2nd ed. Institute of Geography, National Autonomous University of Mexico, México City, (in Spanish).

Groot, J. C. J., J. W. Cone, B. A. Williams, F. M. A. Debersaques and E. A. Lantinga. 1996. Multiphasic analysis of gas production kinetics for in vitro fermentation of ruminant feeds. Animal Feed Science Technology 64: 77-89.

Melesse, A., H. Steingass, M. Schollenberger, J. Holstein and M. Rodehutscord. 2017. Nutrient compositions and *in vitro* methane production profiles of leaves and whole pods of twelve tropical multipurpose tree species cultivated in Ethiopia. Agroforestry Systems 91: 1-13.

Menke, K. H. and H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. Animal Research Development 28: 7-55

Ortiz-Colín, P., S. Albores-Moreno y J. A. Alayon-Gamboa. 2019. Candelaria-Martínez B., Miranda-Romero L. A., *et al.* Cinética de degradación *in vitro* y digestibilidad de veinte especies arbóreas forrajeras de acahuales de selva baja caducifolia. 9: 440-446.

Patra, K. A. and Z. Yu. 2013. Effective reduction of enteric methane production by a combination of nitrate and saponin without adverse effect on feed degradability, fermentation, or bacterial and archaeal communities of the rumen. Bioresource Technology 148: 352-360.

Patra, A., T. Park, M. Kim and Z. Yu. 2017. Rumen methanogens and mitigation of methane emission by anti-methanogenic compounds and substances. Journal of Animal Science and Biotechnology 8: 1-18.

Phesatcha, K. and M. Wanapat. 2016. Tropical legume supplementation influences microbial protein synthesis and rumen ecology. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition 101: 552-562.

Theodorou, M. K. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. Anim Feed Sci Technol 48: 185-197.

Schofield, P. and A. N. Pell. 1995. Measurement and kinetic analysis of the neutral detergent soluble carbohydrate fraction of legumes and grasses. J. Anim. Sci. 73(11): 3455-3463.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DE EXTRACTO DE TANINOS CONDENSADOS *in vitro* EN HUEVOS DE NEMATODOS GASTROINTESTINALES DE OVINOS

# [EFFECT OF EXTRACT OF CONDENSED TANNINS *in vitro* IN EGGS OF GASTROINTESTINAL NEMATODOS DE OVINOS]

**Ricardo Martínez-Martínez[1§], Ricardo Vicente-Pérez[1], Enrique Octavio García-Flores[1], Pedro Fabián Grifaldo-Alcántara[1], Haidel Vargas-Madriz[1], José de Jesús Pérez-Bautista[2], Ramón Soriano-Robles[3], Florencia García-Alonso[4]**

[1]Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa Sur. Departamento de Producción Agrícola. Av. Independencia Nacional 151 CP 48900 Autlán de Navarro, Jalisco. [2]Universidad Politécnica de Huejutla, Municipio de Huejutla, Hidalgo. [3]Universidad Autónoma Metropolitana, Avenida San Rafael Atlixco 186, Colonia Vicentina, 09340 Iztapalapa, CDMX. [4]Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense. Carr. Huejutla-Chalahuiyapa S/N, Col. Tepoxteco, 43000 Huejutla de Reyes, Hidalgo. [§]Autor para correspondencia: (marmarric@hotmail.com).

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar *in vitro* el efecto antiparasitario de un extracto comercial de taninos condensados (TC) SilvaFeed®, en la eclosión de huevos de nematodos gastrointestinales del género S*trongylida* de ovinos. Los tratamientos fueron; A (125 mg $mL^{-1}$), B (250 mg $mL^{-1}$), C (500 mg $mL^{-1}$), D (testigo solución buffer de fosfato, PBS) sin antihelmíntico. Los datos obtenidos en el conteo de huevos, se analizaron con una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, y prueba de Tukey utilizando SAS. Los resultados para actividad ovicida mostraron que el mejor tratamiento fue el C con un 74% de eficiencia, en tanto que en el testigo todos los huevos eclosionaron. En el resto de los tratamientos con extracto de TC, los huevos eclosionaron a larvas, pero inmediatamente después murieron. Se concluye que el tratamiento C (500 mg $mL^{-1}$ de TC de SilvaFeed®) es efectiva para evitar la eclosión de huevos de NGI, por lo cual es una alternativa para ser usado como antihelmíntico en ovinos.

**Palabras clave:** Actividad ovicida, compuesto secundario, eclosión, huevos de NGI.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate in vitro the antiparasitic effect of a commercial extract of condensed tannins (TC) SilvaFeed®, in the hatching of eggs of gastrointestinal nematodes of the genus Strongylida of sheep. The treatments were; A (125 mg mL-1), B (250 mg mL-1), C (500 mg mL-1), D (control phosphate buffer solution, PBS) without anthelmintic. The data obtained in the egg count were analyzed with a nonparametric test of Kruskal-Wallis, and Tukey test using the SAS statistical package. The results for ovicidal activity showed that the best treatment was C with a 74% efficiency, while in the control all the eggs hatched. In the rest of the treatments with TC extract, the eggs hatched to larvae but immediately afterwards they died. It is concluded that treatment C (500 mg mL-1 of TC of SilvaFeed®) is effective to avoid the hatching of eggs of NGI, reason why it is an alternative to be used as anthelmintic in sheep.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

**Index words**: Hatching, NGI eggs, ovicidal activity, secondary Compound.

## INTRODUCCIÓN

En México los sistemas de producción animal de pequeños rumiantes (ovinos y cabras) enfrentan varias problemáticas entre ellas de salud, siendo los más comunes las causados por los nematodos gastrointestinales (NGI), lo que ocasiona una reducción de la ganancia de peso del animal que se refleja en una menor producción de carne o leche y en el peor de los casos pueden causar la muerte hasta del 50% de los animales, ocasionando grandes pérdidas económicas para los productores (Cutulle *et al.,* 2001). Una mala dosificación del antiparasitario provoca que los NGI se vuelvan resistentes, elevándose los costos del control de las parasitosis (Torres-Acosta *et al*., 2012). Cerca del 70% de los nematodos gastrointestinales han adquirido resistencia a los fármacos químicos antihelmínticos comerciales en nuestro país, por lo cual se buscan otros productos para desparasitar y/o controlar a los NGI (FAO, 2003; Kaplan, 2004). Se sabe que los TC tienen efectos benéficos en los ovinos como en la nutrición, sin embargo, existen poca información utilizando los extractos de los TC *in vitro* por lo cual aún no queda claro su efecto en cuanto al control de los NGI en rumiantes.

Los estudios *in vitro* nos permiten evaluar el efecto que tienen los antihelmínticos en los huevos de los NGI, por lo cual se puede usar para evaluar el uso de compuestos secundarios de plantas con propiedades antihelmínticas, principalmente taninos condensados (TC), así como utilizar extractos comerciales de TC para reducir esta problemática (Rojas *et al*., 2006). Así los extractos de TC comerciales se pueden usar como un eficaz antihelmíntico. Para evaluar la eficiencia de estos compuestos secundarios se realizan por lo general pruebas *in vitro* como la de eclosión de huevos de nematodos gastrointestinales (Le, 1976; Drench, 1996). Por tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto antihelmíntico del extracto comercial de taninos de SilvaFeed® en huevos de nematodos gastrointestinales de ovinos *in vitro*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el laboratorio de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicada en Ciudad Universitaria, Coyoacán, Distrito Federal.

Prueba *in vitro* de eclosión de huevos de nematodos: Obtención de los huevos los huevos de NGI (*estrongílidos*) que se usaron para esta prueba, se obtuvieron de heces de ovinos de pelo, para lo cual se colectaron 15 g de heces directamente del recto del animal. Para estar seguros que las muestras eran positiva a NGI, se realizó la técnica de flotación y de McMaster (Hendrix y Robinson, 2006). Para el análisis de eclosión de huevos de NGI en presencia de taninos condensados, se aislaron los huevos necesarios de la materia fecal de los ovinos muestreados. El diseño experimental usado para esta prueba fue completamente al azar con 15 repeticiones por tratamiento. Los tratamientos fueron: T1) testigo solución buffer de fosfato (PBS) sin TC, T2) PBS + concentración de 125 mg $mL^{-1}$ de extracto de TC (SilvaFeed®), T3) PBS + concentración de 250

mg $mL^{-1}$ de extracto de TC (SilvaFeed®) y T4) PBS + concentración de 500 mg $mL^{-1}$ de extracto de TC (SilvaFeed®).

Para determinar la eclosión de los huevos de los NGI se utilizó una caja de cultivo celular con 75 pocillos marca Nunc, se depositaron aproximadamente 100 huevos de NGI en cada pozo con una micropipeta más las concentraciones de extracto de TC propuestas (Figura 1). Posteriormente los huevos sin eclosionar se incubaron en una estufa durante 24 h a una temperatura de 37°C y humedad relativa de 85% (Le *et al*., 1976; Campos, 1991; Marie-Magdeline, *et al*., 2010). Transcurrido el tiempo señalado, los pocillos con los huevos se observaron al microscopio compuesto (10X), determinando así la eclosión de los huevos y el efecto antihelmíntico de los tratamientos evaluados. (Ibarra, 2011). Todos los procedimientos se realizaron en condiciones asépticas utilizando una campana de flujo laminar. (Vercruysse *et al*, 2004). Finalmente se determinaron los porcentajes de huevos que eclosionaron.

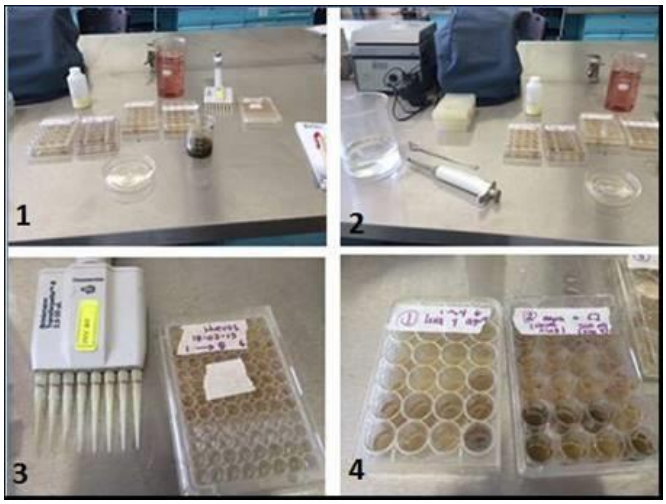



**Figura 1.** Prueba de eclosión de huevos de nematodos gastrointestinales de ovinos.

Para calcular la eficiencia de las diferentes dosis del extracto de taninos condesados se empleó la siguiente formula (Álvarez *et al*., 2007).

$$\% \text{ Eficiencia} = [(c\text{-}T/C)*100]$$

Dónde:

C= Promedio o porcentaje del grupo control.

T= Promedio o porcentaje del grupo tratado

Análisis estadístico: Para el análisis de los datos obtenidos en el conteo de huevos, se realizó una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, usando PROC NPAR1WAY WILCOXON de SAS (2002) y se realizaron las comparaciones entre medias usando la prueba de Tukey.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Prueba de eclosión de huevos

Se observó que las diferentes concentraciones de TC evaluadas redujeron la eclosión, se encontraron diferencias entre éstos en la eclosión de huevos de NGI (Cuadro 1).

**Cuadro1.** Eclosión de huevos de NGI a larvas de ovinos, con diferentes concentraciones de TC.

| Variable | Tratamiento | | | | EEM | P |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | PBS (testigo) | PBS + TC 125 mg $mL^{1}$ | PBS + TC 250 mg $mL^{-1}$ | PBS + TC 500 mg $mL^{-1}$ | | |
| No. huevos iniciales | 100 | 100 | 100 | 100 | | |
| No. huevos eclosionados | $68^{a}$ | $53^{b}$ | $38^{c}$ | $23^{d}$ | 1.03 | < 0.0001 |

No. número de huevos. TC= taninos condensados. PBS= solución buffer de fosfato. EEM= error estándar de la media. $^{a,b,c,d,}$ = diferente literal en la misma fila muestran diferencias ($p < 0.05$).

La mayor concentración de extracto de TC tuvo una acción antiparasitaria del 74% ($p < 0.05$), (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Media aritmética y eficiencia de los diferentes niveles de concentración de TC en huevos de ovinos.

| Tratamientos | Huevos eclosionados | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Promedio (%) | DE | Mediana | Eficiencia (%) |
| PBS (testigo negativo) | 94.6 | 1.88 | 95 | 0 |
| PBS + TC 125 mg $mL^{-1}$ | 76.75 | 2.96 | 77 | 19 |
| PBS + TC 250 mg $mL^{-1}$ | 47.93 | 4.06 | 48 | 49 |
| PBS + TC 500 mg $mL^{-1}$ | 24.60 | 4.93 | 26 | 74 |

TC= taninos condensados; PBS= solución buffer de fosfato; DE= desviación estándar.

Se han reportado avances en las investigaciones sobre plantas medicinales en enfermedades causadas por NGI, con el uso de compuestos naturales secundarios que contienen estas plantas como son los TC, alcaloides, flavonoides y saponinas (Quesada *et al.*, 2009).La eclosión de huevos a larvas en este estudio, tuvo una eficiencia fue de 74% con la concentración de 500 mg $mL^{-1}$ de taninos condensados, lo que coincide con otros investigadores (Moreno *et al*., 2010; Alemán *et al.*, 2011; Barrabí-Puerta y Arece-García, 2013).

En este estudio el testigo (PBS) fue quien presentó la mayor eclosión de huevos con 94.6%, sin embargo, la concentración de 500 mg $mL^{-1}$ usada fue la mejor como ya se mencionó con una eficiencia de 75%, esto fue similar a lo encontrado por Arce *et al.* (2012), quienes observaron eficacia antihelmíntica del 96.68% con extracto de TC de *Dichrostachys cinérea* (L.) Wight & Arn., en la eclosión de huevos.

Cuando se usaron 500 mg $mL^{-1}$ de taninos condensados en el presente estudio, la eclosión de huevos de NGI fue de 23%, porcentaje similar al obtenido por Barrabí-PuertaI y Arce-García (2013), quienes observaron eclosión de huevos de 35%, esto quiere decir que los extractos de

taninos condensados de SilvaFeed® y de Neem tienen una eficiencia de 75% y 65% respectivamente. Martínez-Ortíz *et al*. (2010) y Minho y *et al*. (2008) encontraron que fuentes de extractos de TC reducen la carga parasitaria y por consecuencia la reducción de eclosión de huevos de NGI en ovinos.

No solamente los taninos condensados como compuestos secundarios de algunos vegetales tienen capacidad antihelmíntica, otros compuestos secundarios también tienen esta propiedad, como son los aceites esenciales de plantas que contienen timol, carvacrol, eugenol y linalol presentes en *Satureja brevicalys, Thymus vulgaris y Oreganum vulgare*. Las lectinas que se encuentran principalmente en *Ricinus comunis*, y canavalía (*Canavalia ensiformis*), así como alcaloides, glicósidos, flavonoides, esteroides, terpenoides, saponinas, que tienen la capacidad de reducir la eclosión y el desarrollo de larvas hasta en 40%, por lo cual pueden ser otra alternativa para reducir la parasitosis por NGI (Nery *et al.*, 2010; Waterman *et al*., 2010; Ríos-de Álvarez *et al.*, 2012; Katiki *et al*., 2013).

## CONCLUSIONES

La concentración de 500 mg $ml^{-1}$ de extracto de taninos condensados de SilvaFeed® es eficiente (75%) para impedir la eclosión de NGI en ovinos, pudiendo utilizarse como una alternativa al uso de antihelmínticos comerciales. Sin embargo, es importante también conocer la duración del efecto de los taninos condensados como antiparasitarios hasta cuándo los NGI adquieren resistencia a éstos. Por lo cual se deben hacer pruebas *in vivo* para determinar el efecto antiparasitario usando TC.

## AGRADECIMIENTOS

Universidad Nacional Autónoma de México en especial Laboratorio de parasitología de la Facultad de Veterinaria y Zootecnia por todas las facilidades otorgadas para realizar las pruebas *in vitro*.

## LITERATURA CITADA

Alemán, Y., L. M. Sánchez, T. Pérez, Y. Rodríguez, J. L. Olivares y J. G. Rodríguez. 2011. Actividad larvicida de extractos de *Rhizophora mangle* L. contra estrongílidos gastrointestinales de ovinos. Rev. Salud Anim. 33: 111-115.

Álvarez, C. V., G. Hernández y R. WingChing. 2007. Eficacia de aserrines para inhibir el desarrollo *in vitro* de larvas de parásitos gastrointestinales de ovinos. Agron. Costarricense ISSN: 0377-9424. 31: 71-75.

Arece, J., Y. Roche, Y. López y M. Molina. 2012. Efecto *in vitro* del extracto acuoso de *Dichrostachys cinérea* (L.) Wight & Arn. en el desarrollo de las fases exógenas de estrongílidos gastrointestinales de ovinos. Pastos y Forrajes 35: 301-310.

Barrabí-Puerta, M. y J. Arece-García. 2013. Actividad antihelmíntica *in vitro* de extracto acuoso de hojas y semillas de Neem (*Azadirachta indica* A. Juss). I. Inhibición de la eclosión de huevos y del desarrollo larvario. Rev. Salud Anim. 35: 103-108.

Campos, R. R. 1991. Diagnóstico y control de nematodos resistentes a los antihelmínticos en; Diagnóstico y control de parásitos de animales y el hombre. Edit. Pr Quiroz, R.H. UNAM, 506-527.

Cutulle, C., C. Eddi, J. Caracostantogolo, Z. R. Castaño y J. Schapiro. 2001. Métodos *in vitro* para el diagnóstico de resistencia antihelmíntica. Vet. Arg. 157: 514-521.

Drench, R. 1996. A larval development assay for the detection of anthelmintic resistance. Standard operating procedures. A produt of CSIRO Res. Horizon Tech. Pty. Limited. 29. p.

FAO. 2003. Resistencia a los antiparasitarios. Dirección de producción y sanidad animal de la FAO. Roma. 51 p.

Hendrix, C. M. and E. Robinson. 2006. Diagnostic parasitology for veterinary technians. Mosby Elservier, Saint Louis, Missouri, pp. 236-237.

Ibarra, V. F., C. J. A. Figueroa y R. H. Quiroz. 2011. Parasitología veterinaria volumen II. Helmintos. Editorial Color S.A de C.V. 126 p.

Kaplan, R. M. 2004. Drug resistance in nematodes of veterinary importance: a status report. Trends. Parasitol. 20: 476-481.

Katiki, M. L., F. S. G. Ferreira, M. J. González, M. A. Zajac, S. D. Lindsay, S. A. C. Chagas and F. T. A. Amarante. 2013. Anthelmintic effect of plant extracts containing condensed and hydrolyzable tannins on *Caenorhabditis elegans*, and their antioxidant capacity. Vet. Parasitol. 192: 218-227.

Le, J. L. F., W. H. Southcott and J. H. Dash. 1976. Resistance of selected lines of Haemonchus contortus to thiabendazole, morantel and levamisole. Int. J. Parasitol. 6: 217.

Marie-Magdeleine, C., M. Mahieu, L. Philibert, P. Despois and H. Archimède. 2010. Effect of cassava (*Manihot esculenta*) foliage on nutrition, parasite infection and growth of lambs. Small. Ruminant. Res. 93: 11-18.

Martínez-Ortíz de Montellano, C., J. J. Vargas-Magaña, H. Canul-Ku, R. Miranda-Soberanis, C. Capetillo-Leal, C. Sandoval-Castro, H. Hoste and J. Torres-Acosta. 2010. Effect of a tropical tannin-rich plant lysilomalatisiliquum on adult populations of Haemonchuscontortus in sheep. Vet Parasitology 172: 283-290.

Minho, A. P., I. C. S. Bueno, H. Louvandini, F. Jackson, S. M. Gennari and A. L. Abdalla. 2008. Effect of Acacia molissima tannin extract on the control of gastrointestinal parasites in sheep. Animal Feed Science Technology 174: 172-181.

Moreno, F. C., I. J. Gordon, A. D. Wright, M. A. Benvenutti y C. A. Saumell. 2010. Efecto antihelmíntico *in vitro* de extractos de plantas sobre larvas infectantes de nematodos gastrointestinales de rumiantes. Arch. Med. Vet. 42: 155-163.

Nery, P. S., F. A. Nogueira, E. R. Martins and E. R. Duarte. 2010. Effects of Anacardium humile leaf extracts on the development of gastrointestinal nematode larvae of sheep. Vet. Parasitol. 171: 361-364.

Quesada, L. F., J. C. Osorio y M. Bilbao. 2009. Efecto antiparasitario de los extractos etanólicos y etéreos de *Ficus obtusifolia* Kunth (Moraceae), frente a parásitos de clase nematodos *(Toxocara catis y Toxocara canis).* Infection 13: 259-267.

Ríos-de Álvarez, L., F. Jackson, A. Greer, Y. Bartley, D. J. Bartley, G. Grant and J. F. Huntley. 2012. *In vitro* screening of plant lectins and tropical plant extracts for anthelmintic properties. Vet. Parasitol. 186: 390-398.

Rojas, D. K., J. López, I. Tejada, V. Vásquez, A. Shimada, D. Sánchez and F. Ibarra. 2006. Impacto f condensed tannins from trpoical forages on *haemonchus contortus* burdens in mongolia gerbils (*meriones unguiculatus*) and pelibuey lambs. Anim. Feed. Sci. Tech. 128: 218-228.

SAS (Statistical Analysis Sistem). 2002. SAS Proceeding Guide, Version 9.0 SAS Institute. Cary NC.USA.

Torres-Acosta, J. F. J., C. A. Sandoval-Castro, H. Hoste, A. J. Aguilar-Caballero, R. Cámara-Sarmiento and M. A. Alonzo-Díaz. 2012. Nutritional manipulation of sheep and goats for the control of gastrointestinal nematodes inder hot humid and subhumid tropical conditions. Small. Ruminant. Res. 103: 28-40.

Vercruysse, J., D. P. Knox, T. P. M. Schetters and P. Willadsen. 2004. Veterinary parasitic vaccines: pitfalls and future directions. Trends Parasitol. 20: 488-492.

Waterman, C., R. A. Smith, L. Pontiggia and A. Dermarderosian. 2010. Anthelmintic screening of Sub-Saharan African plants used in traditional medicine. J. Ethnopharmacol. 127: 755-759.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DEL TIPO DE GRANO Y NIVEL DE IONÓFORO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE GAS *in vitro* Y PERFIL FERMENTATIVO

# [EFFECT OF GRAIN TYPE AND IONOPHORE LEVEL ON *in vitro* GAS PRODUCTION AND PROFILE FERMENTATIVE]

**Amanda Isabel Osorio Teran[1§], German David Mendoza Martínez[2], Luis Alberto Miranda Romero[3], Daniel Martínez Gómez[2], Pedro Abel Hernández García[1], Enrique Espinosa Ayala[1], Juan José Ojeda Carrasco[1]**

[1]Universidad Autónoma del Estado de México / Centro Universitario UAEM Amecameca, Estado de México. [2]Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco / Departamento de Producción Agrícola y Animal, México. [3]Universidad Autónoma Chapingo / Posgrado Producción Animal. Texcoco, Estado de México. [§]Autor para correspondencia: (chaveuni_oso@hotmail.com).

## RESUMEN

El uso de ionóforos en la producción animal y su uso en sistemas de producción intensivos es ampliamente conocido, ya que estos han mostrado mejorar los patrones de fermentación ruminal incrementando el porcentaje de propionato, reduciendo la producción de metano y mejorando el rendimiento productivo, sin embargo, estos efectos han mostrado ser inconsistentes entre especies, sobre todo en la producción ovina. Por lo que mediante la técnica de producción de gas *in vitro*, se evaluó el efecto del tipo de grano y nivel de ionóforo sobre variables de cinética de producción de gas y parámetros de fermentación ruminal *in vitro*, para lo cual se utilizaron como sustrato tres granos con diferente tasa de digestión: maíz, trigo y sorgo y se evaluaron tres niveles de ionóforo 0, 30 y 60 mg $kg^{-1}$. Los resultados se analizaron mediante un análisis factorial tres por tres (3 tipos de grano X 3 niveles de ionóforo) las medias se compararon con una prueba de Tukey con un nivel de significancia $p < 0.05$. Se encontró efecto por el tipo de grano sobre las variables de producción de gas, donde el uso de trigo incremento la producción de gas *in vitro*, incremento la proporción de propionato y redujo la proporción de metano *($p < 0.05$).* Por otro lado no se encontró efecto por el nivel de ionóforos sobre ninguna de las variables evaluadas *($p > 0.05$).* Finalmente podemos concluir que el tipo de grano modifico las variables de cinética de la producción de gas y perfil fermentativo *in vitro* , por lo que es importante evaluar el tipo de grano a utilizar en las raciones así como el uso de ionóforos para obtener las mejores repuestas productivas y lograr una producción animal más eficiente.

**Palabras clave:** grano, monensina, perfil fermentativo, propionato, tasa de digestión.

## ABSTRACT

The use of ionophores in animal production and its use in intensive production systems is widely known, since these have been shown to improve ruminal fermentation patterns by increasing the percentage of propionate, reducing methane production and improving the performance productive, however, these effects have been shown to be inconsistent between species, especially

in sheep production. Therefore, by means of the *in vitro* gas production technique, the effect of grain type and ionophore level on gas production kinetics variables and *in vitro* ruminal fermentation parameters was evaluated, for which three grains were used as substrate with different digestion rates: corn, wheat and sorghum and three levels of ionophore 0, 30 and 60 mg/kg were evaluated. The results were analyzed by a factorial analysis three by three (3 types of grain X 3 levels of ionophore) the means were compared with a Tukey test with a level of significance $p < 0.05$. An effect was found by the type of grain on the variables of gas production, where the use of wheat increased the production of *in vitro* gas, increased the proportion of propionate and reduced the proportion of methane *($p < 0.05$).* On the other hand, no effect was found by the level of ionophores on any of the variables evaluated *($p > 0.05$).* Finally, we can conclude that the grain type modified the kinetic variables of the gas production and *in vitro* fermentation profile, so it is important to evaluate the type of grain to be used in the rations as well as the use of ionophores to obtain the best answers productive and achieve more efficient animal production.

## INTRODUCCIÓN

El uso de ionóforos en la nutrición animal es ampliamente conocido, uno de los más utilizados en corrales de engorda es monensina la cual ha mostrado ser eficiente como tratamiento en los casos de acidosis ruminal, así mismo ha mostrado incrementar la proporción de propionato, cambiando la relación acético: propiónico en el rumen logrando así un metabolismo energético más eficiente, ya que la formación de propionato requiere de hidrogeno uno de los principales sustratos para la metanogénesis (Johnson *et al.,* 2009; Grainger *et al.,* 2010). Sin embargo los efectos sobre el comportamiento productivo y parámetros de fermentación ruminal, han mostrado ser inconsistentes dentro de especies ya que los principales efectos se han observado en bovinos mientras que en ovinos hay mayor inconsistencia en cuantos a los cambios a nivel ruminal y comportamiento productivo (Aguilera *et al.,* 2008; Gonzales *et al.,* 2009; Heydari *et al.,* 2008) un factor que parece tener influencia sobre la respuesta al uso de ionóforos en los sistemas de producción ovino es el tipo de grano utilizado en la ración, tal es el caso de granos con tasa de fermentación rápida como la cebada y granos de destilería ya que estudios donde se utilizaron este tipo de granos se observaron los principales efectos positivos sobre la fermentación ruminal ovina (Aguilera *et al.,* 2008; Heydari *et al.,* 2008). Sin embargo, es importante evaluar el efecto de la tasa de degradación de los granos antes de la formulación de raciones en corrales de engorda, ya que los granos de mayor velocidad de fermentación pueden causar problemas de acidosis ruminal (Monnerat *et al.,* 2013). Por lo que el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del tipo de grano y nivel de monensina sobre las variables de cinética de producción de gas y perfil fermentativo en condiciones *in vitro*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó la técnica de gas *in vitro* para estimar los efectos del tipo de grano y nivel de monensina, sobre las variables de cinética de la fermentación y perfil fermentativo, para lo cual se utilizaron como substrato en las incubaciones tres granos con diferente tasa de degradación: maíz, trigo y sorgo, así mismo se evaluaron tres niveles de monensina sódica (0, 30 y 60 mg $kg^{-1}$).

Los medios se inocularon con liquido ruminal fresco obtenido de tres ovinos machos Suffolk (25 kg, 6 meses) alimentados con una dieta basal con 50% concentrado y 50% ensilado de maíz. Se obtuvieron 100 mL de cada animal donador mediante una sonda esofágica conectada a una bomba de vacío y un matraz Erlenmeyer de 1000 mL. El líquido ruminal fue transportado en contenedores de plástico estériles (100 mL) a 39 °C y el líquido obtenido de los tres animales donadores fue mezclado antes de realizar la incubación.

Técnica de producción de gas in vitro: Se registró la producción de gas *in vitro* de acuerdo a la técnica descrita por Menke y Steingas (1987). Se utilizaron frascos se vidrio color ámbar (120 ml) con 0.5 g de sustrato a los cuales se les adicionó la solución mineral reducida y liquido ruminal en una relación 9:1 (v/v), para posteriormente ser incubados en condiciones de anaerobiosis en baño maría a 39°C. La producción de gas fue medida a 0, 6, 12 y 24 horas de incubación utilizando un nanómetro manual. Las incubaciones se realizaron por triplicado

Los datos de volumen de gas y tiempo de incubación fueron usados para obtener los parámetros de la cinética de la fermentación: volumen máximo de gas producido (Vm), fase lag (L) y tasa de producción de gas (s) usando el modelo logístico Vo = Vm / (1 + exp (2-4 * s * (t L)) descrito por Pitt *et al*. (1999).

Fermentación ruminal: Durante la incubación de los sustratos se tomaron 1.5 ml del medio de cada frasco a las 12 horas de incubación, el cual se transfirió a tubos de plástico estériles a los cuales se adiciono ácido metafosfórico al 25% relación (2:1) para la determinación de ácidos grasos volátiles. De los cuales se tomó una muestra de 1 mL para después depositarlo en tubos eppendorf, los cuales se centrifugaron durante 5 minutos a 5000 rpm y del sobrenadante se tomaron alícuotas de 0.5 ml para depositarlas en viales de vidrio, para posteriormente analizar utilizando un cromatógrafo de gases marca Perkin Elmer, modelo Clarus 580 equipado con una capilar Elite y detector de ionización de flama (FID). La concentración de ácidos grasos volátiles (AGV) se midió mediante la técnica descrita por Erwin *et al*. (1961).

Análisis estadístico: Los resultados de las variables de cinética de la fermentación y ácidos grasos volátiles fueron analizados con un diseño factorial 3X3 evaluando el efecto de grano (maíz, trigo, sorgo) y efecto de nivel de monensina (0, 30 y 60 mg/kg). Las medias fueron comparadas con una prueba de Tukey con un nivel de significancia $p < 0.05$, Herrera y García (2010). Los datos se analizaron utilizando el paquete estadístico JMP.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de la cinética de la fermentación (Cuadro 1) mostró que hubo efecto por el tipo de grano *($p < 0.05$)* donde el grano de trigo mostró los principales efectos ya que incremento el volumen máximo de gas y la tasa de producción de gas, mientras que por otro lado redujo significativamente la fase lag en comparación con los otros granos *($p < 0.05$)*. No se encontró efecto por el nivel de ionóforo sobre las variables de cinética evaluadas *($p > 0.05$).*

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

Los resultados obtenidos sobre la producción de gas por el tipo de grano coinciden con lo reportado en la literatura, donde la producción de gas está directamente relacionada con la tasa de degradación de almidón (Chai *et al.,* 2004) sobre esto Lara *et al.* (2009) señalan que los carbohidratos fácilmente fermentables son efectivos para promover el crecimiento microbiano, posiblemente a la mayor concentración de materia orgánica fermentable, lo cual promueve a su vez el crecimiento y la actividad microbiana ocasionando una mayor producción de gas.

En cuanto a los parámetros de fermentación ruminal se encontró efecto por el tipo de grano utilizado sobre el perfil de ácidos grasos volátiles (Cuadro 2), ya que se observó un incremento en la proporción de ácido propiónico y una reducción de ácido acético cuando se utilizó grano de trigo *($p < 0.05$),* por otro lado, el uso de sorgo y maíz mostraron un incremento en la relación acético: propiónico *($p < 0.05$).*

El incremento de propionato y la reducción de acético cuando se utilizó grano de trigo, están directamente relacionados por el tipo de grano utilizado y no por el nivel de ionóforo utilizado, sobre esto, un estudio realizado por Graham *et al.,* 2013 donde utilizaron granos de destilería en raciones para ovinos se observó el mismo efecto al reducir la proporción de ácido acético *($p < 0.01$)* y un incremento en la proporción de ácido propiónico *($p < 0.01$).* Así mismo, Zinn y Borques (1993) observaron el mismo efecto sobre los patrones de fermentación cuando utilizaron 33 mg $kg^{-1}$ de monensina con grano de maíz flaqueado, ya que los procesos físicos del grano también favorecen una fermentación ruminal más rápida y eficiente, que cuando se utiliza el grano entero sin ningún proceso físico o químico.

No se encontró ningún efecto sobre las variables de fermentación ruminal por el nivel de ionóforo utilizado *($p > 0.05$).* Así mismo, no hubo efecto por el tipo de grano o nivel de ionóforo utilizado *($p > 0.05$)* sobre la proporción de dióxido de carbono ($CO_2$) sin embargo hubo una reducción significativa en la proporción de metano $CH_4$ cuando se utilizó grano de trigo como sustrato *($p < 0.05$),* este efecto se relaciona directamente con los cambios producidos a nivel fermentativo observado en el presente estudio.

**Cuadro 1.** Cinética de la fermentación con tres granos y tres niveles de monensina.

| | Grano | | | Monensina | | | | valor-P | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Maíz | Trigo | Sorgo | 0 | 30 | 60 | EEM | G | M | G*M |
| Vm, mL $g^{-1}$ | 226.43$^{ba}$ | 230.63$^{a}$ | 214.15$^{b}$ | 226.03 | 216.31 | 228.86 | 3.53 | 0.02 | 0.07 | 0.06 |
| s, mL $g^{-1}$ | 0.062$^{b}$ | 0.069$^{a}$ | 0.062$^{b}$ | 0.065 | 0.065 | 0.064 | 0.0004 | 0.0001 | 0.11 | 0.56 |
| Lag, h | 2.37$^{b}$ | 2.04$^{c}$ | 2.89$^{a}$ | 2.31 | 2.40 | 2.58 | 0.072 | 0.0001 | 0.07 | 0.79 |

EEM: error estándar de la media, G: grano, M: monensina, Vm: volumen máximo de gas producido, s: tasa de producción de gas.

**Cuadro 2**. Efecto de nivel de ionóforos y tipo de grano sobre la fermentación ruminal *in vitro*.

| | Grano | | | Nivel | | | | Valor-P | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AVG, mol/100 ml | Maíz | Trigo | Sorgo | 0 | 30 | 60 | EEM | G | M | G*M |
| Acético | 69.32[a] | 65.87[b] | 69.08[a] | 68.03 | 67.42 | 68.82 | 0.60 | 0.001 | 0.28 | 0.90 |
| Propiónico | 24.11[b] | 26.85[a] | 23.37[b] | 24.94 | 25.04 | 24.36 | 0.37 | 0.0001 | 0.40 | 0.98 |
| Butírico | 6.56[a] | 7.26[a] | 7.54[a] | 7.02 | 7.52 | 6.81 | 0.44 | 0.29 | 0.51 | 0.82 |
| A:P | 2.87[a] | 2.46[b] | 2.95[a] | 2.74 | 2.70 | 2.84 | 0.05 | 0.0001 | 0.25 | 0.97 |
| $CO_2$, % | 50.53[a] | 50.55[a] | 51.69[a] | 50.78 | 51.26 | 50.72 | 0.44 | 0.13 | 0.65 | 0.82 |
| $CH_4$, % | 31.91[a] | 29.85[b] | 32.46[a] | 31.29 | 31.21 | 31.72 | 0.28 | 0.0001 | 0.40 | 0.98 |

EEM: Error estándar de la media, G: grano, M: monensina, A: P relación acético: propionico, $CO_2$: dióxido de carbono, $CH_4$: metano

## CONCLUSIONES

Se encontró efecto por el tipo de grano sobre las variables de producción de gas, variables fermentativas y proporción de metano *in vitro*, siendo el grano de trigo el que mostro los principales efectos, por lo que se debe evaluar el tipo de grano a utilizar en la formulación de raciones para ovinos. Por otro lado, no hubo efecto por el nivel de ionóforos sobre las variables evaluadas, por lo que se debe considerar su uso como aditivo si lo que se desea es mejorar los patrones de fermentación ruminal y la producción ovina. Así mismo se deben realizar estudios *in vivo* para evaluar los efectos asociativos entre el tipo de grano y la tasa de digestión en la producción ovina.

## LITERATURA CITADA

Aguilera, S. J., R. Ramírez, C. Arechiga, F. Mendez, M. Lopez, J. Silva, R. Rincon and F. Duran. 2008. Effect of additives in growing lambs fed diets containing wet brewers grains. Asian Australas. Journal of Animal Science 21: 1425-1434.

Chai, W. Z., A. H. Van Gelder and J. W. Cone. 2004 Relationship between gas production and starch degradation in feed samples. Animal Feed Science and Technology 114: 195-204.

Erwin, E. S., G. J. Marco and E. M. Emery. 1961. Volatile fatty acids analysis of blood and rumen fluid by gas chromatography. Journal Dairy Science 44: 1768-1771.

González, M. M., J. R. Kawas, C. R. García, M. C. Gonzalez, O. J. Aguirre, G. V. Hernandez, D. H. Fimbres, R.F. Picón and C.D. Lu. 2009. Nutrient intake, digestibility, mastication of Pelibuey lambs fed finish diets with ionophore (monensin or lasolacid) and sodium malate. Small Ruminant Research 83: 1-6.

Graham, A., E. Jonas, A. Tanner, J. Avila, R. Bush and A. Chaves. 2013. Effects of replacing rolled barley grain with wheat dry distillers grains with solubles in Merino sheep rations. Acta Agriculture Scandinava, Animal Science 63: 101-110.

Grainger, C., R. Williams, R. Eckard y M. Hannah. 2010. A high dose of monensina does not reduce methane emissions of dairy cows offered pasture supplemented with grain. Journal Dairy Science 93: 5300-5308.

Herrera, J. G. and C. García. 2010. Bioestadística en Ciencias Veterinarias, Procedimientos de análisis de datos con SAS. Editorial Universidad Complutense de Madrid. Primera Edición.

Heydari, K. H., N. Dabiri, J. Fayazi and H. Roshanfekr. 2008. Effect of ionophores monensin and lasalocid on performance and carcass characteristics in fattening Arabi Lambs. Pakistan Journal Nutrition 7: 81-84.

Johnson, M. C., A. A. Devine, J. C. Ellis, A. M. Gruden and V. Fellner. 2009. Effects of antibiotics and oil on microbial profiles and fermentation in mixed cultures of ruminal microorganisms. Journal Dairy Science 92: 4467-4480.

Lara, P. E., M. C. Canché, H. Magaña, E. Aguilar and J. R. Sanginés. 2009. Producción de gas in vitro y cinética de degradación de harina de forraje de morera (*Morus alba*) mezclada con maíz. Rev. Cub. Cienc. Anim. 43: 273-279.

Menke, K. H. and H. Steingass. 1987. Schätzung des energetischen Futterwerts aus der in vitro mit Pansensaft bestimmten Gasbildung und der chemischen Analyse. II. Regressions gleichungen. Übers Tierernährg 15: 59-94.

Monnerat, J. P. I. S., P. V. R. Paulino, E. Detmann, S. C. V. Filho, R. D. F. Valadares and M. S. Duarte. 2013. Effects of Saccharomyces cerevisiae and monensin on digestion, ruminal parameters, and balance of nitrogenous compounds of beef cattle fed diets with different starch concentrations. Tropical Animal Health Production 45: 1251-1257.

Pitt, R. E., T. L. Cross, A. N. Pell, P. Shofield and P. H. Doane. 1999. Use of *in vitro* gas production models in ruminal kinetics. Mathematical Biosciences 159: 145-163.

Zinn, R. A. and J. L. Borques. 1993. Influence of sodium bicarbonate and monensin on utilization of a fat.supplemented, high-energy growing-finishing diet by feedlot steers. J. Anim. Sci. 71: 18-25.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# VARIABILIDAD DEL GEN CALLIPYGE Y SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO DE LA CANAL EN OVINOS ALIMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE GLICEROL

# [VARIABILITY OF THE CALLIPYGE GENE AND ITS EFFECT ON THE PERFORMANCE OF THE CARCASS IN SHEEP FED WITH DIFFERENT GLYCEROL LEVELS]

**Miguel Alejandro Cabrera Cruz[1§], María Esther Ortega Cerrilla[1], Amalio Santacruz Varela, German David Mendoza Martínez[2], Eutiquio Soni Guillermo[3], Marcos Pérez Sato[3]**

[1]Colegio de postgraduados-campus montecillo. [2]Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. [3]Benemerita Universidad Autónoma de Puebla. [§]Autor para correspondencia: (cabrera.miguel@colpos.mx).

## RESUMEN

El gen callipyge expresa un fenotipo que se identifica por una acumulación de músculo postnatal en los cuartos traseros y el lomo de los animales portadores. Por tal motivo, el objetivo del presente trabajo es identificar la variabilidad del gen callipyge y su efecto en el rendimiento de canal en ovinos alimentados con diferentes niveles de glicerol. Se utilizaron 40 borregos machos de la raza Suffolk-Katahdin, con edad promedio de 60 días y peso promedio de 24 kg ± 3 kg, que se distribuyeron en forma aleatoria en cuatro tratamientos con diferentes niveles (0 %, 5 %, 10 % y 15 %) de glicerol en las dietas, las cuales fueron isoenergética e isoproteicas. Los datos se analizaron mediante el procedimiento PROC GLM de SAS en un diseño completamente al azar. La comparación de medias de los tratamientos se realizó mediante la prueba de Tukey. Para la variable de rendimiento de canal se hizo una transformación de arco seno, los análisis de frecuencia alélica se determinaron por medio de un análisis descriptivo. Los resultados mostraron que no hubo diferencias ($p > 0.05$) entre tratamientos en el rendimiento de la canal, esto coincide con los resultados del análisis de variabilidad del gen callipyge, ya que presentaron una estructura monomórfica, concluyendo que el alelo que se presentó en los animales no tuvo un efecto en el aprovechamiento del glicerol, sin embargo, la inclusión de glicerol en la dieta de ovinos es una fuente viable de alimentación ya que no afecta en la variable rendimiento de la canal.

**Palabras clave**: Dominancia, fenotipo, gluconeogénesis, homocigotos, metabolismo, rumiantes.

## ABSTRACT

The callipyge gene expresses a phenotype that is identified by a buildup of postnatal muscle in the hindquarters and spine of carrier animals. For this reason, the objective of this work is to identify the variability of the callipyge gene and its effect on carcass yield in sheep fed with different levels of glycerol, assuming that changes in the gene sequence compromise use of glycerol present in the an average weight of 24 kg x 3 kg, which were randomly distributed in four treatments with different levels (0%, 5%, 10 % and 15 %) glycerol in diets, which were isoenergy and isoprotein.

The data was analyzed using the SAS PROC GLM procedure in a completely random design. The mean comparison of treatments was performed using the Tukey test. For the channel yield variable an arc sine transformation was made, the allelic frequency analyses were determined by a descriptive analysis. The results showed that there were no differences ($p > 0.05$) between treatments in channel performance, this coincides with the results of the callipyge gene variability analysis, as they presented a monomorphic structure, concluding that the allele being presented in animals did not have an effect on the use of glycerol, however, the inclusion of glycerol in the sheep diet is a viable source of feeding as it does not affect the variable yield of the carcass.

**Index words**: Dominance, gluconeogénesis, homozygous, metabolism, phenotype, ruminants.

## INTRODUCCIÓN

El fenotipo callipyge (CLPG) se expresa de 4 a 6 semanas después del nacimiento, siendo un fenotipo muy diferente de otras mutaciones que causan hipertrofia muscular. Las investigaciones actuales indican que las ovejas que expresan el fenotipo CLPG no tienen las características negativas asociadas con doble musculatura en otras especies pecuarias (Jackson *et al.*, 1997). Esta mutación presenta una modificación de Adenina (A) por Guanina (G) en el cromosoma 18 de los ovinos, sin embargo, para que se presente el fenotipo debe tener ciertas características alélicas, esto quiere decir, que solo la mutación heredada por el padre es la que pude manifestar el fenotipo en los animales portadores.

Por otro lado, se sabe que las ganancias de peso están influenciadas en gran medida por factores externos (alimentación), Siendo los ingredientes energético y proteicos lo de mayor relevancia en una dieta integral; el glicerol es una importante fuente de energía para la alimentación animal, rumiantes principalmente ya que cuenta con un valor energético promedio de 2.20 Mcal, logrando ser equiparable o superior a la del grano de maíz (Drackley, 2008), definiéndolo, además, como un compuesto de características gluconeogénicas, siendo el propionato, el principal producto de su fermentación en rumen (Cabrera, 2018). La nutrigenética menciona que la absorción y aprovechamiento de un nutriente puede verse influido por la presencia de un gen y sus alelos presentes, es por eso que el objetivo del presente trabajo es identificar la variabilidad del gen callipyge y su efecto en el rendimiento de canal en ovinos alimentados con diferentes niveles de glicerol, suponiendo que los cambios en la secuencia del gen comprometen el aprovechamiento del glicerol presente en la dieta.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo en el Colegio de Posgraduados Campus Montecillo ubicado en la Carretera México – Texcoco km 36.5, Montecillo, municipio de Texcoco, Estado de México. Se utilizaron 40 borregos machos de la raza Suffolk-Katahdin, con edad promedio de 60 días y peso promedio de 24 kg ± 3 kg. Se desparasitaron con Albendazol aplicando 5 mg kg de peso$^{-1}$. Los animales se alojaron en jaulas individuales con agua y alimento a libre acceso, el alimento se ofreció dos veces al día, a las 9 am y 4:00 pm. Los animales tuvieron un periodo de

adaptación a la dieta de 20 días. Se utilizaron cuatro dietas integrales con diferentes niveles (0%, 5% 10% 15%) de glicerol (Cuadro 1), distribuidos de forma aleatoria en cuatro tratamientos con 10 repeticiones cada uno. Los tratamientos se asignaron en forma aleatoria. Las dietas fueron isoproteicas e isoenergéticas.

**Cuadro 1**. Dietas isoproteicas e isoenergéticas ofrecidas durante el experimento *Requerimientos de acuerdo a NRC, 2007.

| Ingredientes | Tratamiento 1 | Tratamiento 2 | Tratamiento 3 | Tratamiento 4 |
|---|---|---|---|---|
| Alfalfa | 12 | 14 | 13 | 14 |
| Maíz | 30 | 28 | 24 | 20 |
| Rastrojo | 9 | 7 | 8 | 7 |
| Melaza | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Sorgo | 32 | 28 | 25 | 23 |
| Soya | 10 | 11 | 13 | 14 |
| Urea | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Minerales | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Glicerol | 0 | 5 | 10 | 15 |

Extracción y calidad de ADN para determinar la presencia del gen CLPG

La extracción de ADN se llevó a cabo en 24 animales de los cuales se obtuvo una muestra de 5 ml por animal, la cual se analizó con el kit comercial ChargeSwitch® gDNA Plant Kit de invitrogen™ (adaptado para sangre). Se añadieron 600 µL de solución de lisis (Lysis Buffer (L18)), 30 µL de sangre y 100 µL de reactivo A (Lysis Buffer, PBP 10, y cloruro de Calcio), en un tubo de eppendorf de 2 mL, posteriormente se homogenizó la mezcla con un triturador TissueLyser II (Marca Quiagen) durante 3 min. Se le añadieron 300 µL de lisis y 100 µL de reactivo A; después se agregaron 2 µl de RNAsa a la mezcla. Posteriormente se agitó en el vortex durante 15 seg, en seguida se agregaron 100 µL de SDS (Dodecil sulfato de sodio al 10%), al lisado, y se agitó en el vortex por 15 seg

La mezcla se incubó a temperatura ambiente durante 5 min. Después se añadieron 400 µL de buffer de precipitado (N5), se agitó en el vortex por 30 seg para centrifugar a 15,000 rpm durante 15 min. Se realizaron lavados con el Robot (Thermo Scientific®, King Fisher Flex, Waltham, MA) de la siguiente manera; una placa con detergente D1 (Detergente al 10%) y perlas magnéticas (25 mg/mL en 10 mM MES, pH 5.0, 10 mM NaCl, 0.1% Tween 20), en una relación (80:40); se transfirió cuidadosamente el sobrenadante a la placa, en la cual se depositó el sobrenadante, seguido de tres placas de lavado con reactivo buffer de lavado (W12), 750 µL buffer de precipitado por pozo; donde se realizaron lavados al sobrenadante, y una placa con buffer de elución (E6; 10 mM Tris-HCl, pH 8.5 with 1 mM EDTA). Se depositó el ADN al terminar el proceso de lavado. Para evaluar la calidad y cantidad del ADN se colocó 1 µL de cada muestra en un espectrofotómetro (NanoDrop 2000, Thermo Scientific), mediante la absorbancia a longitudes de onda de 260 y 280 nm. Finalmente se realizó la dilución de las muestras; ajustándolas a una concentración de 10 ng de ADN µL de solución.

Síntesis de primers: Los primers se sintetizados se muestran en el cuadro dos, lo cuales se obtuvieron a partir de una secuencia del gen Callipyge (493 pb), reportada en el GenBank con un número de accesión de AF401294.1

**Cuadro 2**. Primers utilizaos para el aislamiento del gen *Callipyge.*

| Descripción de secuencia | Pares de base (pb) | Secuencia |
|---|---|---|
| Forward | 18 pb | AACGTGAACCCAGAAGCA |
| Reverse | 19 pb | GGAGACGTGCAGCTCTAAA |

PCR en punto final.

La mezcla de reacción constó de un volumen total de 25 µL, compuesta de 5 µL de Buffer 5X (Promega), 2 µL de mM de MgCl2 (Promega), 0.5 µL mezcla de DNTPs (Promega), a 2 mM, 0.5 µL de cada iniciador 10 pmol, 0.4 µL Taq polimerasa (Promega), y 2 µL de ADN a una concentración de 20 ng/µL. La amplificación se realizó en un termociclador (Marca; Bio-Rad C1000TM Thermal cycler, USA) con las siguientes etapas: desnaturalización inicial a 94°C por 5 min, seguido de una desnaturalización de 94°C por 45 seg durante 35 ciclos, con una etapa de alineación por grupos; 53.7°C durante 1 min, seguido de una extensión de 72°C por 1 minuto, y una extensión final a 72°C durante 10 min. Los amplicones fueron sometidos a un análisis de electroforesis (agarosa al 2 %) el cual se llevó a cabo con la finalidad de conocer a los va variabilidad del gen.

Análisis del rendimiento de la canal: Se evaluaron las características de la canal en cinco animales de cada tratamiento, los animales tuvieron un ayuno de 12 h previo al sacrificio, el cual se realizó de forma convencional, mediante el corte de la yugular. Se tomó el peso de las proporciones corporales (sangre, piel, cabeza, patas, vísceras verdes, vísceras rojas, grasa de vísceras y contenido gastrointestinal).

Diseño experimental: Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y diez repeticiones por tratamiento. Los datos se analizaron mediante el procedimiento PROC GLM de SAS 9 (2002). La comparación de medias de los tratamientos se realizó mediante la prueba de Tukey. Para la variable de rendimiento de canal se hizo una transformación de arco seno y el análisis de variabilidad fue de manera descriptiva, realizando una prueba de Ji-Cuadrada.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del analisis por medio de la PCR para el gen CLPG no mostraron variabilidad en el gen (Figura 1), presentando un peso molecular de 653 pb. Este resultado puede deberse a que los individuos pertenecían a la misma población y a la selección que existe basada en características fenotípicas de los animales por parte del productor, provocando con esto la eliminación de individuos con las menores ganancias de peso dentro de la población, ya que este gen tiene un efecto significativo sobre el desarrollo muscular, la composición de la canal y la calidad de la carne (Freking *et al*., 1999 ) lo que podría explicar la presencia del gen en los individuos analizados. Estos resultados coinciden con Paz *et al*. (2012) quienes evaluaron la variabilidad de genes responsables de la prolificidad, encontrando una respuesta mono mórfica en el SNP G8,

relacionando esta respuesta con la selección de hembras por parte de los productores en la misma población.

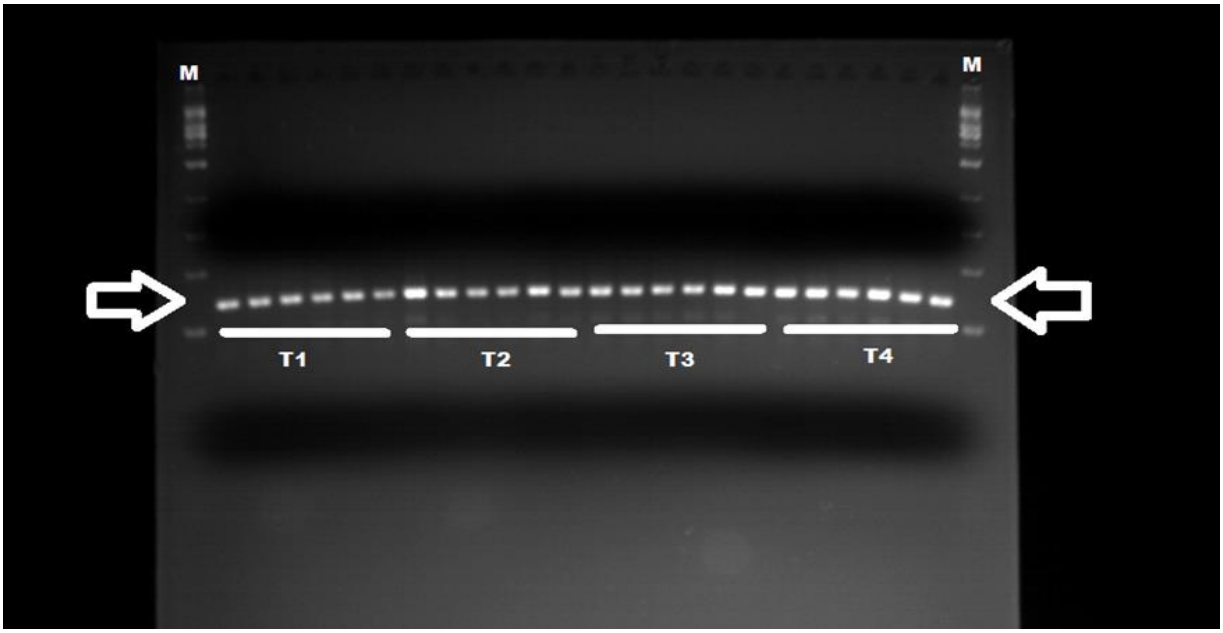



**Figura 1.** Resultados mono mórficos del gen CLPG en ovinos alimentados con diferentes niveles de glicerol en gel de agarosa al 3 % con una escalera molecular de 1kb.

Para los valores de rendimiento de la canal caliente (RCC) y peso de canal caliente (PCC) no se observaron diferencias ($p$ >0.05) entre tratamientos (cuadro 3). Bueno *et al*. (2000) mencionan que las curvas de crecimiento de los tejidos están en función del aumento de peso y edad de los animales, por lo tanto, una mayor respuesta en la GDP y CMS se verá reflejado en el peso final y en el PCC.

**Cuadro 3**. Variables de rendimiento de la canal en ovinos alimentados con diferentes niveles de glicerol.

| | Tratamientos | | | | EMM | P>F |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | | |
| PV al sacrificio | 51.11 | 50.81 | 51.52 | 48.70 | 3.08 | 0.40 |
| PCC kg | 25.40 | 25.50 | 25.98 | 24.80 | 1.39 | 0.64 |
| RCC % | 49.61 | 50.30 | 50.30 | 51.93 | 5.56 | 0.90 |
| pH de la canal | 7.40 | 7.30 | 7.20 | 7.70 | 0.53 | 0.34 |
| T° de la canal | 24.10 | 23.80 | 23.53 | 23.12 | 1.45 | 0.71 |

Error estándar de la media (EEM). Peso vivo al sacrificio kg (PV). Peso de canal caliente kg (PCC). Porcentaje del rendimiento de la canal caliente (RCC %). Temperatura de la canal caliente en grados Celsius (T°).

Asenjo *et al.* (2005) señalan que el incremento del peso al sacrificio modifica la proporción de los componentes de la canal, aumentando los porcentajes de grasa, disminuyendo la de hueso, observando poco o ningún cambio en el porcentaje de músculo, lo cual coincide con lo encontrado en este trabajo, ya que el T1 (51.11 kg) presentó mayor peso al sacrificio en comparación con T4 (48.70 kg) que tuvo un menor peso, sin embargo en el RCC el T4 (51.93 %) fue el que tuvo la

mejor respuesta en comparación con T1 (49.61%) que fue menor. El promedio obtenido en el RCC en comparación con otros autores se puede deber a un mayor aprovechamiento de la energía proporcionada por el glicerol (99 % de pureza) y su efecto en la retención de nitrógeno. Sarwar *et al.* (2013) mencionan que la cantidad de nitrógeno retenido depende de la ingesta de nitrógeno y la cantidad de carbohidratos fermentables de la dieta. El pH de la canal caliente fue similar en todos los tratamientos ($p > 0.05$) lo cual se puede deber a que el pH del tejido muscular del animal vivo es prácticamente neutro. Cuando el animal muere, el músculo se ve privado de riego sanguíneo y por lo tanto de oxígeno. Esto hace que se bloquee la síntesis de ATP, con lo cual el músculo adquiere energía por vía anaerobia a partir del glucógeno de reserva, dando lugar a la producción de ácido láctico lo cual genera un descenso del pH posteriormente (Murray *et al.*, 2010).

## CONCLUSIONES

Los resultados muestran que el gen no tuvo efecto en los tratamientos evaluados. Sin embargo, no se puede determinar el grado de incidencia del gen en la respuesta del rendimiento de la canal. Así mismo, la inclusión de glicerol en la dieta de ovinos no afecto el rendimiento de la canal, el pH, ni la temperatura.

## LITERATURA CITADA

Asenjo, B., J. A. Miguel, J. Ciria, J. L. Calvo, V. Cañeque y C. Sañudo. 2005. Factores que influyen en la calidad de la canal. In: Estandarización de metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. INIA. Madrid, España. pp. 24-35.

Bueno, M. S., E. A. Cunha, L. E. Santos, D. S. Roda y F. F. Leinz. 2000. Características de carcaças de cordeiros Suffolk abatidos em diferentes idades. Revista Brasileira de Zootecnia 29(6): 1803-1810.

Cabrera, C. M. A. 2018. Metabolismo del glicerol en rumiantes. Agro productividad 12(4): 81-85.

Drackley, J. K. 2008. Calf Nutrition from Birth to Breeding. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice 24(1): 55-86

Freking, B. A., J. W. Keele, W. C. Beattie, M. S. Kappes, T. P. L. Smith, T. S. Sonstegard, M. K. Nielsen and K. A. Leymaster. 1998. Evaluation of the ovine callipyge locus: I. relative chromosomal position and gene activation The Journal of Animal Science 76(8): 2062-2071.

Jackson, S. P., M. F. Miller and R. D. Green. 1997. Phenotypic characterization of rambouillet sheep expressing the callipyge gene. II.Carcass characteristics and retail yield. The Journal of Animal Science 75(1): 8-14.

Murray, R. K., D. K. Granner, P. A. Mayes y V. W. Rodwell. 2010. Bioquímica de harper. 20º edición. editorial mcgraw-hill interamericana.

Paz, E., J. Quiñones, S. Bravo, E. Rodero, A. Gonzalez, y N. Sepúlveda. 2014. Identificación de los polimorfismos G1 y G8 del gen GDF9 en ovinos criollos Araucanos. Archivos de Medicina Veterinaria 46(2): 327-331.

Sarwar, M. H., M. F. Sarwar, M. Sarwar, N. A. Qadri and S. Moghal. 2013. The importance of cereals (*Poaceae: Gramineae*) nutrition in human health: A review. Journal of Cereals and Oilseeds 4(3): 32-35.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN *Longissimus dorsi* DE OVINO FINALIZADOS EN SISTEMAS SILVOPASTORIL Y ALIMENTACIÓN INTENSIVA

# [PROFILE OF FATTY ACIDS IN THE *Longissimus dorsi* MUSCLE OF SHEEP FINISHED IN SILVOPASTORIL AND FEED LOT SYSTEMS]

**Colín Navarro Vianey[1§], Domínguez Vara Ignacio Arturo[2], Avilés Nova Francisca[1], Morales Almaráz Ernesto[2], Daniel Trujillo Gutiérrez[2], Mario Alberto Rodríguez Maya[2]**

[1]Centro Universitario UAEM-Temascaltepec. Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex). [2]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex). [§]Autor para correspondencia:(via_1879@hotmail.com).

## RESUMEN

La calidad de la carne de ovino está relacionada con la nutrición y alimentación; su efecto está ligado a factores extrínsecos como la dieta y el clima, e intrínsecos como el peso, la raza y el sexo del ovino, los cuales, en conjunto, determinan la calidad de la carne. El objetivo de esta investigación fue determinar el perfil de ácidos grasos de la carne de dos grupos de ovinos de pelo finalizados, uno en un sistema silvopastoril (SSP) en callejones con *Leucaena leucocephala var. Cunningham* y otro en corral con alimentación intensiva. El experimento se realizó en la Unidad de Producción Pecuaria del Centro Universitario UAEM-Temascaltepec, México. Se utilizaron 30 corderos (Dorper X Katadhin) de 20±1 kg de PV y se distribuyeron al azar, 15 por tratamiento. T1: ovinos finalizados en corral y T2: ovinos finalizados en el SSP. Se evalúo el crecimiento durante 90 d. Posterior al período de engorda, los ovinos fueron sacrificados, se tomaron muestras de lomo de entre la 10ª y 13ª costillas para el análisis del contenido de lípidos en la carne a través de cromatografía de gases. Los picos fueron identificados de acuerdo con los tiempos de retención de los estándares de ésteres metílicos (SUPELCO37, FAME MIX analytical SIGMA USA). Se utilizó un diseño completamente al azar y se analizaron a través de PROC GLM (SAS, 2004). El perfil de ácidos grasos de la carne fue similar en ambos tipos de alimentación, por lo cual el SSP puede ser una alternativa en el pastoreo de ovinos para producción de carne.

**Palabras clave:** Alimentación, carne, ovino.

## ABSTRACT

The quality of sheep meat is related with nutrition and feeding, its effect is linked to extrinsic factors such as diet and weather, and intrinsic factors such as weight, breed and sex of sheep, which determine the quality of the meat. The objective of this research was to determine the fatty acid profile of meat in sheep hair finalized in a silvopastoral system (SSP) with *Leucaena leucocephala* var. Cunningham and sheep in an intensively feeding system. The experiment was carried out in the farm of the UAEM-Temascaltepec University Center, Mexico. Thirty lambs (Dorper X Katadhin) of 20±1 BW kg were used, 15 were randomly distributed by treatments. T1: lambs finished in feed lot and T2: lambs finished in the SSP. Growth and weight gain were evaluated for

90 d. After at the fattening period, the animals were sacrificed loin samples were taken from the 10th to the 13th ribs for lipid analysis in meat through gas chromatography. The peaks were identified according to the retention times of the methyl ester standards (SUPELCO37, FAME MIX analytical SIGMA USA). A completely randomized design was used and analyzed through PROC GLM (SAS, 2004). The fatty acid profile of the meat was similar in both feeding systems. Thus, SSP can be an alternative in the grazing of sheep for meat production.

**Index words:** Feed, meat, sheep.

## INTRODUCCIÓN

Para incrementar la producción ovina en zonas subtropicales la incorporación de leguminosas arbóreas como *L. leucocephala var. Cunningham* dentro de los sistemas silvopastoriles (SSP) es una alternativa, ya que provee forraje rico en nutrientes indispensables para el crecimiento animal. El follaje de *Leucaena leucocephala* contiene 290 g $kg^{-1}$ de proteína cruda y su producción de biomasa permanece constante durante todo el año Barros *et al.* (2012). En ovinos alimentados bajo un SSP con *Leucaena* se han encontrado ganancias de peso que fluctúan entre los 70-100 g por animal al día, dependiendo también de la calidad del pasto Ramírez *et al*. (2009); Barros *et al*. (2012). Diversos estudios mencionados por Jaturasitha *et al*. (2009); Orellana *et al*. (2009) documentaron que la carne producida por rumiantes engordados con dietas a base de forrajes verdes beneficia la salud por la concentración de ácidos grasos mono y poli insaturados de la carne. No obstante, los SSP representan una alternativa en la producción de carne ovina en climas tropicales. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue determinar el perfil de ácidos grasos y calidad de la carne en ovinos de pelo finalizados en un sistema silvopastoril (SSP) en callejones con *Leucaena leucocephala var Cuningham* y ovinos finalizados en corral.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la Unidad de Producción Pecuaria del Centro Universitario UAEM-Temascaltepec, México durante el período de noviembre de 2016 a marzo de 2017. Se utilizaron 30 corderos (Dorper x Katahdin) de 20±1 kg PV (peso vivo), durante 90 días todos los ovinos permanecieron en pastoreo de gramíneas. Posteriormente, los ovinos se distribuyeron al azar, 15 corderos por tratamiento. El tratamiento 1 (T1): ovinos finalizados en corral y tratamiento 2 (T2): ovinos finalizados en el Sistema Silvopastoril (SSP). Los ovinos del T1 consumieron a libre acceso una dieta integral (concentrado) que aportó (g $kg^{-1}$ MS) 140 g de PC y 2.4 Mcal de EM $kg^{-1}$ MS; elaborada (g $kg^{-1}$ MS) con 100 g de maíz molido, 200 g de sorgo molido, 200 g de pata de sorgo, 50 g de maíz quebrado, 150 g de soya, 80 g de salvado de trigo, 200 g de rastrojo de maíz molido y 20 g premezcla de vitaminas con minerales (NUTRIBASE®) mientras que el grupo T2 pastoreo en dos potreros de 0.3 ha cada uno, integrado por callejones con 6 plantas de *Leucaena leucocephala var. Cunningham* por $m^2$, asociada con gramíneas de *Brachiaria spp:* Mulato II e Insurgente y *Panicum:* Tanzania y Mombaza. La *Leucaena* fue establecida en diciembre de 2015, al iniciar el pastoreo tuvo 1.2 m de altura y 180 g de PC $kg^{-1}$ MS. Los animales recibieron pastoreo

rotacional de potreros de acuerdo a la disponibilidad de forraje. Los ovinos pastorearon diariamente durante 8 h a partir de las 800 h, en cada potrero había disponible agua a libre acceso (Cuadro 1).

**Cuadro 1**. Composición de la dieta proporcionada a los ovinos en finalización en dos sistemas de producción.

| | *L. leucocephala* var. Cunningham | Pasto | Concentrado |
|---|---|---|---|
| Composición g kg$^{-1}$ MS | | | |
| [1]MS | 119.0 | 72.9 | 928.4 |
| Humedad | 881.0 | 927.1 | 71.6 |
| [2]PC | 179.1 | 49.6 | 140.1 |
| [3]FDN | 442.35 | 793.70 | 317.05 |
| [4]FDA | 206.70 | 415.55 | 159.80 |
| Ácidos grasos g/100g | | | |
| C6:0 | | 0.26 | |
| C8:0 | | 0.11 | |
| C10:0 | 1.82 | 0.20 | |
| C12:0 | 0.72 | 1.74 | |
| C14:0 | 1.62 | 1.17 | 0.26 |
| C15:0 | | 1.25 | |
| C16:0 | 37.32 | 40.12 | 19.02 |
| C16:1 | | 0.57 | |
| C17:0 | | 1.18 | |
| C18:0 | 8.62 | 4.04 | 3.75 |
| C18:1w9c | 5.10 | 0.99 | 35.43 |
| C18:2w6t | 1.61 | | |
| C18:2w6c | 12.24 | 17.30 | 39.23 |
| C18:3w3c | 29.59 | | 2.30 |
| C20:0 | 0.61 | 0.42 | |
| C20:3w6 | 0.42 | | |
| C20:4w6 | 0.33 | | |

[1]Materia Seca, [2]Proteína Cruda, [3]Fibra Detergente Neutro, [4]Fibra Detergente Ácido.

Al final del período de engorda (90 d) los ovinos estuvieron en ayuno por 8 h y fueron pesados antes de la matanza (NOM-033-ZAG/ZOO-2014), además se obtuvieron muestras de lomo de entre la 10ª y 13ª costillas, las cuales se envasaron al vacío y fueron colocados en hielo para su transportación. Las muestras en laboratorio se refrigeraron por 2 h (4 ºC) y se congelaron a -20 °C. Los lípidos en carne se extrajeron de acuerdo a la metodología 982.23 de AOAC (2012), previo a la determinación de los ácidos grasos. Las muestras fueron transmetiladas de acuerdo con Morrison y Smith (1964), y el perfil de ácidos grasos se obtuvo mediante un cromatógrafo de gases (HP-689011) equipado con un ionizador detector de llama, al inyectar una muestra de 1µl con una columna capilar SUPELCO TM-2560 (100 m x 0.25 mm x 0.2 µm) y se utilizó nitrógeno como gas acarreador. Los picos fueron identificados de acuerdo con los tiempos de retención de los estándares de ésteres metílicos (SUPELCO37, FAME MIX analytical SIGMA USA). Se utilizó un

diseño completamente al azar y se analizaron a través de PROC GLM SAS. (2004), la comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey *(*$p < 0.05$*).*

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El perfil de ácidos grasos (AG) de la carne de ovinos no presentó diferencia *(*$p > 0.05$*)* entre tratamientos (Cuadro 2). El contenido de AG saturados e insaturados en el músculo *Longissimus dorsi* presenta variaciones derivadas del tipo de alimentación con que se finalice al animal Ku Vera *et al. (*2014). Los perfiles de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) en la carne de los ovinos finalizados con distintos tipos de alimentación presentan diferencias (pasto y heno: 5.40 g/100 g; concentrado: 5.25 g/100 g) las cuales se atribuyen al proceso de hidrolización que se lleva a cabo en los rumiantes la cual varía dependiendo de la actividad de biohidrogenación de los ácidos grasos en el rumen Karaca *et al*. (2017). Los ovinos en pastoreo, aun cuando consumieron cantidades similares de ácido mirístico y palmítico que los ovinos en corral, los cuales tendieron a depositar menos grasa saturada y tuvieron mayor deposición de ácido esteárico. En la composición de ácidos grasos de la carne influye de forma marcada el tipo de dieta que se proporciona a los rumiantes. Actualmente se sabe que la alimentación de ovinos con forrajes verdes propicia que la carne tenga mayor cantidad de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), ácido ruménico y ácidos grasos n-3 y baja proporción de ácidos grasos saturados, comparada con la carne de rumiantes que consumen concentrados Vasta *et al*. (2012).

La grasa subcutánea e intramuscular de corderos en pastoreo presenta una adecuada proporción de n-6 / n-3 de AG poliinsaturados en comparación con las mismas grasas de corderos en confinamiento. Esta diferencia es un reflejo parcial de la composición de los AG de la dieta. El forraje contiene un alto nivel de AG linolénico (C18: 3), precursor de la serie n-3 de ácidos grasos. El concentrado, al contrario, tiene un alto contenido de AG linoleico (C18: 2), precursor de la serie n-6 Díaz *et al*. (2002).

La época en la que se llevó a cabo el experimento, influyo de manera considerable en el contenido nutricional de las plantas con que fueron alimentados los animales, siendo similar al que se proporcionó en el concentrado; esta condición no permitió encontrar diferencias en la calidad de la carne.

**Cuadro 2.** Perfil de ácidos grasos en el músculo *Longissimus dorsi* de ovinos de pelo finalizados en SSP e intensivo.

| Ácidos grasos g/100 g | Intensivo | SSP | EEM |
|---|---|---|---|
| C12:0 | 0.20 | 0.15 | 0.041 |
| C14:0 | 3.67 | 3.15 | 0.152 |
| C14:1 | 0.57 | 0.44 | 0.101 |
| C15:0 | 0.25 | 0.19 | 0.368 |
| C15:1 | 0.10 | 0.21 | 0.048 |
| C16:0 | 27.89 | 26.12 | 0.465 |
| C16:1 | 2.45 | 2.54 | 0.126 |
| C17:0 | 1.73 | 1.52 | 0.171 |
| C17:1 | 1.11 | 0.97 | 0.164 |
| C18:0 | 17.98 | 20.91 | 1.015 |
| C18:1w9c | 39.36 | 39.17 | 0.708 |
| C18:2w6c | 2.83 | 3.00 | 0.102 |
| C18:3w6c | 0.31 | 0.20 | 0.098 |
| C20:3w6 | 0.19 | 0.10 | 0.076 |
| C20:5w3 | 0.20 | 0.33 | 0.097 |
| Otros | 1.18 | 0.93 | 0.114 |
| AGS | 52.37 | 52.45 | 0.756 |
| AGI | 47.63 | 47.55 | 0.756 |
| AGMI | 43.87 | 43.48 | 0.737 |
| AGPI | 3.76 | 4.07 | 0.249 |

Finalizados en sistema intensivo, SSP: finalizados Sistema Silvopastoril, EEM: error estándar de la media, AGS: ácidos grasos totales, AGI: ácidos grasos insaturados, AGMI: ácidos grasos monoinsaturados, AGPI: ácidos grasos poliinsaturados.

## CONCLUSIONES

La calidad final de la carne no fue afectada por el sistema de producción. La producción ovina en un sistema silvopastoril es una alternativa viable, sin comprometer las características de las canales y la calidad de la carne.

## LITERATURA CITADA

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2012. Official methods of analysis. 19th ed. AOAC, Arlington, VA, USA.

Barros, R. M., P. E. Briceño, S. J. Canul, C. C. Sandoval, S. J. Solorio and J. C. Ku Vera. 2012. Sistemas silvopastoriles con *Leucaena leucocephala* como alternativa en la producción ovina. Bioagrociencias 5(2): 21-25.

Díaz, M. T., S. Velasco, V. Cañeque, S. Lauzurica, F. Ruíz, C. Pérez, J. González and C. Manzanares. 2002. Use of concentrate or pasture for fattening lambs and its effect on carcass and meat quality. Small Ruminant Research 43: 257-268.

Jaturasitha, S., R. Norkeaw, T. Vearasilp, M. Wicke and M. Kreuzer. 2009. Carcass and meat quality of Thai native cattle fattened in guinea grass (*Panicum máximum*) or guinea grass legume (Stylosanthes guianensis) pastures. Meat Science 81: 155-162.

Karaca, S., A. Yilmaz, A. Kor, M. Bingöl, I. Cavidoglu and G. Ser. 2017. The effect of feeding system on slaughter-carcass characteristics, meat quality, and fatty acid composition of lambs. Arch. Anim. Breed. 59: 121-129.

Ku Vera, J. C., E .G. Briceño, A. Ruiz, R. Mayo, A. J. Ayala, C. F. Aguilar, F. J. Solorio y L. Ramírez. 2014. Manipulación del metabolismo energético de los rumiantes en los trópicos: opciones para mejorar la producción y la calidad de la carne y leche. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 48(1): 43-53.

Morrison, R. W. and M. Ll. Smith. 1964. Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoride-methanol. The Journal of Lipid Research 5: 600-608.

NOM-033-SAG/ZOO-2014. Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres. Consultado el 01 de marzo de 2017. Disponible en: http://www.gob.mx/profepa/documentos/norma-oficial-mexicana-nom-033-sag-zoo-2014-métodos-para-dar-muerte-a-los-animales-domesticos-y-silvestres.

Orellana, C., F. Peña, A. García, J. Perea, J. Martos, V. Domenech y R. Acero. 2009. Carcass characteristics, fatty acid composition, and meat quality of criollo Argentino and Braford steers raised on forage in a semitropical region of Argentina. Meat Science 81: 57-64.

Ramírez, A. L., A. J. Petit y J. C. Ku Vera. 2009. Producción ovina en sistemas agroforestales en el trópico. *In*: XIV Congreso Latinoamericano de Buiatría. Lima, Perú.

SAS Institute Inc. 2004. SAS/STAT® *9.1 User's Guide.* Cary, NC: SAS Institute Inc. 5136 p.

Vasta, V., R. I. Pagano, G. Luciano, M. Scerra, P. Caparra, F. Foti, C. Cilione, L. Biondi, A. Priolo, and M. Avondo. 2012. Effect of morning vs. afternoon grazing on intramuscular fatty acid composition in lamb. Meat Sci. 90:93.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE LA COLORACIÓN DE LA CONJUNTIVA DE LA MUCOSA OCULAR FAMACHA© Y LA CONDICIÓN CORPORAL DE BORREGAS EN OCOTLÁN DE MORELOS, VALLES CENTRALES DE OAXACA

# [CORRELATION COEFFICIENT OF THE MUCOSA OCULAR CONJUNCTIVA COLORATION FAMACHA© AND THE EWES BODY CONDITION FROM OCOTLAN OF MORELOS, CENTRAL VALLEYS OF OAXACA]

**Esmeralda Desdémona Martínez[1], David Javier Rios Cruz[2], Heriberto Luis Zamora[2], Enrique Elorza Colmenares[2], Bernabé Elí Santiago Luis[2§]**

[1]Egresada del Programa de Posgrado en Producción Animal. Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. [2]Estudiantes de Agronomía. Universidad INPECO, Oaxaca. [§]Autor para correspondencia: (desdemona_esme@yahoo.com.mx).

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar el coeficiente de correlación del grado de anemia de la mucosa ocular, utilizando la carta de color FAMACHA© y la condición corporal de borregas en el municipio de Ocotlán de Morelos, Valles Centrales de Oaxaca. Se evaluaron borregas de 2 a 3 años de los fenotipos Pelibuey y Dorper criadas bajo un sistema semi-intensivo de alimentación. Los datos registrados de las evaluaciones de la condición corporal y coloración de la mucosa de la conjuntiva ocular, se realizó por correlación no paramétrica de Spearman para variables ordinales, usando el programa estadístico (SAS system® version 9 Institute, Inc., Cary, NC, 2002). La correlación fue significativa ($p$=0.004) pero negativa (rxy= -0.8125) por la escala ordinal de las variables. Es decir, a medida que la escala de condición corporal disminuye (5 a 1), la categoría de coloración de la mucosa ocular aumenta (1 a 5). El modelo de regresión lineal explicó 66% el comportamiento de las variables. Esto indicó que la categoría 3 (rosado) en coloración de la mucosa ocular tuvieron calificación de condición corporal 1, 2 y 2.5 respectivamente y la coloración 1 (rojo) tuvieron 3 y 4 en condición corporal. La temperatura corporal de las borregas ≤ 2.5 en condición corporal fue de 37°C y 77 de frecuencia cardiaca (latidos por minuto) y las que tuvieron ≥3 en condición corporal fue de 38°C y 85 de frecuencia cardiaca. Las primeras presentaron hipotermia moderada y menor frecuencia cardiaca. En conclusión, la determinación de la coloración de la mucosa ocular y la condición corporal, así como el diagnóstico clínico de las constantes fisiológicas pueden ser utilizadas como método de desparasitación selectiva dirigida, contribuyendo en la sustentabilidad y bienestar animal de las explotaciones ovinas.

**Palabras clave:** Carta, categoría, color, spearman.

## ABSTRACT

The objective of the present work was to determine the correlation coefficient of the ocular mucosa anemia degree, with the FAMACHA© color chart and the ewes body condition from Ocotlan of Morelos, Central Valleys of Oaxaca. They were evaluated ewes aged 2 to 3-year-old to the Pelibuey

and Dorper phenotype raised under semi-intensive of feed production. The registered data to the body condition and mucosa ocular conjunctiva coloration evaluations were performed by Spearman correlation non-parametric for the ordinals variables, using (SAS system® version 9 Institute, Inc., Cary, NC, 2002) statistics program. The correlation was significant *(p*=0.004) but negative (rxy= -0.8125) it was attributed to the ordinal scale of the variables. It means, as the body condition scale decreases (5 to 1) the ocular mucosa coloration scale increases (1 to 5). The lineal regression model explained 66% the relationship of the variables. It was indicated which 3 scale (pink) in ocular mucosa coloration had score of body condition 1,2 and 2.5 respectively and the 1 (red) coloration which were 3 and 4 in body condition. The body temperature from ≤ 2.5 body condition ewes were 37°C and 77 heart rate (beats per minute) and the ewes with ≥3 body condition were 38°C and 85 heart rates. Thus, the first one which were moderate hypothermia and lower heart rate. In conclusion, the determination to the ocular mucosa coloration and body condition as well as clinical diagnosis of the physiological constants can be used as a selective deworming directed method, contributing to the sustainability and the animal welfare of sheep farms.

**Index words:** Chart, color, scale, spearman

## INTRODUCCIÓN

La producción de ovinos (*Ovis aries*) en los Valles Centrales de Oaxaca es de suma importancia, en la contribución a la sustentabilidad y soberanía alimentaria, sin embargo, uno de los principales problemas sanitarios y bienestar animal de los animales en las explotaciones son las parasitosis gastrointestinales y representan importantes pérdidas económicas en la ovinocultura en México 10 y 15% (Sánchez-Herrera *et al*., 2016; Domínguez *et al*., 2018). FAMACHA© es un método que ayuda en los programas sanitarios y se utiliza en ovejas y cabras en diversas partes del mundo como indicador del grado de anemia y por su estrecha relación con el nivel de nematodiasis en el ganado (Besier *et al*., 2016; Maia *et al*., 2015; citado por Zárate *et al*., 2017). La presencia de nematodos gastrointestinales es un problema grave en las explotaciones pecuarias, ya que reducen considerablemente los rendimientos de los animales y pueden ser causantes de su muerte.

La infestación por *Haemonchus contortus,* se conoce como Haemoncosis. El principal síntoma ocasionado por el "Gusano alambre o Gusano del estómago" es una marcada anemia, debido a la succión de sangre que hace el parásito, lo que ocasiona una reducción considerable de los niveles de hematocrito o glóbulos rojos. Esta anemia se puede observar en el animal a través de la decoloración de las mucosas, especialmente en la conjuntiva del ojo a través de la carta FAMACHA©, que es un método de procedimiento económico y de fácil aplicación. Otros síntomas visibles de Haemoncosis, son la pérdida de condición corporal del animal y en situaciones críticas edema o acumulación de líquidos debajo de la quijada, pudiendo llegar a causar la muerte (Rossanigo y Page, 2017).

El método FAMACHA© clasifica los animales en diversas categorías (1 a 5), lo que permite desparasitar selectivamente a los animales más afectados y reduce el uso de desparasitante, costos y también la posibilidad de que los parásitos adquieran resistencia (Ferreira *et al*., 2019). En

México se ha desarrollado un método de desparasitación selectiva dirigida que combina el uso de FAMACHA©, condición corporal y la cuenta de nematodos en heces. Esta metodología permite reducir significativamente la cantidad de animales a desparasitar sin afectar la eficiencia productiva de los animales (Medina *et al*., 2014), sin embargo, hasta el momento no hay suficientes trabajos contundentes.

Por lo antes citado, el objetivo de nuestra investigación fue determinar el coeficiente de correlación del grado de anemia de la mucosa ocular, utilizando la carta de color FAMACHA© y la condición corporal de borregas, como método de desparasitación selectiva dirigida, en el municipio de Ocotlán de Morelos, Valles Centrales de Oaxaca.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron 10 borregas con edades de 2 a 3 años de los fenotipos Pelibuey y Dorper en el mes de marzo de 2019, en una explotación semi-estabulada perteneciente al municipio de Ocotlán de Morelos, Valles Centrales de Oaxaca que se encuentra ubicado entre los paralelos 16° 49' 01.2" Latitud Norte y 96° 40' 06.9 Longitud Oeste, a 1,500 msnm. El clima es templado, con oscilación anual corta y lluvias moderadas durante el verano y principios de otoño. La temperatura promedio es 20.5°C y precipitación promedio anual de 695 mm (Köppen y Geiger, 1940).

Las borregas se sujetaron y se evaluó la condición corporal mediante la palpación a nivel lumbar (apófisis espinosas y transversas de las vértebras lumbares) con los dedos, el cual permitió estimar la cantidad de grasa bajo la piel, indicando los niveles de reservas energéticas que posee el animal. El grado de cobertura estimado a través de la palpación se realizó en una escala de 1 a 5 puntos, donde 1 correspondió a una borrega con muy bajo peso, 2 borrega con bajo peso, 3 borrega en buenas condiciones, 4 borrega gorda y 5 borrega obesa (INIA, 2015). También se determinó el grado de anemia a través de la observación de la coloración de la mucosa conjuntiva ocular y con el apoyo de la carta FAMCHA© (León y Choque-López, 2013). El cual establece 5 categorías de coloración, 1 rojo, 2 rojo claro, 3 rosado casi anémico, 4 rosado claro y 5 muy pálido. La temperatura corporal se determinó a través de la colocación suave de un termómetro clínico marca CODITERM en el recto del animal durante 1.5 minutos, después se prosiguió a la lectura marcada en base a la posición del mercurio. La frecuencia cardiaca se determinó con un estetoscopio marca BOKANG el cual se puso a la altura del esternón y porción cartilaginosa de las costillas (esternales) y se registró los latidos por minuto (Mendoza *et al*., 2010).

Análisis estadístico. Los datos registrados de las evaluaciones de la condición corporal y la coloración de la mucosa de la conjuntiva ocular FAMACHA©, se realizó por coeficientes de correlación no paramétrica de Spearman para variables ordinales, usando el programa estadístico (SAS system® version 9 Institute, Inc., Cary, NC, 2002), así como las estadísticas descriptivas de tendencia central y de dispersión de las variables antes mencionadas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1, se presenta el coeficiente de correlación y el modelo de regresión lineal entre el color de la mucosa ocular con el apoyo de la carta FAMACHA© y la condición corporal de borregas. La correlación fue significativa ($p$=0.004) pero negativa (rxy= -0.8125) por la escala ordinal de las variables, es decir a medida que la escala de condición corporal disminuyó de 5 (borrega obesa) a 1 (borrega muy baja de peso), la categoría de la carta FAMACHA© es mayor de 1 (color de la mucosa rojo) a 5 (color de la mucosa muy pálido). El modelo de regresión lineal explicó 66% el comportamiento de las variables. Por tanto, la gráfica indica que cuando el color de la mucosa es rosa y pálido (4 y 5), la condición corporal en las borregas es pobre, con bajo peso y por el contrario cuando el color de la mucosa es rojo y rojo claro (1 y 2), la condición corporal en las borregas es buena, gorda y obesa respectivamente.

En el presente trabajo las borregas que corresponden a la categoría 3 (rosado casi anémico) en coloración de la mucosa ocular tuvieron calificación de condición corporal 1, 2 y 2.5 respectivamente y fueron desparasitadas y vitaminadas con ADE y complejo B por época de estiaje. Entre mayor fue la categoría de la carta FAMACHA© la borrega presentó menor condición corporal. Sánchez-Herrera *et al*. (2016), concluyeron que la carga parasitaria en ovinos (huevecillos de parásitos gastrointestinales) está estrechamente relacionada con la condición corporal y la coloración de la mucosa conjuntiva. Pérez *et al.* (2018) reportaron que el método para detectar anemia (FAMACHA©) en borregas la escala 4 y 5 corresponde a animales de menor condición corporal. Rossanigo y Page (2017), reportaron estrecha relación entre los valores de hematocritos, huevecillos de parásitos gastrointestinales y condición corporal. Por tanto, la coloración de la conjuntiva ocular y la condición corporal, se pueden usar como indicadores de la existencia de parásitos gastrointestinales y se realizan como método de desparasitación selectiva dirigida, contribuyendo en la sustentabilidad de las explotaciones ovinas, ya que se reduce considerablemente el uso de desparasitante, costos y la posibilidad de que los parásitos adquieran resistencia.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

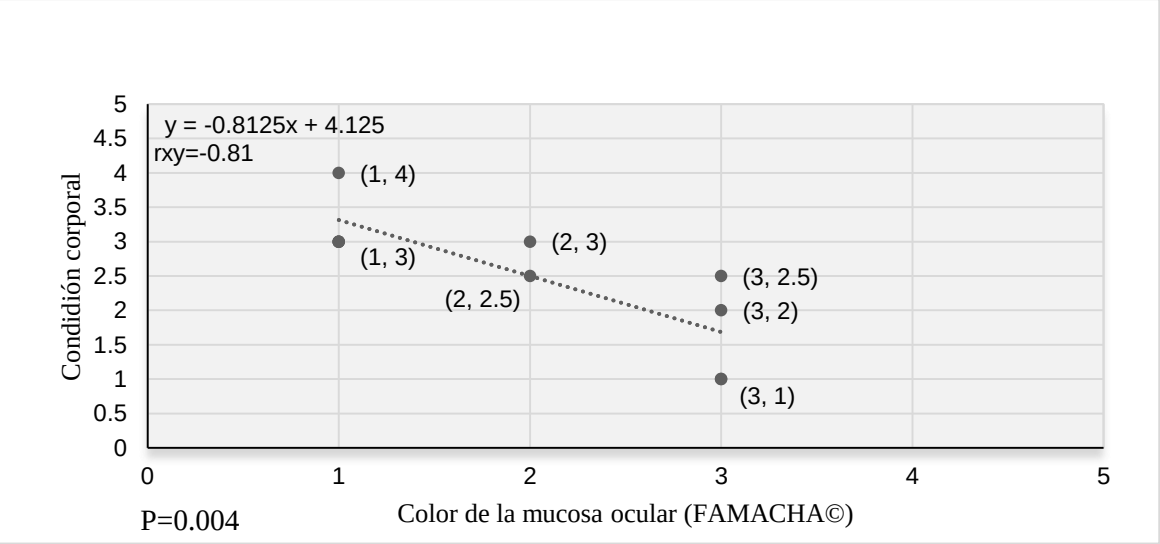



**Figura 1**. Coeficiente de correlación entre el color de la mucosa ocular (FAMACHA©) y la condición corporal en borregas.

En el Cuadro 1, se presentan las estadísticas descriptivas de tendencia central y dispersión de la condición corporal, coloración de la mucosa ocular FAMACHA© y constantes fisiológicas en borregas, en el cual se puede apreciar que las borregas que presentaron condición corporal ≤2.5, presentaron categoría 3 en coloración de la mucosa ocular y representó 60% de la muestra total del rebaño. La temperatura corporal de las borregas fue de 37°C y 77 de frecuencia cardiaca (latidos por minuto), por lo que las borregas evaluadas con estas características presentaron hipotermia moderada y menor frecuencia cardiaca (Macaldowie y Small, 2004; citado por Mendoza *et al*., 2010).

**Cuadro 1**. Estadísticas descriptivas de tendencia central y de dispersión de la condición corporal, coloración de la mucosa ocular FAMACHA© y constantes fisiológicas en borregas.

| Borregas | Condición corporal | Coloración de la mucosa ocular | Temperatura corporal | | Frecuencia cardiaca | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | MODA | MODA | MEDIA±EE | C.V. | MEDIA±EE | C.V. |
| n=5 | ≤ 2.5 | 3 | 37°C ±0.62 | 3.34% | 77±4.58 | 13.28% |
| n=5 | ≥ 3 | 1 | 38°C ±0.40 | 2.37% | 85±6.79 | 17.95% |

La condición corporal fue evaluada en una escala de 5 puntos: 1 (muy baja de peso), 2 (baja de peso), 3 (en buenas condiciones), 4 (gorda), 5 (obesa).

La coloración de la mucosa de la conjuntiva ocular fue evaluada con la carta FAMACHA© que establece 5 categorías: 1 (rojo), 2 (rojo claro), 3 (rosado casi anémico), 4 (rosado claro), 5 (muy pálido).

Los animales ≥ 3 de condición corporal tuvieron categoría 1 (rojo) en la coloración de la mucosa ocular, aceptable temperatura corporal y frecuencia cardiaca. Mendoza *et al*. (2010) mencionaron

que cuando se realiza la inspección de la mucosa de los animales, también es importante conocer las constantes fisiológicas las cuales son parámetros preestablecidos de algunas funciones vitales del organismo y bienestar animal. De lo antes mencionado, se identifica clínicamente animales resistentes, resilientes y susceptibles a las infecciones parasitarias, optimizando el tratamiento de forma selectiva en situaciones reales en la explotación, sin necesidad de recursos de laboratorio y que el productor está limitado a este recurso. También se recomendó al productor establecer estratégicas de alimentación para fortalecer el sistema inmune de los animales susceptibles y resilientes a parásitos gastrointestinales.

## CONCLUSIONES

La evaluación de la coloración de la mucosa ocular FAMACHA©, la condición corporal y el apoyo de la temperatura corporal y frecuencia cardiaca pueden ser utilizados en los programas sanitarios como método de desparasitación selectiva dirigida y bienestar animal en las explotaciones ovinas de los Valles Centrales de Oaxaca y contribuir en la sustentabilidad, soberanía alimentaria y bienestar animal, ya que se reduce considerablemente el uso de desparasitante, costos y la posibilidad de que los parásitos adquieran resistencia.

## LITERATURA CITADA

Domínguez, G. I., G. F. Salazár y P. Acosta D. 2018. Prácticas de manejo sanitario para el control parasitario en rebaños ovinos del Valle del Mezquital, Hidalgo. Programa de especialidad en producción ovina. Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Ferreira, B. J., C. S. Santos, A. C. Diógenes, S. Bezerra, W. E. Da Silva, J. G. Hody, G L. Morais and E. J. De Sousa. 2019. Sensitivity and specificity of the FAMACHA system in tropical hair sheep. Tropical Animal Health Production.

INIA, 2015. Instituto de investigaciones agropecuarias, ministerio de agricultura. Evaluación de la Condición Corporal y Edad de los Ovinos. Herramientas de Manejo Animal. Temuco, Chile. Fecha de consulta: Abril 2019. Disponible en: http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR40188.pdf.

Koppen, W. and R. Geiger. 1940. Klassifikation der klimate nach temperatur, niederschlang and jahreslauf. Petermanns Mitterilungen 64: 193-203.

León, E. y J. A. Choque-López. 2013. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. IDIAF. El Método FAMACHA© Para diagnosticar anemias causadas por parasitosis en ovinos y caprinos. Santo Domingo Oeste, República Dominicana. Fecha de consulta: 12 de abril de 2019 Disponible en: http://www.aecid.org.do/images/Publicaciones_y_Documentos/Desarrollo_Agropecuario/2.Metodo_famacha.pdf.

Medina, P., F. Guevara, N. Ojeda y E. Reyes. 2014. Resistencia antihelmíntica en ovinos: una revisión de informes del sureste de México y alternativas disponibles para el control de nemátodos gastrointestinales. Pastos y Forrajes 37: 257-263.

Mendoza, G. A., A. C. Berumen, E. C. M. Santamaría y G. Vera. 2010. Diagnóstico clínico del ovino. Fundación Produce Tabasco A.C. y Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 83 p.

Fecha de consulta: 2 de abril 2019 Disponible en: http://www.archivos.ujat.mx/2011/difusion/libros/9.pdf.

Rossanigo, C. y W. Page. 2017. Evaluación de FAMACHA© en el control de nematodos gastrointestinales en cabras de San Luis (Argentina). Fecha de consulta: mayo 2018 Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/322508794_Evaluacion_de_FAMACHAC_en_el_control_de_nematodes_gastrointestinales_en_cabras_de_San_Luis_Argentina.

Sánchez-Herrera, S., J. Hernández-Bautista, J. Noguez-Estrada, N. Rodríguez Martínez 2016. Carga parasitaria de ovinos (*Ovis aries*) manejados en sistemas de producción estabulado y pastoreo en áreas irrigadas con aguas residuales. Revista de Sistemas Experimentales 3: 19-23.

SAS. 2002. User's Guide Statistics. Version 9 for Microsoft Windows. SAS Institute, Cary, N.C. USA.

Zárate, D. R., F. J. Rojas, H. A. Segura. 2017. Validación del método FAMACHA© para dosificación antihelmíntica selectiva en rebaños caprinos lecheros. Revista de Investigación Veterinaria Perú 28: 150-159.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EVALUACIÓN DE CONTUSIONES EN CANALES OVINAS FAENADAS EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE MÉXICO

# [EVALUATION OF BRUISESS IN OVINE CARCASS SLAUGHTERED IN THE CENTRAL HIGHLANDS OF MEXICO]

**M. A. Pulido-Rodríguez[1], M. A. Mariezcurrena-Berasain[1§], Z. M. Salem-Abdelfattah[1], G. C. Miranda de la Lama[2]**

[1]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México; [2]Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Lerma, México. [§]Autor para correspondencia: (mamariezcurrenab@uaemex.mx).

## RESUMEN

Durante el transporte de los ovinos hay una serie de factores que ponen en riesgo el bienestar animal y ocasionando pérdidas económicas. El objetivo del presente estudio fue establecer la frecuencia de contusiones, el grado de profundidad y nivel de extensión en canales ovinas y la posible relación con la distancia del transporte. El estudio se llevó a cabo en el municipio de Capulhuac, de un total de 500 canales ovinas faenadas, se determino el porcentaje de canales que presento contusiones; se clasificaron las lesiones de acuerdo al grado de profundidad (1 = afecta solo tejido subcutáneo; 2 = afecta también musculo; 3 = afecta incluso hueso), nivel de extensión (1 = < 5 cm; 2 = 6 a 10 cm; 3 = > 10 cm de diámetro aproximado) y ubicación anatómica (pierna, paleta, lomo, tórax-abdomen). Las canales observadas correspondieron a corderos (77.9%) y borregos (22.1%). Se encontró que un 21.5% de las canales presentaba algún grado de contusión. Siendo más frecuentes en los borregos (42.4%) que en los corderos (15.5%). Conforme al grado de profundidad de las contusiones, se observo un 18.0% de canales con contusiones grado 1, un 3.4% de canales con contusiones grado 2 y un 0.07% de canales con contusiones grado 3. En cuanto a la profundidad de las lesiones, 72.8% fueron nivel 1, 20.9% de nivel 2 y solo 6.3% de nivel 3.Respecto a la frecuencia de presentación de contusiones y la distancia del transporte, se encontró 20.1% de canales contusas provenientes de sectores nacionales, en los sectores locales un 39.2%. Se concluye que el porcentaje contusas fue de 21.5% contusiones de poca profundidad (grado 1) y pequeña extensión (nivel 1), siendo la región anatómica más afectada, la pierna. Según la distancia de transporte de los animales desde el predio de origen, se observo que era mayor el porcentaje de canales contusas de sectores locales.

**Palabras clave:** Grado, lesiones, ovinos, profundidad, transporte.

## ABSTRACT

During transport of sheep there are a number of factors that put animal welfare at risk and cause economic losses. The objective of the present study was to establish the frequency of contusions, the degree of depth and level of extension in sheep carcasses and the possible relationship with the distance of transport. The study was carried out in the municipality of Capulhuac, of a total of 500 slaughtered sheep carcasses, the percentage of carcass that presented bruises was determined; the

lesions were classified according to the degree of depth (1 = affects only subcutaneous tissue, 2 = also affects muscle, 3 = affects even bone), extension level (1 = < 5cm, 2 = 6 to 10 cm, 3 = > 10 cm in approximate diameter) and anatomical location (leg, palette, back, thorax-abdomen). The observed carcass corresponded to lambs (77.9%) and sheep (22.1%). It was found that 21.5% of the channels showed some degree of contusion. Being more frequent in the sheep (42.4%) than in the lambs (15.5%). According to the degree of depth of contusions, we observed 18.0% of channels with contusions grade 1, 3.4% of channels with contusions grade 2 and 0.07% of carcasses with contusions grade 3. Regarding the depth of the injuries, 72.8% were level 1, 20.9% level 2 and only 6.3% level 3. Regarding the frequency of presentation of contusions and the distance of transport, 20.1% of blunt carcasses from national sectors were found, 39.2% in local sectors. It is concluded that the contusive percentage was 21.5% shallow contusions (grade 1) and small extension (level 1), with the anatomical region most affected, the leg. According to the distance of transport of the animals from the farm of origin, it was observed that the percentage of blunt carcasses from local sectors was higher.

**Index words:** Depth, grade, injuries, Sheep, transportation.

## INTRODUCCIÓN

Según el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2014), México cuenta con una población de 8.575.908 ovinos, de los cuales seis estados contienen el 55% de la población ovina, siendo el Estado de México e Hidalgo los principales productores, con 16% y 14% respectivamente. La producción de carne se ha ido incrementando, pasando de 86 mil toneladas de ganado en pie, en el 2004 a 114 mil toneladas en el 2014, lo que representa un incremento de más del 30%.

En la distribución de la matanza para el año 2010, se observa que de las 2´229,086 cabezas que fueron sacrificadas, sólo en 0.45% se procesó en rastros Tipo Inspección Federal (TIF), el 13.46% en rastros municipales y el 86.10% en condiciones de traspatio y casas de matanza donde las condiciones no eran lo más adecuadas para el procesamiento (SIAP, 2013).

En México el consumo de carne ovina y el destino de la producción, a través de la elaboración de la barbacoa, platillo típico el cual es consumido los fines de semana, en las zonas centro del país (Ciudad de México, Estado de México, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, Querétaro, Morelos y Guanajuato) (Ramos, 2008). Durante los últimos años se ha podido evidenciar un incremento sostenido del consumo de carne de borrego, lo cual ha triplicado la demanda y ha permitido elevar la ingestión de 300 g/persona en 1995 a más de 900 g/habitante en el año 2011 (SIAP, 2012b). El transporte es un componente esencial de la infraestructura de la industria ganadera (Speer *et al.*, 2001). Las contusiones en la canal de los ovinos producen importantes pérdidas económicas y a menudo, son el resultado de un manejo y transporte inadecuado pre-matanza. (Jarvis y Corkram, 1994).

Según Jones *et al*. (1988) uno de los principales factores que se relacionan con la incidencia de contusiones en el ganado es el transporte, en el cual intervienen elementos como disposición del vehículo, tiempo y distancia recorrida, las condiciones operativas de la planta. En el transporte, el manejo (arreo, carga, descarga) puede provocar diferentes heridas y contusiones, provocando el decomiso parcial o total de las canales, considerables pérdidas económicas (Godoy *et al.*, 1986). Por tal motivo como objetivo general se procedió a establecer la frecuencia de presentación de contusiones en canales ovinas, en el municipio de Capulhuac, Estado de México. Los objetivos específicos fue determinar el porcentaje de canales ovinas que presenta contusiones y clasificar las lesiones de acuerdo al grado, extensión y ubicación anatómica; establecer si existe alguna relación entre la frecuencia de presentación de contusiones y la distancia de transporte, desde el predio de origen.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo durante los meses de junio-septiembre del año 2018, en el municipio de Capulhuac, Estado de México. Se registraron características de los ovinos: lugar de origen, tiempo de transporte, distancia recorrida, peso, sexo, tipo lana o pelo, en forma repetida durante el periodo de estudio, se analizó un total de 500 canales de corderos y borregos.

Se registró la presencia o ausencia de contusiones y sus características en las canales de ovinos faenadas dentro del periodo señalado, los días miércoles, jueves y viernes. La clasificación de los ovinos, se realizó por sus características fenotípicas de la siguiente forma: corderos (machos y hembras, menores de un año de edad aproximadamente), borregos (machos y hembras entre 1y2 años de edad aproximadamente).

Se realizó la inspección visual de las canales faenadas diariamente; el grado, la ubicación y la extensión de las contusiones registrándolas en una planilla. Grado de contusión: basándose en la Norma Chilena de Tipificación de canales bovinas (Chile 2002):

Contusiones grado 1: afectan el tejido subcutáneo alcanzando hasta las aponeurosis musculares superficiales externas, provocando lesiones poco apreciables.

Contusiones grado 2: han alcanzado el tejido muscular, lesionando en mayor o menor profundidad y extensión. Se observa que la región de la contusiona perece hemorrágica.

Contusiones grado 3: comprometen al tejido óseo; el tejido muscular generalmente aparece friable con gran exudación serosa y normalmente con fracturas de los huesos de la zona afectada.

Extensión de la contusión: cada contusión que se observo fue evaluada según el diámetro aproximado del área afectada, y en este caso en particular, se consideró 3 niveles, acorde al tamaño de los ovinos: nivel 1 (< 5 cm), nivel 2 (6 a 10 cm), nivel 3 (> 10 cm).

Ubicación anatómica de la contusión: se determinaron 4 regiones anatómicas y se anotó la ubicación de la lesión: pierna, paleta, lomo y tórax-abdomen.

Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó estadística descriptiva mostrando frecuencias y porcentajes.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se observan las canales con contusión, un 18.0% corresponden a contusiones grado 1, un 3.4% a grado 2 y un 0.07% a grado 3. En otro estudio realizado en el Reino Unido, Jarvis y Cocrakram (1995) estimaron que el 26% de los ovinos tenían algún grado de contusión, Según Tarumán (2008) en un estudio realizado en Chile, tan solo estimo que el 7.5% de los ovinos tenían algún grado de contusión.

**Cuadro 1.** Número de canales observadas y porcentaje de canales con algún grado de contusión según la clase de ovino faenado.

| Clases | Canales observadas | Canales con contusiones | |
|---|---|---|---|
| | | N° | % |
| Corderos | 390 | 61 | 15.5 |
| Borregos | 110 | 47 | 42.4 |
| Total | 500 | 108 | 21.5 |

El Cuadro 2 muestra que predominaron las canales con contusiones grado 1 (83.6%) en relación al grado 2 (16.0%). Las canales con contusiones grado 3 se presentaron un muy bajo número (2 casos).

**Cuadro 2.** Distribución (%) de canales de corderos, borregos y total de ovinos con contusiones según el grado de las lesiones.

| Clase de ovino | Grado de contusión | | |
|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| Corderos | 87.7 | 11.7 | 0.6 |
| Borregos | 78.4 | 21.6 | 0.0 |
| Total | 83.6 | 16.0 | 0.3 |

El Cuadro 3 muestra que, del total de canales con contusiones observadas, el 72.8% presento contusiones nivel1, un 20.9% nivel 2, y solo el 6.3% presento contusiones nivel 3. También se observo un predominio de las contusiones nivel 1, en las 2 clases de ovinos.

**Cuadro 3**. Distribución (%) de las canales de corderos, borregos y total de ovinos con contusiones según el nivel de extensión (diámetro aproximado) de las lesiones.

| Clase de ovino | Nivel de extensión de la contusión | | |
|---|---|---|---|
| | 1 (<5 cm) | 2 (6-10 cm) | 3(>10 cm) |
| Corderos | 73.5 | 18.5 | 8.0 |
| Borregos | 72.0 | 24.0 | 4.0 |
| Total | 72.8 | 20.9 | 6.3 |

En la Figura 1 se puede observar un claro predominio de las contusiones ubicadas en la región de la pierna, alcanzando el 40.1% del total de canales con lesión contabilizadas por otra parte, la región anatómica que se vio menos afectada fue la Tórax-abdomen, con un 13.2% de presentación de contusiones. En relación a la distribución porcentual de las lesiones según ubicación anatómica (Figura 1), la pierna fue la región más afectada, respectivamente con el 40.1%. Valores que concuerdan en bovinos Castro (1993) estableció que la pierna fue la zona anatómica mas afectada,

con un 36.4%. Tarumán (2008) en ovinos reporta que la región anatómica afectada fue el lomo, abarcando más de la mitad del total de las contusiones (51.0%).

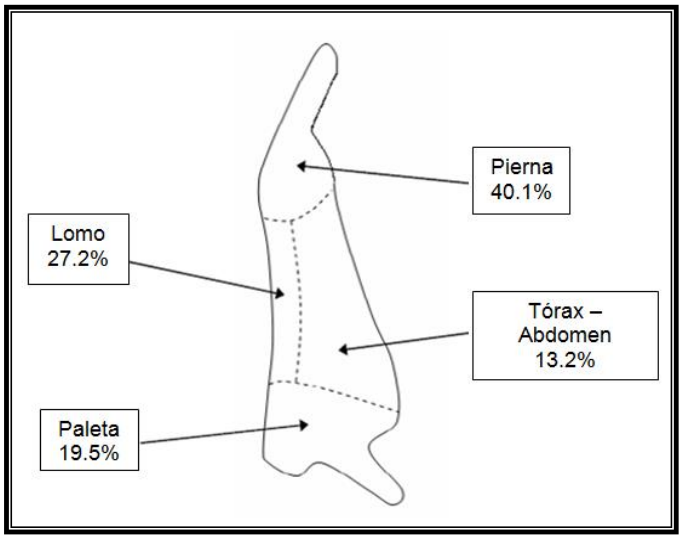



**Figura 1.** Distribución de las canales con contusiones observadas en corderos y borregos, según región anatómica afectada.

En el Cuadro 4 se puede apreciar un predominio de las contusiones grado 1 en todas las regiones anatómicas; excepto en la región de tórax-abdomen, donde las contusiones grado 1 y 2 fueron lo más frecuentes. Las contusiones grado 3, solo se observaron en la región de la paleta, en bajos porcentajes.

**Cuadro 4.** Distribución porcentual de las canales ovinas con contusiones e acuerdo al grado de lesión en cada región anatómica.

| Región Anatómica | Total de contusiones | % | Grado de contusión | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 |
| Paleta | 21 | 19.5 | 82.1% | 16.1% | 1.8% |
| Tórax-Abdomen | 14 | 13.2 | 65.8% | 34.2% | 0.0% |
| Lomo | 30 | 27.2 | 89.7% | 10.3% | 0.0% |
| Pierna | 43 | 40.1 | 86.1% | 13.9% | 0.0% |

En el Cuadro 5 se observa que fue algo mayor el porcentaje de canales con contusiones en los ovinos que provinieron de la región local del municipio de Capulhuac.

**Cuadro 5**. Frecuencia de presentación de contusiones en canales de cordero y su relación con el lugar de origen de los ovinos, transportados hacia el municipio de Capulhuac y el grado de la lesión.

| Procedencia de los ovinos | Ovinos faenados | % canales contusas | Canales Contusas | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Grado 1 | % | Grado 2 | % | Grado 3 | % |
| Nacional | 464 | 20.1 | 79 | 84.7 | 14 | 14.9 | 1 | 0.4 |
| Local | 36 | 39.2 | 14 | 76.3 | 3 | 23.7 | 0 | 0.0 |

## CONCLUSIÓNES

El porcentaje de canales contusas fue de 21.5%, con predominio de contusiones de poca profundidad (grado 1) y pequeña extensión (nivel 1), la región anatómica de la canal más afectada por contusiones fue la pierna y por ultimo las canales con mayor frecuencia de contusiones provenían de sectores locales.

## LITERATURA CITADA

Castro, E. 1993. Contusiones en canales bovinas y su relación con el pH final de la carne. Tesis M.V. Universidad Austral de Chile. Escuela de Medicina Veterinaria. Valdivia, Chile.

Chile, 2002. Instituto Nacional de Normalización (INN). Norma Chilena de Tipificación de Canales Bovinas. NCH.1306.Of. 2002.

Godoy, M., H. Fernández, M. Morales, L. Ibarra y C. Sepúlveda. 1986. Contusiones en canales bovinas, incidencia y riesgo potencial. Avances Cs Vet 1: 22-25.

Jarvis, A. and M. Cockram. 1994. Effects of handling and transport on bruising of sheep sent directly from farms to slaughter. Vet Rec 135: 523-525.

Jarvis, A. and M. Cockram. 1995. Handling of sheep at markets and the incidence of bruising. Vet. Rec. 10: 582-585.

Jones, S., A. Schaefer, A. Tong and B. Vincent. 1988. The effects of fasting and transportation on beef cattle. Livest Prod Sci 20: 25-35.

Ramos, P. A. 2008. Tecnificación del proceso de elaboración de la barbacoa de borrego. Simposium Internacional Producción de Carne Ovina. Chapingo Estado de México.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) 2012b. Resumen Nacional, Producción, precio, valor, animales sacrificados y peso 2012. http://www.siap.gob.mx/ganaderia-resumen-nacional-pecuario/.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2013. SAGARPA. Fecha de consulta: 9 de septiembre de 2018. Disponible en: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=3&Itemid=29

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (SIAP). 2014. Fecha de consulta: 10 de septiembres de 2018. Disponible en: http://www.siap.gob.mx

Speer, N., G. Slack and E. Troyer. 2001. Economic factors associated with livestock transportation. J Anim Sci 79: 166-170.

Tarumán, J. A. y C. B. Gallo. 2008. Contusiones en canales ovinas y su relación con el transporte Archivos de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile Valdivia, Chile. 40(3): 275-279

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# USO DEL DISPOSITIVO iButton® PARA EL REGISTRO CONTINUO DE LA TEMPERATURA CORPORAL EN CIERVO ROJO *Cervus elaphus*

# [USING THE iButton® DEVICE TO CONTINUOUSLY LOGGING BODY TEMPERATURE IN RED DEER *Cervus elaphus*]

**Gabriela Arteaga Sánchez[1], Alejandra Sánchez Cervantes[2], Lorenzo Alvarez Ramírez[2§]**

[1]Universidad Autónoma de Querétaro, [2]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. [§]Autor para correspondencia: (alorenzo@unam.mx).

## RESUMEN

En la obtención de información fisiológica de los animales, es importante eliminar los efectos del manejo y de la presencia humana. Para el registro de la temperatura corporal del animal, se puede utilizar una variedad de dispositivos de registro automático. El objetivo del presente trabajo es describir el uso del dispositivo de registro de temperatura iButton® por vía vaginal en ciervo rojo. En el primer caso, con 10 hembras, el iButton® se colocó en el interior de una esponja de poliuretano. En el segundo caso, con 13 hembras, el iButton® se adhirió al dispositivo CIDR-G®. En ambos casos los dispositivos fueron colocados vaginalmente para un registro de temperatura de al menos 10 días consecutivos. Todas las hembras fueron adecuadamente tranquilizadas para ello. Todos los dispositivos fueron recuperados exitosamente para su lectura. Sólo en el caso de una esponja, un dispositivo falló en su registro del último día. En todos los casos, las lecturas registraron un patrón rítmico de la temperatura corporal y no se observaron inconveniencias mayores, sugiriendo que el dispositivo iButton® puede ser usado exitosamente en casos en que se requiere registrar la temperatura corporal de manera continua y sin interferencias sobre el animal.

**Palabras clave**: Estrés calórico, temperatura vaginal, Thermochron, variable fisiológica.

## ABSTRACT

When collecting accurate physiological data in animals, it is important to eliminate human interference and having a continuous recording. Particularly important in wild animals, non-invasive methods for measuring body temperature can be useful in monitoring health status and researching environmental and climatic effects. In order to describe the use of the iButton® temperature recording device vaginally in red deer, in the first case ($n$ = 10), the logger was placed inside of a polyurethane sponge. In the second case ($n$=13), the iButton® was adhered to the CIDR-G® device. In both cases the devices were placed vaginally for a temperature recording period of at least 10 consecutive days. All females were properly tranquilized for that purpose. All devices were successfully retrieved for reading. Only in the case of a sponge, a device failed in its record of the last day. In all cases, the readings recorded a rhythmic pattern of body temperature and no major inconveniences were observed, suggesting that the iButton® device can be successfully used

in cases where it is required to record the body temperature in a continuous way and without any major interference.

**Index words**: Heat stress, vaginal temperature, Thermochron, physiological traits.

## INTRODUCCIÓN

Se sabe que la gran mayoría de los datos sobre indicadores fisiológicos de los animales se han obtenido en condiciones controladas o de laboratorio. En esos casos, las mediciones pueden ser severamente afectadas por las prácticas de manejo y la presencia humana (Hilmer *et al*., 2010).

La temperatura corporal es uno de los indicadores fisiológicos más relevantes en el animal (Godyń *et al*., 2019). Por ejemplo, los valores de temperatura corporal pueden informar sobre el estado metabólico del individuo (Burfeind *et al*., 2011, 2014), la presencia de infecciones (Lee *et al*., 2015; Godyń *et al*., 2019), o la exposición a desafíos ambientales extremos (Kinahan *et al*., 2007; De *et al*., 2017).

Generalmente se considera a la temperatura rectal como la más confiable para reflejar la temperatura corporal; sin embargo, su registro repetitivo y directo puede generar problemas como hipertermia por estrés u otros relacionados con el bienestar animal (Chapon *et al*., 2012). El registro de la temperatura corporal durante un periodo prolongado requiere del uso de dispositivos de captura automática que, luego de ser implantados, obtenga la información de modo ininterrumpido y sin alteraciones a la conducta y fisiología del animal. Esto es posible mediante el uso de diferentes dispositivos electrónicos (Hilmer *et al*., 2010; Maeder *et al*., 2012). Los dispositivos de registro automático de la temperatura son una herramienta valiosa en la investigación con cualquier animal y su hábitat (Hartman y Oring, 2006; Hilmer *et al*., 2010; Signer *et al*., 2010; Chapon *et al*., 2012; Roznik y Alford, 2012), pero en algunos casos requieren ser evaluados en la técnica específica a utilizar.

El dispositivo iButton® (Maxim Integrated®, USA) para el registro de temperatura es uno de los más conocidos. El dispositivo registra y almacena hasta un total de 2048 valores de temperatura en una memoria interna. Utiliza una batería interna de litio que permite la funcionalidad hasta por 10 años, lo que los hace reusables en investigación con animales (Davidson *et al*., 2003). Se han utilizado por vía digestiva (Kinahan *et al*., 2007), se han implantado de manera quirúrgica (Taylor *et al*., 2004; Hilmer *et al*., 2010; Lee *et al*., 2015) o se han adherido directamente al animal en lugares estratégicos (Grayson y Dorcas, 2004; Munn *et al*., 2009; Abecia *et al*., 2019). En vacas se han utilizado de manera subcutánea (Lee *et al*., 2015) o por vía de implantes vaginal y rectales (Lea *et al*., 2008; Polsky *et al*., 2017; Lees *et al*., 2018).

El ciervo rojo (*Cervus elaphus*) es un rumiante salvaje que ha sido introducido a varias regiones del mundo. En algunas de esas regiones, la especie se expone a condiciones climáticas que le representan un desafío importante que debe ser monitoreado (Alvarez y Sánchez, 2019). En casos como estos, no es posible registrar la temperatura corporal de manera tradicional, y se requiere de un procedimiento que permita la captura de la variable de manera automática y sin interferencias.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

El objetivo del presente trabajo es describir el uso del dispositivo iButton® para el registro de la temperatura corporal de hembras de ciervo rojo por vía vaginal utilizando esponjas de poliuretano y el CIDR-G®.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la estación de enseñanza e investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México en Tequisquiapan, Querétaro. Se utilizaron hembras de ciervo rojo adultas (>1.2 años) en pastoreo continuo en potreros de alfalfa (*Medicago sativa*). Las hembras recibieron un implante vaginal con una esponja de poliuretano (parte A) o un dispositivo CIDR-G® (parte B). En cada uno de los casos, el dispositivo vaginal contenía el instrumento de registro de temperatura iButton®.

### Parte A) Dispositivo iButton® en esponjas de poliuretano

Un total de 10 hembras de ciervo rojo recibieron un implante vaginal, con esponja de poliuretano conteniendo el iButton® (modelos DS-1921G o DS-1921H). Las esponjas se elaboraron usando poliuretano comercial esterilizado. En la parte media de cada esponja se realizó un corte horizontal de 1.5 cm de largo y con la profundidad suficiente para introducir por completo el iButton® (Figura 1). Luego el corte fue cerrado completamente usando suturas no absorbibles. Antes de su implantación vaginal, la esponja fue cubierta con lubricante y desinfectante.

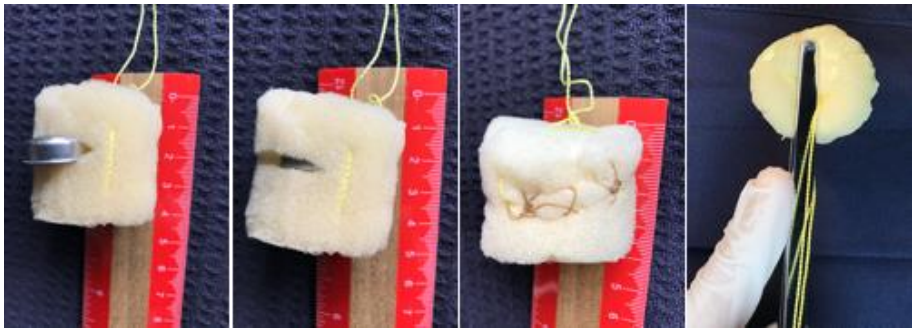


**Figura 1**. Proceso completo de preparación de la esponja vaginal con el dispositivo iButton®.

### Parte B) Dispositivo iButton® en el CIDR-G®

En un total de 13 hembras se implantó el dispositivo CIDR-G® por vía vaginal. Cada dispositivo llevaba adherido un iButton® preparado de la forma que se puede ver en la figura 2. En el centro de cada CIDR-G® se realizó un corte parcial de 16 mm de largo, en dicho corte se colocó el iButton® y ambos fueron luego cubiertos con cinta thermofilm (Steren® Mexico) usando aire caliente. Esto permitió que el iButton® se mantuviera firmemente adherido al cuerpo del CIDR-G®.

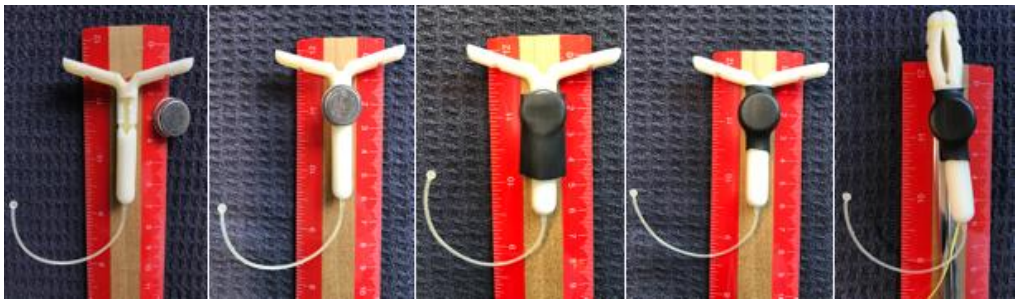


**Figura 2**. Colocación del iButton® en el dispositivo CIDR-G®

Todos los dispositivos iButton® feron programados previamente para capturar sus registros con una frecuencia de cada 10 min. Las esponjas y CIDRs se esterilizaron mediante autoclave previo a su preparación. Una vez listos, fueron implantados vaginalmente de modo directo o utilizando pinzas tipo fórceps rectas. Los implantes fueron retirados luego de un registro efectivo de 10 días consecutivos. Para su implantación y retiro, todas las hembras fueron tranquilizadas apropiadamente en la manga especial de manejo utilizando 0.7mg/kg de xilazina.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observaron mayores reacciones a la introducción y uso de los dispositivos vaginales. Una vez recuperadas de la sedación, las hembras presentaron conducta de micción, que no pudo ser asociada al uso de los implantes. Posteriormente y durante todo el estudio, no se registraron afectaciones aparentes a la conducta de los animales.

Todos los dispositivos vaginales fueron recuperados. En un solo caso, el iButton® dejó de registrar los valores correspondientes al último día de registro en los animales usando esponja. Al retiro, se observó abundante secreción mucosa cubriendo las esponjas y en menor medida en los CIDRs. En ninguno de los casos se detectó secreción sanguinolenta sobre los dispositivos.

La temperatura promedio registrada en cada caso durante los 10 días se muestra en la figura 3. Como se puede apreciar, ambos dispositivos vaginales permitieron capturar el patrón claramente rítmico de la constante fisiológica.

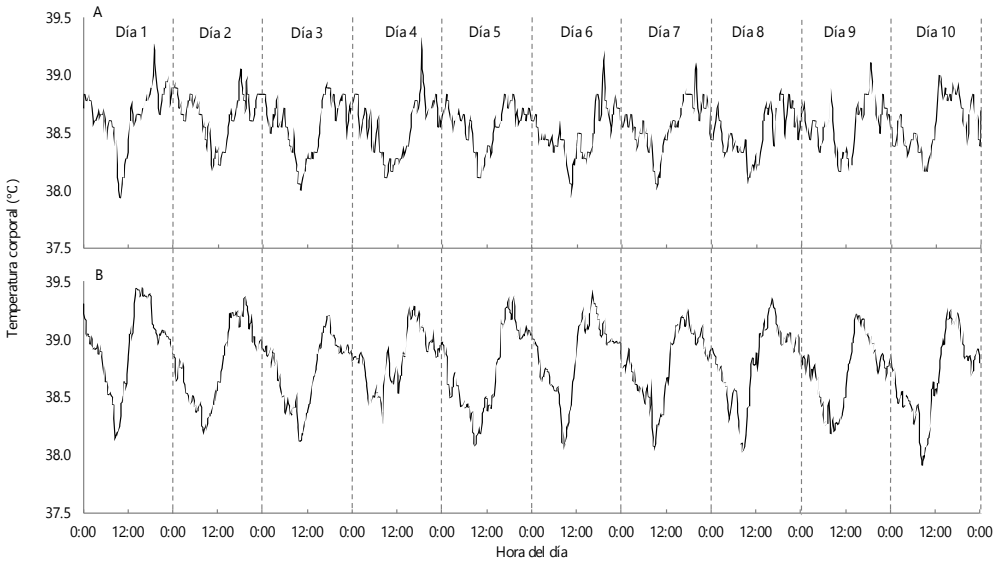



**Figura 3**. Temperatura vaginal promedio durante los 10 días de registro con el dispositivo iButton® adherido a esponjas vaginales (A) o en el dispositivo CIDR-G® (B).

La presencia humana y el manejo directo durante el registro de información puede afectar la conducta y fisiología del animal, al grado de alterar significativamente los resultados (Burdick *et al*., 2012); esto es particularmente delicado en especies con menores grados de domesticación como el ciervo rojo. Por lo tanto, el uso de dispositivos de registro automático que minimicen la interferencia humana y el manejo, podría ser ventajoso (Reuter *et al*., 2010; Angle y Gillette, 2011; Maeder *et al*., 2012).

Aunque los dos dispositivos funcionaron satisfactoriamente, se pudo apreciar una mayor conveniencia al utilizar el CIDR-G®. Sus características permitieron un trabajo más higiénico, además de que puede ser fácilmente esterilizado y reutilizado. En algunos casos, las esponjas requirieron de mayor esfuerzo para su retiro, debido posiblemente a la aparición de adherencias comunes en el uso de estos dispositivos (Romano, 2004), y en uno de los casos fue necesario recurrir a una exploración más detallada para el retiro completo del dispositivo. Dichas dificultades no se observaron con el uso del CIDR-G®.

El iButton® es un instrumento de registro automático de fecha, hora y temperatura. La información es almacenada en un chip interno y puede ser recuperada de manera fácil usando el software adecuado (OneWireViewer®, Maxim Integrated®). El instrumento puede usarse en estudios de campo y es uno de los métodos más económicos para el registro continuo de los valores mencionados (Davidson *et al*., 2003). Otros lo han utilizado para registrar la temperatura corporal de varias especies animales (Mzilikazi *et al*., 2002; Grayson y Dorcas, 2004; Lea *et al*., 2008; Hilmer *et al*., 2010). En el presente caso, se utilizó de manera satisfactoria en una población de ciervo rojo en pastoreo.

En varias ocasiones se ha observado que la temperatura vaginal tiene una correlación altamente significativa con la temperatura rectal (Vickers *et al*., 2010; Burdick *et al*., 2012; Maeder *et al*., 2012). La diferencia entre ambas mediciones resulta mínima e insignificante, de modo que se considera a ambas como adecuadas para obtener información fisiológica del animal (Burfeind *et al*., 2011; Burdick *et al*., 2012; Suthar *et al*., 2013).

Como se indicó en la metodología, la primera parte (esponjas) se realizó durante el mes de diciembre, mientras que la segunda (CIDR) ocurrió en el mes de febrero. En otras especies de ciervos y alces se han descrito diferencias en la temperatura corporal entre estaciones del año (Parker y Robbins, 1984). En el presente estudio, aunque las dos mediciones se realizaron durante el invierno, se pueden detectar diferencias importantes en temperatura ambiental y radiación solar en los meses mencionados, lo que podría explicar las diferencias visuales observadas entre la temperatura corporal obtenida (Figura 3). Esto último es discutido oportunamente en otro documento (Alvarez y Sánchez, 2019).

## CONCLUSIONES

En hembras de ciervo rojo, la temperatura corporal puede ser registrada de manera continua con el uso del instrumento iButton® adherido al dispositivo vaginal CIDR o a esponjas de poliuretano.

## LITERATURA CITADA

Abecia, J. A., G. A. María, L. X. Estévez-Moreno and G. C. Miranda-De La Lama. 2019. Daily rhythms of body temperature around lambing in sheep measured non-invasively. Biological Rhythm Research. 1-6. doi:10.1080/09291016.2019.1592352.

Alvarez, L. and A. Sánchez. 2019. Artificial shade effects on behavior and body weight of pregnant grazing red deer (*Cervus elaphus*). Journal of Veterinary Behavior. In review.

Angle, T. C. and R. L. Gillette. 2011. Telemetric measurement of body core temperature in exercising unconditioned Labrador retrievers.. Canadian Journal of Veterinary Research 75: 157-9.

Burdick, N. C., J. A. Carroll, J. W. Dailey, R. D. Randel, S. M. Falkenberg and T. B. Schmidt. 2012. Development of a self-contained, indwelling vaginal temperature probe for use in cattle research. Journal of Thermal Biology 37: 339-343. doi:10.1016/J.JTHERBIO.2011.10.007.

Burfeind, O., V. S. Suthar, R. Voigtsberger, S. Bonk and W. Heuwieser. 2011. Validity of prepartum changes in vaginal and rectal temperature to predict calving in dairy cows. Journal of Dairy Science 94: 5053-5061. doi:10.3168/JDS.2011-4484.

Burfeind, O., V. S. Suthar, R. Voigtsberger, S. Bonk and W. Heuwieser. 2014. Body temperature in early postpartum dairy cows. Theriogenology 82: 121-131. doi:10.1016/J.THERIOGENOLOGY.2014.03.006.

Chapon, P.-A., N. Bessot, A. Gauthier, S. Besnard and S. Moussay. 2012. Performance testing of an innovative telemetric temperature sensor in animals. Journal of Thermal Biology 37: 255-259. doi:10.1016/J.JTHERBIO.2011.08.004.

Davidson, A. J., F. Aujard, B. London, M. Menaker and G. D. Block. 2003. Thermochron iButtons: An inexpensive method for long-term recording of core body temperature in untethered animals.

Journal of Biological Rhythms 18: 430-432. doi:10.1177/0748730403256066.

De, K., D. Kumar, V. K. Saxena and S. M. K. Naqvi. 2017. Study of circadian rhythmicity of physiological response and skin temperature of sheep during summer and winter in semi-arid tropical environment. Physiology & Behavior 169: 16-21. doi:10.1016/J.PHYSBEH.2016.11.010.

Godyń, D., P. Herbut and S. Angrecka. 2019. Measurements of peripheral and deep body temperature in cattle – A review. Journal of Thermal Biology 79: 42-49. doi:10.1016/J.JTHERBIO.2018.11.011.

Grayson, K. L. and M. E. Dorcas. 2004. Seasonal temperature variation in the painted turtle (*Chrysemys picta*). Herpetologica 60: 325-336. doi:10.1655/03-43.

Hartman, C. A. and L. W. Oring. 2006. An inexpensive method for remotely monitoring nest activity. Journal of Field Ornithology 77: 418-424. doi:10.1111/j.1557-9263.2006.00073.x.

Hilmer, S., D. Algar, D. Neck and E. Schleucher. 2010. Remote sensing of physiological data: Impact of long term captivity on body temperature variation of the feral cat (*Felis catus*) in Australia, recorded via Thermochron iButtons. Journal of Thermal Biology 35: 205-210. doi:10.1016/J.JTHERBIO.2010.05.002.

Kinahan, A. A., R. Inge-moller, P. W. Bateman, A. Kotze and M. Scantlebury. 2007. Body temperature daily rhythm adaptations in African savanna elephants (*Loxodonta africana*). Physiology & Behavor 92: 560-565. doi:10.1016/J.PHYSBEH.2007.05.001.

Lea, J. M., D. D. O. Niemeyer, M. T. Reed, A. D. Fisher and D. M. Ferguson. 2008. Development and validation of a simple technique for logging body temperature in free-ranging cattle. Australian Journal of Experimental Agriculture 48: 741. doi:10.1071/EA07422.

Lee, Y., J. D. Bok, H. J. Lee, H. G. Lee, D. Kim, I. Lee, S. K. Kang and Y. J. Choi. 2015. Body temperature monitoring using subcutaneously implanted thermo-loggers from Holstein steers. Asian-Australasian Journal of Animal Science 29: 299-306. doi:10.5713/ajas.15.0353.

Lees, A., J. Lea, H. Salvin, L. Cafe, I. Colditz, C. Lee, A. M. Lees, J. M. Lea, H. E. Salvin, L. M. Cafe, I. G. Colditz and C. Lee. 2018. Relationship between rectal temperature and vaginal temperature in grazing Bos taurus heifers. Animals 8: 156. doi:10.3390/ani8090156.

Maeder, B., S. Arlt, O. Burfeind and W. Heuwieser. 2012. Application of vaginal temperature measurement in bitches. Reproduction in Domestestic Animals 47: 359-361. doi:10.1111/rda.12100.

Munn, A. J., P. S. Barboza and J. Dehn. 2009. Sensible heat loss from Muskoxen (*Ovibos moschatus*) feeding in winter: small calves are not at a thermal disadvantage compared with adult cows. Physiological and Biochemical Zoology 82: 455-67. doi:10.1086/605400.

Mzilikazi, N., B. G. Lovegrove and D. O. Ribble. 2002. Exogenous passive heating during torpor arousal in free-ranging rock elephant shrews, *Elephantulus myurus*. Oecologia 133: 307-314. doi:10.1007/s00442-002-1052-z.

Parker, K. L. and C. T. Robbins. 1984. Thermoregulation in mule deer and elk. Canadian Journal of Zoolgy 62: 1409-1422. doi:10.1139/z84-202.

Polsky, L. B., A. M. L. Madureira, E. L. D. Filho, S. Soriano, A. F. Sica, J. L. M. Vasconcelos and R. L. A. Cerri. 2017. Association between ambient temperature and humidity, vaginal temperature, and automatic activity monitoring on induced estrus in lactating cows. Journal of Dairy Science 100: 8590-8601. doi:10.3168/JDS.2017-12656.

Reuter, R. R., J.A . Carroll, L. E. Hulbert, J. W. Dailey and M. L. Galyean. 2010. Technical note: Development of a self-contained, indwelling rectal temperature probe for cattle research. Journal of Animal Science 88: 3291-3295. doi:10.2527/jas.2010-3093.

Romano, J. E. 2004. Synchronization of estrus using CIDR, FGA or MAP intravaginal pessaries during the breeding season in Nubian goats. Small Ruminant Research 55: 15-19. doi:10.1016/J.SMALLRUMRES.2003.10.015.

Roznik, E. A. and R. A. Alford. 2012. Does waterproofing Thermochron iButton dataloggers influence temperature readings? Journal of Thermal Biology 37: 260-264. doi:10.1016/J.JTHERBIO.2012.02.004.

Signer, C., T. Ruf, F. Schober, G. Fluch, T. Paumann and W. Arnold. 2010. A versatile telemetry system for continuous measurement of heart rate, body temperature and locomotor activity in free-ranging ruminants. Methods in Ecology and Evolution 1: 75-85. doi:10.1111/j.2041-210X.2009.00010.x.

Suthar, V., O. Burfeind, B. Maeder and W. Heuwieser. 2013. Agreement between rectal and vaginal temperature measured with temperature loggers in dairy cows. Journal of Dairy Research 80: 240-245. doi:10.1017/S0022029913000071.

Taylor, E. N., D. F. DeNardo and M. A. Malawy. 2004. A comparison between point- and semi-continuous sampling for assessing body temperature in a free-ranging ectotherm. Journal of Thermal Biology 29: 91-96. doi:10.1016/J.JTHERBIO.2003.11.003.

Vickers, L. A., O. Burfeind, M. A. G. von Keyserlingk, D. M. Veira, D. M. Weary, W. Heuwieser. 2010. Technical note: Comparison of rectal and vaginal temperatures in lactating dairy cows.. Journal of Dairy Science 93: 5246-5251. doi:10.3168/jds.2010-3388.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CARACTERIZACIÓN DE LAS PRODUCCIONES OVINAS EN EL MUNICIPIO DE VENADO, S.L.P.

# [CHARACTERIZATION OF SHEEP PRODUCTION IN THE MUNICIPALITY OF VENADO, S.L.P.]

**G. Campos Ramírez[1§], G. Ballesteros Rodea[1], L. H. Diaz García[2], D. X. Vega Manriquez[1], S. López Aguirre[2]**

[1]Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. [2]Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Zacatecas, México. [§]Autor para correspondencia: (guscr77@hotmail.com).

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo la caracterización los sistemas de producción ovinas en el Municipio de Venado, San Luis Potosí, México desde el punto de vista técnico productivo, se encuestaron 15 unidades de producción ovinas de productores privados. Se logró identificar datos como identificación de las producciones, finalidad, información técnico-productiva, manejo, sanidad, instalaciones, equipo y composición genética de los rebaños. Los resultados indicaron que la producción ovina se desarrolló como una alternativa para sustentar el autoconsumo y la economía familiar, con predominio de la raza Criolla-Dorper. La situación higiénica de las unidades de producción ovinas en el estudio fue aceptable, en las que predominó el sistema de manejo extensivo, con pastoreo continuo y rebaños de entre 20 y 40 ovinos en promedio. Se demostró que los productores encuestados en materia de sanidad están desinformados al no contar con asesoría en el tema y que por lo menos ofrecen complemento alimenticio a sus animales.

**Palabras clave:** Determinación, ovinos, unidades de producción.

## ABSTRACT

The objective of this study was to characterize the sheep production systems in the Municipality of Venado, San Luis Potosí, Mexico from the productive technical point of view, 15 sheep production units of private producers were surveyed. It was possible to identify data such as identification of the productions, purpose, technical-productive information, management, health, facilities and equipment and genetic composition of the herds. The results indicated that sheep production was developed as an alternative to sustain self-consumption and family economy, with a predominance of the Creole-Dorper breed. The hygienic situation of the sheep production units in the study was acceptable, in which the extensive management system prevailed, with continuous grazing and herds of between 20 and 40 ovines on average. It was demonstrated that the producers surveyed in the field of health are uninformed because they do not have advice on the subject and at least offer food supplement to their animals.

**Index words:** Determination, production units, sheep.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción ovina que predominan en México y el estado de San Luis Potosí son el extensivo e intensivo; aunque en últimas fechas una combinación de ambos ha tenido buenos resultados (Arteaga, 2008). En el sistema extensivo, la alimentación es mediante el pastoreo de los animales en agostaderos naturales. La inversión en alimentación, sanidad e infraestructura es mínima y la mano de obra es exclusivamente familiar, esto permite bajos costos de producción por kilogramo de cordero. Desafortunadamente, las prácticas de suplementación alimenticia son nulas, la deficiente ingesta de micro minerales, así como la mala condición de los pastizales, aunado a periodos de sequía, provocan desequilibrios nutricionales causantes de mortalidad de corderos, la cual aumenta debido a malas o escasas prácticas sanitarias (Carrera, 2008). El sistema intensivo siempre es más tecnificado que el anterior y se basa en la estabulación, así como en el uso de granos y alimentos generalmente cosechados en la misma producción y la introducción de cruzas de rasas pesadas con las autóctonas, logrando así, una alta ganancia diaria de peso y conversión alimenticia, obteniendo con esto un alto precio a la venta (Macedo y Castellanos, 2004). Por otro lado, la producción de carne de borrego, que es básicamente el fin zootécnico que se le da a los ovinos en el país, se realiza en 421 mil unidades de producción ubicadas en el estado de México, Hidalgo, Veracruz, Oaxaca y puebla, mismos que venden sus borregos a los pequeños y grandes intermediarios, que posteriormente revenden estos animales a los productores de barbacoa (SAGARPA, 2014). La productividad de los hatos ovinos, además de la falta de asesoría técnica y aportaciones en materia de sanidad, se ve afectada, Así pues, es necesario determinar los tipos de producciones existentes en el resto de la geografía Mexicana para dar a conocer la información de primera mano ya que Por ejemplo, las investigaciones epidemiológicas requieren la recogida precisa de información en la población en la que se pretende actuar sobre diversos aspectos, esta información se puede conseguir a través de bases de datos en los sistemas nacionales o regionales de sanidad animal, o bien, a partir de encuestas (Mainar, 1995). La información suministrada por estos métodos resulta muy útil y ha servido tanto para la investigación de enfermedades emergentes como para el estudio de la incidencia de enfermedades endémicas o de sus factores de riesgo y también para el diseño de políticas sanitarias y valoración de las consecuencias económicas de ciertas enfermedades (Mainar, 1995). Por tanto, el objetivo de este trabajo fue caracterizar los sistemas de producción ovina en el municipio de Venado, San Luis Potosí.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente proyecto se realizó en 15 unidades de producción ovina en el municipio de Venado, San Luis Potosí, el cual se localiza en el altiplano potosino, al norte del estado, a una latitud de 22.9333 y una longitud de 101.083, es de clima semidesértico (INEGI, 2015), estas 15 unidades de producción fueron incluidas en esta investigación debido a que fue la cantidad de productores dispuestos a participar en este estudio. Los criterios de inclusión que se utilizaron fueron productores de ovinos del municipio de Venado, San Luis Potosí que aceptaron contestar una encuesta. Se aplicó una encuesta a 15 productores, la cual fue adaptada de López (2006); en primera instancia como encuesta piloto en producciones de municipios aledaños a la capital del estado, para acotar la información requerida para el presente estudio, en el periodo comprendido de diciembre

20015 - enero 2016, posteriormente se aplicó a los 15 productores del Municipio de Venado en un periodo de febrero-junio de 2016, con el objetivo de conocer el manejo de sus hatos y se explicó a cada uno de los productores que accedieron a contestar la encuesta sobre el objetivo de esta y la importancia de obtener la información técnico-productiva de su rebaño. La información de las encuestas se analizó con una prueba de estadística descriptiva en el programa SPSS.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Cuadro 1.**

| | Si | No |
|---|---|---|
| ¿Sus animales pastorean? | ○ | |
| ¿Ofrece minerales? | ○ | |
| ¿Ordeña a sus ovejas? | | ○ |
| ¿Tiene otros animales en su UPP? | ○ | |
| ¿Desparasita a sus ovinos? | ○ | |
| ¿Cuenta con corrales para sus ovinos? | ○ | |
| ¿Tiene bebederos? | ○ | |
| ¿Tiene comederos? | ○ | |

De las unidades de producción encuestadas el 100% pastorean a sus animales. Concordando con López (2006), contrario a lo que reporta Ascencio (2002) donde en su estudio que solo el 50% de los productores (en Salinas, San Luis potosí) pastorean su ganado; sin embargo, cabe mencionar que este autor realizó su investigación en rumiantes en general.

El 100% ofrecen minerales a todo el rebaño durante todo el año mencionando el 0.15% que les dan sal mineral y el 2.1% restantes les colocan bloques concordando con López (2006). De acuerdo a los datos obtenidos en el 100 % de las producciones no ordeñan a las ovejas a diferencia de lo mencionado por Ascencio (2002) donde se reporta que el 82.30 % sí ordeñan durante alguna época del año, el 17.70 % no lo hace. En el 100% de estas se cuenta con otras especies animales diferentes a los ovinos. López (2006) menciona que, en San José de la peña, los productores tienen también otras especies diferentes a los ovinos.

El 100% de los productores mencionaron que, si desparasitan sus animales contra parásitos internos, a todo el rebaño, además el 1.95 % de ellos desparasitan contra parásitos externos al 100 % de sus animales en contraste con lo reportado por Ascencio (2002) donde menciona que el 61.95 % sí desparasita su ganado, y el 38.05 % no. El 100 % de los productores mencionó que, si cuentan con corrales de encierro, concordando con López (2006) al reportar en su estudio que la totalidad de los rebaños cuenta con un corral de encierro. El 100% de los productores remiten que si cuentan con bebederos mientras que en el estudio de López (2006) la mayoría de los rebaños consumen agua directamente del depósito comunitario.

En el 100% de las producciones tienen comederos concordando con López (2006) al mencionar en su estudio que en el 100% de las unidades de producción que se encuestaron contaban con comederos.

**Cuadro 2.**

| | Libre | Uno |
|---|---|---|
| Tipo de amamantamiento | ○ | |
| Corderos por parto | | ○ |

El tipo de amamantamiento que utilizan el 100% de las de las producciones es a libre acceso concordando también con Ascencio (2002) y López (2006) quienes mencionan en sus trabajos que el amamantamiento es a libre acceso. Se menciona que en el 100% de las producciones los partos son de un solo cordero a diferencia de Mainar (1995) donde la prolificidad media que menciona en su trabajo es de 1,16 corderos/parto en el 55,4% de las unidades de producción estudiadas.

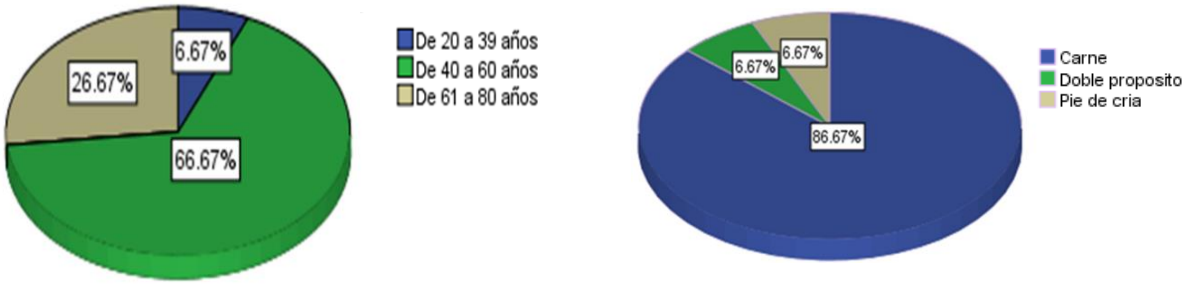



**Figura 1.** Edad del productor / fin zootécnico de la unidad de producción.

Un productor (6.67%) de las unidades es menor de 39 años, 10 de ellos (66.7%) tienen entre 40 y 60 años y los 4 restantes (26.7%) eran mayores de 61 años con una desviación estándar del .561, mientras que López (2006), en su caracterización de la producción caprina en San José de la Peña, San Luis Potosí reporta que la edad promedio de productores de pequeños rumiantes es de 47.3 ± 11.8 años, siendo este dato un factor importante que influye en el grado de manejo de los ovinos, además de la capacidad de desplazamiento durante el pastoreo.

Respecto a la finalidad de las producciones y con una desviación estándar del .561, en el 86.67% son para carne, 6.67% para pie de cría y de doble propósito. Por su parte Ascencio (2002) en su estudio sobre la caracterización de sistemas de producción de rumiantes en el municipio de Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí reporta que el 38.94% se dedican a la producción de doble propósito, el 37.17% se dedica a la producción de leche y el 23.89% contestó que a la producción de carne.

**Figura 2.** Complemento alimenticio / edad al destete.

El 86.67% (13) de los productores ofrecen complementación y 13.33 % (2) no lo hacen; de las cuales el 0.6% ofrecen rastrojo con alfalfa, 0.3% les dan maguey con rastrojo, uno les da pollinaza alfalfa y concentrado, 0.3% les dan maguey rastrojo alfalfa y nopal mientras que 0.15% le suplementa con alfalfa, 0.15% con alfalfa y maguey y solo el 0.15% les suplementa con rastrojo. Del 1.8% de las producciones que ofrecen suplementación lo hacen a todo el rebaño, 0.9% de ellas lo hacen en época de sequía, las otra 0.9 % que lo hacen lo ofrecen todo el año mientras que en el trabajo de Ascencio (2002) el 54.78 % establece cultivos, considerando el aprovechamiento de esquilmos para el ganado. El 51.33 % no utiliza los esquilmos agrícolas.

En la edad al destete se mencionó que en el 46.67% de estas unidades de producción lo hacen entre los 4 y 6 meses, 46.67 % entre los 8 y 12 meses mientras que 6.67 % no desteta con una desviación estándar del .632. Mientras que en el trabajo de López (2006) ocurre en hembras a los 4 meses de edad, y en machos a los 2 meses de edad.

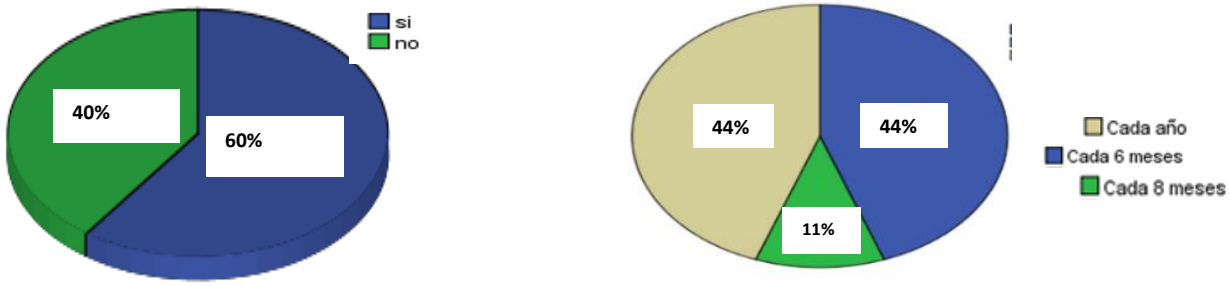



**Figura 3.** Vacunación de los ovinos / frecuencia de vacunación.

Respecto a la vacunación de los ovinos, el 60% de los productores menciona que si vacuna a sus animales mientras que el 40 % restante no lo hace a diferencia de lo que reporta Ascencio (2002) donde e1 93.81 % sí vacuna al ganado, y solo e1 6.19 % no lo hace.

El periodo de aplicación en el 26.67% vacunan cada 6 meses, 6.67% lo hace cada 8 meses, otro 26.67% lo hacen cada año y el 40% no recuerda cada cuando vacuna, mientras que López (2006) hace mención en su estudio que los productores lo hacen cada seis meses.

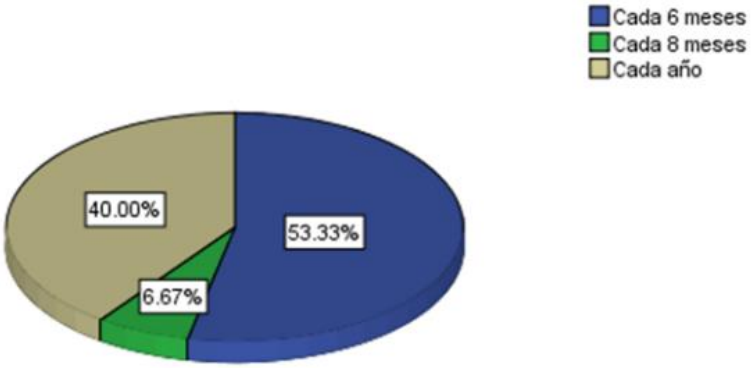



**Figura 4.** Frecuencia de desparasitación

En el 53.33% de los productores mencionaron que lo hacen cada 6 meses, 6.67% lo hace cada 8 meses y 40% lo hacen cada año y Ascencio (2002) menciona que el 65.49 % señaló que desparasitan su ganado una vez al año, el 32.74 % dos veces al año, y el 1. 77 % cada dos años.

**Cuadro 3.**

| Parámetro | Resultado (%) | | |
|---|---|---|---|
| ¿De qué material son los corrales? | 73% solo de malla | 26 % de materiales de la Zona | |
| ¿Con que frecuencia limpia los corrales? | 80% cada 2 a 6 meses | 20% cada 7 a 12 meses | |
| ¿De qué material son los bebederos? | 46% lamina | 26% plástico | 26% material de la zona |
| ¿Con que frecuencia limpia los bebederos? | 53% cada 6 meses | 46 % cada año o mas | |
| ¿De qué material son los comederos? | 53% de materiales de la zona | 26% de lamina | 20% de plástico |
| ¿Con que frecuencia limpia los comederos? | 53% cada 6 meses | 46% cada año o mas | |

Respecto a los materiales de los corrales, predomina con un 73 % los fabricados con malla borreguera y los que son hechos con materiales de la zona corresponden al 26 % concordando con Ascencio (2002). En la frecuencia de limpieza en los corrales, el 80% de los productores lo hacen entre los 2 y 6 meses, mientras que el 20 % lo hacen cada 7 a 12 meses, en contraste con lo reportado por López (2006) quien menciona que las prácticas de higiene lo que aumenta los riesgos de trasmisión de enfermedades. Los materiales de los bebederos son de lámina, plástico y materiales de la zona en un 46%, 267% y 26% respectivamente a diferencia de los reportes en otros estudios donde los animales consumen agua de un abrevadero o del depósito comunitario hecho de ladrillo y cemento (López, 2006).

La limpieza de los bebederos se realiza cada 6 meses y cada año o más con un 53% y 46% de frecuencia respectivamente, concordando con Mazariego y Beatris (2013) quienes reportan que la fuente de agua potable es escasa en la unidad en estudio y a la falta de cepillado de los bebederos.

El material del que están hechos es de lámina con un 26 %, de materiales de la zona en un 53% y en un 20% de plástico, en contraste con los reportes en otros estudios López (2006) en los que se menciona que el carecer de comederos suficientes o prescindir completamente de ellos dificulta el manejo adecuado del alimento ofrecido en él.

La frecuencia con que se limpian los comederos es de un 53% cada 6 meses y un 46% lo hacen cada año o más mientras que Mazariego y Beatris (2013) reportan que la fuente de agua potable es escasa en la unidad en estudio y la falta de cepillado de la limpieza de los comederos es frecuente.

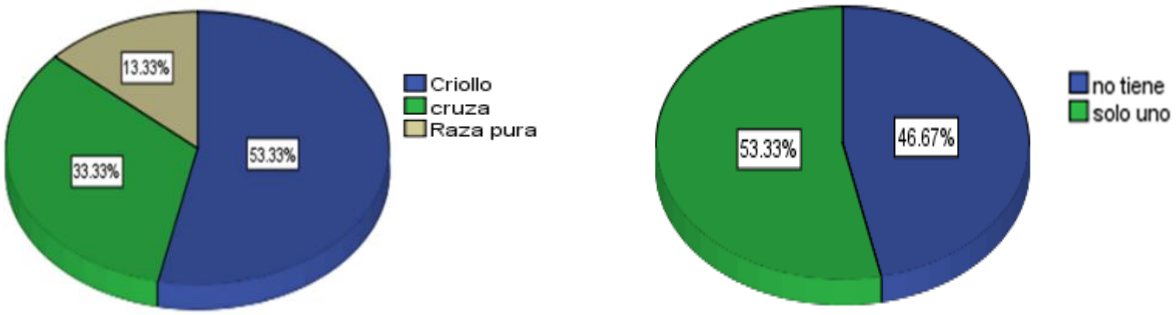



**Figura 5.** Raza de los ovinos / sementales en la unidad de producción.

En el 53.33% de las producciones los animales son criollos en 33.33% son cruzas con razas puras y en 13.33% son puros (Dorper), mientras que Ascencio (2002) menciona que cerca del 60 % de los productores cuenta con ganado criollo el 40 % con ganado considerado media sangre.

En el 46.67% de las producciones no cuentan con semental propio y en el 53.33% de ellas tienen semental, mientras que López (2006) reporta en su trabajo que la relación macho: hembras en los rebaños es, en promedio, de 1:29.

## CONCLUSIONES

Este trabajo representa el primer estudio de este tipo en ovejas del municipio de Venado, San Luis Potosí cumpliéndose el objetivo de dar a conocer la composición de las unidades de producción de ovinos en el lugar, lo cual permite realizar sugerencias a los productores e invitarlos a realizar mejoras en sus producciones.

## LITERATURA CITADA

Arteaga, C. J. 2008. Situación Actual de la Ovinocultura en México. AMCO. *In*: II Foro de Rentabilidad Ovina. Boca del Rio, Veracruz, México.

Ascencio, F. G. N. 2002. Caracterización de sistemas de producción de rumiantes en el municipio de Salinas de Hidalgo, S.L.P. (tesis de maestría). Universidad Autónoma de San Luis Potosí, S.L.P., México.

Carrera, C. B. 2008. Cuaderno de trabajo, La Ovinocultura en México: ¿alternativa para los productores?, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Coordinación de Investigación y posgrado del Instituto de Ciencias Sociales y Administración, Núm. 207. Recuperado de: http://www.uacj.mx/DGDCDC/SP/Documents/avances/Documents/2008/Avances%20207.%20Benjamin%Carrera.pdf

Cruz, M. J. B. 2013. Factores de riesgo que permiten la prevalencia de brucelosis y tuberculosis en el hato ovino de la finca Santa Rosa en octubre 2012. (Trabajo de graduación) Universidad Nacional Agraria, Facultad De Ciencia Animal Departamento De Veterinaria. Managua, Nicaragua.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y geografía). 2015. Recuperado de: http://www.inegi.org.mx/

López, M. M. G. 2006. Caracterización de la producción caprina en san José de la peña, San Luis Potosí y evaluación productiva de la suplementación nitrogenada con bloques, (Tesis de maestría) Universidad Autonoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí México.

Macedo, R. y Y. Castellanos. 2004. Rentabilidad de un sistema intensivo de producción ovino en el trópico. Avances en Investigación Agropecuaria 8(3): 1-9.

Mainar, J. R. C. 1995. Caracterización de la explotación de pequeños rumiantes de la C.A.M. e identificación de factores asociados con la seroprevalencia frente a diversas infecciones mediante encuesta y análisis multivariante. (tesis doctoral) Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España. Recuperado de: http://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitsteam/10532/1141/1/10532-98_1.pdf

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CONSUMO Y DIGESTIBILIDAD DE DIETAS CON DIFERENTES ARBOLES FORRAJEROS Y *Manihot esculenta* PARA OVINOS

## [FEED INTAKE AND DIGESTIBILITY OF DIETS WHIT DIFFERENT FODDER TREES AND *Manihot esculenta* FOR SHEEPS]

**Arely Sarai Salazar-Castillo[1], Rosa Estela Reyes-Guevara[1], Victor Francisco Díaz-Echeverría[1§], Fernando Casanova-Lugo[1], Ivan Oros-Ortega[1], Luis Alberto Lara-Pérez[1], Addy Consuelo Chavarría-Díaz[1], Elda Carolina Yam-Chale[1], Ismael Pat-Ake[1], Angel Trinidad Piñeiro-Vázquez[2], Alfonso Juventino Chay-Canul[3], Ronald Herbe Santos Ricalde[4]**

[1]Tecnologico Nacional de México- División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de la Zona Maya, Quintana Roo México. [2]Tecnologico Nacional de México-División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Conkal, Yucatán México. [3]Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Agropecuarias, Tabasco, México. [4]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. [§]Autor para correspondencia: (diazvic@prodigy.net.mx).

## RESUMEN

El presente estudio evaluó el efecto de la inclusión de 30% forraje fresco de un árbol forrajero en dietas isoproteícas e isoenergéticas con 30% de harina de *Manihot esculenta*, sobre el consumo y la digestibilidad en vivo de ovinos. Se evaluaron 5 tratamientos, resultado de la inclusión de forraje de *Leucaena leucocephala, Guazuma ulmifolia, Tithonia Diversifolia, Moringa oleífera e Hibiscus Rosa cinensis*. Se utilizaron 5 ovinos (Pelibuey × Blackbelly) con peso vivo promedio de 29.38 ± 1.28 kg, en un diseño experimental de cuadrado latino. Los consumos voluntarios de MS, MO, PC y FDN no fueron afectados por la inclusión del forraje de los diferentes árboles ($p > 0.05$). La digestibilidad de la MS, MO y FDN tampoco presentó efecto por la inclusión ($p > 0.05$) del tipo de forraje. La digestibilidad de la PC en las dietas con inclusión de forraje de *Guazuma ulmifolia*. fue la más baja ($p < 0.05$). Se concluye que la fuente de forraje utilizado, no afectó el consumo de MS, MO, PC y FDN. El forraje de *Guazuma ulmifolia* disminuyó la digestibilidad de la PC, pero no afectó la digestibilidad de los otros nutrientes evaluados.

**Palabras clave**: Fuentes proteicas, insumos energéticos.

## ABSTRACT

The inclusion of 30% of fresh fodder from trees in isoproteic and isoenergetic diets with 30% *Manihot esculenta* flour, on feed intake and in vivo digestibility in sheeps was evaluated in this experiment. Five treatments with forage from *Leucaena leucocephala, Guazuma ulmifolia, Tithonia Diversifolia, Moringa oleifera and Hibiscus Rosa cinensis* were evaluted. Five sheep (Pelibuey × Blackbelly) with an average live weight of 29.38 ± 1.28 kg were used in an experimental Latin square design. The intake of DM, OM, CP and NDF were not affected by the inclusion of forage from the different trees ($p > 0.05$). The digestibility of the DM, OM and NDF

was no affected also by the inclusion of the forages ($p > 0.05$). The digestibility of CP in the diet with forage of *Guazuma ulmifolia* was the lowest ($p < 0.05$. It is concluded that the fodder from trees used did not affect DM, OM, CP and NDF consumption. The forage of *Guazuma ulmifolia* decreased CP digestibility, but did no affected digestibility of the other nutrients evaluated.

**Index words**: energy inputs, protein sources.

## INTRODUCCIÓN

La búsqueda de nuevas fuentes no convencionales de alimentación con alta concentración de proteína y energía, es una prioridad actual para ganaderos e investigadores, sobre todo si se pretende lograr a partir de sistemas de producción sostenibles, financiera y ecológicamente rentables (Jarquín *et al.,* 2013). En las regiones tropicales existe una gran diversidad de árboles y arbustos que por su alto contenido de proteínas tienen un gran potencial para incorporarse a la dieta en los sistemas de producción de rumiantes. Debido a sus características agronómicas y valor nutritivo, se consideran especies multipropósito que pueden introducir elementos de sostenibilidad en los sistemas de producción pecuarios (Ashfod-Best *et al*., 2016).

En tal sentido las hojas de leguminosas arbóreas y arbustivas representan una estrategia en la alimentación de rumiantes, debido al alto costo que representa la suplementación con cereales y fuentes proteicas en el mercado nacional e internacional (Hernández *et al.,* 2018).

Es ampliamente reportado que las plantas forrajeras poseen metabolitos secundarios que pueden modificar la velocidad de degradación y pasaje de los nutrientes a través del tracto gastrointestinal como resultado de un efecto directo en la ecología ruminal. A este respecto se ha indicado que la reducción de la población protozoaria propicia el incremento en la población de microorganismos celulolíticos, la estabilización del pH del rumen, el decrecimiento del nivel de amoníaco libre, la reducción de la metanogénesis y el incremento de la eficiencia de utilización digestiva de diferentes dietas, fundamentalmente las fibrosas (Galindo *et al.,* 2014). En un análisis fitoquímico de 12 especies de árboles y arbustos para medir su efecto en la producción de metano y la población protozoaria Galindo *et al.* (2014), indicaron presencia significativa de taninos en *Leucaena leucocephala y Enterolobium cyclocarpum* y moderados contenidos en *Samanea saman, Guazuma ulmifolia, Moringa oleífera y Tithonia diversifolia*.

Se ha observado en rumiantes que, con la adición de concentraciones crecientes de metabolitos secundarios en la dieta, a través de árboles forrajeros pueden modificar el consumo voluntario y la digestibilidad de la MS, MO, FDN y FDA (Bhatta *et al*., 2013). Owens *et al.* (2012) observaron que el consumo de saponinas y taninos por corderos aumentó la digestibilidad de N y depende de la concentración y el tipo de fitoquímicos presentes en el forraje. En este sentido, Ruiz (2013) reportó en vacas en producción que al incluir en la dieta 0, 15, 30 y 45% de *L. leucocephala* se observó un aumento en el consumo voluntario. En arboles forrajeros como *Leucaena leucocephala* los taninos condensados juega un papel directo e indirecto en la digestibilidad, la degradación de la proteína de la dieta y en el ambiente ruminal (Bodas *et al*., 2012). Estos taninos son capaces de

modificar la fermentación y reducir la población de protozoarios y bacterias metanogénicas en el rumen (Mao *et al*., 2010).

El uso de forraje de árboles y arbustos aumenta el contenido de proteína cruda de las dietas, lo que suministra suficiente nitrógeno fermentable al rumen, pero el nitrógeno fermentable, debe ir acompañado de una fuente de energía de alta disponibilidad como es el caso de los almidones, para que exista sincronía de ambas fuentes en el proceso de fermentación (Piñeiro *et al*., 2013). A este respecto, la Yuca (*Manihot esculenta*) es uno de los recursos alimenticios energéticos disponible en el trópico, rico en carbohidratos digeribles en forma de almidones (72.81%) y carbohidratos solubles (5.26%) que aportan cantidades de energía digestible superiores a los granos de cereales (CLAYUCA, 2004).

Por lo anteriormente planteado es claro que el forraje de árboles y arbustos representa una alternativa viable en la alimentación de rumiantes, principalmente de ovinos de pelo, pero se desconocen las características químicas y digestibilidad de estos forrajes, sobre todo cuando se combinan con recursos energéticos tropicales. Por lo que es necesario realizar estudios de consumo, digestibilidad y aprovechamiento metabólico de los forrajes de árboles ricos en proteína, que permitan la recomendación de su uso en la alimentación de ovinos de pelo. Por lo tanto, en el presente trabajo se evaluó el efecto de diferentes árboles y arbustos forrajeros como fuente de proteína, con un nivel fijo de harina *Manihot esculenta* Crantz como fuente de energía, sobre el consumo, la digestibilidad aparente y balance de nitrógeno en ovinos de pelo en el sur de Quintana Roo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el área experimental pecuaria del Instituto Tecnológico de la Zona Maya localizado a 21.5 kilómetros de la carretera Chetumal a Escárcega, en el municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo. Ubicado en 21° 51´ y 89° 41´ con clima cálido subhúmedo tipo $AW_1$. Con temperatura media anual de 24.5 y 25.8 °C (García, 1973).

Se utilizaron cinco ovinos machos cruzados (Pelibuey x BlackBelly), con un promedio de 29.38 ± 1.28 kg de peso vivo. Los animales fueron desparasitados con Iverfull (Ivermectina) y closantel (closantil 5%) a razón de 1 ml por cada 50 kg de peso vivo, también fueron vitaminados con Megavitamina (ADE + Complejo B), utilizando 1 ml por cada 10 kg de pesos vivo. Los animales fueron alojados en 5 jaulas metabólicas, provistas de bebederos y comedero de plástico tipo tolva. Se balancearon 5 dietas experimentales para llenar los requerimientos propuestos por el AFRC (1993) para MS, EM y PC, utilizando 30% de forraje de un árbol forrajero en estudio, más un concentrado que contenía 30% de harina de Manihot esculenta, harina de soya, maíz molido, melaza, sales minerales y pasto *Panicum maximum* cv. Mombaza (Cuadro 1). Los animales fueron alimentados ofreciendo primeramente los forrajes en fresco y posteriormente el concentrado.

Los animales fueron asignados a un diseño experimental en cuadro latino (5 x 5) (Cochran y Cox, 1991). Cada periodo tuvo una duración de 16 días; 10 días para el manejo y adaptación a la

dieta y 6 días para la medición de las variables propuestas. Los tratamientos evaluados fueron el resultado de la inclusión de 30% de forraje de *Leucaena leucocephala*, *Guazuma ulmifolia*, *Tithonia Diversifolia*, *Moringa* oleífera o *Hibiscus Rosa-cinensis* y un nivel fijo de 30 % de harina de *M. esculenta*, en el concentrado.

**Cuadro 1.** Ingredientes y composición nutricional de dietas experimentales con incorporación de árboles forrajeros.

| Ingredientes (%) | Dieta 1 | Dieta 2 | Dieta 3 | Dieta 4 | Dieta 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Harina de yuca | 29.80 | 29.80 | 29.80 | 29.80 | 29.80 |
| Sal mineral | 1.55 | 155 | 1.55 | 1.55 | 1.55 |
| Pasto Mombaza | 10.40 | 9.43 | 10.30 | 10.50 | 10.50 |
| Forraje de árbol | 29.92 | 29.90 | 30.02 | 29.83 | 29.82 |
| Maíz molido | 23.46 | 25.45 | 24.46 | 24.45 | 23.46 |
| Melaza de caña | 1.55 | 1.55 | 1.55 | 1.55 | 1.55 |
| Pasta de soya | 3.32 | 2.32 | 2.32 | 2.32 | 3.32 |
| Composición nutricional (%) | MS | MO | PC | FDN | |
| *Guazuma ulmifolia* | 97.82 ± 0.90 | 90.26 ± 1.36 | 15.87 ± 1.64 | 61.04 ± 3.63 | |
| *Leucaena leucocephala* | 97.27 ± 1.41 | 90.24 ± 1.49 | 25.73 ± 2.90 | 53.89 ± 2.68 | |
| *Tithonia diversifolia* | 96.76 ± 1.48 | 84.13 ± 1.50 | 24.70 ± 1.81 | 50.05 ± 1.83 | |
| *Hibiscus Rosa-cinensis* | 97.23 ± 1.28 | 85.85 ± 2.30 | 14.66 ± 1.42 | 46.37 ± 4.77 | |
| *Moringa oleífera* | 97.20 ± 0.88 | 87.70 ± 1.21 | 22.22 ± 1.32 | 39.37 ± 6.28 | |
| *Panicum máximum cv. Mombaza* | 97.42 ± 1.00 | 87.44 ± 0.93 | 8.81 ± 1.32 | 72.61 ± 2.99 | |
| Concentrado | 97.67 ± 0.75 | 92.77 ± 0.90 | 11.10 ± 0.06 | 14.01 ± 1.61 | |

Dieta 1*Guazuma ulmifolia*; Dieta 2 *Leucaena leucocephala*; Dieta 3 *Moringa oleífera*; Dieta 4 *Tithonia diversifolia*; Dieta 5 Hibiscus Rosa-cinensis: MS Materia seca; MO Materia orgánica; PC Proteína cruda; FDN fibra detergente neutra.

El consumo voluntario de MS, MO, PC y FDN fue determinado por medio de la diferencia entre el alimento ofrecido y rechazado en 24 horas y ajustado con los valores de composición nutricional de laboratorio.

La digestibilidad aparente de la MS, MO, PC y FDN, fue estimada mediante las fórmulas:

$$\%\,DMS = \frac{(\text{Consumo MS} - \text{Excreción MS})}{\text{Consumo MS}} \times 100 \quad y \quad \%\,DX = \frac{(XA - XH) + (XH) \times (DMS)}{XA} \times 100$$

Dónde: X, nutriente; A, nutriente consumido; H, nutriente excretado

Para la determinación de la MS las muestras se secaron en estufa de aire forzado a 60 °C por 36 horas y molidas en criba de 1 mm para posteriormente determinar su contenido de MO, cenizas y PC por el método descrito AOAC (1995) y FDN por el procedimiento descrito por Van Soest *et al*. (1991).

El consumo voluntario y la digestibilidad en vivo fueron analizados por un PROC ANOVA para un diseño en cuadro latino (5 × 5) en caso de significancia las medias de los tratamientos fueron comparadas por medio de una prueba de Duncan al 95% de confiabilidad (Cochran y Cox, 1991).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El consumo de MS, MO, PC y FDN no se afectó significativamente ($p$=0.5245; $p$= 0.9633; $p$= 0.5377; $p$=0.1090), por la inclusión de los diferentes forrajes evaluados, como se muestra en el Cuadro1. De igual forma la digestibilidad de la MS ($p$=0.1664), la MS digerida ($p$=0.8501), la digestibilidad de la MO ($p$=0.2266), la MO digerida ($p$=0.8917), la PC digerida ($p$=0.3808), la digestibilidad de la FDN ($p$=0.6579), la FDN digerida ($p$=0.5912) no fue afectada significativamente. Únicamente se encontró diferencias significativas en la digestibilidad de la PC ($p$=0.0469), como se muestra en el Cuadro 2.

La similitud estadística en el consumo de MS por efecto de la inclusión de diferentes arboles forrajeros encontrado en este trabajo, resulta ser similar a los resultados reportado por Ashfod-Best *et al*. (2016), en ovinos alimentados con dietas a base de *Cynodon nlemfuensis* suplementadas con 30% de heno de forraje de *Erythrina indica, Moringa oleífera* o *Trichanthera gigantea* en reemplazo de la harina de soya. Sin embargo, los valores totales de consumo de MS de este trabajo fueron superiores (1372.90 a 1949.70 g animal$^{-1}$ día$^{-1}$) a los reportado por estos autores (1020 a 1080 g animal$^{-1}$ día$^{-1}$). Esta tendencia en la igualdad en el consumo de MS cuando se utilizan arboles forrajeros en la suplementación ovina, también ha sido reportados por Piñeiro *et al*. (2016) en dietas a base de *Pennisetum purpureum* con inclusión de 30% de forraje de *Havardia albicans o Acacia pennatula o Bursera simaruba*. Así mismo, la inclusión de la harina de *Manihot esculenta* no afectó el consumo total de MS, coincidiendo con lo reportado por Alamilla y Alonso (2017) en ovinos de pelo alimentados con dietas con inclusión de 45% de heno de *Leucaena leucocephala* y niveles de 0 a 45 % de harina de *Manihot esculenta*, así como con Sánchez et al. (2018) quienes alimentaron ovinos de pelo con dietas en las que se incluyó diferentes niveles de *Leucaena leucocephala* en fresco (0, 10, 20 y 30% de la MS) y 45% de harina de *Manihot esculenta*. La igualdad estadística en el consumo de MO, PC y FDN encontrada en este trabajo, es similar a los consumos de estos nutrientes reportados por Piñeiro *et al.* (2016) en dietas con 30% de forraje de los árboles evaluados. Sin embargo, los valores de consumo de MO (1257.42 a 1300.39 g animal$^{-1}$ día$^{-1}$) y PC (154.02 a 177.77 g animal$^{-1}$ día$^{-1}$) reportados en este trabajo, resultan ser superiores a los reportados por Ashfod-Best *et al.* (2016) (120 a 150 g animal$^{-1}$ día$^{-1}$) y Sánchez *et al.* (2018) (167.11 a 290.89 g animal$^{-1}$ día$^{-1}$) e inferiores en los consumos de FDN (425.69 a 525.50) reportados por los mismos autores.

**Cuadro 2**. Efecto del árbol forrajero en el consumo y digestibilidad en vivo de dietas integrales para ovinos de pelo.

| | Tratamientos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parámetros | 30G-30Y | 30M-30Y | 30L-30Y | 30T-30Y | 30H-30Y | EE | Pr>F |
| Consumo MS (g animal$^{-1}$ dia$^{-1}$) | 1949.70 | 1177.6 | 1411.00 | 1402.6 | 1372.90 | 314.28 | 0.5245 |
| Digestibilidad MS (g kg$^{-1}$consumido$^{-1}$) | 710.59 | 753.47 | 726.18 | 731.79 | 733.67 | 11.044 | 0.1664 |
| Consumo de MO (g animal$^{-1}$ dia$^{-1}$) | 1257.42 | 1284.35 | 1318.59 | 1300.69 | 1273.82 | 62.912 | 0.9633 |
| Digestibilidad MO (g kg$^{-1}$consumido$^{-1}$) | 724.61 | 766.91 | 738.49 | 744.46 | 742.37 | 11.900 | 0.2266 |
| Consumo de PC (g animal$^{-1}$ dia$^{-1}$) | 158.56 | 171.43 | 176.09 | 177.77 | 154.02 | 11.808 | 0.5377 |
| Digestibilidad PC (g kg$^{-1}$consumido$^{-1}$) | 608.11$^{b}$ | 688.35$^{a}$ | 643.70$^{ab}$ | 682.08$^{a}$ | 680.88$^{a}$ | 18.741 | 0.0469 |
| Consumo de FDN (g animal$^{-1}$ dia$^{-1}$) | 525.50 | 425.69 | 478.39 | 462.72 | 458.85 | 23.533 | 0.1090 |
| Digestibilidad FDN (g kg$^{-1}$consumido$^{-1}$) | 546.03 | 550.14 | 516.27 | 532.11 | 529.44 | 17.305 | 0.6579 |

Pr>F=Probabilidad de encontrar diferencias significativas; EE = Error estándar de la diferencia entre medias; Medias con igual literal en las filas no son estadísticamente diferentes.

Los resultados del presente trabajo muestran que el forraje de los diferentes arboles evaluados no afectaron la digestibilidad aparente de la MS, MO y FDN (g animal$^{-1}$ día$^{-1}$ y g kg$^{-1}$ consumido). A este respecto Ashfod-Best *et al*. (2016) reporta similitud en la digestibilidad aparente de la MS, MO y FDN en ovinos alimentados con dietas con inclusión de 30% de heno de forraje de un árbol forrajero (*Erythrina indica o Moringa oleífera* o *Trichanthera gigantea*) en reemplazo de la harina de soya como fuente de proteína en la dieta. Tendencias similares fueron reportadas por Delgado *et al.* (2016) en la digestibilidad de estos nutrientes en ovinos de pelo alimentados con dietas con 40% de *Leucaena leucocephala* y niveles variables en harina de *Manihot esculenta*; y Sánchez *et al.* (2018) en ovinos alimentados con diferentes niveles del mismo árbol forrajero (0, 10, 20 y 30%) y un nivel de inclusión de 45% de la EM en harina *Manihot esculenta*, ambos trabajos se realizaron bajo condiciones experimentales similares a las aquí reportadas.

En un estudio de nueve ecotipos de *Tithonia diversifolia*, se reportan rangos de digestibilidad aparente de 722.5 a 797.7 g MS animal$^{-1}$ día$^{-1}$; 577.1 a 662.0 g MO animal$^{-1}$ día$^{-1}$ y 262.5 a 302.2 g FDN animal$^{-1}$ día$^{-1}$, para ovinos machos (Gonzales *et al*., 2012), resultando estos valores inferiores a los encontrados en este trabajo.

La disminución de la digestibilidad aparente de la PC cuando se incluye forraje de *Guazuma ulmifolia* como fuente proteica, puede estar asociada a la cantidad de metabolitos secundarios como los taninos presentes en el forraje de la planta, pues es ampliamente reportado que estos metabolitos modifican la velocidad de degradación y pasaje de los nutrientes a través del tracto gastrointestinal como resultado de un efecto directo en la ecología ruminal (Galindo *et al.*, 2014). A este respecto Owens *et al.* (2012) observaron que el consumo de saponinas y taninos por corderos aumenta la digestibilidad del nitrógeno y su valor depende de la concentración y el tipo de fitoquímicos presentes en el forraje. Lo que posiblemente influyó en la cantidad de proteína cruda digerida del forraje de *Guazuma ulmifolia* en este trabajo, pues este forraje es asociado con niveles moderados de taninos (Galindo *et al*., 2014).

## CONCLUSIONES

La inclusión de árboles forrajeros en dietas integrales para ovinos de pelo no afecta el consumo de nutrientes de la dieta. El forraje de *Guazuma ulmifolia* puede disminuir la digestibilidad de la PC, pero no afecta la digestibilidad de otros nutrientes.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Tecnológico Nacional de México (Proyecto con clave: 5070.19-P) por el apoyo financiero para llevar acabo el presente trabajo, que forma parte de la tesis del primer y segundo autor en la licenciatura de Ingeniería en Agronomía.

## LITERATURA CITADA

Alamilla, C. M. A. y T. R. A. Alonso. 2017. Efecto de diferentes niveles de *Manihot esculenta* sobre el consumo y ambiente ruminal en ovinos con dietas basadas en *Leucaena leucocephala*, Tesis de licenciatura del Instituto Tecnológico de la zona Maya Quintana Roo Juan Sarabia. pp: 1-44.

AFRC. 1993. Energy and Protein Requeriments of Ruminants. CAB International. Wallingford, UK. pp. 97-159.

Association of Official Agricultural Chemists (AOAC). 1995. Methods of analysis. 15th Edition. Washington DC. pp. 12-44.

Ashfod-Best, D., L. P. E. Lara, V. E. Aguilar, C. F. E. Cen, J. C. Ku Vera and G. J. R. Sangines. 2016. *In vivo* digestibility and-nitrogen in sheep diets with foliage of fodder trees in substitution for soybean meal. Agroforest Systems pp. 1-7.

Bhatta, R., O. Enish, Y. Yabumoto, I. Nonaka, N. Takusari and K. Higuchi. 2013. Methane reduction and energy partitioning in goats fed two concentration of tannin from *Mimosa* ssp. Journal Agriculture Science Cambriht 151: 119-128.

Bodas, R., N. Prieto, G. R. García and S. López. 2012. Manipulation of rumen fermentation and methane production with plant secundary metabolites. Animal Feed Science and Technology 176(1-4): 79-93.

Cochran, W. C. y G. M. Cox. 1991. Diseños experimentales. 2° Ed. Editorial Trillas, México pp. 143-156.

Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo de la Yuca (CLAYUCA). 2004. Una alternativa en la alimentación para los cerdos. Yuca por maíz en dieta porcina. Edición 6. 23-29.

Delgado, A. G., I. P. P. Bojórquez, E. V. F. Díaz, L. F. Casanova, D. A. C. Chavarría, V. A. T. Piñeiro, C. A. J. Chay y J. C. Ku Vera. 2016. Digestibilidad aparente y balance de nitrógeno de ovinos alimentados con Leucaena leucocephala y niveles crecientes de Manihot esculenta. En: Perspectivas y avances de la producción animal en México. Editorial Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí México. pp. 8-15.

Galindo, J., N. González, Y. Marrero, A. Sosa, T. Ruiz, G. Febles, V. Torres, A. I. Aldana, G. Achang, O. Moreira, L. Sarduy y A. C. Noda. 2014. Efecto del follaje de plantas tropicales en

el control de la producción de metano y la población de protozoos ruminales in vitro. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 48(4): 359-364.

García, M. 1973. Modificaciones del sistema de clasificación climática de Koopen. México. UNAM. pp. 243.

González, O. O. H., A. Orozco, Y. Castillo, O. Ruiz, A. Estrada, F. Ríos, E. Gutiérrez, H. Bernal, D. Valenciaga, Y. B. I. Castro Hernández. 2012. Composición química, degradabilidad ruminal in situ y digestibilidad *in vitro* de ecotipos de *Tithonia diversifolia* de interés para la alimentación de rumiantes. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 46(1): 47-53.

Hernández, M. J., P. S. P. Sánchez, S. N. Torres, P. J. Herrera, G. A. R. Rojas, V. I. Reyes y N. M. A. Mendoza. 2018. Composición química y degradaciones *in vitro* de vainas y hojas de leguminosas arbóreas del trópico seco de México. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 9(1): 105-120.

Jarquín, A. J. A., E. J. D. Rocha, L. Rocha, S. N. Reyes y A. B. Mendieta. 2013. Degradabilidad ruminal del follaje de *Moringa oleifera* a tres diferentes edades de rebrote. La Calera 13(21): 76-81.

Mao, L. H, J. K. Wang, Y. Zhou and X. J. Liu. 2010. Effects of addition of tea saponins and soybean oil on methane production, fermentation and microbial population in the rumen of growing lambs. Livestock. Science 129: 56-62.

Owens, J., F. D. Provenza, R. D. Wiedmeier and J. J. Villalba. 2012. Influence of saponins and tannins on intake and nutrient digestion of alkaloid-containing foods. Journal Science Food Agriculture 92(11): 2373-2378.

Piñeiro, A. T., A. J. Ayala, A. J. Chay and J. C. KuVera. 2013. Dry matter intake and digestibility of rations replacing concentrates with graded leves of Enterolobium cyclocarpun in Pelibuey lambs. Tropical Animal Health Production 45: 577-583.

Piñeiro, V. A. T., B. F. Lazos, C. A. J. Chay, L. F. Casanova, E. V. F. Diaz, B. F. Ayala, J. C. Ku Vera. 2016. Efecto de la inclusión de follaje de *Havardia albicans, Acacia pennatula y Bursera simaruba* sobre la producción de metano entérico en ovinos. En perspectivas y avances de la producción animal en México. Primera edición. Editorial universitaria potosina. San Luis Potosí México. pp: 208-216.

Sánchez, R. A., B. O. Moo, E. V. F. Díaz, L. F. Casanova, O. I. Oros, D. A. C. Chavarría C. A. J. Chay. 2018. Consumo voluntario y digestibilidad aparente en ovinos alimentados con *Leucaena leucocephala* y *Manihot esculenta*. En: Avances de la Investigación Sobre Producción Animal y Seguridad Alimentaria en México. Primera edición. Morelia, Michoacán, México. Editorial Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. pp: 839-842.

Ruiz, G. A. 2013. Balance de nitrógeno y composición de la leche de vacas alimentadas con *Leucaena leucocephala*. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. pp. 36-41.

Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and no starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal Dairy Science 74: 3583-3598.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EVALUACION DEL EFECTO DEL DIMETILO SULFOXIDO (DMSO) SOBRE EL PORCENTAJE DE CONCEPCIÓN EN BORREGAS INSEMINADAS ARTIFICIALMENTE CON SEMEN FRESCO EN EPOCA REPRODUCTIVA

## [EVALUATION OF THE EFFECT OF DIMETHYL SULFOXIDE (DMSO) ON THE PERCENTAGE OF CONCEPTION IN SHEEP INSEMINATED ARTIFICIALLY WITH FRESH SEMEN IN REPRODUCTIVE STAGE]

**Ramiro Gerardo Quintanar Medina, Yesmin Maria Domínguez Hernández[§], Juan Antonio Rodriguez Garcia**

CEIEPAA - FMVZ – UNAM. [§]Autor para correspondencia: (yesdomin@hotmail.com)

## RESUMEN

La producción ovina en México es la segunda en importancia en los rumiantes, su fin productivo es la producción de carne, tiene una población cercana a los 9 millones (SIAP, 2017). Entre los factores que afectan la producción ovina se encuentran: enfermedades, alimentación y la reproducción, esta especie es poliestrica estacional, siendo esta una limitante para su producción a ciertas épocas del año. Existen técnicas reproductivas que permiten controlar esta actividad como la inducción o sincronización del ciclo estral, para efectuar el empadre mediante monta dirigida o inseminación artificial (IA) este último con semen fresco, refrigerado o congelado depositando el mismo en vagina, cérvix o cuernos uterinos (Mejía, 2019) una desventaja de la IA cervical son los pliegues tortuosos que son difícil de penetrar, por lo cual se han empleado métodos físicos para dilatar como dilatadores y pinzas (Mejía, 2019), que han resultado poco eficientes; una alternativa para facilitar esta penetración son las sustancias químicas como el Dimetil Sulfoxido (DMSO). El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de DMSO sobre la dilatación del cérvix y el porcentaje de concepción en borregas IA, con semen fresco vía cervical, en época reproductiva. Se utilizaron 60 hembras que se sincronizaron con CIDR más 15mg/prostaglandina/animal vía intramuscular en un protocolo corto, se dividieron en 2 grupos de 30 animales c/u en un diseño completamente aleatorio, el grupo control sin tratamiento y grupo tratado que se le aplico 0.3 ml de DMSO local en el cérvix. Se midió la dilatación con pipetas para inseminar marcadas cada 0.5cm. Como resultado se obtuvo que el tratamiento dilata el cérvix (0.71+/-0.55 cm); Sin embargo, no mejora la tasa de concepción siendo esta superior al 90%, en ambos grupos. En conclusión, la aplicación local de DMSO favorece la dilatación del cérvix, pero no mejora la tasa de concepción.

**Palabras clave:** Cérvix, dilatación, DMSO.

## ABSTRACT

The sheep production in Mexico is the second in importance in ruminants, its productive purpose is the production of meat, has a population close to 9 million (SIAP, 2017). Among the factors that affect sheep productions are: diseases, feeding and reproduction, this species are breeder seasonal, being this a limitation for its production at certain times of the year. There are reproductive

techniques that allow to control this activity as the induction or synchronization of the estrous cycle, to carry out the breeding by directed mounting or artificial insemination (AI) with the latter with fresh, refrigerated or frozen semen, depositing it in the vagina, cervix or uterine horns (Mejía, 2019) a disadvantage of the cervical AI are the tortuous folds that are difficult to penetrate, for which physical methods have been used to dilate as dilators and forceps (Mejía, 2019), which have proved inefficient; an alternative to facilitate this penetration are chemical substances such as dimethyl sulfoxide (DMSO). The aim of the study was to evaluate the effect of DMSO on cervical dilation and percentage of conception in lambs IA, with fresh semen via cervical, in reproductive season. 60 females were used that were synchronized with CIDR plus 15mg / prostaglandin /animal intramuscularly in a short protocol, were divided into 2 groups of 30 animals each in a completely randomized design, the control group without treatment and treated group that was apply 0.3 ml of local DMSO to the cervix. Dilation was measured with inseminated pipettes marked every 0.5cm. As a result it was obtained that the treatment dilates the cervix (0.71 +/- 0.55 cm); however, the conception rate does not improve, this being higher than 90% in both groups. In conclusion, the local application of DMSO favors dilation of the cervix, but does not improve the conception rate.

**Index words:** Cervix, dilation, DMSO.

## INTRODUCCIÓN

Un factor que limita la productividad en los ovinos es la estacionalidad reproductiva que los circunscribe a la época del año de otoño – invierno (Almeraya, 2019); sin embargo, se han desarrollado técnicas reproductivas que permiten modificar esta estacionalidad, basadas generalmente en hormonas, los estros se pueden sincronizar o inducir, para realizar el empadre ya sea por monta natural o inseminación artificial (IA). La IA contribuye a la mejora genética y puede realizarse vía vaginal, cervical o intrauterina, empleando semen fresco, refrigerado o congelado (Mejía, 2019). La vía cervical es un método que no requiere de equipos especializados y se recomienda se realice empleando semen fresco – refrigerado (Hernández *et al.*, 2015); sin embargo, debido a la anatomía del cérvix que consta de 6 a 7 pliegues tortuosos es difícilmente de penetrar (Santiago, 2009). Ante esta situación se han utilizado diversos métodos físicos para dilatar y penetrar el cérvix como son: dilatadores y pinzas para estirar con punta recta, doblada o enroscada, agujas largas, pero estas prácticas no han resultado del todo eficientes (Mejía, 2019). Como opción en cabras se han aplicado sustancias químicas (oxitocina) para dilatar y facilitar la IA cervical (Cornejo, 1995), no obstante, en borregas no se han encontrado estudios, pero se conoce que el Dimetil Sulfoxido (DMSO) es una sustancia que al ponerse en contacto con la proteína de la mucosa reemplaza las moléculas de agua y da lugar a la formación de una estructura relajada y flexible, permitiendo la dilatación de la zona de aplicación (Sumano, 2015). El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación local de DMSO, sobre la dilatación cervical y el porcentaje de concepción en borregas IA vía cervical con semen fresco.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## MATERIALES Y MÉTODOS.

El trabajo se realizó en el módulo de borregos del CEIEPAA. FMVZ–UNAM, ubicado en Tequisquiapan Querétaro. Durante la época reproductiva se emplearon 60 hembras de las razas Suffolk, Dorset, Kathadin y Texel que al momento del empadre contaban con una condición corporal de 3 y un semental Texel evaluado física y andrológicamente, previamente el cual aporto el semen. Las borregas recibieron un programa de sincronización corto de 7 días con CIDR y al retiro se aplicó 15mg/animal de prostaglandina y se dividieron en dos grupos para un diseño experimental completamente aleatorio (Cochran *et al.*, 1990). El grupo control sin tratamiento y el grupo tratado el cual recibió 0.3 ml de DMSO vía local (0.15 ml en la os externa del cérvix y 0.15 ml en la periferia del cérvix), 15 minutos antes de la IA cervical a tiempo fijo a 48 hrs. del término de la sincronización, con semen fresco obtenido del semental previamente evaluado, para medir la dilatación del cérvix, se utilizaron pipetas para inseminar, marcadas con líneas cada 0.5 cm, estas se emplearon para aplicar el DMSO y el semen en ambos grupos. Las variables de respuestas fueron dilatación del cérvix y porcentaje de concepción de acuerdo al tratamiento. Los resultados se analizaron empleando los procedimientos PROC GLM y Duncan para comparación de medias en caso de la dilatación del cérvix y para evaluar la tasa de concepción se realizó una prueba de correlación entre el tratamiento y las hembras diagnosticadas como concebidas (SAS ®, 2010) el diagnostico de gestación fue por ecografía al día 40 pos servicio.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Cuadro 1.** Dilatación del cérvix de acuerdo con el tratamiento.

| Grupo | Medición inicial +/- DE cm | Medición final +/- DE cm | Dilatación +/- DE cm |
|---|---|---|---|
| Control | 1.86+/-0.41 | 1.86+/- 0.41 | 0 [a] |
| Tratamiento | 1.09+/-0.44 | 1.80+/-0.54 | 0.71+/-0.55 [b] |

Diferente literal es estadísticamente significativo; $p < 0.001$.

**Cuadro 2.** Diagnostico de concepción de acuerdo con el tratamiento.

| Grupo | Servidas | Concepción | Correlación |
|---|---|---|---|
| Control | 30 | 28 | 0.12 [a] |
| Tratamiento | 28 | 26 | 0.12[a] |

Diferente literal es estadísticamente significativo; $p > 0.34$.

La aplicación de DMSO, genera una dilatación cervical que facilita la IA, el DMSO se ha utilizado con otros objetivos como por ejemplo agente desinflamatorio en especial en equinos y como crio-conservador de semen. Sin embargo, al tener la propiedad de relajar tejidos se empleó como una alternativa para la relajación muscular con resultado favorable en el presente estudio. Otras sustancias químicas que se han empleado son la oxitocina 100 USP (Cornejo, 1995) en cabras vía intra-venosa logrando la relajación del cérvix, contando únicamente los animales que fueron penetrados por la pipeta o no, en comparación con el presente estudio en donde se valoró los centímetros de penetración de la pipeta. En borregas Stellfluget *et al.* (2001) aplico 400 UI de oxitocina IV y 20 minutos después manipulo el cérvix para la introducción de un catéter

inseminador logrando la dilatación del cérvix, pero al igual que el presente estudio esta dilatación no mejoro la fertilidad obteniendo 58.8 y 46.6% entre el grupo control y el tratamiento. Masoudi *et al.* (2017) aplicando diferentes tratamientos en borregas entre los que se encontraban solución salina, oxitocina, oxitocina más estradiol. Reporta que la oxitocina y la oxitocina más estradiol incrementan la penetración del cérvix sin afectar la tasa de concepción la cual fue de 60 y 50% respectivamente. Como se observa la aplicación de DMSO vía local favorece la dilatación del cérvix, pero esta relajación muscular no favorece positivamente el incremento en la concepción lo cual concuerda con los estudios publicados por diversos autores.

## CONCLUSIONES

La aplicación tópica de DMSO, en las condiciones del presente estudio favorece la dilatación del cérvix de la borrega que facilita la IA cervical.

La dilatación del cérvix no repercute favorablemente en el incremento de la concepción.

## LITERATURA CITADA

Almeraya, A. I. P. y R. M. P. Ramírez. 2019. Manual de prácticas de reproducción animal. Retomado de http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/principal/archivos/Manuales/60_Reproduccion_Animal.pdf

Cochran, W. G. y Cox. 1990. Diseños experimentales. 2ed. En español. Trillas, México.

Cornejo, M. L. M. 1995. Uso de la oxitocina en la inseminación artificial intrauterina a través del cérvix en cabras (tesis), Monterrey, Nuevo León, Univ**.** Autónoma de Nuevo León.

Hernández, J. A. B., R. M. Navarrete, J. A. M. Benítez, L. M. F. Antonio, A. G. Gómez y M. A. P. Bernal. 2015. Fertilidad con el uso de inseminación artificial en ovejas. Entorno Ganadero 1-9.

Masoudi, R., A. S. Zare, A. Towhidi, H. Kohram, A. Akbarisharif, M. Sharafi, M. Zhandi and M. Shahab-El-Deen. 2017. Cervical dilation and improvement of reproductive performance in fat-tailed ewes via cervical dilator treatments. Asian Pacific Journal of Reproduction 93-96.

Mejía, O.V. 2019. Técnicas de Reproducción Asistida en Ovejas y Cabras. Retomado de http://congreso.fmvz.unam.mx/pdf/memorias/Peque%C3%B1os%20rumiantes/OCTAVIO%20MEJIA%20(2).pdf

Santiago, E. O. 2009. Inseminación artificial en ovinos (tesis de licenciatura). Torreón (Coahuila), México, Univ. Antonio Narro.

SAS. Institute.2010. SAS User´s Guide: Stadistics. SAS Institute. Cary, NC.

Stellflug, J. N., M. C. Wulster-Radcliffe, E. L. Hensley, E. A. Cowardin, R. C. Seals, G. S. Lewis. 2001. Oxytocin-induced cervical dilation and cervical manipulation in sheep: effects on laparoscopic artificial insemination. Journal of Animal Science 79: 568 - 573.

Sumano, H. L., L. C. Ocampo y L. O. Gutiérrez. 2015. Farmacología Veterinaria, Mc Graw Hill. 4ª ed. México.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# COMPARACIÓN DE LAPAROSCOPIA Y BOROSCOPIO EN LA INSEMINACIÓN INTRAUTERINA DE OVEJAS

# [COMPARISON OF LAPAROSCOPY AND BORESCOPE IN THE INTRAUTERINE INSEMINATION OF SHEEP]

**N. R. Julián Méndez[1], J. J. Martínez Tinajero[2§], D. Cruz Zavala[2], A. Muñoz Bedoya[3], F. I. Juárez Lagunes[4], M. A. Rodríguez Chessani[4]**

[1]Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Chiapas, [2]Maestría en Ciencias en Producción Agropecuaria Tropical, Universidad Autónoma de Chiapas, [3]Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de la Amazonia, Caquetá, Colombia, [4]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana [§]Autor para correspondencia: (jaimejorge@gmail.com).

## RESUMEN

El objetivo del siguiente estudio fue comparar la técnica de inseminación artificial intrauterina mediante laparoscopia sustituyendo el endoscopio por un boroscopio industrial sin afectar los porcentajes de gestación en ovejas bajo condiciones del trópico húmedo de México. Se utilizaron 36 ovejas de la raza Blackbelly sin cría al pie y con un mínimo de 60 días de haber parido, donde cada una y en forma aleatoria fue asignada a uno de dos grupos experimentales; (A=Boroscopio, B=Laparoscopio). Todas las ovejas fueron alimentadas durante la mañana y tarde en praderas establecidas con pasto colocho (*Digitaria swazylandensis*) y en los corrales fueron suplementadas con 400 g de maíz amarillo quebrado, sales minerales y agua a libre acceso. Para la inseminación artificial se utilizó semen fresco colectado de un macho de fertilidad comprobada. Los resultados fueron analizados mediante una "t" de Student. Los estros fueron sincronizados con esponjas intravaginales impregnadas con 60 mg de acetato de medroxiprogesterona durante 12 días más una inyección intramuscular de 250 UI de eCG después de remover las esponjas. Todas las ovejas fueron inseminadas a tiempo fijo con semen fresco después de las 48 horas del retiro de las esponjas. Las variables de estudio fueron; inicio del estro, porcentaje de presentación de estro y porcentaje de gestación. El inicio de estro fue 32.50±7.07 y 34.20±8.64 h para grupo A y B respectivamente, sin encontrar diferencias significativas *($p > 0.05$).* El porcentaje de presentación de estro fue 100% para ambas técnicas no existiendo diferencias significativas ($p > 0.05$). El porcentaje de gestación fue de 83.33% y 77.77% para los grupos A y B no existiendo diferencias ($p > 0.05$). Se concluye que el uso de un boroscopio industrial en sustitución del endoscopio al utilizar inseminación artificial intrauterina, no tiene efecto significativo sobre el porcentaje de gestación en ovejas sincronizadas al estro e inseminadas con semen fresco.

**Palabras clave:** Blackbelly, endoscopio, reproducción.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# INFLUENCIA DE LA CONDICIÓN CORPORAL EN VARIABLES REPRODUCTIVAS Y NIVELES DE PROGESTERONA EN OVEJAS SUFFOLK DURANTE ÉPOCA REPRODUCTIVA

## [INFLUENCE OF BODY CONDITION ON REPRODUCTIVE VARIABLES AND PROGESTERONE LEVELS IN SUFFOLK SHEEP DURING BREEDING SEASON]

**G. E. A. Santillán[1], M. A. Zepeda[2], H. M. P. Conde[1], M. J. V. Velázquez[1], A. C. G. Germán[2], R. C. Cortez[3§]**

[1]Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad-Ganadería. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco. Estado de México. [2]Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carretera México-Texcoco C. P. 56230, Texcoco. Estado de México. [3]Campus San Luis Potosí. Colegio de Postgraduados. Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí. [§] Autor para correspondencia: (ccortez@colpos.mx).

## RESUMEN

Objetivo: evaluar la influencia de la condición corporal alta (CCA) y baja (CCB) en variables reproductivas y niveles séricos de progesterona en ovejas Suffolk. Hipotesis: Ovejas con CCB tienen niveles séricos de progesterona elevados, menor porcentaje de presentación de estros, gestación y parición, mayor porcentaje de retorno a estro y menor tasa de prolificidad y fecundidad, con respecto a ovejas con CCA. Se utilizaron veinte ovejas de raza Suffolk, sincronizadas con dispositivos intravaginales impregnados con progesterona (CIDR), fueron asignadas aleatoriamente a uno de los dos grupos: CCB, sometidas a restricción alimenticia y CCA, sin restricción alimenticia. La restricción alimenticia, inició 20 días antes de la sincronización de celos y concluyó tres semanas después de la inseminación artificial. El análisis estadístico para las variables incidencia de estro, retorno al estro, porcentaje de parición y gestación, fue por medio de regresión binomial negativa; para prolificidad y fecundidad, se analizó mediante intervalos de confianza y modelo estadístico regresión Poisson, para los niveles de progesterona se hizo análisis de varianzas utilizando el paquete computacional SAS 9.4 (SAS, 2016), con nivel de confianza menor al 5 % ($p < 0.05$). Resultados: las ovejas Suffolk presentaron 100 % de manifestación de estro, sin diferencias entre tratamientos ($p > 0.05$). El porcentaje de retorno al primer estro mostró significancia ($p < 0.05$) con un 70 % para CCA y un 20 % para CCB; no hubo diferencias en las variables de porcentaje de gestación, parición, fecundidad y prolificidad entre tratamientos ($p > 0.05$). Los niveles séricos de progesterona resultaron más altos en el grupo con CCB con respecto a CCA, pero no fueron diferentes entre ellos ($p > 0.05$). En conclusión, la CC divergente no mostró efecto en la manifestación de estro, porcentaje de gestación, porcentaje de parición, fecundidad y prolificidad, pero si la CCA mostró mayor porcentaje de retornos al primer estro después de la IA.

**Palabras clave:** Alimentación, reproducción, retornos a estro, sincronización.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# RELACIÓN DEL ÍNDICE DE MASA CORPORAL Y LA GRASA CORPORAL INTERNA EN OVINOS PELIBUEY

# [RELATIONSHIP OF BODY MASS INDEX AND INTERNAL BODY FAT IN PELIBUEY SHEEP]

**J. Alejandra Sosa-Solá[1], A. Ricardo Garcia-Herrera[1], J. Alfonso Chay-Canul[1§], A. Marco Ramirez-Bautista[2], R. Jorge Canul-Solis[3], T. Ángel Piñeiro-Vazquez[4], Fernando Casanova-Lugo[5], F. Víctor Diaz-Echeverria[5]**

[1]División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carr. Villahermosa-Teapa, km 25, CP 86280. Villahermosa, Tabasco, México.[2]TecnológicoNacional de México/ Instituto Tecnológico de Chiná, Chiná, Campeche, México.[3]Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Tizimin, Tizimin, Yucatán, México.[4]Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Conkal. Avenida Tecnológico s/n Conkal, Yucatán, C.P. 97345.[5]Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de la Zona Maya, Carretera Chetumal-Escárcega km. 21.5, Ejido Juan Sarabia, C.P. 77960, Othón P. Blanco, Quintana Roo, México. [§]Autor para correspondencia: (aljuch@hotmail.com; ajchc19@yahoo.com.mx).

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar la relación entre el índice de masa corporal (IMC) grasa corporal interna (GI) en ovinos Pelibuey. Veinticuatro horas antes del sacrificio se registró a la altura y la longitud del cuerpo en 28 machos finalizados con pesos vivo de 40.69±4.21 kg y de 6 meses de edad, finalizados en corral. El índice de masa corporal (IMC) se calculó como: IMC = (PV (kg)/ altura a la cruz (m)/largo del cuerpo (m)) ×10. Adicionalmente, se calculó el IMC utilizando al PVV (kg) y se le llamo IMC corregido (IMCc). Los animales fueron sacrificados humanitariamente y los datos registrados en el sacrificio incluyeron componentes de la canal y no de la carcasa (vísceras). La grasa interna (GI, tejido adiposo interno) se diseccionó, pesó y agrupó como grasa mesentérica (GM), omental (GO) y pélvico-renal (GPR). El tracto gastrointestinal (TGI), se pesó lleno y vacío. El PV vacío (PVV) fue calculado como el PV al sacrificio menos el contenido del TGI. Con los datos se calcularon los coeficientes de correlación entre variables y las relaciones fueron estimadas mediante modelos de regresión utilizando el PROC REG de SAS. Los coeficientes de correlación (*r*) entre el IMC, el IMCc y los depósitos internos de grasa (GM, GO, GPR y GI) presentaron un r que vario de 0.49 a 0.65 *($p < 0.05$).* El coeficiente de determinación ($r^2$) para la ecuación que involucraron al IMCc tuvieron un $r^2$ que varió de 0.14 a 0.34, siendo entre un 3 y 7% mayor para las que involucraron al IMC. El IMC y las reservas energéticas corporales presentaron una relación moderada. El IMCc podría ser utilizado como predictor de los depósitos internos de grasa en ovinos Pelibuey.

**Palabras clave**: Energéticas, grasa corporal, índice de masa corporal, mediciones corporales, reservas.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# PREDICCIÓN DEL CONSUMO DE MATERIA SECA EN OVINOS PELIBUEY

# [PREDICTION DRY MATTER INTAKE IN PELIBUEY SHEEP]

**J. F. Villegas-Balcázar[1], A. J. Chay-Canul[1§], R. A. García -Herrera[1], Héctor Lee-Rangel[2], Ángel T. Piñeiro-Vazquez[3], Darwin Arcos Alvarez[3], C. Arce Recinos[4], Antonio Aguilar-Quiñones[5], M. A. Gastelum-Delgado[5]**

[1]División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carretera Villahermosa-Teapa, km 25, R/A. La Huasteca 2ª Sección, Villahermosa, Tabasco, México. CP 86280. Tel. DACA: (993) 358-1585, 142-9151, Fax DACA: (993) 142-9150. [2] Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, S.L.P., 78000, México. [3]Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Conkal. Avenida Tecnológico s/n Conkal, Yucatán, C.P. 97345. [4]Colegio de Posgraduados, Campus Cárdenas, Tabasco. [5] Universidad Autónoma de Sinaloa. [§]Autor para correspondencia: (aljuch@hotmail.com).

## RESUMEN

El consumo de materia seca (CMS, kg $d^{-1}$) es una variable de suma importancia en la producción animal ya que determina el estatus nutricional y la capacidad productiva de los animales. El objetivo del presente estudio fue desarrollar un modelo para predecir el CMS en ovinos Pelibuey en crecimiento. Para crear la base de datos se registró la siguiente información: % concentrado en la dieta (CON), peso vivo inicial (PVI, kg), PV final (PVF, kg), PV promedio (PVM, kg), PV metabólico (PMM, $kg^{0.75}$), ganancia diaria de peso (GDP, g $d^{-1}$), días en experimentación o en alimentación (Días), contenido de proteína cruda (PC, %) y fibra detergente neutra (FDN, %) de la dieta. Se obtuvo información individual de 130 animales cuyo PVM fue de 23.33±6.49 kg y el CMS fue de 1.04±0.27 kg $d^{-1}$. Se realizó un análisis estadístico descriptivo utilizando PROC MEANS y de correlación entre las variables utilizando el procedimiento PROC CORR. Las regresiones se desarrollaron con PROC REG, las opciones STEPWISE y Mallow's Cp fueron usadas en la sentencia SELECTION. Los modelos fueron elegidos teniendo como criterio el mayor coeficiente de determinación ($r^2$) y el menor cuadrado medio del error (CME). Los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el programa SAS. Los coeficientes de correlación ($r$) entre el CMS, los pesos (kg) y la GDP (g $d^{-1}$) variaron de 0.63 a 0.85 ($p < 0.01$). La relación entre el CMS, PC y FDN presentaron una relación negativa ($p < 0.05$). Las ecuaciones de regresión para predecir el CMS tuvieron un $r^2$ que vario de 0.73 a 0.98 e incluyeron PVM (kg), PMM (kg), GDP (g/d) y al contenido de FDN (%) de la dieta. La siguiente ecuación: CMS (kg $d^{-1}$)= 0.092 ±0.005 (< 0.001)×PVM + 0.00082±0.0002 (< 0.001) ×GDP-0.0003 ±0.001(< 0.001)×FDN, fue la que mejor predice el CMS en ovinos Pelibuey.

**Palabras clave**: Consumo, ovinos de pelo, modelos matemáticos.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# RESPUESTA PRODUCTIVA DE BORREGOS ALIMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN DE HARINA DE PALMISTE (*Elaeis guineensis* JACQ) EN DIETAS INTEGRALES

# [PRODUCTIVE RESPONSE OF SHEEP FED WITH DIFFERENT LEVELS OF INCLUSION OF PALM KERNEL MEAL (*Elaeis guineensis* JACQ) IN INTEGRAL DIETS]

**J. C. Escobar-España[1§], J. R. Bárcena-Gama[1], A. Ley de-Coss[2], M. E. Ortega-Cerrilla[1], D. Hernández-Sánchez[1], H. Vaquera-Huerta[1], O. Cabañas-Martínez[1], B. N. Juárez-López[3], J. C. Gómez-Cruz[3]**

[1]Programa de Doctorado en Ciencias, Ganadería, Colegio de Postgraduados, Km 36.5, Carretera México-Texcoco. 56230. Montecillo, Texcoco, Estado de México. [2]Facultad de Ciencias Agronómicas, Campus V de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Villaflores, Chiapas, México. CP. 36670. [3]Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, Avenida San Rafael Atlixco 186, Colonia Vicentina, 09340, Iztapalapa, CDMX. [§]Autor para correspondencia: (carloszootecnista@gmail.com).

## RESUMEN

La producción de aceite de palma en el sureste de México es una agroindustria en constante crecimiento. Esta genera desechos sólidos de biomasa como son fibras, cuesco y desechos del prensado de la almendra; la harina de palmiste (HP). En Chiapas se calcula que se generan alrededor de 13,169.37 t de HP como subproducto de desecho, generando problemas de contaminación por acumulación. El objetivo del experimento fue evaluar tres niveles de inclusión de HP en dietas para ovinos, se formularon con una relación F:C (60:40), un aporte calculado de 15% de proteína cruda y 2.5 Mcal $kg^{-1}$ EM, Los tratamientos fueron T1) sin HP; T2) 25 % y T3) 50 % de sustitución de la fuente de forraje (paja de avena) por HP. Se utilizaron 40 corderos criollos de razas de pelo (Katahdin x Pelibuey), distribuidos al azar (T1, $n$ = 12; T2, $n$ = 14; T3, $n$ = 14) con un peso promedio de 23.73 Kg $animal^{-1}$. Los datos se evaluaron con el procedimiento GLM de SAS y las medias se compararon por la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). Las variables evaluadas fueron peso vivo final (PVF), consumo de materia seca (CMS), ganancia diaria de peso (GDP) y conversión alimenticia (CA). No hubo diferencias en el PVF (42.91, 43.06, 40.56 kg) y en GDP (0.175, 0.198, 0.173 g) entre tratamientos; sin embargo, el mayor CMS fue para T1 (1.42) y T2 (1.36) siendo iguales estadísticamente, pero diferentes de T3 (1.05 g). En CA el T1 (8.4) fue diferente de T2 (7.04) y T3 (6.30). El T3 presentó la menor CA. Se concluye que se puede incluir la HP, sustituyendo hasta en 50 % la fuente de forraje, en este caso la paja de avena como ingrediente en dietas para ovinos en engorda, sin afectar la respuesta productiva.

**Palabras clave:** Ovino, palma de aceite, subproducto, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EVALUACIÓN DE PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y ECONÓMICOS DE UN ENSILADO DE OLOTE EN LA FINALIZACIÓN DE CORDEROS

# [EVALUATION OF PRODUCTIVE AND ECONOMIC PARAMETERS OF OLOTE SILAGE IN THE LAMB FINISHING]

**C. R. Trujano, M. D. Camacho, O. F. Salvador**

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán UNAM. §Autor para correspondencia: (trujanocruz@hotmail.com).

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del uso de ensilado de olote (EO) en los parámetros productivos en la finalización de corderos. Se usaron 20 corderos Katahdin de 75±3 días de edad y 23.5±1.7 kg de peso, estos fueron distribuidos al azar en 5 tratamientos con 4 repeticiones. La prueba duró ocho semanas, en las cuales se registró: consumo diario de ensilado de olote *Ad libitum* (CD), ganancia diaria de peso (GDP) y conversión alimenticia (CA). Los tratamientos, con base al porcentaje de EO, fueron: bajo (B) con 20%, medio (M) con 30%, alto (A) con 40%, *Ad libitum* (con acceso libre al ensilado y concentrado por separado) (L) y sin EO, con una mezcla de 80% de alfalfa y 20% de concentrado (C). Cabe mencionar que los porcentajes de EO fueron completados con galleta, pasta de soya, aceite vegetal y minerales. Al EO se le determinó: extracto etéreo, cenizas, proteína cruda, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno y con ello se calculó la energía metabolizable (EM). Los datos obtenidos se analizaron con la metodología de modelos lineales mixtos mediante el programa SAS y se realizaron comparaciones de medias con la pruebas de Tukey. La proteína cruda del EO fue de 9.85% y la EM de 2.7 Mcal/Kg. El CD fue menor en la primera y en la última semana de evaluación, 0.74 y 0.56 Kg/día respectivamente. En cuanto a GDP promedio, se obtuvo: 0.37, 0.36, 0.31, 0.4 y 0.3 Kg/día. En CA se obtuvo3.9, 3.3, 4, 3.6 y 3.6. En relación con los costos de producción se obtuvo: 27, 27, 32, 29 y 20 $/Kg de peso vivo respectivamente. Se concluye que es posible utilizar del ensilado de olote como base de la alimentación de corderos en finalización con los porcentajes de inclusión aquí evaluados.

**Palabras clave:** Corderos, engorda, ensilado, subproductos.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# NIVEL DE INCLUSIÓN DE FORRAJE DE RAMÓN (*Brosimum alicastrum*) EN SILOS DE MAÍZ (*Zea mayz*) SOBRE SU CALIDAD NUTRIMENTAL, FERMENTANILIDAD Y EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE CORDEROS PELIBUEY EN EL SURESTE DE MÉXICO

# [LEVEL INCLUSION OF RAMÓN (*Brosimum alicastrum*) FOLIAGE IN CORN (*Zea mays*) SILAGES ON ITS NUTRIMENTAL QUALITY, FERMENTABILITY AND PRODUCTIVE PERFORMANCE OF PELIBUEY LAMBS IN SOUTHEASTERN OF MEXICO]

**Roberto Hernández-Jiménez[1], Dahaivis Mena-Arceo[1], José Valentin Cárdenas-Medina[1], Raciel Javier Estrada-León[1§]**

[1]Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Tizimín, Av. final aeropuerto Cupul s/n C.P. 97700, Tizimín, Yucatán. [2]Tecnológico Nacional de México. C.A. Bioprocesos. Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, Av. Ah-Canul, C.P. 24900 Calkiní, Campeche, México. [§]Autor para correspondencia: (rjestrada@itescam.edu.mx.)

## RESUMEN

El sector ovino en Yucatán se encuentra en crecimiento, y la alimentación representa una problemática urgente de atender. El uso de árboles forrajeros en la dieta de los ovinos incrementa el aporte de nutrientes a bajo costo. El objetivo del presente experimento fue evaluar la calidad, fermentabilidad del ensilaje Maíz-Ramón y el comportamiento productivo de 16 ovinos Pelibuey en crecimiento (20.2 ± 2.6), alojados en corrales individuales (2.42 $m^2$) con comedero y bebedero, asignados completamente al azar a cuatro tratamientos, basados en cuatro dietas: ensilaje de Maíz (*Zea mays*) como testigo (T0), y niveles crecientes de Ramón (*Brosimum alicastrum*) 15, 30 y 45 % (T15, T30, T45). El nivel de inclusión de Ramón, no afecto el contenido de materia seca (%MS) y el contenido de Fibra detergente neutra (%FDN), sin embargo, incrementó el contenido de Proteína cruda (%PC) y de Fibra detergente ácida (%FDA), *($p < 0.05$).* asimismo, altos niveles de inclusión de ramón (T30 y T45), incrementaron pH, nitrógeno ruminal total (% NT) y no afectaron el contenido de ácidos grasos volátiles *($p < 0.05$).* también, incrementaron el consumo de materia seca (%CMS) en los corderos Pelibuey de 552 g de MS/$d^{-1}$ (T0) a 936 g de MS/$d^{-1}$ (T45), lo que incrementó la ganancia diaria de 60 g/animal/$d^{-1}$ (T0) a 116 g/animal/$d^{-1}$ (T45), disminuyendo la Conversión alimenticia (CA) de 9.0 a 6.0 Kg Alim/kg Peso Ganado *($p < 0.05$).* en conclusión, la inclusión de forraje de Ramón en un 45%, a silos de maíz mejorando la calidad y fermentabilidad del silo, lo que propicia una mayor ganancia de peso en corderos pelibuey en finalización.

**Palabras clave:** Ensilajes, maíz, ovinos, pelibuey. ramón.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE GLICEROL EN LA DIETA DE OVINOS EN EL CONSUMO DE ALIMENTO Y DIGESTIBILIDAD

# [EFFECT OF THE INCLUSION OF DIFFERENT LEVELS OF GLYCEROL IN THE DIET OF SHEEP ON FEED INTAKE AND DIGESTIBILITY]

**Antonio González Parra[2], María Esther Ortega Cerrilla[1§], Marcos Pérez Sato[2], Soni Guillermo Eutiquio[2], Miguel Alejandro Cabrera Cruz[1], H. U. Uriel Hidalgo Hernández[1]**

[1]Programa de Ganadería, Colegio de Postgraduados. [2]Facultad de Ingeniería Agronómica y Zootecnia, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. [§]Autor para correspondencia: (meoc@colpos.mx.).

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el consumo de materia seca y la digestibilidad *in vivo* al alimentar a borregos en crecimiento con diferentes niveles de glicerol. Se utilizaron 24 borregos machos cruza Suffolk x Hampshire con peso promedio de 45 ± 2 kg, los que se distribuyeron en un diseño completamente al azar a cuatro tratamientos, con seis repeticiones por tratamiento: T1: Testigo sin glicerol; T2: 5% de glicerol; T3: 10% de glicerol; T4: 15% de glicerol, en base a materia seca. Los animales se alojaron en jaulas metabólicas. Previo a la prueba de digestibilidad los animales estuvieron en una prueba de comportamiento productivo, en corraletas individuales por 60 días con libre acceso a alimento y agua, después de los cuales se realizó la prueba de digestibilidad en la que se alojaron en jaulas metabólicas. El consumo de materia seca se calculó diariamente, posteriormente se determinó la digestibilidad de la MS, MO, PC, FDN y FDA. Los resultados obtenidos fueron analizados por el procedimiento GLM de SAS y las medias por la prueba de Tukey. No se encontraron diferencias *($p > 0.05$)* entre tratamientos en el consumo de alimento o digestibilidad, excepto para la digestibilidad de la FDN, que fue menor en la dieta con 15% de glicerol. Se concluye que la inclusión hasta de 10% de glicerol en la dieta no afecta el consumo o la digestibilidad de la MS, MO, PC, FDN o FDA.

**Palabras clave:** Consumo de alimento, digestibilidad aparente, glicerol, ovinos.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# BOLOS INTRARUMINALES. UNA ESTRATEGIA DE SUPLEMENTACIÓN MINERAL EN RUMIANTES

# [INTRARUMINAL BOLUS. A MINERAL SUPPLEMENTATION STRATEGY FOR RUMINANTS]

**José Orlando Jiménez Páez[1§], Maximino Huerta Bravo[1], Raquel López Arellano[2], Agustín Ruíz Flores[1]**

[1]Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Zootecnia. Posgrado en Producción Animal. Km. 38.5 Carretera México-Texcoco. Chapingo, Estado de México, México. C.P. 56230. [2]Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México. Carretera Cuautitlán-Teoloyucan Km. 2.5, San Sebastián Xhala, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, México. C.P. 54714. [§]Autor para correspondencia: (jimpaorl@yahoo.com.mx.).

## RESUMEN

El objetivo de la presente revisión fue concentrar información sobre la utilización de bolos intraruminales (BI) como una alternativa para la suplementación mineral en rumiantes. Se recopiló la información encontrada en diferentes repositorios digitales, tales como ScienceDirect, Scopus, Scielo, Dialnet y Redalyc, utilizando palabras clave, tales como: "intraruminal bolus", "trace mineral supplement", "ruminants supplement mineral". Se encontraron un total de 36 estudios donde se han utilizado bolos; sin embargo, aproximadamente el 42% de los estudios son los que han reportado la utilización de BI como una estrategia de suplementación mineral en rumiantes en estudios *in vivo*. Los BI son dispositivos compactos, fabricados para liberar un principio activo por tiempo prolongado en los rumiantes. Los BI han sido evaluados en diferentes especies de rumiantes, siendo los ovinos la especie con mayor número de investigaciones, seguido de los bovinos y en menor proporción los camélidos. Se han probado diferentes minerales, combinaciones y proporciones; los más utilizados son el Selenio (Se), Iodo (I), Cobalto (Co) y Manganeso (Mg), lo cual está estrechamente relacionado con que son los minerales traza que se requieren en menor cantidad (100 mg $kg^{-1}$ MS). Existen diferentes formas de BI, tamaños, pesos y mezclas de minerales traza; se reporta que densidades por arriba de 2 g $cm^{-3}$ tienden a tener una regurgitación menor a 10%, por lo que el diseño de los BI permite su dosificación diaria y controlada. Los bolos intrarruminales representan una importante estrategia de suplementación de minerales traza, debido a las ventajas como la liberación controlada y por tiempo prolongado. A pesar de ello, debido a que los resultados son divergentes entre sí y por la variabilidad de tecnologías utilizadas en su matriz de dosificación, es necesario seguir generando información sobre su utilización en las diferentes especies de rumiantes.

**Palabras clave:** Minerales traza, revisión, suplemento.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DEL ACEITE DE SOYA EN LA DIETA SOBRE LA CALIDAD DEL SEMEN OVINO PELIBUEY

# [EFFECT OF SOYBEAN OIL IN DIET ON QUALITY OF PELIBUEY RAM SEMEN]

**A. E. Domínguez-Rebolledo[1§], Maximiliano Tun-Moo[2], Itzel Rodríguez-Gutiérrez[2], Henry Loeza Concha[3], Julio Ramón Ugalde[2]**

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Mocochá. Km. 25 Antigua carretera Mérida-Motul. C.P. 97454. Mocochá, Yucatán. [2]Centro de Selección y Reproducción Ovina (CeSyRO)-Instituto Tecnológico de Conkal. Antigua Carretera Mérida-Motul km 16.3, C.P. 97345, Conkal, Yucatán. México. [3]Doctorado en Ciencias Biológico Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nayarit, Km 9, carretera Tepic-Compostela, Xalisco, Nayarit, México, CP. 63780. [§]Autor para correspondencia: (dominguez.alvaro@inifap.gob.mx).

## RESUMEN

El aceite de soya contiene altas cantidades de ácidos grasos poliinsaturados (AGP) ricos en Omega 3 y Omega 6. Se ha observado que su consumo influye en algunas funciones reproductivas del macho, como la mejora de la calidad del semen. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del aceite de soya (AS) en la dieta, sobre la calidad del semen fresco de ovino. Durante un período experimental de 60 días, 27 ovinos de la raza Pelibuey fueron divididos en tres grupos ($n$=9) con cada uno de los siguientes tratamientos T1 (0% AS; alimento comercial+pasto Taiwán), T2(3% AS; alimento comercial+pasto Taiwán), T3 (6% AS; alimento comercial+pasto Taiwán. Se obtuvieron 135 eyaculados (5 eyaculados⁄ovino$^{-1}$; 45⁄grupo$^{-1}$) a los cuales se les evaluó la motilidad total (MT) y progresiva (MP) con el sistema CASA, la integridad de la membrana plasmática (Ioduro de propidio), la actividad mitocondrial (J-C1) y la integridad de los acrosomas (FICT-PSA). Los resultados se analizaron mediante un ANOVA. La MT fue superior ($p$ <0.05) en el T2 (83.0±4.1%) y en el T1 (81.3±5.4%), respecto al T3 (67.3±4.5%). El porcentaje de actividad mitocondrial fue mayor ($p$ < 0.05) en el T3 (80.0±3.5%) y T2 (73.1±3.4%), respecto al T1 (65.0±3.5%) que resultó ser el menor, pero no diferente al T2. En los demás parámetros no se encontraron diferencias. De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede concluir que una dieta elevada con 6% de AS puede provocar un aumento de los AGP en la membrana de los espermatozoides, ocasionando un efecto detrimental en la MT y un efecto positivo en la actividad mitocondrial de los espermatozoides de ovino Pelibuey.

**Palabras clave:** Dieta, esperma, ovino, rumiantes.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# ACIDOS GRASOS POLIINSATURADOS EN LA TRANSFERENCIA DE EMBRIONES EN OVEJAS PELIBUEY

# [POLLIUNSATURATED FATTY ACIDS IN PELIBUEY SHEEP EMBRYO TRANSFER PROGRAM]

**Christofer Israel Márquez-Hernández[§], Tania Arellano-Lezama, Arturo Pro Martínez, Humberto Vaquera-Huerta, Jaime Gallegos-Sánchez**

Posgrado en Recursos Genéticos y Productividad Ganadería. Colegio de Posgraduados, km 36.5, carretera México-Texcoco, Montecillo, Méx. 56230. [§]Autor para correspondencia*:* (taurobuzz07@gmail.com).

## RESUMEN

Los ácidos grasos poliinsaturados (AGP), pueden incrementar el número de embriones transferibles y tener beneficios potenciales en la fertilidad. El objetivo fue evaluar la adición de AGP en la dieta de ovejas donadoras y receptoras Pelibuey, en un protocolo de super estimulación y transferencia de embriones. Veinticuatro ovejas donadoras fueron asignadas al azar al grupo testigo (Embriones-Testigo, Dieta base *n*=12) y grupo con AGP (Embriones-AGP, Dieta con aceite de maíz, 6%MS, *n*=12). El estro se sincronizó mediante progestágenos intravaginales (CIDR Pfizer ®, 0.3g de progesterona) durante 9 días y la super estimulación se realizó con dosis decrecientes de FSH (200 mg de Folltropin ® Bioniche Lab), el aceite de maíz se ofreció mezclado con la dieta, desde el día tres del protocolo de sincronización hasta 24 horas antes de la transferencia. Los embriones se obtuvieron mediante una técnica quirúrgica 6.5 días después del inicio del estro. Los Embriones-AGP y los Embriones-Testigo fueron transferidos en receptoras que recibieron AGP (Receptora-AGP, *n*=29) o en receptoras control (Receptora-Testigo, *n*=32). La respuesta embrionaria fue analizada utilizando una regresión de Poisson mediante el Modelo Lineal Generalizado y para el porcentaje de gestación y parición en las receptoras se utilizó un análisis de tablas de contingencia para dos factores (Embriones-AGP y Receptora-AGP) utilizando el modelo Log lineal a través del procedimiento CADMOD de SAS. La adición de AGP en la dieta incrementó ($p < 0.05$) el número de cuerpos lúteos, embriones transferibles, embriones calidad 1, ovocitos y estructuras totales por oveja donadora, sin embargo, no se encontraron efectos en el porcentaje de gestación y de parición en las receptoras para ninguno de los tratamientos. El uso de AGP en la dieta de ovejas Pelibuey puede incrementar el número de embriones transferibles en ovejas donadoras en un programa de transferencia de embriones.

**Palabras clave:** Aceite de maíz, donadoras, embriones transferibles, receptoras.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# BÚSQUEDA DE POLIMORFISMOS EN EL EXÓN 10 DEL GEN IGF2 EN OVEJAS SUFFOLK CON CONDICIÓN CORPORAL DIVERGENTE Y SU INFLUENCIA EN VARIABLES REPRODUCTIVAS

# [SEARCH FOR POLYMORPHISMS IN EXON 10 OF GEN IGF2 IN SUFFOLK SHEEP WITH DIVERGING BODY CONDITION AND ITS INFLUENCE IN REPRODUCTIVE VARIABLES]

**M. P. Conde-Hinojosa[1], E. A. Santillan-Goméz[1§], J. V. Velázquez-Morales[1], C. Cortez-Romero[2]**

[1]Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Programa de Ganadería, Km 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, México. 56230. [2]Colegio de Postgraduados, Campus SLP. Iturbide 73, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, 78600, México. [§]Autor para correspondencia: (ccortez@colpos.mx).

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue buscar polimorfismos en el exón 10 del gen *IGF2* en ovejas con condición corporal (CC) divergente y su influencia en variables reproductivas bajo la hipotesis de que la condición corporal influye en la presencia de polimorfismos que afectan las variables reproductivas. Se utilizaron 20 ovejas de la raza Suffolk, con edad de 2.5 ± 0.7 años, que fueron asignadas de manera aleatoria a cada uno de los tratamientos. Tratamiento 1 ($n$ =10, ovejas con CC mayor a 2.6) y Tratamiento 2 ($n$=10, ovejas con CC menor a 2.5); se realizó una fase de adaptación al régimen alimenticio correspondiente a cada tratamiento, las ovejas fueron expuestas por 40 días a distintos regímenes alimenticios con el objetivo de obtener la CC requerida. Las ovejas fueron sincronizadas mediante dispositivos intravaginales con 0.3 g de progesterona (CIDR). La inserción del CIDR el día cero y al día 7 se aplicó una dosis de 5 mg de prostaglandinas y una de 350 UI de gonadotropina corionica equina (eCG). Al día 9 se retiraron los CIDR. Se detectó estros e inseminó las ovejas. Quince días posterior a la inseminación, se realizó la extracción de un mL de sangre de la yugular, las muestras fueron vertidas en tarjetas FTA Whatman, para posteriormente realizar la identificación del exón 10 del gen del factor de crecimiento similar a la insulina tipo 2 (IGF2). Se midieron las siguientes variables: porcentaje de gestación, porcentaje de parición, prolificidad y fecundidad y determinación de polimorfismos en el exón 10 del gen IGF2. Las variables se analizaron con ayuda del paquete estadistico (SAS, 2017) mediante un modelo de regresión logística, utilizando el procedimiento GENMOD. No se identificaron polimorfismos en el exón 10 del gen IGF2. En las variables porcentaje de gestación, porcentaje de parición, prolificidad y fecundidad; no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (T1 y T2*)* ($p > 0.05$*).*

**Palabras clave:** CIDR, *IGF2*, polimorfismo, Suffolk.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# SERODIAGNÓSTICO DE *Chlamydia abortus* EN EXPLOTACIONES DE TRASPATIO

# [SERODIAGNOSTICS OF *Chlamydia abortus* IN BACKYARD FARMS]

**Susan Araceli López Vargas, Sonia Gutiérrez Paredes, Edgar Oliver López Villegas, María De Jesús De Haro Cruz[§], Fernando Martín Guerra Infante**

Department of Microbiology of the Escuela Nacional de Ciencias Biológicas-Instituto Politécnico Nacional, Prolongación de Carpio y Plan de Ayala s/n. Col. Casco de Santo Tomas, C.P. 11340. México City. [§]Autor para correspondencia: (deharoc@yahoo.com.mx).

## RESUMEN

*Chlamydia abortus* es el agente etiológico del aborto enzootico ovino, que ocasiona grandes pérdidas reproductivas en este ganado además de considerarse como causante de zoonosis. En México es una enfermedad de notificación obligatoria, sin embargo, el diagnóstico no se realiza de manera rutinaria teniendo que diferenciarse de agentes causantes de abortos como brucelosis, campilobacteriosis o leptospirosis entre otros. En explotaciones de traspatio el diagnóstico no se realiza debido a que la productividad es baja a nivel local, lo que implica un potencial riesgo de salud pública provocado por este microorganismo. El objetivo del estudio fue determinar la frecuencia de infección por *C. abortus* en explotaciones de traspatio de tres estados de la República Mexicana. Se analizaron 75 sueros de explotaciones de traspatio de Michoacán, Hidalgo y Estado de México. El serodiagnóstico se realizó mediante la técnica de ELISA indirecta que detecta anticuerpos contra la proteína principal de membrana externa (ELISA ID screen). De las 75 muestras 50 presentaron anticuerpos contra *C. abortus*, 16/20 fueron de Michoacán, 19/40 de Hidalgo y 15/15 del Estado de México. Estos resultados demuestran que las explotaciones de traspatio han estado en contacto con esta bacteria, por lo que se propone realizar un monitoreo exhaustivo para determinar la verdadera prevalencia y capacitar al personal encargado de estas granjas en la forma adecuada de eliminación de productos asociados al aborto.

**Palabras clave:** Aborto enzootico ovino, ELISA, monitoreo, prevalencia.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# PREDICCIÓN DE LA GRASA CORPORAL INTERNA EN OVINOS PELIBUEY MEDIANTE MEDICIONES DE ULTRASONIDO

# [PREDICTING INTERNAL BODY FAT IN PELIBUEY SHEEP USING ULTRASOUND MEASUREMENTS]

**Miguel Ángel Morales-Martinez[1], Carlos Arce-Recinos[2], Miriam M. Mondoza-Taco[1], Carlos Luna-Palomera[1], Marco A. Ramirez-Bautista[3], Jorge R. Canul-Solis[4], Alfonso J. Chay-Canul[1§]**

[1]División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carretera. Villahermosa-Teapa, km 25, CP 86280. Villahermosa, Tabasco, México. [2]Colegio de posgraduados, Campus Cárdenas, Tabasco. [3]Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de China, China, Campeche, México. [4]Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Tizimin, Tizimin, Yucatán, México. [§]Autor para correspondencia: (aljuch@hotmail.com; ajchc19@yahoo.com.mx).

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar la relación entre las mediciones por ultrasonido (MUS) y la grasa corporal interna (GI) en ovinos Pelibuey. Veinticuatro horas antes del sacrificio, el alimento y el agua se retiraron y se registró el peso vivo (PV) y las MUS en 28 machos finalizados con pesos vivo de 40.13±4.06 kg y de 6 meses de edad finalizados en corral. El grosor de la grasa dorsal (mm) y el área del musculo *Longissimus* se midieron entre las vértebras torácicas 12ª y 13ª (EGT y AMLT) y las vértebras lumbares 3ª y 4ª (EGL y AMLL). Además, el espesor de la grasa del riñón (uEGR) se midió detrás de la 13ª costilla en el lado derecho del cuerpo. Los animales fueron sacrificados humanitariamente y los datos registrados en el sacrificio incluyeron componentes de la canal y no de la carcasa (vísceras). La GI se diseccionó, pesó y agrupó como grasa mesentérica (GM), omental (GO) y pélvico-renal (PRF). Con los datos se calcularon los coeficientes de correlación entre variables y las relaciones fueron estimadas mediante modelos de regresión utilizando el PROC REG de SAS. Se utilizó el procedimiento STEPWISE para seleccionar las variables incluidas en el modelo. Los resultados indican que las AMLT, EGL y AMLL no se correlacionaron con GM, GO, GPR y GI *($p > 0.05$)*, solamente EGT presentó una relación baja *($p < 0.05$)* con GI y GO (*$0.37 \leq r \leq 0.43$*, respectivamente). En cuanto al uEGR y los depósitos internos de grasa (GM, GO, GPR y GI) presentaron una r que vario de 0.68 a 0.82 *($p < 0.05$)*. Las ecuaciones para predecir los distintos depósitos internos de grasa a través de las MUS, tuvieron un $r^2$ que varió de 0.63 a 0.68 *($p < 0.001$)*. El uEGR fue incluido en todos los modelos de predicción. Se concluye que las algunas MUS podrían ser utilizadas para predecir los distintos depósitos internos de grasa en ovinos Pelibuey finalizados.

**Palabras clave:** Acumulación de grasa, mediciones por ultrasonido, ovinos de pelo, producción ovina.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO CON DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN DE ACEITE DE OLIVA SOBRE COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN OVINOS DE PELO

# [EFFECT WITH DIFFERENT LEVELS OF INCLUSION OF OLIVE OIL ON PRODUCTIVE BEHAVIOR IN SHEEP HAIR]

**P. A. Batun-Santana[1], D. N. Arcos-Álvarez[1], E. Aguilar-Urquizo[1], J. R. Sanginés-García[1], A. J. Chay-Canul[2], J. G. Jiménez-Ferrer[3], M. González-Ronquillo[4], A. T. Piñeiro-Vázquez[1§]**

[1]Tecnológico Nacional de México/IT-Conkal. Avenida Tecnológico s/n Conkal, Yucatán. 97345. [2]División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carr. Villahermosa-Teapa, km 25, Villahermosa, Tabasco, México. 86280. [3]El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Ganadería y Ambiente, Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n, Barrio María Auxiliadora, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas México. 29290. [4]Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex) Toluca de Lerdo, Mexico. [§]Autor para correspondencia:( angel.pineiro@itconkal.edu.mx).

## RESUMEN

El ensayo se realizó en la Unidad de Producción e Investigación Agrícola y Pecuaria del Instituto Tecnológico de Conkal, con el objetivo de evaluar la adición del aceite de oliva en diferentes niveles y determinar los posibles efectos sobre los indicadores productivos en corderos de pelo en crecimiento. Se utilizaron 24 corderos en crecimiento con un peso inicial de 10.59 ± 2.92 kg, los cuales fueron distribuidos en un diseño completamente al azar en cuatro tratamientos ($n$=6): T1= Concentrado con 0 % de aceite, T2= Concentrado + 2 % de aceite, T3= Concentrado + 4 % de aceite, T4= Concentrado + 6 % de aceite. Estos se alojaron en corrales individuales con piso elevado, donde disponían de agua a libre acceso y el alimento se ofreció con base al peso corporal a partir de las 9:00 h. Se evaluó el peso inicial (PI), peso final (PF) y el cambio total de peso (CTP). A pesar de que, entre los indicadores productivos evaluados no se encontraron diferencias significativas ($p$>0.05) los tratamientos T2 y T3 se obtuvieron resultados favorables teniendo un PF de 25.630 y 25.756 respectivamente, con CTP por arriba de los 12 kg de pesos vivo. Mientras que, para el T1 (testigo) se obtuvo un PF de 24.673±5.757 y un CTP por debajo de los 12 kg (11.972±2.824). Cabe mencionar que estos resultados son inferiores a los obtenidos con el T2 y T3. Por lo mencionado anteriormente, se concluye que es posible adicionar a la dieta de corderos en crecimiento niveles del 2 y 4 % con aceite de oliva ya que mejoran los indicadores productivos.

**Palabras clave:** Conversión, eficiencia, ración.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# DETERMINACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN OVINOS DE PELO EN CONDICIONES TROPICALES

# [DETERMINATION OF WATER INTAKE IN SHEEP HAIR IN TROPICAL CONDITIONS]

**M. G. Franco-Ceballos[1], D. NArcos-Álvarez[1], E. Aguilar-Urquizo[1], J. R. Sanginés-Garcia[1], A. J. Chay-Canul[2], J. G. Jiménez-Ferrer[3], M. González-Ronquillo[4], A. T. Piñeiro-Vázquez[1§]**

[1]Tecnológico Nacional de México/IT-Conkal. Avenida Tecnológico s/n Conkal, Yucatán. 97345. [2]División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carr. Villahermosa-Teapa, km 25, Villahermosa, Tabasco, México. 86280. [3]El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Ganadería y Ambiente, Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n, Barrio María Auxiliadora, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas México. 29290. [4]Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex) Toluca de Lerdo, Mexico Autor para correspondencia: (angel.pineiro@itconkal.edu.mx).

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar la relación del consumo de materia seca y el consumo de agua en ovinos Pelibuey, con la finalidad de establecer medidas de manejo en el uso de agua en la engorda. Para lo anterior se utilizaron 24 corderos en crecimiento con un peso vivo inicial de 10.5 ± 2.9 kg, los cuales fueron distribuidos al azar en corrales individuales, donde se les ofertó alimento concentrado de acuerdo con el peso vivo (5.5 % en base a su peso vivo) del animal. La ración contenía 16% de proteína cruda y 12 MJ $kg^{-1}$ de MS. El consumo de agua se determinó cada 24 h utilizando bebederos con capacidad de cuatro litros, mediante lo ofrecido y rechazado corrigiendo los datos en base a la evaporación diaria. Las mediciones se llevaron a cabo en los meses de abril a junio del 2019. Con una temperatura promedio registrada de 28.7±0.9 °C, mientras que la humedad ambiental promedio registrada fue de 76.2±10.4%. Se determinó el consumo de materia seca (CMS), el consumo de agua (CA), la temperatura (TEM) y la humedad relativa (HUM). El CMS promedio fue de 0.891 kg $d^{-1}$ de MS. El consumo de agua promedio al día fue de 2.57 L con consumos máximos de 7.6 L $d^{-1}$ de agua y consumos mínimos de 0.320 L $d^{-1}$. La relación entre el CA y CMS fue de 3 L. Se concluye que por cada kg de MS que consumen los ovinos en crecimiento deben ingerir 3 L de agua.

**Palabras clave:** Cambio climático, eficiencia, huella hídrica.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# USO DE BIOCOLINA EN HEMBRAS GESTANTES PARA MEJORAMIENTO DEL DESARROLLO DEL CORDERO EN GESTACIÓN Y DESTETE EN EL VALLE DEL MEZQUITAL

# [USE OF BIOCHOLINE IN PREGNANT SHEEP FOR THE IMPROVEMENT OF THE DEVELOPMENT OF LAMBS IN GESTATION AN WEANING IN VALLE DEL MEZQUITAL]

**B. N. Velasco G.[1], N. Sánchez L.[§], G. D. Mendoza M.[2], F. G. Mariño P.[3], J. Vargas M.[3]**

[1]Universidad Mesoamericana, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Puebla Pue. [2]Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco. Doctorado en Ciencias Agropecuarias. [3]Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, Tepatepec Hidalgo. [§]Autor para correspondencia: (charrovelasco37@gmail.com).

## RESUMEN

Ante la nueva tendencia mundial de alimentos inocuos libres de fármacos y la importancia de incluir aditivos sustentables que no dañen al ambiente y que además solucionen problemas como es la transición de hembras gestantes a lactancia las cuales disminuyen su consumo provocando pérdidas en peso perjudicando la condición de los corderos al destete, se propone el uso de Biocolina como fuente herbal naturalmente protegida en dietas para borregas gestantes en preparto y posparto la cual puede mejorar su condición con efecto positivo en corderos al destete; por lo tanto, se evaluó la respuesta productiva en borregas y corderos al suplementar con esta fuente natural. Se utilizaron 14 ovejas de la raza Suffolk (57.85 ± 10.45 kg). Tratamientos: 1. Dieta basal sin suplementación, 2. Dieta basal con 4 g de Biocolina diario por oveja mezclado en alimento. Las variables evaluadas fueron para borregas: peso al parto, peso al destete, condición corporal al parto, consumo de materia seca (CMS), ganancia diaria de peso (GDP) y conversión alimenticia; en corderos: peso inicial, peso al destete y condición corporal. El consumo de materia seca tuvo diferencia estadística entre tratamientos control y biocolina (1.69 Vs. 1.82 kg respectivamente $p$=0.0001), las demás variables no presentaron diferencias significativas, pero sí numéricas. El porcentaje de cambio en borregas fue mayor en el tratamiento con Biocolina con peso al parto de 9.48%, destete 3.70% y condición corporal al parto de 4.40%. En corderos se obtuvo mayor cambio al destete (15.76%) al suplementar. La Biocolina como aditivo nutracéutico se puede incluir en borregas gestantes a partir del último tercio de gestación mejorando en consumo de materia seca e incrementando la respuesta productiva en borregas con efecto en corderos.

**Palabras clave**: Aditivo, colina, fermentación, fosfolípidos, nutracéutico.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DE UNA ENZIMA FIBROLÍTICA EXÓGENA EN LA DEGRADABILIDAD Y COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CORDEROS ALIMENTADOS CON DIETAS A BASE DE RASTROJO DE AMARANTO

# [EFFECT OF AN EXOGENOUS FIBROLYTIC ENZYME ON THE DEGRADABILITY AND PRODUCTIVE BEHAVIOR OF LAMBS FATTENED WITH DIETS BASED ON AMARANTHUS STUBBLE]

**O. Cabañas Martínez, José Ricardo Bárcena Gama[§], Jose Carlos Escobar España, Elizabeth Parral Herrera**

Programa de Posgrado en Ganadería. Colegio de Postgraduados, Km. 36.5 Carretera México Texcoco Montecillo, Méx. 56230. [§]Autor para correspondencia: **(**rbarcena@colpos.mx).

## RESUMEN

Muchos esfuerzos se han hecho para mejorar la degradabilidad de pajas y rastrojos a través del uso de enzimas fibrolíticos exógenas, pero su efecto ha sido muy variable dependiendo del tipo de enzima, sustrato y dosis usada. El rastrojo de amaranto se ha estudiado poco como forraje para ovinos. El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de una enzima fibrolítica exógena (EFE) en la ganancia diaria de peso (GDP), consumo de alimento (CAL), conversión alimenticia (CA), rendimiento de la canal (RCAN) y degradabilidad *in vitro* (DIV) de MS, FDN y FDA en corderos alimentados con una dieta integral a base de rastrojo de amaranto. Se utilizaron 24 corderos Dorper x Hampshire (31.5 ± 1.5 kg PV) distribuidos al azar en tres tratamientos (n = 8). La dieta base (15.2 % PC) contenía rastrojo de amaranto molido (<2 cm) como fuente de forraje (40:60 F:C) adicionada con 0.0 (T1), 2.0 (T2) o 3.0 (T3) g $kg^{-1}$ de EFE ((NUTRI AID®; *Trichoderma longibrochiatum* ENMEX S.A. C.V Actividad Xylanasa: 90, 000 – 110, 000 U /gr). Las medias de resultados fueron analizados con Tukey (0.05). No hubo diferencias en GDP, CAL, CA o rendimiento de canal (0.277, 0.294 y 0.284 g; 1.6, 1.5 y 1.6 kg; 5.7, 5.3 y 5.5; 45.7, 46.5 y 45.1 para T1,T2 yT3, respectivamente). No se observaron diferencias en la DIVMS, DIVFDN o DIVFDA (66.8, 68.9 y 67.3; 40.2, 42.1 y 41.6; 56.3, 59.5 y 58.9 para T1, T2 y T3 respectivamente). Se observó una diferencia numérica del 6 % en GDP a favor de T2 respecto a T1; lo cual puede estar relacionada con la degradabilidad de la dieta. Es evidente la necesidad de caracterizar con más precisión los efectos de las distintas EFE, dosis y sustratos. Se concluye que el rastrojo de amaranto puede ser parte integral de la dieta de ovinos en engorda sin necesidad de incluir este tipo de enzima fibrolítica exógena.

**Palabras clave:** Amaranto, forraje, ganancia de peso, ovinos.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# DETERMINACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA LECHE DE OVEJAS PELIBUEY

## [DETERMINATION OF THE MILK COMPONENTS OF PELIBUEY EWES]

**Glafiro Torres-Hernández[1§], José Alfonso Hinojosa-Cuéllar[2], Jaime Gallegos-Sánchez[1], Emilio Manuel Aranda-Ibáñez[3], Jorje Oliva-Hernández[4]**

[1]Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo, 56230 Montecillo, Edo. de México. [2]Universidad Popular de la Chontalpa, H. Cárdenas, Tab., [3]Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco, H. Cárdenas, Tab., [4]INIFAP, Huimanguillo, Tab. [§]Autor para correspondencia: (glatohe@colpos.mx).

## RESUMEN

Además de la leche que proporciona la oveja a sus crías, los componentes son importantes para el crecimiento y supervivencia durante la lactancia. El objetivo del presente estudio fue determinar los contenidos de proteína (P), grasa (G) y sólidos totales (ST) de ovejas de pelo. Para esto, se utilizaron 45 ovejas Pelibuey de segundo parto con una y dos crías, que se ordeñaron de forma manual durante 10 semanas. De cada ordeña se tomaron muestras de leche para determinar los contenidos de P, G y ST, los que se midieron con un equipo LactiCheck. Estos datos se utilizaron en el modelo de Wood ($Y_n = an^b e^{-cn}$) para estimar P, G y ST en la curva de lactancia completa. En este modelo, $Y_n$ es la producción de cada componente en el día "n", "e" es la base del logaritmo natural, "a", "b" y "c" son parámetros de la curva, donde "a" representa la producción del componente al inicio de la lactancia, mientras que "b" y "c" representan la declinación límite de la curva antes y después del pico del componente, respectivamente. Por transformación logarítmica esta ecuación se analizó en forma lineal como: $\log Y_n = \log a + b \log n - cn$, y posteriormente los parámetros "a", "b", y "c" se estimaron por regresión múltiple. La curva de P mostró un incremento uniforme constante. Las curvas de G y PL mostraron un incremento inicial gradual hasta llegar a un máximo (pico), y posteriormente descendieron de manera gradual. Las medias generales de G y ST fueron 6.5±2.5 %, y 12.2±2.8 %, respectivamente. Los días en que ocurrieron los picos de G y ST fueron 31 y 30, con valores de 9.2 %, y 15.7 %, respectivamente. Se concluye que las ovejas Pelibuey tienen contenidos aceptables de G y ST para amamantar a sus crías.

**Palabras clave:** Calidad de la leche, ganancias de peso, habilidad materna, ovinos de pelo.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# COMPARATIVA DE TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO DE PARATUBERCULOSIS OVINA

# [COMPARISON OF DIAGNOSTIC TECHNIQUES FOR SHEEP PARATUBERCULOSIS]

**J. V. Velázquez-Morales[1], M. P. Conde-Hinojosa[1], M. A. Santillán-Flores[2], E. Pérez-Ruiz[3], C. Cortez-Romero[1,4§]**

[1]Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Programa de Ganadería, Km 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, México. 56230. [2] CENID–Microbiología. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), carretera México Toluca km. 15.5, Colonia Palo alto. Delegación Cuajimalpa 05110. [3] Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, BUAP. Carretera Cañada Morelos, Km. 7, El Salado Tecamachalco, 75470, Puebla. [1,4] Colegio de Postgraduados, Campus SLP. Iturbide 73, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, 78600, México. [§] Autor para correspondencia: (ccortez@colpos.mx).

## RESUMEN

El objetivo del trabajo fue realizar la comparativa de las tres pruebas más comunes utilizadas para realizar el diagnóstico de paratuberculosis (PTB). Se utilizaron 12 carneros de raza Pelibuey provenientes de un hato con antecedentes de PTB (>10 %). El peso y edad promedio fue de 57.23 ± 1.73 kg y 2.91 ± 0.17 años, respectivamente. El diagnóstico realizado en sangre fue con el ensayo por inmunoadsorción ligado a enzimas (ELISA) con antígeno protoplasmático de *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (MAP) (cepa 3065); prueba que presenta sensibilidad del 79.31 % y especificad del 82.25 %. A partir de muestras en heces, se realizó la técnica de PCR anidada (nPCR) para detectar MAP con cebadores para la secuencia de inserción 900, prueba que posee sensibilidad del 67 % y especificidad del 84 %, así mismo, con muestras de heces, se realizó aislamiento bacteriológico, el cual posee especificidad del 100% y sensibilidad menor al 50%, las heces fueron descontaminadas con el método ácido álcali y se sembraron en medio de cultivo Herrorld, con yema de huevo y micobactina (2 mg $L^{-1}$) la incubación fue a 37 °C durante 14 semanas, se confirmó la presencia de MAP con la tinción de Ziehl-Neelsen. Los resultados obtenidos fueron; ELISA 12 % (3 positivos), nPCR 50 % (6 positivos) y para cultivo 33 % (4 positivos). Estos resultados posiblemente se deban a que la nPCR permite reconocer a micobacterias que no son aptas para realizar cultivo, los resultados obtenidos con la técnica ELISA posiblemente se deban a que la producción de anticuerpos es afectada, debido a la pérdida de respuesta inmune ante la infección, anergia, y se presenta cuando los animales son viejos o cuando la infección está en etapa final. Lo anterior sugiere que la prueba con mayor capacidad para diagnosticar la paratuberculosis ovina es la nPCR.

**Palabras clave:** Asilamiento bacteriológico, carneros, Elisa, npcr.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# ACTIVIDAD FOLICULAR OVÁRICA EN CABRAS TRATADAS CON DOS RECONSTITUYENTES METABÓLICOS Y SUPLEMENTADAS CON GLUTAMATO DE SODIO

# [OVARIAN FOLICULAR ACTIVITY IN GOATS TREATED WITH TWO METABOLIC RECONSTITUENTS AND SUPPLEMENTED WITH SODIUM GLUTAMATE]

**J. A. Hernández-Marín, G. F. Álvarez-Cardona, A. J. Gutiérrez-Chávez, C. A. Ángel-Sahagún, M. Valencia-Posadas[§]**

Departamento de Veterinaria y Zootecnia. División de Ciencias de la Vida. Campus Irapuato-Salamanca. Universidad de Guanajuato. Carretera Irapuato-Silao km 9 Ex hacienda el Copal, Irapuato, Guanajuato, México, CP 36824. [§]Autor para correspondencia: (jahmarin@ugto.mx).

## RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la respuesta de la acción de los aminoácinos neuroestimuladores (AANE; Factor A) contenidos en un reconstituyente energético comercial (Metabolase®; MET) y de la suplementación con glutamato monosódico en la dieta (GLU; Factor B) para estimular el desarrollo (diámetro en mm) y la cantidad de los folículos ováricos (FO), dieciséis hembras Bóer se asignaron a un diseño completo con tratamientos aleatorizados en un arreglo factorial 2*2, las cuales se evaluaron mediante ultrasonografía transrectal y posterior a 21 d por tratamiento. El Factor MET influyó en los FO de 2 a 3 mm y >6 mm de diámetro ($p < 0.05$), mientras que el efecto del Factor GLU se observó para los FO de 4 a 5 mm de diámetro ($p < 0.05$). La mayor cantidad de FO de 2 a 3 mm de diámetro se obtuvo con la respuesta del MET ($p < 0.05$), mientras que la cantidad de FO >6 mm de diámetro se encontró con la interacción de GLU*MET. Suplementar glutamato de sodio en la dieta de cabras Bóer y suministrarles un reconstituyente energético comercial mejora la actividad ovárica y aumenta la cantidad de folículos ováricos mayores de 6 mm de diámetro.

**Palabras clave:** Aminoácidos neuroestimuladores, caprinocultura, cuerpo lúteo, ciclo estral, foliculogénesis.

## INTRODUCCIÓN

Estudios en pequeños rumiantes consideraron prácticas de manejo para mejorar la eficiencia productiva de los rebaños de manera técnica y económica, en los cuales se pretende eliminar la manipulación farmacológica de los animales (Martin *et al*., 2004). Estas metodologías se basan en el conocimiento de los eventos reproductivos y los efectos de la nutrición (Scaramuzzi *et al*., 2013), como la alimentación focalizada, a partir de complementos energéticos y proteínicos destinados en los momentos críticos de la reproducción.

El número de ovulaciones durante el ciclo sexual, inmediatamente después de la luteólisis, está relacionado con el número de folículos que se desarrollan hasta alcanzar el estadio preovulatorio.

A su vez, la dinámica de crecimiento de estos folículos está condicionada por un equilibrio entre mecanismos de estimulación y de inhibición del crecimiento folicular, que pueden actuar tanto a nivel sistémico como intraovárico (González-Bulnes *et al*., 2002). En pequeños rumiantes, la actividad ovárica responde a la adecuada secreción de la LH y de la FSH en la adenohipófisis, por la secreción de la GnRH en el hipotálamo. Esta comunicación endócrina también ocurre por la acción de compuestos que actúan como neurotransmisores, a partir del suministro de aminoácidos neuroestimuladores (AANE) que favorecen la secreción pulsátil de la GnRH y la LH (Mahesh y Braan, 2005), como el glutamato, el ácido aspártico y la arginina. La gran mayoría de la comunicación entre las neuronas del SNC se realiza por aminoácidos neurotransmisores (AAN). Los AAN son cinco: ácido γ-aminobutírico (GABA), glicina, taurina, ácido glutámico y ácido aspártico. Los tres primeros tienen efectos predominantemente inhibitorios, mientras que los dos últimos son normalmente excitatorios. De todos ellos, los más abundantes y fisiológicamente más importantes, son glutamato y GABA. El glutamato regula en la mayoría de las transmisiones sinápticas excitatorias en el cerebro (Luján, 2005).

El Glutamato monosódico (GMS), es una sal de sodio del aminoácido natural L-glutamato y es ampliamente utilizado como un potenciador de sabor por la industria alimentaria (Contini *et al*., 2017). La administración de GMS en los alimentos tiene un efecto directo en los receptores del hipotálamo, por ejemplo, la activación de NMDA resulta en la liberación de GnRH (Hankir *et al*., 2012). Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar la respuesta de la suplementación con glutamato monosódico en la dieta y la acción de los aminoácidos neuroestimuladores contenidos en un reconstituyente energético para estimular el desarrollo de folículos ovárico en cabras Boer.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó de enero a marzo de 2018 en el Rancho "Los Mogotes", localizado en el ejido de Aldama, municipio de Irapuato, Guanajuato (20º 49´ N, 101º 19´ O y 1777 m de altitud). Se usaron 16 cabras Boer de 245±8.3 d de edad y 30.40±5.58 kg de peso. Cada cabra recibió 3.5 kg $d^{-1}$ de una dieta elaborada con heno de alfalfa (60 %) mezclado con un concentrado comercial (40 %) con 15 % proteína cruda y 2.9 Mcal EM $kg^{-1}$, sales minerales y agua a libre acceso. Las cabras se alojaron en corrales con una superficie de 36 $m^2$, provistos de sombra, comedero, bebedero y piso de tierra. El manejo de los animales experimentales se realizó de acuerdo con la norma mexicana NOM-062-ZOO-1999 que procura las 5 libertades del bienestar animal, emitida por el Comité Institucional para el Cuidado y Uso de los Animales de Experimentación (CICUAE, 1999).

El diseño experimental fue con un arreglo de dos factores, cada uno a dos niveles (2X2): Factor A, sin (s) y con (c) el reconstituyente energético comercial (MET, Metabolase®); y factor B, sin (s) y con (c) el glutamato de sodio (GLU). Esto generó cuatro tratamientos (T): T1 (*n*=4) cabras testigo, sin el suministro del MET y sin la suplementación de GLU en la dieta (sMETsGLU); T2 (*n*=4) cabras sin el suministro del MET y suplementadas con 500 mg $kg^{-1}$ peso vivo de GLU en la dieta (sMETcGLU) durante 21 d; T3 (*n*=4) cabras suministradas vía subcutánea con 100 mL del

MET cada tercer día durante 21 d y sin el GLU (cMETsGLU); y T4 (*n*=4) cabras suministradas vía subcutánea con 100 mL del MET cada tercer día durante 21 d y con el GLU (cMETcGLU).

Todas las cabras se pesaron cada semana para determinar el total de kilogramos de peso vivo por tratamientos. Las hembras de los tratamientos T2 (sMETcGLU) y T4 (cMETcGLU) recibieron 500 mg $kg^{-1}$ $animal^{-1}$ $d^{-1}$ de GLU (99% pureza, AJI-NO-MOTO®; AJINOMOTO, MÉXICO), por lo cual se estimó la cantidad total en gramos ofrecidos de GLU por tratamiento cada semana, donde se empleó una balanza de precisión (Marca Radwag, Modelo: PS/C1; E.U.A, 2013). La cantidad de GLU a adicionar en la dieta se basó en los 500 mg de L-Arginina $kg^{-1}$ de peso vivo $oveja^{-1}$ $día^{-1}$ ofrecida por (Hamra *et al.*, 2003) en la dieta de ovejas Awassi prepúberes, cantidad mayor que el contenido de L-arginina en el grano de *Lupinus* sp. (300 mg $kg^{-1}$ de peso vivo $oveja^{-1}$). El MET se suministró vía subcutánea con agujas de calibre 18 y jeringas de 50 mL. El MET (Metabolase®; Schütze-Segen, Italia) contenía en cada 100 mL: L-carnitina (613.3 mg), ácido tióctico (20 mg), piridoxina (15 mg), cianocobalamina (3 mg), acetilmetionina (2000 mg), L-arginina (240 mg), L-ornitina (153.2 mg), L-citrulina (120 mg), L-lisina (62.5 mg), glicina (150 mg), ácido aspártico (150 mg), ácido glutámico (150 mg), fructosa (5000 mg) y sorbitol (8000 mg). A todas las cabras se les observaron los ovarios mediante un transductor transrectal de 7.5 Mhz, integrado a un equipo de ultrasonografía (Marca Chison, modelo: Eco 2 Vet, 2017; China). Los folículos ováricos se cuantificaron y se clasificaron según su diámetro de 2 a 3 mm, de 4 a 5 mm y mayores de 6 mm (Bartlewski *et al*., 2011). Se utilizó el software Statistical Analysis Systems® (SAS Institute Inc., 2012) para el análisis de los datos.

Se realizó la prueba de Shapiro-Wilk para evaluar que los datos provinieran de una población distribuida normalmente. La cantidad de folículos ováricos se analizaron con el procedimiento GLM, en un diseño completo con tratamientos aleatorizados con efectos fijos en arreglo factorial 2*2, y se utilizó la prueba de Tukey ($\alpha$=0.05) para la comparación múltiple de medias cuando la interacción entre factores (A*B) no fue significativa al 95%.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos de los folículos ováricos de diferente diámetro (2 a 3 mm, 4 a 5 mm, y > 6 mm) presentaron distribución normal ($p > 0.05$). Se observó efecto del factor A: suministro del reconstituyente energético (MET) para la cantidad de folículos de 2 a 3 mm y > 6 mm de diámetro ($p < 0.05$). Es posible que esta respuesta sea por la acción de los aminoácidos excitadores contenidos en el reconstituyente energético comercial, los cuales estimularon el desarrollo de los folículos ováricos y, por lo tanto, favorecieron el aumento en la cantidad de folículos de 2 a 3 mm y > 6 mm de diámetro de las cabras Boer suministradas vía subcutánea. Debido a que los aminoácidos excitadores (AAE) aumentan su efecto estimulatorio sobre la secreción de la GnRH-LH durante la maduración sexual mediante el incremento en la liberación de aspartato y glutamato, AAE involucrados en la secreción de la GnRH, así como con el aumento de la sensibilidad de los receptores NMDA a dichos aminoácidos (Moguilevsky y Wuttke, 2001).

Se encontró efecto del factor B: suplementación con glutamato monosódico en la dieta (GLU) para la cantidad de los folículos de 4 a 5 mm de diámetro ($p < 0.05$). Estos resultados establecen una función importante del glutamato en la interpretación de la regulación del eje neuroendocrino reproductivo al demostrar que la suplementación con glutamato monosódico en la dieta, promovió un efecto positivo en la cantidad de folículos ováricos de 4 a 5 mm de diámetro en las cabras Boer suplementadas. Es posible que la dinámica de crecimiento de estos folículos ováricos dependa de los mecanismos de estimulación y de inhibición del crecimiento folicular, los cuales pueden actuar a nivel sistémico como intraovárico. Los factores sistémicos son aquellos pertenecientes al eje hipotálamohipófisis-ovario; destacan las gonadotropinas hipofisarias (FSH y LH), con acción estimulante, y el estradiol y la inhibina, con acción inhibidora (González-Bulnes *et al*., 2002).

La interacción de los factores MET*GLU no tuvo efecto en la cantidad de folículos ováricos de ningún diámetro ($p > 0.05$). Posiblemente, el efecto de la interacción A*B: suministro del reconstituyente energético y la suplementación con glutamato de sodio en la dieta, en la cantidad de los folículos ováricos de las cabras Boer, solo responden como efectos principales, aunque quizás la cantidad de animales experimentales deba aumentarse. En contraparte, se ha reportado una relación positiva entre los niveles de energía y la actividad ovárica, independientemente del nivel de proteína consumido. Por lo tanto, se sugiere que la actividad ovárica responde a la acción de los nutrientes durante la foliculogénesis, y que la condición corporal favorece los folículos de mayor diámetro, aunque la cantidad no aumente en respuesta a la suplementación (Scaramuzzi *et al*., 2013).

Al analizar los datos sin los efectos principales de los factores, se observó que la cantidad de folículos ováricos de 2 a 3 mm y mayores que 6 mm de diámetro fue diferente ($p < 0.05$) en respuesta a la acción de los AAN contenidos en el MET y a la suplementación con GLU en la dieta de las cabras Boer. No obstante, esta respuesta fue similar ($p > 0.05$) en la cantidad de folículos ováricos de 4 a 5 mm de diámetro (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Cantidad de folículos ováricos en cabras Boer en respuesta al suministro del reconstituyente energético comercial (MET) y a la suplementación con glutamato monosódico (GLU) en la dieta.

| Tratamientos | N | Folículos ováricos (n)† | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 2 a 3 mm | 4 a 5 mm | >6 mm |
| T1: Cabras sin MET y sin GLU | 4 | 7.25±1.49 a | 3.75±1.10 a | 2.00±0.57 a |
| T2: Cabras sin MET y con GLU | 4 | 6.50±0.64 ab | 6.50±0.64 a | 2.25±0.47 a |
| T3: Cabras con MET y sin GLU | 4 | 2.50±0.86 b | 4.50±0.95 a | 3.75±0.85 ab |
| T4: Cabras con MET y con GLU | 4 | 3.25±1.10 ab | 6.50±0.64 a | 5.50±1.04 b |

a, b: Valores con distinta literal en la misma columna son diferentes ($p < 0.05$). †: Media ± error estándar.

En el presente estudio, al no encontrar efecto de la interacción de los factores MET*GLU, se evaluó la respuesta individual de cada tratamiento para determinar la cantidad de folículos ováricos. Se observó que la respuesta de la suplementación con glutamato de sodio en la dieta de cabras Boer suministradas con el reconstituyente energético comercial (Metabolase®) mejoró la cantidad de los folículos ováricos > 6 mm de diámetro. Estos resultados difieren con lo reportado por

(Rodríguez-Ferretiz, 2013) quien suplementó cabras con 1% y 2 % de propionato de calcio y encontró diferencias en la cantidad de folículos de 4 a 5 mm y > 6 mm de diámetro, respectivamente. Además, se ha reportado que la aplicación endovenosa de 7 mg $kg^{-1}$ de peso vivo de L-glutamina, como sustrato para la biosíntesis del aminoácido excitador glutamato en los días 1, 9, 14 y 17 del ciclo estral, incrementó la actividad ovárica total en cabras adultas bajo fotoperiodo decreciente (noviembre) en la Comarca Lagunera (25º N). Dicho efecto, no fue mediado por diferencias en condición corporal, peso vivo, o régimen de alimentación de los animales en estudio (Meza-Herrera *et al*., 2006).

Este efecto de la suplementación de glutamato en la reactivación de la función reproductiva se puede recomendar como una estrategia de manejo de gran utilidad, ya que a las cabras se les da la oportunidad de reactivar su función reproductiva sin requerir necesariamente de incrementos en peso vivo o en condición corporal. Al respecto, es posible que, el incremento temprano en el número y en el tamaño de los folículos ováricos se deba en parte, a los cambios en el patrón de secreción y la potencia de la FSH, mientras que este incrementado desarrollo en la población folicular es probablemente causado por aumentos en la frecuencia del pulso generador de GnRH y posteriormente de LH y FSH (Rawlings *et al*., 2003).

## CONCLUSIONES

Suplementar glutamato monosódico en la dieta de cabras Boer y suministrarles un reconstituyente energético comercial mejora la actividad ovárica y aumenta la cantidad de folículos ováricos mayores que 6 mm de diámetro.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Guanajuato por el financiamiento mediante el Apoyo a la INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA 2018, registrado en la Convocatoria Institucional de Investigación Científica 2018 (CIIC 159/2018). Al MVZ Moisés López Gasca por el apoyo con la ultrasonografía y al Rancho "Los Mogotes", ejido de Aldama, municipio de Irapuato, Guanajuato, por el uso de los animales experimentales.

## LITERATURA CITADA

Bartlewski, P. M., T. E. Baby and J. L. Giffin, 2011. Reproductive cycles in sheep. Anim. Rep. Sci. 124(3-4): 259-268.

Comité Interno para el Cuidado y Uso de Animales de Experimentación (CICUAE). 1999. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. Adaptación de la Norma Oficial Mexicana sobre Especificaciones Técnicas para la Producción, Cuidado y Uso de los Animales de Laboratorio (NOM-062-ZOO-1999). Diario Oficial de la Federación. México, D.F.

Contini, M. C., A. Fabro, N. Millen, A. Benmelej and S. Mahieu. 2017. Adverse effects in kidney function, antioxidant systems and histopathology in rats receiving monosodium glutamate diet. Experimental and Toxicologic Pathology 69(7): 547-556.

González-Bulnes, A., J. Santiago-Moreno, R. M. García-García M. J. Cocero y A López-Sebastian, A. 2002. Patrones y mecanismos de control del desarrollo folicular durante la administración de protocolos superovulatorios en pequeños rumiantes. Inv. Agr. Prod. Anim. 17(1-2): 37-48.

Hamra, A. H., F. M. A. AI-Dabbas and F. T. Awawdeh. 2003. Effect of arginine supplementation on puberty and some reproductive traits in female Awassi sheep. J. Agric. Inv. 20: 82-85.

Hankir, M. K., J. R. Parkinson, S. R. Bloom and J. D. Bell. 2012. The effects of glutamate receptor agonists and antagonists on mouse hypothalamic and hippocampal neuronal activity shown through manganese enhanced MRI. NeuroImage 59(2): 968-978.

Luján, R. 2004. Bases moleculares de la señalización neuronal. Ciencia al día Internacional. Ciencias Biológicas. 5(2). [En línea] Disponible en: http://www.ciencia.cl/CienciaAlDia/volumen5/numero2/articulos/articulo5.html (Consultado el día 9 de Febrero de 2018).

Mahesh, V. B. and D. W. Braan. 2005. Regulatory role of excitatory amino acids in reproduction. Endocrine 28(3): 271-280.

Martin, G. B., J. T. B. Milton, R. H. Davidson, H. G. E. Banchero, D. R. Lindsay and D. Blache. 2004. Natural methods of increasing reproductive efficiency in sheep and goats. Animal Reproduction Science 82-83: 231-245.

Meza-Herrera, C. A., I. V. Rivas, P. J. G. Chávez, G. H. Salinas, M. J. Urrutia. 2006. Aminoácidos excitadores, actividad ovárica y la función del eje somatotrópico en cabras. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas 5: 67-74.

Moguilevsky, J. A. and W. Wuttke. 2001. Changes in the control of gonadotrophin secretion by neurotransmitters during sexual development in rats. Exp. Clin. Endocrinol Diabetes 109(4): 188-195.

Rawlings, N. C., A. C. O. Evans, A. Honaramooz, P. M. Bartlewski. 2003. Antral follicle growth and endocrine changes in prepuberal cattle, sheep and goats. Anim. Reprod. Sci. 78(3-4): 259-270.

Rodríguez-Ferretiz, F. 2013. Respuesta al estro y población folicular de cabras suplementadas con propionato de calcio en la estación reproductiva. Tesis Profesional de Licenciatura. Departamento de Agronomía y Veterinaria. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, México.

SAS Institute Inc. 2012. SAS user´s Guide Statistics, version 9.4 (TS1MO). Cary, N.C. USA.

Scaramuzzi, R. J., L. Oujagir, J. B. Menassol, S. Freret, A. Piezel, H. M. Brown, J. Cognié and C. Fabre-Nys. 2013. The pattern of LH secretion and the ovarian response to the 'ram effect' in the anoestrous ewe is influenced by body condition but not by short-term nutritional supplementation. Reproduction Fertility and Development 26(8): 1154-1165.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# PUNTA DE CAÑA (*Saccharum Officinarum*) FERMENTADA EN LA ALIMENTACIÓN DE CABRITOS CRIOLLOS DE LA MIXTECA POBLANA, MÉXICO

# [FERMENTED CANE (*Saccharum Officinarum*) TIP TO FEED CRIOLLAS GOATS FROM THE MIXTECA POBLANA, MEXICO]

**Leonardo Tapia Díaz[1], José Ricardo Bárcena Gama[1§], Juan Carlos Gómez Cruz[2], Omar Cabañas Martínez[1], Elizabeth Parral Herrera[1], José Carlos Escobar España[1]**

[1]Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco de Mora, Estado de México. [2]Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. San Rafael Atlixco, México. [§]Autor para correspondencia: (r-barcena@hotmail.com).

## RESUMEN

El uso de punta de caña fermentada con aditivos en la suplementación de cabritos criollos en engorda, disminuye el precio de insumos y favorece la respuesta productiva del hato. El objetivo de la investigación fue determinar el comportamiento productivo de cabritos criollos de la Mixteca Poblana, México. Se utilizaron 32 cabritos criollos, se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar. El peso vivo inicial fue el criterio de bloqueo. Los tratamientos fueron ($n$=8) $T_1$: (Testigo) 0% punta de caña fermentada (PCF); $T_2$, $T_3$ y T4 con: 25, 37.5 y 50% PCF respectivamente. Las determinaciones fueron consumo de materia seca (CMS), ganancia diaria de peso (GDP) y eficiencia de conversión alimenticia (EC). El CMS no mostro diferencia significativa ($p \leq 0.10$) entre tratamientos. Las diferencias en GDP o EC no fueron significativas entre tratamientos. La prueba se suspendió después de dos semanas debido a la pérdida generalizada de peso en los tratamientos. El uso de punta de caña fermentada con los ingredientes utilizados, no se recomienda como alimento para la engorda de cabritos.

**Palabras clave:** Cabritos, comportamiento productivo, degradabilidad, punta de caña.

## ABSTRACT

The use of fermented cane tip with additives in the supplementation of fattening Creole kids, decreases the price of inputs and favors the productive response of the herd. The objective of the research was to determine the productive behavior of Creole kids from Mixteca Poblana, Mexico. 32 Creole kids were used, distributed in a randomized complete block design. The initial live weight was the blocking criterion. The treatments were ($n$ = 8) T1: without fermented cane tip (PCF); T2, T3 and T4 with: 25, 37.5 and 50% PCF respectively. The determinations were dry matter consumption (CMS), daily weight gain (GDP) and feed conversion efficiency (EC). The CMS in T1 was higher ($p \leq 0.10$) than T4. The differences in GDP or EC were not significant between treatments. The test was suspended after two weeks due to widespread weight loss in treatments. The use of fermented cane tip with the ingredients used, is not recommended as food for the fattening of kids.

**Index words:** Cane tip, kids, degradability, productive behavior.

## INTRODUCCIÓN

Los caprinos son de las primeras especies domesticadas en el mundo por su resistencia y adaptación a climas adversos (Jiménez *et al*., 2013). El consumo mundial de carne de caprino es menor que el de ovinos o bovinos, pero, se estima que del total de carnes rojas la de caprino representa alrededor de 5%, que equivale a 5.2 millones de t al año. La población caprina en México representa 1 % del total mundial, presenta consumos per cápita anual de casi 0.5 kg de carne, aunque esta información estadística puede ser poco veraz, ya que no incluye información de los productores que crían y consumen sus propios animales (Arechiga *et al*., 2008).

La Mixteca Mexicana es una de las regiones que presenta una actividad caprina trascendental. Tiene una superficie de 34,869 km$^2$, que incluye a los estados de Guerrero, Oaxaca y Puebla, principalmente. La Mixteca, en estado de Puebla, abarca una superficie de 11,025 km$^2$ (Mora, 1987; INEGI, 2000), lo que significa el 26 % del territorio del estado (Argos Consultores Ambientales, 2007). La producción caprina en la Mixteca Poblana es del tipo familiar, y donde el productor asume riesgos y los minimiza con la actividad agrícola, comercio y migración (Hernández-Hernández, 2006).

El principal problema que se detecta en la Mixteca Poblana para la producción de caprinos es la alimentación de los animales debido principalmente a la escases de forraje y el aumento en el precio de los insumos, para ofrecerles algún tipo de suplementación y mejorar su productividad. Ante esta problemática, se buscan alternativas de alimentación para los caprinos de esta zona, que puedan ofrecer una oportunidad para mejorar la producción animal y ser viable en términos económicos para el productor (Aranda *et al*., 2009).

Varios investigadores han aprovechado los subproductos de las diferentes industrias para disminuir costos de alimentación, tal es el caso de Ramos *et al*. (2014) que propone una técnica para el uso de residuos de la cosecha mecanizada de la caña de azúcar (*Saccharum Officinarum*), para utilizarla en la alimentación de rumiantes, mejorando su nivel nutricional con la fermentación y el uso de aditivos. El objetivo de la presente investigación fue valorar dicha tecnología en la alimentación de caprinos en engorda de la región de Izúcar de Matamoros, Puebla, región de la Mixteca Poblana. El uso de punta de caña fermentada con aditivos en la alimentación para cabritos en engorda, no favorece su respuesta productiva.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los caprinos utilizados en esta investigación se trataron conforme al Reglamento para el uso de animales experimentales, aprobado por el Consejo General Académico del Colegio de Postgraduados.

## Localización

La presente investigación se realizó en la Unidad Metabólica de Rumiantes del Programa de Ganadería, Colegio de Posgraduados-Campus Montecillo, en Montecillo, Texcoco, Estado de México (19° 23' 40'' N, 98° 53' 42.18'' O, 2250 m de altitud, temperatura media anual de 15.2 ºC, clima más seco de los templados 636.5 mm de precipitación media anual y lluvias en verano (García, 2004).

## Tratamientos experimentales

La punta de caña se recolecto (3 t) en la región de Izúcar de Matamoros, Puebla, durante la zafra y se trasladó, vía terrestre, al área experimental del Colegio de Postgraduados. Se secó al aire libre, bajo techo y en piso de cemento por 30 d. Posteriormente se picó en un molino de martillos con una criba de 2 cm y se encostalo.

Siguiendo la metodología descrita por Aranda *et al.* (2018), se preparó el aditivo (Cuadro 1), y se dejó fermentar por tres d. A este compuesto se le nombró VITAFERM (Cuadro 2).

**Cuadro 1.** Ingredientes del VITAFERM

| Agua | Melaza | Maíz grano | Sulfato de amonio | Pasta de Soya | Minerales | Urea | Yogurt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 70.8 | 15.0 | 4.0 | 0.3 | 4.0 | 0.5 | 0.4 | 5.0 |

Para la elaboración de los microsilos, se utilizaron bolsas de plástico negra, con capacidad de 20 kg, las cuales se colocaron dentro de costales de nailon de un alimento comercial para dar soporte a las bolsas al envasar el material y evitar que se rompieran. Para extraer el aire de las bolsas, ya ingresado el material, se utilizó una aspiradora doméstica de 1 HP. El tiempo mínimo de ensilaje fue de 21 d y posteriormente, se abrieron al azar tres silos, para confirmar la calidad del producto fermentado (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Ingredientes para la fermentación de punta caña de azúcar.

| Ingredientes | % |
|---|---|
| Melaza | 22.2 |
| Urea | 2.0 |
| Sales minerales | 0.5 |
| Sulfato de magnesio | 0.3 |
| Maíz | 5.0 |
| Vitaferm | 14.0 |
| Punta de caña de azúcar | 50.0 |
| $Ca(OH)_2$ (cal) | 6.0 |

Los tratamientos experimentales se definieron con base en diferentes porcentajes de inclusión del ensilado en la alimentación de los cabritos (Cuadro 3).

## Prueba productiva

Se utilizaron 32 cabritos machos de 15.5±5 kg PV, recién destetados y de 11 meses de edad promedio. Los cabritos mostraban baja nutrición y no tenían ninguna vacuna. Se trasladaron a la Unidad Metabólica del Programa de Ganadería, donde se le proporcionó una dieta a base de paja de avena con grano, fueron desparasitados (Closantil 5%), vitaminados (Vigantol® ADE) y vacunados (Biobac 11 vías). Los cabritos permanecieron en tres grupos según su peso vivo, proporcionando agua y forraje *ad libitum* durante una semana.

**Cuadro 3.** Tratamientos experimentales implementados en cabritos criollos.

| | Tratamientos | | | |
|---|---|---|---|---|
| Variables | $T_1$ | $T_2$ | $T_3$ | $T_4$ |
| PCF (%) | 0.00 | 25.00 | 37.50 | 50.00 |
| PCNF (%) | 50.00 | 25.00 | 12.50 | 0.00 |
| Maíz (%) | 28.10 | 33.76 | 36.58 | 39.41 |
| Pasta de soya (%) | 19.25 | 14.29 | 11.82 | 9.34 |
| Minerales▫ (%) | 2.65 | 1.94 | 1.59 | 1.25 |
| EM $(Mcal)^{-1}$ kg MS | 2.45▫▫ | | | |
| PC (%) | 13.00▫▫ | | | |

PCF=punta de caña (*Saccharum Officinarum*), fermentada con aditivos, PCNF= punta de caña no fermentada, EM=energía metabolizarle, PC= proteína cruda: ▫Premezcla comercial SEPA®; ▫Estimado del NRC, 2007.

## Análisis estadístico

Los cabritos se distribuyeron en las jaulas metabólicas en piso de acuerdo a un diseño de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y ocho repeticiones, considerando cada cabrito como la unidad experimental y el peso inicial de los mismos como cofactor de corrección. El criterio para definir los bloques es peso inicial de los cabritos, que también se usó como cofactor.

Modelo: $y = + T_i + B_j + Eij$

Donde y: respuesta obtenida con el i-esimo tratamiento del j-esimo, bloque, μ: Efecto medio general, $T_i$: Efecto atribuido al i-esimo tratamiento, $B_j$: Efecto atribuido al j-esimo bloque, $Ei_j$: Termino de error aleatorio.

Las medias de resultados de los tratamientos se analizaron con la prueba de Tukey ($p \leq 0.10$).

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Prueba productiva

El CMS de los cabritos no mostro diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0.10$). No hubo diferencias en el CMS entre los demás tratamientos (Cuadro 4). Estos resultados coinciden con los publicados por Salinas-Chavira *et al*. (2013) quienes reportaron una disminución en el consumo de MS a medida que aumenta el nivel de punta de caña fermentada en la dieta de ovinos. No hubo diferencias en la ganancia diaria de peso (GDP), o eficiencia de conversión (EC) entre tratamientos. Los cabritos mostraron pérdida de peso en todos los tratamientos, lo cual indica que aún con la cantidad de MS consumida, ésta no fue suficiente para cubrir, al menos, los requerimientos de mantenimiento.

**Cuadro 4.** Efecto de los tratamientos en consumo de MS, ganancia diaria de peso y eficiencia de conversión en cabritos.

| | Tratamientos | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Variable | T1 | T2 | T3 | T4 | CME |
| CMS $d^{-1}$ (kg) | 0.52[a] | 0.43[a] | 0.50[a] | 0.42[a] | 0.02 |
| GDP (kg) | -0.01[a] | -0.07[a] | 0.03[a] | -0.04[a] | 0.01 |
| EC (%) | -6. 47[a] | -21. 26[a] | 1.64[a] | -26. 31[a] | 794.87 |

Literas a,b,c distintas en la misma hilera, significan diferencias ($p \leq 0.10$). CMS: Consumo de MS; GDP: Ganancia Diaria de Peso; EC: Eficiencia de Conversión; CME: Cuadrado medio del error.

El análisis por bloques (Cuadro 5) indicó que los cabritos en el $B_4$, que tenían el mayor peso vivo inicial, tuvieron mayores ($p \leq 0.10$) CMS y GDP, lo que repercutió en tener una EC positiva, aunque muy poco deseable. Es interesante destacar que los cabritos en el $B_4$ fueron los únicos que presentaron una EC positiva, probablemente por la edad y peso de los cabritos que les permitió adaptarse con mayor facilidad a cambios de alimentación, probablemente porque tenían un rumen mejor desarrollado, así como su tracto digestivo posterior, que les permitió aceptar mejor las dietas experimentales; sin embargo, los resultados no son los que se esperaban y, en términos generales, son negativos.

**Cuadro 5.** Efecto de los bloques en las variables consumo, cambio de peso y eficiencia en cabritos.

| | Bloques | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Variable | B1 | B2 | B3 | B4 | CME |
| CMS $d^{-1}$ (kg) | 0.46[b] | 0.41[b] | 0.44[ab] | 0.55[a] | 0.02 |
| GDP (kg) | -0.07[ab] | -0.06[ab] | -0.06[b] | 0.10[a] | 0.01 |
| EC (%) | -15. 20[a] | -28. 96[a] | -19. 12[a] | 10.88[a] | 794.87 |

Literas distintas en la misma hilera, significan diferencias ($p \leq 0.10$). CMS: Consumo de MS; GDP. Ganancia Diaria de Peso; EC, Eficiencia de Conversión; CME, Cuadrado medio del error.

Todos los cabritos utilizados en este experimento fueron adquiridos de diferentes pequeños productores de la Mixteca Poblana y por eso la variación en el peso inicial y la edad. Lo único en

común de los cabritos es que estuvieron en un sistema de producción similar de pastoreo sin suplementación y prácticamente todos sin tratamientos preventivos de parásitos y vacunación.

La dieta experimental a base de caña fermentada con VITAFERM, ha sido probado en el trópico húmedo para alimentar a bovinos de carne (cruzas de cebú), y de doble propósito, los resultados han sido favorables, según lo reportado por Aranda *et al*. (2018). Por lo cual, se considera las condiciones de alimentación de los caprinos en la Mixteca Poblana, se pensó en que era una buena alternativa para aprovechar la punta de caña que se desperdicia después de la zafra en esta zona cañera de la mixteca.

Los resultados obtenidos en esta investigación, claramente demuestran que este tipo de alimento preparado no es aceptado por los caprinos de la mixteca. Puede haber varias razones para explicar esto, como lo es el tipo de animal, caprinos vs bovinos, la nutrición previa a recibir las dietas, condición nutricional, edad, peso y sobre todo la condición sanitaria por parte de los caprinos. Por otro lado, la dieta ofrece ciertas desventajas como lo fue el pH de 7.94 de punta de caña fermentada con aditivos, que pudo afectar el metabolismo del rumen inhibiendo la actividad microbiana y afectar los procesos digestivos en el tracto posterior.

## CONCLUSIONES

El uso de ensilaje de punta de caña con los aditivos utilizados en este estudio, como alimento para la engorda de cabritos provenientes de la Mixteca Poblana no tiene resultados positivos, por lo cual no se recomienda su uso.

## LITERATURA CITADA

Aranda, E. M., G. D. Mendoza, J. A. Ramos, S. Salgado y A. C. Vitti. 2009. Selectividad de caña de azúcar en bovinos. Avances en Investigación Agropecuaria 13: 21-26.

Aranda, I. E. M., J. A. Ramos, M. G. D. Mendoza, G. S. Salgado y I. C. S. Bueno. 2018. Utilización de la caña de azúcar en la alimentación bovina, el desarrollo de sus tecnologías y la alternativa para los periodos de sequía. https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/utilizacion-cana-azucar-alimentacion-t41526.htm (Consultado 10 de junio de 2018).

Aréchiga, C., J. Aguilera, R. Rincón, S. Méndez de Lara, V. Bañuelos y C. Meza-Herrera. 2008. Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. Tropical and Subtropical Agroecosystems 9: 1-14.

Argos consultores ambientales S.A. de C.V. 2007. Estudio Regional Forestal, UMAFOR Izucar de Matamoros. Asociación de silvicultores de la mixteca A. C. 221 p.

García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía. México. 91 p.

Hernández-Hernández, J. E. 2006. Valoración de la caprinocultura en la Mixteca Poblana: socioeconomía y recursos arbóreo-arbustivos. Tesis Doctoral. Universidad de Camagüey. Camagüey. Cuba.

INEGI. 2000. Síntesis geográfica del estado de Puebla. Libro electrónico. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México.

Jiménez, B. M. D. R., D. Braña Varela, J. A. Partida de la Peña, R. H. Alfaro Rodríguez, S. Soto Simental, y M. G. Torres Cardona. 2013. Evaluación de la calidad en la canal caprina. Guía práctica para la evaluación de la canal caprina. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. INIFAP. Libro técnico N° 4. ISBN: 978-607-37-0027-6. 103 p.

Mora, P. M. 1987. Características de las explotaciones caprinas en la Mixteca Poblana. Primer curso de producción caprina en el estado de Puebla. Memorias. EMVZ-UAP. Puebla. México.

NRC. 2007. Nutrient requirement of small ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and new world camelids. National Research Council, National Academic Press, Washington, 362p.

SAS. Institute Inc. 2011. Statistical Analysis System, SAS, User's Guide: SAS Inst, Cary, NC.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# PREDICCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE, GRASA Y PROTEÍNA A PARTIR DE VARIABLES TEMPRANAS DE LA LACTANCIA Y EL CONTEO DE CÉLULAS SOMÁTICAS EN CABRAS DE RAZA ALPINA

## [PREDICTION OF MILK, FAT AND PROTEIN PRODUCTION FROM EARLY LACTATION VARIABLES AND SOMATIC CELL COUNT IN ALPINE GOATS]

**Marcela Arredondo García, Abner Josué Gutiérrez Chávez, Alma Arianna Lechuga Arana, César anadrés Ángel Sahagún, José Antonio Hernández Marín, Mauricio Valencia Posadas[§]**

Departamento de Veterinaria y Zootecnia, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato. Carretera Irapuato-Silao km 9, Ex Hda. El Copal, Irapuato, Gto. CP 36824. [§]Autor para correspondencia: (mauvp001@yahoo.com.mx).

## RESUMEN

El objetivo de este estudio, fue predecir la producción de leche (PL), grasa (PG) y proteína (PP) a partir de variables tempranas de la lactancia y del conteo de células somáticas (CCS), en cabras de la raza Alpina de segunda y posteriores lactancias. Se utilizaron 2422 registros individuales, pertenecientes a la Asociación Americana de Cabras Lecheras de los Estados Unidos de Norteamérica. Se utilizó un modelo de regresión polinomial de segundo grado, por pasos. Las variables dependientes del estudio fueron PL, PG y PP, evaluando sobre estas los días en producción de leche al día del primero, segundo, tercer y cuarto mes de pesaje, la producción de leche al día del primer, segundo, tercer y cuarto mes de pesaje, y el conteo de células somáticas al día del primer, segundo, tercer y cuarto mes de pesaje. De esta forma, el modelo tuvo un total de 24 variables independientes, incluyendo los efectos lineales y cuadráticos de estas variables. Los promedios de PL, PG y PP por lactancia fueron de 1075.6±419.3, 35.7±15.2 y 30.1±11.8 kg respectivamente. Se obtuvieron los estimadores de regresión para cabras Alpinas y los modelos explicaron hasta un 86.6% de la variación de las variables de respuesta. Las variables predictoras de PL, PG y PP más importantes fueron los días en producción de leche al día del primero, segundo y cuarto pesaje como efecto lineal y cuadrático, la producción de leche al día del primer y cuarto mes de pesaje y el conteo de células somáticas al día del primer, segundo y cuarto mes de pesaje ($p < 0.05$). Con los estimadores obtenidos en este estudio es posible predecir la producción de leche, grasa y proteína por lactancia con una adecuada precisión, reduciendo el número de controles lecheros, de diez a cuatro, en toda la lactación.

## ABSTRACT

The objective of this study was to predict the milk production (PL), fat production (PG) and protein production (PP) from early variables of lactation and somatic cell count (SCC), in the goats of the Alpine breed of second and subsequent lactations. We used 2422 individual records, belonging to the American Dairy Goats Association of the United States of America. A stepwise second-degree polynomial regression model was used. Dependent variables of the study were PL, PG and PP, evaluating on these: the number of days in milk production on the day of the first, second, third

and fourth month of weighing; the milk production on the day of the first, second, third and fourth month of weighing, and the somatic cell count to the day of the first, second, third and fourth month of weighing. In this way, the model had a total of 24 independent variables, including the linear and quadratic effects of these variables. The averages of PL, PG and PP per lactation were 1075.6±419.3, 35.7±15.2 and 30.1±11.8 kg respectively. The regression estimators for Alpine goats were obtained and the models explained up to 86.6% of the variation of the response variables. The most important predictors of PL, PG and PP were the days in milk production on the day of the first, second and fourth weighing as linear and quadratic effect, the milk production on the day of the first and fourth month of weighing and the somatic cell count on the day of the first, second and fourth month of weighing ($p < 0.05$). With the estimators obtained in this study it is possible to predict the production of milk, fat and protein by lactation with adequate precision, reducing the number of dairy controls, from ten to four, throughout lactation.

## INTRODUCCIÓN

El control de producción lechero ofrece al ganadero y a los técnicos de la producción animal, entre otras cosas, información que ayuda a tomar decisiones para mejorar la productividad de la unidad de producción y hacerla más competitiva y rentable. Una de las prácticas rutinarias es el registro individual de la producción de leche y la toma de muestras para la determinación de grasa y proteína, así como el conteo de las células somáticas (Jiménez-Granado *et al.*, 2014). El conteo de células somáticas (CCS), se ha utilizado desde hace años como una herramienta para conocer el estado de salud de la glándula mamaria y para el control de mastitis subclínica; un incremento en el CCS puede repercutir negativamente sobre la cantidad y calidad de la PL, PG y PP (Barrón-Bravo *et al.*, 2013). El poder simplificar el control lechero ha sido un tema de interés para los técnicos y los ganaderos, por ejemplo, a través de la reducción del número de controles de toda la lactancia. Usualmente la lactancia de una cabra lechera tiene una duración de alrededor de 300 días, y de acuerdo a los procedimientos internacionales se requiere de aproximadamente 10 pesajes, o controles, para estimar la producción total de leche por lactancia (Everett y Carter, 1968). El control lechero en las unidades de producción caprina, representa un gasto importante para el ganadero y es motivo por el que los agremiados de una asociación salgan con frecuencia del registro de producción lechero. La simplificación del control lechero puede propiciar una disminución de los costos, al reducir el consumo de energía eléctrica, la mano de obra y los materiales e insumos que se utilizan durante la ordeña. Al mismo tiempo, el tener un estimado de la producción total de leche, grasa y proteína a partir de variables tempranas de la lactancia y del conteo de células somáticas, permitiría dirigir apareamientos oportunos de animales y tomar decisiones sobre la venta o selección de estos. El objetivo del presente estudio fue predecir la producción de leche, grasa y proteína a partir de variables tempranas de la lactancia y el conteo de células somáticas en cabras de raza Alpina de segundas y posteriores lactancias.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos utilizados en esta investigación proceden de la Asociación Americana de Cabras Lecheras ( de sus siglas en inglés ADGA-American Dairy Goat Association) de los Estados Unidos

de Norteamérica, y fueron colectados con base en el sistema de control de producción que lleva a cabo la Cooperativa para el mejoramiento de Hatos Lecheros (DHI de sus siglas en inglés Dairy Herd Improvement), en donde realizan visitas a las granjas y se obtienen mensualmente datos individuales de producción de leche mediante el uso de equipos Waikato. También se toman muestras que posteriormente son enviadas a laboratorios para la realización de las determinaciones de los componentes de la leche. Dentro del análisis de la leche se incluye el CCS con el uso de equipos de Somacount, que utiliza láser basado en citometría de flujo. El contenido de grasa y proteína (G% y P% respectivamente) se determinaron con equipos Bentley, que funcionan con analizadores a base de infrarrojos.

Los registros incluyeron información de producción de leche del período 2003 al 2010. La ADGA opera bajo un convenio con el Laboratorio de Programas de Mejoramiento Animal del Departamento de Agricultura de Estados Unidos de América (AIPL-USDA), para la certificación de los registros de producción de leche y las evaluaciones genéticas (Wiggans et al., 1995). Cada registro productivo incluía la información mensual, al día de prueba, de la producción de leche, producción de grasa, producción de proteína, conteo de células somáticas, días en producción de leche de cada muestreo, teniendo hasta once meses de producción las lactancias de las cabras. También incluía el número de lactancia, la producción total de leche por lactancia, producción total de grasa por lactancia, producción de proteína por lactancia y un promedio de células somáticas por lactancia.

Para garantizar la calidad de los parámetros obtenidos, la base de datos fue depurada y se eliminaron los registros que carecían de información o valores erróneos, además solo se incluyeron en este estudio a los animales con más de 140 días en producción de leche, lo que permitió que todos los registros de las cabras incluidos en los análisis tuvieran información de al menos los 4 primeros muestreos: días en leche, producción de leche y células somáticas. Los registros de cabras con lactancias repetidas o de primera lactancia, también fueron eliminadas. Una vez realizado el proceso de depuración, el número total de registros usados para el análisis fue de 2422 segundas y posteriores lactancias de cabras de la raza Alpina.

Para el análisis de los datos, se utilizó un modelo de regresión polinomial de segundo grado, por pasos, que incluyó el análisis de los efectos lineales y cuadráticos de las variables independientes. El procedimiento por pasos, o conocido también como paso a paso, consiste en conservar las variables independientes significativas, y a la vez prescindir de aquellas no importantes del modelo. El objetivo de este procedimiento es construir un modelo predictivo, donde las variables independientes que permanezcan dentro en este serán las responsables de las modificaciones o cambios que experimente la variable dependiente. Las variables dependientes del estudio fueron la producción de leche por lactancia (PL), producción de grasa por lactancia (PG) y la producción de proteína por lactancia (PP), evaluando sobre estas algunas variables tempranas de la lactancia como variables independientes, que fueron: los días en producción de leche al día del primero, segundo, tercero y cuarto mes de pesaje (DILE1, DILE2, DILE3 y DILE4, respectivamente), la producción de leche al día del primero, segundo, tercero y cuarto mes de pesaje (PL1, PL2, PL3 y PL4, respectivamente), y el conteo de células somáticas al día del primero, segundo, tercero y cuarto

mes de pesaje (CS1, CS2, CS3 y CS4, respectivamente). De esta forma, el modelo tuvo un total de 24 variables independientes, incluyendo los efectos lineales y cuadráticos. Todos Los análisis fueron hechos con el programa Statgraphics Centurión v16.1.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los estadísticos descriptivos de las variables de producción, células somáticas y días en leche de las cabras de este estudio. La variación observada en estas características en general fue alta, particularmente para PG y PL. En el cuadro 2 se presentan los resultados del modelo de regresión polinomial de segundo grado para la producción de leche (PL), producción de grasa (PG) y producción de proteína (PP) en cabras de segundas y posteriores lactancias de la raza Alpina. Los coeficientes de determinación ($R^2$) de los modelos para PL, PG y PP fueron de 85.8, 85.2 y 86.6%, respectivamente, y se consideran adecuados. Esto indica que las variables independientes que resultaron significativas, explican esos porcentajes de variación que tiene cada variable dependiente. En la literatura mundial no se encontró información que mostrara metodologías o resultados para hacer las predicciones de las producciones completas por lactancias en estas mismas variables.

**Cuadro 1.** Estadísticos descriptivos de segundas y posteriores lactancias en cabras de raza Alpina (n=2422).

| Variables | Media | Desviación estándar | Mínimo | Máximo | Coeficiente de variación |
|---|---|---|---|---|---|
| PL* | 1075.6 | 419.3 | 113.4 | 4844.3 | 38.9 |
| PG* | 35.7 | 15.2 | 3.6 | 176.9 | 42.6 |
| PP* | 30.1 | 11.8 | 3.6 | 137.8 | 39.2 |
| CCS* | 502.2 | 135.9 | 74.0 | 960.0 | 27.0 |
| DILE* | 268.0 | 5135.0 | 101.0 | 999.0 | 26.7 |

*PL: producción de leche *PG: Producción de grasa*PP: Producción de proteína *CCS: Conteo de células somáticas *DILE: Días en leche.

Con estos resultados se pueden hacer las predicciones a través del uso de los modelos de regresión ajustados. Por ejemplo, para predecir la producción de proteína de una cabra ($\widehat{PPi}$), el modelo ajustado sería:

$\widehat{PPi}$ = -6.98765+0.23881(DILE1)+0.000893647(DILE1$^2$)+1.80405(PL1)+0.000309839(PL4$^2$), y en donde los valores entre paréntesis serían sustituidos por los valores reales, o supuestos según sea el caso, de esas variables independientes.

**Cuadro 2.** Resultados del modelo de regresión por pasos, para la producción de leche (PL), producción de grasa (PG) y producción de proteína (PP) en cabras de segundas y posteriores lactancias de la raza Alpina.

| | Parámetro | Estimador | Probabilidad |
|---|---|---|---|
| PL | Constante | 1449.61 | 0.0000 |
| | DILE1 | 8.71276 | 0.0000 |
| | $DILE1^2$ | 0.027228 | 0.0289 |
| | PL1 | 67.4741 | 0.0000 |
| | DILE2 | -37.6993 | 0.0032 |
| | $DILE2^2$ | 0.40471 | 0.0342 |
| | DILE4 | -56.7656 | 0.0014 |
| | $DILE4^2$ | 0.80455 | 0.0085 |
| PG | Constante | 3.93517 | 0.5861 |
| | DILE1 | 0.423783 | 0.0000 |
| | PL1 | 2.28581 | 0.0000 |
| | CS1 | 0.163845 | 0.0000 |
| | DILE2 | -1.53452 | 0.0003 |
| | $DILE2^2$ | 0.015776 | 0.0134 |
| | CS2 | 0.237463 | 0.0000 |
| | DILE4 | -0.275676 | 0.0031 |
| | CS4 | 0.26929 | 0.0000 |
| PP | Constante | -6.98765 | 0.0001 |
| | DILE1 | 0.23881 | 0.0000 |
| | $DILE1^2$ | 0.000893647 | 0.0061 |
| | PL1 | 1.80405 | 0.0000 |
| | $PL4^2$ | 0.000309839 | 0.0042 |

DILE1=días en leche del pesaje uno; superíndice $^2$=efecto cuadrático de esa variable independiente; PL1=producción de leche del pesaje uno; DILE2= días en leche del pesaje dos; DILE4=días en leche del pesaje cuatro; CS1= conteo de células somáticas del pesaje uno; CS2=conteo de células somáticas del pesaje dos; PL4=producción de leche pesaje cuatro.

Las variables predictoras utilizadas en este estudio fueron variables tempranas de la lactancia, aproximadamente hasta el cuarto control y alrededor de 120 días de lactancia. Valencia y col. (2007) estimaron la correlación genética entre la producción total de leche por lactancia y la producción de leche de los primeros 120 días lactancia (P120) en cabras de raza Saanen de México, y el valor fue de 0.98±0.16, lo que indica que los genes que participan en la expresión de ambas características en esencia son los mismos. Este resultado también sugiere que P120 podría ser usada para la selección temprana de los animales, lo que refuerza el uso de los predictores estimados en este trabajo.

## CONCLUSIONES

La metodología de predicción utilizada en este estudio puede permitir reducir el control lechero de los productores, de alrededor de diez a cuatro, y por lo tanto, disminuir los costos debidos al control lechero. Es necesario hacer predicciones con los estimadores de regresión obtenidos en este estudio usando información de variables tempranas de la lactancia de otras razas y de otras poblaciones de cabras lecheras en estabulación permanente, y obtener las correlaciones entre los valores predichos y las producciones reales, con el objeto de evaluar si pueden ser utilizados en esas poblaciones.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la American Dairy Goat Association de Estados Unidos de América, a través de la señora Lisa Shepard, el haber proporcionado la información para realizar este estudio.

## LITERATURA CITADA

Barrón-Bravo, O. G., A. J. Gutiérrez-Chávez, C. A. Ángel-Sahagún, H. Montaldo, L. Shepard and M. Valencia-Posadas. 2013. Losses in milk yield, fat and protein contents according to different levels of somatic cell count in dairy goats. Small Rumiant Research 113(2): 421-431.

Everett, R.W. and H.W. Carter, 1968. Accuracy of test interval method of calculating dairy herd improvement association records. J. Dairy Sci. 51(2):1936-1941.

Jiménez-Granado, R., M. Sánchez-Rodríguez, C. Arce and V. Rodríguez-Estévez. 2014. Factors affecting somatic cell count in dairy goats: a review. Spanish Jo. Agric. Res. 12(1): 133-150.

Valencia, P. M, L. J. Dobler and H. Montaldo. 2007. Genetic and phenotypic parameters for lactation traits in a flock of Saanen goats in Mexico. Small Ruminant Research 68(3): 318-322.

Wiggans, G. R., S. M. Hubbard and J. R. Wrigth. 1995. AIPL Goat Evaluation Description Animal Improvement Programs Laboratory, Agriculture Research. Available at: https://aipl.arsusda.gov/reference/goat/goatsfs.html.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# LA ADICIÓN DE MAÍZ EN LA DIETA DE CABRAS EN PASTOREO DURANTE EL POSTPARTO TEMPRANO ACELERA LA RESPUESTA ESTRAL AL EFECTO MACHO

# [MAIZE ADDITION IN THE DIET OF GRAZING GOATS, DURING EARLY POSTPARTUM ACELERATES THE ESTRAL RESPONSE TO MALE EFFECT]

**Alejandro Salgado Martínez, José Alberto Delgadillo Sánchez, José Alfredo Flores Cabrera, Gerardo Duarte Moreno, Alexis Adrián Vargas Cruz, Hilarino Edrey López López, Pablo Iván Sifuentes Lamont, Andrés Sánchez Hernández, Horacio Hernández Hernández[§]**

CIRCA, Posgrado en Ciencias Agrarias, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Periférico Ejército Nacional, Torreón, Coahuila, México. 27054. [§]Autor para correspondencia: (alex_buitre1@hotmail.com).

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar si la adición de maíz en la dieta de cabras en pastoreo durante el periodo postparto temprano mejora la respuesta estral al serometidas al efecto macho. Para ello, después del parto se conformaron 2 grupos de cabras que estaban amamantando a sus crías (prolificidad 1.3). En el grupo Testigo ($n$=10), las cabras se mantuvieron solo con lo obtenido en el pastoreo y no recibió complementación alguna. En el grupo Maíz ($n$=11), las cabras fueron mantenidas como las del grupo Testigo, pero además diariamente por las tardes recibieron cada una 0.5 kg de maíz rolado. A los 20 días postparto, cuando todavía los cabritos se amamantaban de sus madres, las madres fueron puestas en contacto con machos cabríos que mostraban de manera natural intensa actividad sexual. A partir de ahí diariamente se determinó la actividad estral de las hembras. El número total de cabras que mostraron conducta estral durante los 12 días que estuvieron en contacto con los machos no fue diferente entre el grupo Testigo y el grupo Maíz (70%, 7/10 y 91%, 10/11, respectivamente; ($p > 0.05$). La duración de la conducta estral no difirió entre las cabras del grupo Testigo (33.0 ± 3.0 h) y las cabras del grupo Maíz (38.4 ± 7.0 h; $p > 0.05$). Un mayor porcentaje acumulado de las cabras del grupo Maíz mostró conducta estral más rápido ($p < 0.05$) que el grupo de cabras Testigo. Los resultados obtenidos en el presente estudio permiten concluir que la adición de maíz en la dieta de cabras en pastoreo durante el postparto temprano acelera la presentación de la conducta estral al efecto macho.

**Palabras clave:** Anestro postparto, cabras, efecto macho, maíz.

## ABSTRACT

The objective of the present study was to investigate if maize addition in the diet of grazing does during early post-partum improves the estrual response when are submitted to male effect. To this, after parturition 2 groups of does that were suckling their goat kids (prolificity 1.3) were conformed. In the Control group ($n$=10) does were maintained under natural grazing conditions and not received any fed supplementation. In the Maize group ($n$= 11), does were maintained as these in Control group, but in addition daily in the afternoon each one received 0.5 kg of rolled

maize. At 20 days postpartum, lactating does from two groups were submitted to the male effect using males that shown naturally intense sexual behaviour. After this, daily the estrus behaviour of does were determined. The total number of does in estrus during the 12 days that were in contact with the males were not different between Control and Maize groups (70%, 7/10 y 91%, 10/11, respectively; ($p > 0.05$). The estrus behaviour duration were not different between does from Control (33.0 ± 3.0 h) and Maize (38.4 ± 7.0 h; ($p > 0.05$) group. The accumulated percentage of does in estrus during the 12 days post-male introduction was higher ($p < 0.05$) in Maize group than in Control group. It was concluded that maize addition in the diet of grazing does during early post-partum accelerates the display of the estrous behaviour induced by the male effect.

**Index words:** Goats, postpartum, maize, male effect.

## INTRODUCCIÓN

Durante el periodo postparto, las hembras mamíferas experimentan un periodo de inactividad ovárica asociada con ausencia de conducta estral. A este periodo se le ha denominado anestro postparto (Delgadillo *et al.*, 1998). La duración de este periodo puede ser modificada por diversos factores. Por ejemplo, en las cabras de la Comarca Lagunera el anestro postparto fue más largo cuando las madres paren en enero (200 días) que las que paren en mayo (100 días) y que las que paren en octubre (50 días; Delgadillo *et al.*, 1998). Además, la presencia de la cría y por ello el amamantamiento de las mismas puede modificar en parte la duración del anestro postparto. En efecto, el anestro postparto es más largo en las vacas que amamantan a sus becerros que en aquellas que se les que se les desteta y son sometidas a la ordeña (Williams, 1990). En la oveja y en la cabra se ha encontrado una correlación positiva entre la actividad del amamantamiento (frecuencia y tiempo) con la duración del anestro postparto (Fletcher y Lindsay, 1971; Delgadillo *et al*., 1997). En ovejas, se ha demostrado que la presencia continua de carneros sexualmente activos podría adelantar la aparición de actividad sexual postparto cuando las ovejas paren en el otoño (Lassoued *et al*., 2004).

La desnutrición, en particular una deficiencia en el consumo de energía proveniente de la dieta es probablemente la causa más natural de un prolongado anestro postparto (Williams, 2005). Además, los mayores efectos de la desnutrición se ejercen cuando esta se presenta durante la gestación tardía. Así, en vacas que paren con condición corporal baja presentan prologados intervalos al primer celo y a la primera ovulación postparto que las vacas con adecuada condición corporal (Williams, 2005). En las cabras de la Comarca Lagunera, el 80% de los partos se presentan de noviembre a febrero y coincide con una dramática reducción en la disponibilidad de alimento en las áreas de pastoreo que se prolonga hasta el mes de mayo (Delgadillo *et al*., 2011). Lo anterior podría resultar en periodos de subnutrición de las cabras que paren durante esa época y ello podría modificar la actividad sexual si las cabras son sometidas al efecto macho. El objetivo del presente trabajo fue investigar si la adición de maíz en la dieta de cabras que se someten a pastoreo durante la lactancia temprana acelera la presencia de celos al ser sometidas al efecto macho.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en un hato particular, ubicado en el ejido Filipinas, municipio de Matamoros Coahuila. Esta localidad se encuentra en la Comarca Lagunera que se sitúa a una latitud 26° N. y una altitud que varía de 1100 a 1400 msnm. La precipitación es de 230 mm/año y las temperaturas promedio mínimas y máximas son de 3.9 y 40.5 °C presentándose en los meses de diciembre y junio respectivamente. (CONAGUA, 2008).

Se utilizaron 21 cabras multíparas Criollas que se encontraban amamantando a sus cabritos (1.3 cabritos/hembra). Diariamente el amamantamiento de los cabritos se realizaba cuando las cabras regresaron del pastoreo y permanecían con sus madres durante toda la noche y hasta antes de salir al pastoreo nuevamente por la mañana. La fecha promedio del parto en estas hembras fue el 30 de septiembre ± 1.0 día. Después del parto, utilizando un diseño completamente al azar cada madre fue asignada a uno de 2 grupos experimentales. Un grupo de cabras se le mantuvo con solo lo disponible en las áreas de pastoreo (grupo Testigo; *n* =10). Los animales salían al pastoreo a las 09:00 h y regresaban a las 17:00 h del día. Entre las especies de forrajes disponibles en las áreas de pastoreo están arbustivas (*Prosopis glandulosa, Acacia farneciana, Atriplex acantocarpa, Agave scabra y Mimosa biuncifera*), plantas herbáceas (*Heliantus ciliaris, Salsola kali*, y *Solanum elaeagnilolium*) y gramíneas (*Sorghum halepense, Chloris virgata, Setaria verticillata, Eragrostis pectinacea, Bouteloua curtipendula, Aristida purpurea* y *Bouteloua barbata*). A través del año, la composición de la dieta en estas áreas se compuso de 82% de arbustos, 12% de plantas herbáceas y 6% de pastos. A otro grupo de cabras también se le mantuvo con lo disponible en el pastoreo, sin embargo, a este grupo desde el parto y hasta el final del estudio se les ofreció 0.5 kg de maíz rolado por las tardes al regreso del pastoreo (grupo Maíz; *n* = 11). El maíz ofrecido aportó 87.3 g de PC/kg de MS y 3.06 Mcal de EM/ kg de MS. En los corrales, las cabras de ambos grupos tuvieron acceso libre a agua y sales minerales proporcionadas mediante bloques de 25 kg. Ambos grupos de cabras salían al pastoreo de manera independiente y al regreso eran alojados en corrales diferentes.

En promedio a los 20 días postparto, cuando todavía los cabritos se amamantaban de sus madres, las madres fueron puestas en contacto con machos cabríos que mostraban de manera natural intensa actividad sexual. Con el fin de que los machos no penetraran a las madres a ellos se les colocó un mandil. Continuamente se supervisaba que los machos tuvieran bien colocados los mandiles. Diariamente los machos estuvieron en contacto con las madres después de ofrecerles el maíz cuando regresaron del pastoreo y hasta la mañana siguiente.

### Conducta estral

Al siguiente día de poner en contacto las hembras con los machos se comenzó a determinar la conducta estral. Para ello, los machos eran intercambiados de corral con el fin de estimular a las hembras y se determinó durante 1 h las cabras que estuvieran en celo. La conducta estral se midió por las mañanas y también al regreso del pastoreo. Se consideró que una hembra se encontraba en conducta estral cuando aceptaba la monta del macho (Mauleon y Dauzier, 1965). Las cabras que eran detectadas en conducta estral eran removidas del corral para que el macho continuara la

detección de otras posibles hembras en celo. Al final de la detección de la actividad estral las cabras removidas eran devueltas a su corral correspondiente.

**Se determinaron las siguientes variables**

Porcentaje total de cabras en conducta estral: Es la proporción total de cabras que mostraron celo durante los 12 días que permanecieron en contacto con los machos.

Duración de la conducta estral: Es el tiempo total en horas en que las cabras permanecían receptivas al macho durante las determinaciones.

Porcentaje acumulado de cabras en conducta estral: Es la proporción acumulada de cabras que iban mostrando conducta estral durante el transcurso de los 12 días que permanecieron con los machos.

El porcentaje total de cabras en celo durante los 12 días que estuvieron con los machos se compararon entre grupos con una Chi-cuadrada. El porcentaje acumulado de celos fue analizado utilizando una prueba de Kolmogorov-Smirnov para distribuciones acumuladas. Por último, la duración de la conducta estral se comparó entre grupos con una prueba de *U* de Mann-Whitney.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Porcentaje total de cabras en conducta estral**

El número total de cabras que mostraron conducta estral durante los 12 días que estuvieron en contacto con los machos no fue diferente entre el grupo Testigo y el grupo Maíz (70%, 7/10 y 91%, 10/11, respectivamente; ($p > 0.05$). Este resultado concuerda con lo determinado previamente en estudios en los que se realiza el efecto macho, pero en cabras que se encuentran estacionalmente anovulatorias (Flores *et al*., 2000; Delgadillo et al., 2002; Rivas-Muñoz *et al*., 2007; Andrade *et al.*, 2019). Además, los resultados del presente estudio concuerdan con lo reportado en ovejas Pelibuey, en las que la introducción de un carnero desde el día 7 hasta el 60 post-parto indujo la ovulación en el 100% de las hembras (Morales-Terán *et al*., 2011): Sin embargo, hay que considerar que en el presente los machos estuvieron con las hembras solamente durante 12 días, en ese lapso pudieron inducirse hasta un 91% en el caso del grupo Maíz y un 70% en el caso del grupo Testigo.

**Duración de la conducta estral**

La duración de la conducta estral postparto inducida por el efecto macho no difirió entre las cabras del grupo Testigo (33.0 ± 3.0 h) y las cabras del grupo Maíz (38.4 ± 7.0 h; $p > 0.05$). Previamente, en estas mismas cabras locales De Santiago-Miramontes *et al*. (2009) demostraron que las cabras con condición corporal mayor debido a una nutrición completa (estabulación) mostraron mayor frecuencia de ciclos estrales de duración normal que las cabras con menor condición corporal mantenidas en pastoreo.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

**Porcentaje acumulado de cabras en conducta estral**

En la Figura 1, se presenta este porcentaje acumulado en las hembras de ambos grupos. En esa Figura se aprecia que un mayor porcentaje de las cabras del grupo Maíz mostró conducta estral más rápido ($p < 0.05$; prueba de Kolmogorov-Smirnov) que el grupo de cabras Testigo. Este resultado se asemeja a lo reportado previamente en estas mismas cabras locales por De Santiago-Miramontes *et al*. (2008). Estos autores observaron que el porcentaje de cabras que responde al macho con conducta estral fue más rápido (durante los primeros 14 días) en las cabras que recibieron una complementación que en aquellas que solo se alimentaron del pastoreo (De Santiago-Miramontes *et al*., 2008). En el presente estudio, posiblemente la energía contenida en el maíz incluido en la dieta ofrecida cubrió una parte de los requerimientos que esas hembras lactantes necesitan (mantenimiento, producción de leche y respuesta sexual). De algún modo el almidón contenido en el maíz es una fuente de energía que puede modificar el metabolismo del animal, como puede ser los niveles de glucosa en sangre. Al respecto en estas mismas cabras locales, Ramírez-Vera *et al*. (2012) demostraron que una complementación diaria con 0.6 kg de maíz en los últimos 12 días de gestación incrementó las concentraciones de glucosa en sangre y además incrementó a más del doble la producción de calostro comparado con las cabras no complementadas.

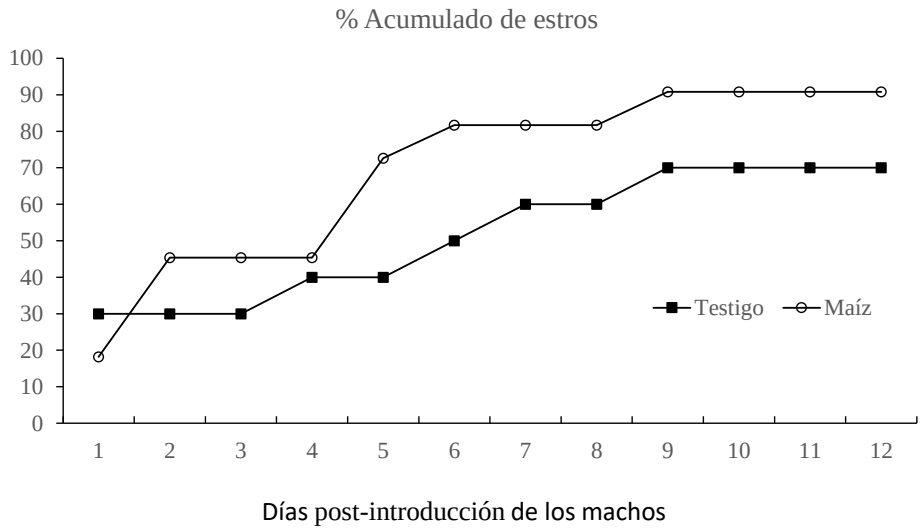



**Figura 1**. Porcentaje acumulado de cabras lactantes mostrando conducta estral. En el grupo Testigo las cabras fueron mantenidas solo con lo obtenido en el pastoreo. Las cabras del grupo Maíz, además del pastoreo a cada una se les ofreció durante los primeros 32 días postparto 0.5 kg de maíz rolado. El efecto macho se realizó en promedio cuando las cabras estuvieron a los 20 días postparto. (Diferencia significativa en el porcentaje de las cabras del grupo Testigo y el grupo Maíz; ($p < 0.05$, prueba de Kolmogorov-Smirnov).

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio permiten concluir que la adición de maíz en la dieta de cabras en pastoreo durante el postparto temprano acelera la presentación de la conducta estral al efecto macho.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Sra. Estela Hernández, quien nos facilitó las cabras para la realización del presente estudio. A. Salgado es apoyado por una beca del CONACyT durante sus estudios de maestría.

## LITERATURA CITADA

Andrade-Esparza, J. D., L. A. Espinoza-Flores, H. Hernández, P. Chemineau, M. Keller and J. A. Delgadillo. 2019. Progesterone doses of 5, 3 or 1 mg do not prevent short ovulatory cycles in goats exposed to photo-stimulated buck. Theriogenology 02: 036.

CONAGUA. 2008. Comisión Nacional del Agua, Subdelegación Regional Lagunera. Registros de archivos de esta dependencia.

De Santiago-Miramontes, M. A., M. A. Rivas-Muñoz, R. Muñoz-Gutiérrez, B. Malpaux, R. J. Scaramuzzi and J. A. Delgadillo. 2008. The ovulation rate in anoestrous female goats managed under grazing conditions and exposed to the male effect is increased by nutritional supplementation. Animal Reproduction Science 105: 409-416.

De Santiago-Miramontes, M. A., B. Malpaux and J. A. Delgadillo. 2009. Body condition is associated with a shorter breeding season and reduced ovulation rate in subtropical goats. Animal Reproduction Science 114: 175-182.

Delgadillo, J. A., P. Poindron, D. Krehbiel, G. Duarte and E. Rosales. 1997. Nursing, suckling and postpartum anoestrus of Creole goats kidding in January in subtropical Mexico. Applied Animal Behaviour Science 55: 91-101.

Delgadillo, J. A., J. A. Flores, O. Villarreal, M. J. Flores, G. Hoyos, P. Chemineau and B. Malpaux. 1998. Length of postpartum anestrus in goats in subtropical Mexico: effect of season of parturition and duration of nursing. Theriogenology 49: 1209-1218.

Delgadillo, J. A., J. A. Flores, F. G. Véliz, H. Hernández, G. Duarte, J. Vielma, P. Poindron, P. Chemineau and B. Malpaux. 2002. Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. Journal of Animal Science 80: 2780-2786.

Delgadillo, J. A., S. De La Torre-Villegas, V. Arellano-Solis, G. Duarte and B. Malpaux. 2011. Refractoriness to short and long days determines the end and onset of the breeding season in subtropical goats. Theriogenology 76: 1146- 1151.

Fletcher, I. C. and D. R. Lindsay. 1971. Effect of rams on the duration of oestrous behavior in ewes. Journal of Reproduction and Fertility 25: 253-9.

Flores, J. A., F. G. Véliz, J. A. Pérez-Villanueva, G. Martínez de la Escalera, P. Chemineau, P. Poindron, B. Malpaux and J. A. Delgadillo. 2000. Male reproductive condition is the limiting

factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. Biology of Reproduction 62: 1409-1414.

Lassoued, N., M. Naouali, G. Khaldi and M. Rekik. 2004. Influence of the permanent presence of rams on the resumption of sexual activity in postpartum Barbarine ewes. Small Ruminant Research 54: 25-31.

Mauléon, P. and L. Dauzier. 1965. Variations de durée de l'anoestrus de lactation chez les brebis de Race Ile-de-France. Annales Biologie Animale Biochimie. Biophysique 5: 131-43.

Morales-Terán, G., C. A. Herrera-Corredor, P. Pérez-Hernández, J. Salazar-Ortiz and J. Gallegos-Sánchez. 2011. Influence of controlled suckling and the male effect on the resumption of postpartum ovarian activity in pelibuey sheep. Tropical and Subtropical Agroecosystems 13: 493-500.

Ramírez-Vera, S., A. Terrazas, J. A. Delgadillo, N. Serafín, J. A. Flores, J. M. Elizundia and H. Hernández. 2012. Feeding corn during the last 12 days of gestation improved colostrum production and neonatal activity in goats grazing subtropical semi-arid rangeland. Journal of Animal Science 90: 2362-2370.

Rivas-Muñoz, R., G. Fitz-Rodríguez, P. Poindron, B. Malpaux and J. A. Delgadillo. 2007. Stimulation of estrous behavior in grazing female goats by continuous or discontinuous exposure to males. Journal of Animal Science 85: 1257-1263.

Williams G.L. 1990. Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: a review. Journal of Animal Science 68: 831-52.

Williams, G. L. 2005. Physiology and management of the postpartum suckled cow for controlled breeding programs. Animal Reproduction Laboratory Texas Agricultural Experiment Station Beeville, Texas 78102.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# SEROPREVALENCIA DE BRUCELOSIS EN HATOS CAPRINOS DE LA LOMA, DURANGO

# [SEROPREVALENCE OF BRUCELLOSIS CAPRINE IN THE LOMA, DURANGO, MÉXICO]

**J. L. Ortega-Sánchez[1], A. Martínez-Romero[2], S.I. Hernández-González[2], J.R. Hernández-Salgado[1§]**

[1]Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Bermejillo, Dgo. [2]Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Juárez Del estado de Durango, Gómez Palacio, Dgo. [§] Autor para correspondencia: (joeortega11@hotmail.com).

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar la prevalencia de brucelosis caprina en 5 hatos del ejido La Loma, del municipio de Lerdo, Durango, México. Se obtuvieron en total 337 muestras de suero sanguíneo que fueron procesadas en el laboratorio de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, mediante el método de Rosa de Bengala. Para el análisis de seroprevalencia se empleó el modelo estadístico Logit para variables cualitativas, mediante el procedimiento PROC CATMOD del paquete estadístico SAS. El hato que mostro una seroprevalencia superior a la media (15 %) fue el hato 1 con un 44%; mientras que en los hatos 2,3 y 5 se obtuvo una seroprevalencia de 0%; 0% y 2% respectivamente. Así mismo el hato 4 se comportó con una seroprevalencia del 11%, entrándose inferior de acuerdo a la media nacional. Se concluye que la seroprevalencia promedio que se obtuvo de los 5 hatos del área de estudio evaluada fue de 10.7 ± 0.32 %, colocándose por debajo de la media nacional.

**Palabras clave:** Brucelosis en cabras, cabras, rosa de bengala.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the prevalence of caprine brucellosis in five herds of the town of La Loma, in the municipality of Lerdo, Durango, Mexico. 337 serum samples were processed in the laboratory of Arid Lands Regional Unit, of the Chapingo Autonomous University by the method of Bengal Rose. For statistical analysis of seroprevalence, Logit model was used for qualitative variables, using the procedure PROC CATMOD with SAS software. The herd that showed a higher than average (15 %) was the number 1, with a seroprevalence of 44%, while herds 2, 3 and 5 were 0%, 0% and 2 % respectively, at the mean time, in herd 4, a seroprevalence of 11% was obtained, which is lower than the national average. We conclude that the seroprevalence average that was obtained from 5 herds in the evaluated study area was 10.7 ± 0.32%, standing below the national average.

**Index words:** Goat, Goat Brucellosis, rose bengal.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## INTRODUCCIÓN

La caprinocultura se desarrolla principalmente en zonas marginadas donde se carece de recursos económicos de tal manera que se tiene bajo grado de tecnificación y poco o nula inversión, además tienen altos índices de prevalencia de enfermedades infecciosas, metabólicas y parasitarias dentro de las cuales destaca la brucelosis o fiebre de Malta. La brucelosis es una enfermedad infectocontagiosa ocasionada por bacterias del género Brucella spp. Son cocos o cocobacilos intracelulares facultativos, Gram negativos con un tamaño entre 0,5 y 0,7 μm de longitud y entre 0,6 y 1,5 μm de ancho, aerobios e inmóviles.

La brucelosis está catalogada como una de las zoonosis bacterianas más importantes de México debido a que, además de su impacto en la salud pública, es una enfermedad invalidante para el ser humano y ocasiona importantes pérdidas económicas a la industria caprina nacional. La brucelosis especialmente causada por *Brucella melitensis* sigue siendo una de las enfermedades zoonóticas más comunes en todo el mundo con más de 500,000 casos humanos reportados anualmente (Seleem, 2010). Esta enfermedad representa un obstáculo al comercio de animales y productos de origen animal entre los países, causa considerables pérdidas económicas debido a que ocasiona aborto e infertilidad en el ganado (Yilma *et al.*, 2016). Las medidas de control se basan en una estricta higiene, vacunación, así como el estudio seroepidemiologico de los hatos y la eliminación de los animales seropositivos (FAO/WHO, 1986; Díaz, 2013). En México, se desconoce el grado de infección de brucelosis en animales debido a que se carece de estudios epidemiológicos. La brucelosis humana es endémica en la Comarca Lagunera desde 1947, mientras que la brucelosis caprina lo es desde 1945, y tanto su incidencia como su prevalencia son difíciles de cuantificar, ya que se carece de estudios epidemiológicos (Ortega y Anaya, 1998). El propósito de la presente investigación fue determinar la seroprevalencia de brucelosis en ganado caprino de la Loma Durango, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el ejido de la Loma; pertenecientes al municipio de Lerdo, Durango. El municipio de Lerdo se localiza al Noreste del estado de Durango a los 25º 46` de Latitud Norte y 103º 31` de Longitud Oeste. El ejido La Loma se encuentra ubicado entre las coordenadas geográficas latitud 25.463889 y longitud -103.676389 a una mediana altura de 1160 metros sobre el nivel del mar (INEGI, 2013). El clima predominante es el seco o estepario, y una temperatura media anual es de 21.1 grados centígrados y una precipitación pluvial de precipitación media anual es de 253 mm (Martínez, 2007).

### Ganadería Caprina

Los sistemas de producción Caprina en el municipio se dedican fundamentalmente a la producción de leche y carne en sus componentes de carne de desecho y cabrito, Las unidades de producción son familiares, y su tipología en su mayoría extensiva de pastoreo, semiestabulado y en menor proporción estabuladas, El hato caprino del municipio de Lerdo alcanza una población de 28,000

cabezas, distribuidas en 41 comunidades y 400 productores así mismo 400 familias son las que sostienen esta actividad.

Materiales utilizados. Para realizar el estudio se emplearon materiales para colectar y transportar las muestras sanguíneas, equipo para la lectura de las muestras en el laboratorio, equipo de protección como guantes, cubre bocas, bata, lentes de protección, así como materiales de limpieza y desinfección.

**Métodos**

Se colectaron 337 muestras de sangre de 5 rebaños pertenecientes al ejido la Loma del municipio de Lerdo, Dgo. Antes de obtener las muestras sanguíneas, los animales se identificaron con un collar numerado a fin de llevar un registro. Las muestras de sangre fueron obtenidas por venopunción de la vena yugular, utilizando un aplicador especial y agujas y tubos vacutainer. Una vez recolectadas las muestras fueron identificadas con el número de arete del animal y el nombre del productor, las muestras fueron depositadas en una hielera con refrigerante para su transporte al laboratorio de la Unidad Regional Universitaria de zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo Ubicada en Bermejillo, Dgo.

En el laboratorio, las muestras fueron centrifugadas a una velocidad de 3000 r.p.m. durante 15 minutos, para separar el suero y depositarlo en tubos previamente identificados, a cada muestra de suero se le practicó la técnica Rosa de bengala para lo cual se utilizó el antígeno *Brucella abortus* cepa 19 al 3% con un pH de 3.5. de acuerdo con los protocolos nacionales e internacionales (NOM -041-ZOO-1995, WHO, 2006). Las reacciones positivas y negativas se anotaron en una libreta de campo para determinar la prevalencia por hato y por ejido. Para evaluar la seroprevalencia del ejido, así como entre los hatos de dicho ejido, se empleó un modelo Logit para variables cualitativas, con la finalidad de comprobar si existían diferencias de seroprevalencia del ejido y diferencias de los hatos para el ejido (Sentís *et al.*, 2003), mediante el procedimiento PROC CATMOD del paquete estadístico SAS (Rebolledo, 2002), empleándose los siguientes modelos:

Para el efecto hato:

$$Yij= \mu + Hi + Eij$$

Dónde: Yij= Valor de la medición de presencia o ausencia de anticuerpos en el suero de cada cabra. μ= Efecto de media. Hi= efecto del i-esimo hato. Eij= Error experimental.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1 muestra la seroprevalencia de anticuerpos en los distintos hatos caprinos del ejido La Loma. En dicho análisis se encontró una variabilidad en cuanto a la seroprevalencia de cada hato en un rango que va desde 0 hasta 44%, observándose una seroprevalencia total de 10.7± 0.32%, colocándose por debajo de la media nacional (15%).

**Cuadro 1.** Seroprevalencia de brucelosis en la Loma, Dgo.

| Hato | Número de animales muestreados | Negativos | Positivos | Seroprevalencia |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 64 | 36 | 28 | 44 |
| 2 | 40 | 40 | 0 | 0 |
| 3 | 122 | 122 | 0 | 0 |
| 4 | 63 | 56 | 7 | 11 |
| 5 | 48 | 47 | 1 | 2 |
| Total | 337 | 40 | 40 | 10.7± 0.32 |

De acuerdo al Análisis de Varianza de Máxima Verosimilitud (Cuadro 2) Se observa que existe una diferencia significativa ($p < 01$) en la seroprevalencia de brucelosis en el ejido donde se realizó el estudio.

**Cuadro 2.** Análisis de Varianza de Máxima Verosimilitud para la seroprevalencia de brucelosis del ejido de la Loma, Municipio de Lerdo Durango.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Chi cuadrada | Probabilidad |
|---|---|---|---|
| Media | 1 | 30.70 | 0.00001 |
| Hato | 4 | 23.81 | 0.00001 |

La seroprevalencia promedio por hato es significativa ($p < 0.05$).

En base a los resultados obtenidos observamos que la seroprevalencia alcanzada en este estudio indica que existe diferencia entre hatos, situándose los hatos 2, 3 y 5 por debajo del promedio de la media nacional de seroprevalencia de este experimento en un rango que va desde 0 hasta el 2 %, de igual manera el comportamiento del hato 4 es similar representado por una seroprevalencia del 11%, lo que indica que en estos hatos de cierta manera han buscado la forma de llevar a cabo programas de vacunación y buenas prácticas de manejo, permitiéndoles así tener su hato con menor incidencia de esta enfermedad.

Mientras que para el hato 1 se obtuvo un valor muy por encima de la media con 44 %, indicando que este hato no ha recibido una capacitación adecuada respecto al manejo y cuidado de los animales, lo cual implica una alta incidencia de la enfermedad.

La vacunación de los animales no infectados y el sacrificio de los animales infectados son las estrategias que pueden contribuir con la erradicación de la brucelosis; sin embargo, este enfoque no puede utilizarse en países que son incapaces de proporcionar la restitución de los animales eliminados o la eliminación de los animales infectados debido a creencias culturales.

## CONCLUSIONES

La seroprevalencia obtenida entre los hatos se estableció en un rango de 0 hasta 44%, con una prevalencia total del 11%, lo que indica que este valor se encuentra por debajo de la media nacional (15%). De los 5 hatos evaluados el 80 % de ellos se situaron por debajo de la media nacional incluyendo el hato 2, 3, 4 y 5, mientras que el 20 % restante incluyo el hato 1 cuya seroprevalencia fue superior con respecto a la media nacional. La Brucelosis continuará siendo una preocupación económica y de salud pública importante mientras exista la brucelosis en animales.

## LITERATURA CITADA

Agriculture Organization of the United Nations. IV. World Organization for Animal Health.

Díaz, A. E. 2013. Epidemiologia de la brucelosis causada por *Brucella melitensis, Brucella suis* y *Brucella abortus* en animales domésticos. Rev Sci Tech Off Int Epiz. 32(1): 4351.

FAO/WHO. 1986. Expert committee on brucelosis. Technical report series 740, WHO, Geneva, Switzerland 6th edition.

INEGI. 2013. Ciudades y Directorios. Recuperado el 05 de 12 de 2013, de La Loma, Durango: http://www.ocdemexico.org.mx/Durango/La-Loma/

Martínez, E. 2007. Seroprevalencia de Brucelosis Caprina en Hatos Inmunizados con la Vacuna Merilev-1. Tesis URUZA-UACh. Bermejillo, Durango, México.

Ortega, S. J. L. y G. R. Anaya. 1998. Seroprevalencia de Brucelosis en caprinocultores y ganado caprino en 12 ejidos de la Comarca Lagunera de Durango. Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Medicina. Gómez Palacio, Dgo. División de estudios de Posgrado.

Rebolledo, R. H. 2002. Manual SAS por Computadora: Análisis estadístico de datos experimentales. Ed. Trillas. México. 208 pp.

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Norma Oficial Mexicana NOM -041-ZOO-1995. Campaña Nacional Contra la Brucelosis en los Animales. Diario Oficial. México (DF) 20 Agosto 1996:43-66.

Seleem, M. N., S. M. Boyle and N. Siranganathan. 2010. "Brucelosis a reemerging zoonosis" Veterinary Microbiology 140(3-4): 392-398.

Sentís, J., H. Pardell, E. Cobo y J. Canela. 2003. Manual de Bioestadística 3ª Edición. Ed. Masson. Barcelona, España. 319 pp.

Yilma, M, G. Mamo and B. Mammo. 2016. Review on brucellosis sero-prevalence and ecology in livestock and human population. Achievements in the Life Sciences 10(1): 80-86.

WHO. 2006. Brucellosis in humans and Animals. I. Corbel, M.J. II.World Health Organization. III. Food.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# RESPUESTA PRODUCTIVA Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE DE CABRAS ALIMENTADAS CON ENSILADO DE CANOLA (*Brassica napus*) AL FINAL DE LA LACTACION

# [PRODUCTIVE RESPONSE AND MILK COMPOSITION FROM DAIRY GOATS FED CANOLA SILAGE (*Brassica napus*) AT END OF LACTATION]

**Luis Alberto Mejía Uribe[1], Ignacio Arturo Domínguez Vara[1], Fuensanta Ruidperez Hernández[2], Juan Edrei Sánchez Torres, Ernesto Morales Almaráz[1§]**

[1]Departamento de Nutrición Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México.[2] Departamento de Producción Animal, Universidad de Murcia. Campus Espinardo, Murcia. [§]Autor para correspondencia: (emoralesa@uaemex.mx).

## RESUMEN

El efecto de la inclusión de ensilado de canola (EC) en raciones completas mezcladas (TMR) sobre el rendimiento y composición química de la leche de cabras al final de la lactación fue evaluado. Se utilizaron 10 cabras multíparas en lactación (194±18 días en lactación) en un sistema intensivo en corral. Se evaluaron dos niveles de inclusión de ensilado de canola; 0% (control) y 25% (25EC). No se encontraron diferencias ($p > 0.05$) en el consumo de materia seca y la composición química de la leche por efecto de los tratamientos. La inclusión de ensilado de canola en raciones completas mezcladas incrementa la producción de leche de cabras al final de la lactancia sin afectar el consumo y la composición química de la leche.

**Palabras clave**: Cabras alpinas, ensilado de maíz, raciones completas mezcladas.

## ABSTACT

The effect of the inclusion of canola silage (EC) in total mixed rations (TMR) on performance and chemical composition of goat's milk at the end of lactation was evaluated. Ten multiparous goats in lactation (194 ± 18 days in lactation) were used in intensive system. Two inclusion levels of canola silage were evaluated; 0% (control) and 25% (25EC). No differences were found ($p >0.05$) in the consumption of dry matter and the chemical composition of the milk due to the effect of the treatments. The inclusion of canola silage in TMR increases the milk production of goats at the end of lactation without affecting the feed intake and milk composition.

**Index words:** Alpine goats, total mixed rations, maize silage.

## INTRODUCCIÓN

El forraje conservado más utilizado para la producción de leche es el ensilado de maíz (EM) (Khan *et al*., 2014). Una fuente alternativa que puede ayudar a mejorar la calidad de la leche es el ensilado de canola (EC) (*Brassica napus*), debido a su aporte de proteína y energía superior al EM (Reta *et al.*, 2015). De acuerdo con Barry (2013), las Brassicas presentan alta digestibilidad de la materia

seca (81 a 89 %) y energía metabolizable (2.8 a 3.3 Mcal EM/kg MS), estos valores suelen ser más altos que la mayoría de los pastos y algunas leguminosas. Además, el ensilado de canola aporta altas cantidades de ácidos grasos polinsaturados (Limón *et al*., 2019; Williams *et al*., 2016), los cuales pueden contribuir en mejora la calidad del producto final como lo es leche y carne.

El objetivo fue evaluar el efecto de dos niveles de EC en dietas *unifeed* o TMR (por sus siglas en inglés, raciones completas mezcladas) sobre el rendimiento y composición química de la leche de cabras al final de la lactación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 10 cabras multíparas en el último tercio de lactación (194±18 días), con un peso vivo de 50 kg. Las cabras fueron alojadas en corrales individuales (2.5*2.5m) provistos de comedero y bebedero. Se evaluaron dos niveles de inclusión de ensilado de canola; 0% (control) y 25% (25EC). La composición de las dietas se observa en el Cuadro 1.

**Cuadro 1**. Composición de ingredientes (g/kg MS) de las dietas con (25EC) y sin (Control) ensilado de canola.

| | Tratamientos | |
|---|---|---|
| Ingrediente | Control | 25EC |
| Harina de Soya | 140.0 | 90.0 |
| Sorgo molido | 75.0 | 205.0 |
| Salvado de trigo | 160.0 | 80.0 |
| Minerales | 25.0 | 25.0 |
| Rastrojo/paja | 100.0 | 100.0 |
| Ensilado de canola | - | 250.0 |
| Ensilado de maíz | 500.0 | 250.0 |
| Análisis químico† | | |
| Materia seca, g/kg MF | 41.25 | 36.87 |
| Proteína total, g/kg MS | 12.15 | 12.13 |
| Energía Metabolizable, Mcal/kg MS | 2.53 | 2.45 |

† Análisis químico calculado.

El experimento tuvo una duración de 24 días, tras un periodo de adaptación (10d) a las raciones, durante 14 días se controló diariamente la producción de leche y la ingestión de alimentos, así como la toma muestras de leche. La composición química de la leche se determinó mediante un analizador de leche (Lactoscan® Milkanalizer). Se aplicó una t de student a las variables analizadas (SAS, 1999).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de consumo de alimento y producción de leche son mostrados en el Cuadro 2. Hubo buena aceptación de los animales a la dieta con ensilado de canola, sin observarse diferencias en el consumo de materia seca ($p > 0.05$) y en la composición química de la leche por efecto de los tratamientos. Efectos similares reportaron Kincaid *et al.* (2012) al incluir un 15 % de ensilado de

canola y chícharo en sustitución de heno de alfalfa a vacas al inicio de la lactación, no encontrando diferencias ($p > 0.05$) entre tratamientos. Por otro lado, Barry (2013) menciona que los metabolitos secundarios presentes en las brassicas pueden reducir el consumo voluntario, pero dicha respuesta no fue observada al incluir el EC en la dieta.

Bajo las condiciones de este estudio, se concluye que la inclusión de ensilado de canola en un 25 % sobre la materia seca incrementó la producción de leche. El ensilado de canola (*Brassica napus*) puede sustituir al ensilado de maíz, como una fuente proteica y energética en dietas TMR sin mostrar un efecto negativo sobre producción y la calidad de la leche de cabras.

**Cuadro 2**. Consumo de materia seca, producción y composición química de la leche de cabras alimentadas con y sin ensilado de canola.

| Variable | Tratamientos* | | EEM | *P*-value |
|---|---|---|---|---|
| | Control | 25EC | | |
| Consumo MS (kg/d) | 1.321 | 1.346 | 0.042 | 0.6723 |
| P. Leche (kg/d) | 0.260 | 0.347 | 0.015 | 0.0121 |
| Grasa (%) | 4.234 | 4.522 | 0.139 | 0.1569 |
| Proteína (%) | 3.060 | 2.953 | 0.064 | 0.1683 |
| Lactosa (%) | 4.509 | 4.429 | 0.038 | 0.1142 |

EEM, Error estándar de la media; significancia ($p < 0.05$).

*****Tratamiento correspondientes al nivel de inclusión de ensilado de canola, en base seca, en la dieta completa mezclada: 0% (Testigo), 25% (25ec).

## LITERATURA CITADA

Barry, T. N. 2013. The feeding value of forage brassica plants for grazing ruminant livestock. Animal Feed Science and Technology 181: 15-25.

Khan, A. N., P. Yu, M. Ali, W. J. Cone and H. W. Hendriks. 2014. Nutritive value of maize silage in relation to dairy cow performance and milk quality. Science of Food Agriculture 95(2): 238-252

Kincaid, R. L., K. A. Johnson, J. J. Michal, A. C. Huisman, S. H. Hulbert and W. L. Pan. 2012. Case study: production of silage containing biennial canola and peas for use as forage in a dairy ration. The Professional Animal Scientist 28: 120-124.

Limón, H. D., A. A. A. Rayas, M. A. Garcia, F. J. G. Estrada, L. M. Nuñez, M. R. G. Curz and A. E. Morales. 2019. Chemical composition, in vitro gas production, methane production and fatty acids profile of canola silage (Brassica napus) with four levels of molasses. Tropical Animal Health and Production 51: 1-6.

Reta, S. D. G., C. J. S. Serrato, G. H. M. Quiroga, M. A. Gaytán and V. U. Figueroa. 2015. Forage yield and chemical composition of canola (*Brassica napus L.*) as affected by sowing methods. Grass Forage Science 71(2): 281-290.

SAS. 1999. SAS/ STATTM User´s Guide. Statistical analysis system institute Inc. Cary, North Caroline, USA.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LECHE DE CABRA EN LA ZONA SEMIÁRIDA DE QUERÉTARO

## [CHEMICAL COMPOSITION OF GOAT MILK IN SEMIARID ZONE OF QUERÉTARO]

**Miguel Ángel Silva Salas[1], Rey Gutiérrez Tolentino[2], Marcela Vázquez Francisca[2], María Zamira Tapia Rodríguez[1], Jaime Mondragón Anselmo[3], María del Rosario Jiménez Badillo[1§]**

[1]Centro Universitario UAEM Amecameca. Universidad Autónoma del Estado de México. [2]Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. [3]Centro Universitario UAEM Temascaltepec. Universidad Autónoma del Estado de México. [§]Autor para correspondencia: (mdjimenezb@uaemex.mx).

## RESUMEN

El objetivo del estudio fue conocer la composición química de leche caprina en sistema intensivo (SI) y extensivo (SE) de la zona semiárida de Querétaro. Se obtuvieron y analizaron 123 muestras de leche provenientes del tambo de 41 unidades de producción (UP) con 1,770 cabras (650 en lactación), 08 de SI y 43 de SE, en los meses de febrero a octubre del 2018. El contenido de grasa, proteína, lactosa y sólidos no grasos (SNG), se determinaron por espectrofotometría infrarroja. Se realizó un análisis de varianza mediante el procedimiento de GLM de SAS, la comparación entre medias se realizó con la prueba de Tukey. Los resultados indican que no hubo diferencia significativa ($p > 0.05$) entre los SI y SE para proteína (3.1 y 3.5, respectivamente), lactosa (3.8 y 3.9, respectivamente) y SNG (8.0 y 8.7, respectivamente). Si hubo diferencia altamente significativa ($p < 0.05$) para la cantidad de grasa, siendo mayor en el SE (5.0) que en el SI (3.7). Los resultados para proteína, SNG y grasa, están dentro del rango establecido por la NMX-F-728-COFOCALEC-2007, (mínimo 3.0, 8.3 y mínimo 3.0, respectivamente). Los valores obtenidos permiten concluir que, la leche obtenida del SE ofrece mejores aptitudes para su industrialización, al tener mayor cantidad de grasa que contribuye a mejorar las propiedades de cuajada; la lactosa se encuentra por debajo de lo indicado por la Norma Mexicana que marca un rango de 4.3 mínimo a 5.3 máximo.

**Palabras clave:** Calidad, macronutrientes, pastoreo.

## ABSTRACT

The objective of the study was to know the chemical composition of goat milk in the intensive (SI) and extensive (SE) system of the semiarid zone of Querétaro. We obtained and analyzed 123 milk samples of milk bulk of 41 production units (UP) with 1,770 goats (650 in lactation), 08 SI and 43 SE, in the months of February to October 2018. The fat content, protein, lactose and non-fatty solids (SNG), is determined by infrared spectrophotometry. An analysis of variance was performed using the SAS GLM procedure, the comparison between means was performed with the Tukey test. The results indicate that there was no significant difference ($p > 0.05$) between SI and SE for

protein (3.1 and 3.5, respectively), lactose (3.8 and 3.9, respectively) and SNG (8.0 and 8.7, respectively). If there was a highly significant difference ($p$ <0.05) for the amount of fat, it was higher in the SE (5.0) than in the SI (3.7). The results for protein, SNG and fat, are within the range established by the NMX-F-728-COFOCALEC-2007, (minimum 3.0, 8.3 and minimum 3.0, respectively). The obtained values allow concluding that, the milk obtained from the SE offers better aptitudes for its industrialization, having a greater amount of fat that contributes to improve the curd properties; lactose is below what indicated by the Mexican Standard, which ranges from 4.3 minimum to 5.3 maximum.

**Index words**: Quality, macronutrients, grazing.

## INTRODUCCIÓN

En la dieta humana la leche es uno de los alimentos de origen animal con mayor importancia, por su valor nutritivo y capacidad de transformación en subproductos. Anualmente se producen a nivel global 804 mil millones de litros, de esta cantidad, las cabras aportan el 2%. En el año 2017, México produce 162 millones de litros de leche caprina, ubicándolo en el lugar 26 a nivel mundial y segundo en América Latina, con un inventario de alrededor de 9 millones de cabezas (FAOSTAT, 2019), distribuidas principalmente en zonas áridas y semiáridas del país (Escareño *et al*., 2013), tanto en sistemas intensivos (SI) como extensivos (SE) (Andrade-Montemayor *et al.*, 2011). Los sistemas de producción son heterogéneos, complejos y diversos (Aréchiga y Bañuelos 2008; Salinas-González *et al*., 2015); el SI mantiene altos o medios niveles de tecnificación, utiliza razas lecheras o encastes de ellas, los rendimientos son altos en base al uso de concentrados y forrajes de corte, el producto primario es la leche y secundario el cabrito. En el SE, prevalece rezago tecnológico, utiliza razas cárnicas o doble propósito y encastes de las mismas, tiene como base el pastoreo y suplementan con forrajes alternativos, el producto principal es la carne y como secundario la leche (Aréchiga y Bañuelos, 2008; Cuellar *et al*., 2012). Estas características aunadas al manejo, estado de lactación y características individuales de las cabras, influyen en la composición de la leche (Goetsch *et al*., 2011; Salvador y Martínez, 2007), rendimiento y características de la cuajada (Delgado *et al*., 2012; Lôbo *et al*., 2017; Mayer y Fiechter, 2012). El sistema extensivo brinda al ganado un ambiente natural lo cual repercute de manera positiva en los estándares de bienestar animal (Maldonado-Jaquez *et al*., 2017), la leche producida en este sistema, presenta concentraciones mayores de grasa, con un perfil lipídico favorable para la salud humana (Galina *et al*., 2007; Hilario *et al*., 2010; Lahlou *et al*., 2014), sin embargo el pastoreo por sí solo no cubre los requerimientos nutricionales de las cabras lecheras (Morand-Fehr, 2007); en esta situación, no manifiestan su potencial productivo (Maldonado-Jaquez *et al.*, 2017) por lo que requieren ser suplementadas con concentrados y forrajes de corte de manera similar al ganado bovino (Fajardo *et al*., 2015). Otro hecho importante es que la leche producida en este sistema en México, presenta problemas de higiene (Gómez-Ruiz *et al*., 2012). Estos factores antes descritos son más controlables en el sistema intensivo, aunque esto representa aumento en los costos de producción (Soryal, 2004). Poco se conoce sobre la composición química de la leche de cabra en Querétaro, y lo que se reporta, indica mayor cantidad de grasa cuando las cabras están en sistema extensivo (Galina *et al*., 2007). A fin de mantener el valor biológico y capacidad de transformación,

la leche de cabra debe presentar estándares de calidad que satisfagan los requisitos de salud, valores nutricionales, seguridad y atributos sensoriales de los consumidores (García *et al*., 2014), lo que implica, monitorear las características fisicoquímicas durante todo el año (Vega *et al*., 2007). En México los lineamientos para determinar la calidad de la leche (vaca o cabra) los establece la Norma Oficial Mexicana NOM-155-SCFI-2012 "Leche-Denominaciones, Especificaciones Fisicoquímicas, Información Comercial y Métodos de Prueba" (SE, 2017) y de manera específica para la leche de cabra lo indicado en la Norma Mexicana NMX-F-728-COFOCALEC-2007 (COFOCALEC, 2007). El objetivo del presente trabajo fue determinar la composición química de la leche cruda de cabra: contenido (%) de grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos (SNG), en SI y SE de la zona semiárida de Querétaro, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en unidades de producción (UP) del estado de Querétaro ubicadas en los municipios de Cadereyta de Montes, Peñamiller y Tolimán, localizados en las coordenadas 20° 45´latitud y 21° 04´ longitud con elevaciones entre los 1,350 y 2,050 msnm (INEGI, 2017). El clima es semiseco con una precipitación media anual de 250 a 500 mm, la temperatura anual promedio de 19°C, cubierto por matorral xerófilo, constituido por gobernadora, abrojo, granjeno, tullidora, escotillo combinados con mezquites y algunos huizaches (Medrano, 2012).

Los productores de leche de cabra, se contactaron a través de la Organización de Productores de Ovinos y Caprinos del Semidesierto de Querétaro, A. C. El criterio de inclusión para el estudio, fue la participación voluntaria de los productores; se incluyeron 41 unidades de producción (UP), 08 de SI y 43 de SE, con un total de 1,774 caprinos, de los cuales, 650 estaban en la etapa de lactancia. La alimentación base del SI, es concentrado (elaboración propia o comercial) con 20% de proteína y alfalfa achicalada. Los rebaños SE pastorean en agostadero entre 6 y 8 horas al día, reciben una suplementación a base de forrajes alternativos de acuerdo a la disposición durante el año (maguey o nopal picado y mezquite). En su mayoría, la ordeña se realiza de forma manual, una vez al día, a nivel del piso dentro del corral en el 95% de los casos, en pocos casos hay lavado y secado de ubre previo al ordeño. La leche se recolecta en recipientes de plástico o metal con una capacidad de 1 a 5 litros, que cuando se llena, se vacía a un depósito mayor (tambo de leche), utilizando cedazos muy finos como filtro.

### Muestreo de leche

El muestreo se realizó de febrero a octubre del 2018 con una periodicidad de 15 días. Inmediatamente después de la ordeña se tomaron 200 mL de leche previamente homogenizada del tambo de leche, depositada en frasco estéril para su congelación y traslado al laboratorio de análisis de la UAM-X. Previo a los análisis de laboratorio, la muestra se descongeló colocando la muestra en refrigeración a 4°C por 12 h.

## Composición química

Los contenidos de grasa, proteína, lactosa y sólidos no grasos se llevaron a cabo por espectrofotometría infrarroja usando el equipo MilkoScan Minor (Foss, Dinamarca). Para los análisis se midió una alícuota de 100 mL y se sometió a baño maría a 40°C por 15 min, posteriormente se homogenizó la muestra y se sometió a un análisis por triplicado.

## Análisis estadístico

El análisis estadístico consistió en un análisis exploratorio para descartar datos atípicos, estadística descriptiva y un análisis de varianza mediante el procedimiento de GLM de SAS, empleando además, la opción de LSMEANS para generar medias de cuadrados mínimos. La comparación entre medias se realizó con la prueba de Tukey.

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos para la composición química de la leche de cabra en la región semiárida del estado de Querétaro se muestran en el Cuadro 1. Los valores de la media general para grasa, proteína y SNG se encuentran dentro del rango de establecido por la NMX-F-728-COFOCALEC-2007, (3.0, 3.0 mínimo y 8.3, respectivamente), no así, el valor de la lactosa (3.9±0.05) que es menor a lo indicado en la norma mexicana (4.1 a 4.8).

Las muestras analizadas tuvieron una media general de grasa similar a lo reportado por otros autores, como Vacca *et al*. (2018) quienes indican que cabras del tipo Mediterráneo, tienen 4.6% de grasa, lo mismo que lo reportado por Stocco *et al*. (2018) en Italia (4.6%). En la leche de cabras regionales en Israel, tienen 4.3% de grasa (Leitner *et al*., 2016).

**Cuadro 1.** Medias de cuadrados mínimos y E.E. de la composición química de leche cruda de cabra (*n*=41, muestras del tambo).

| | Grasa (%) Media ± EE | Proteína (%) Media ± EE | Lactosa (%) Media ± EE | SNG (%) Media ± EE |
|---|---|---|---|---|
| Media General | 4.72 ± 0.13 | 3.45 ± 0.09 | 3.94 ± 0.05 | 8.60 ± 0.12 |
| Sistema de producción | *** | NS | NS | NS |
| Intensivo | 3.67 ± 0.17 b | 3.08 ± 0.14 | 3.87 ± 0.05 | 8.00 ± 0.16 |
| Extensivo | 4.98 ± 0.11 a | 3.54 ± 0.09 | 3.95 ± 0.06 | 8.75 ± 0.14 |

SNG: Sólidos no grasos. NS: $p > 0.05$ $p < 0.05$ *** 0.001.

El análisis por sistema de producción, indica que hay diferencia en el porcentaje de grasa ($p < 0.001$). La leche de las cabras manejadas en SE, tiene más grasa que en el SI ($p < 0.05$), lo que coincide con otros estudios en condiciones similares, que reportan un rango de 4.1 a 4.6% de grasa en leche de cabras manejadas de forma extensiva (Lôbo *et al*., 2017; Salinas-González *et al*., 2015; Vacca *et al*., 2018). Cuando las cabras fueron manejadas en SI y alimentadas con alfalfa y concentrado, se reporta un rango entre 3.1 a 3.7% de grasa en la leche (Lôbo *et al*., 2017; Mayer y Flehter, 2012; Vega *et al*., 2005).

La media general para la proteína de leche caprina de la región semiárida de Querétaro, es inferior a lo obtenido por otros autores en Israel (3.7%, Laitner *et al*., 2016) e Italia (3.6%, Stocco *et al.*, 2018). No se encontraron diferencias significativas entre medias ($p > 0.05$) para la variable proteína por sistema de producción. El resultado obtenido para SI es equivalente a lo encontrado por otros autores, (Mayer y Flehter, 2012; Vacca *et al*., 2018; Vega *et al*., 2005), con un rango de 2.9 a 3.2 %. El valor de proteína de la leche de cabras en SE está dentro del rango que indican otros autores (3.3 a 3.6) en la región de la Laguna en Durango y Coahuila (Salinas-González *et al*., 2015), Brasil (Lôbo *et al*., 2017) e Italia (Stocco *et al*., 2018).

En el porcentaje de lactosa, no hubo significancia estadísticamente diferente ($p > 0.05$) por sistema de producción. Otros investigadores reportan valores superiores a los de este estudio, como Mayer y Flehter (2012) y Salinas-González *et al*. (2015) que indican 4.3% y 5.0%, respectivamente. La baja de lactosa es un indicador de infección y trae consigo, perdida en la producción y disminución en los tiempos de cuajado (Leitner *et al*., 2004, 2008).

En sólidos no grasos no se encuentra significancia estadística ($p > 0.05$) entre los sistemas de producción. Los valores obtenidos para el SI concuerdan con los de Vega *et al*. (2005) para cabras en Apaseo el Grande México y los del SE son similares a lo reportado por Frau *et al.* (2012) en Argentina, para cabras en condiciones similares a las de este estudio.

## CONCLUSIONES

Estos resultados permiten concluir que, bajo las condiciones de este estudio, la leche obtenida del SE ofrece mejores aptitudes para su industrialización, al tener mayor cantidad de grasa que contribuye a mejorar las propiedades de cuajada; la deficiencia en la cantidad de lactosa en ambos sistemas es un aspecto deprime la calidad de la leche y que deberá investigarse más a fondo para mejorar las cualidades de transformación.

## LITERATURA CITADA

Andrade-Montemayor, H., A. Córdova-Torres, T. García-Gasca and J. Kawas. 2011. Alternative foods for small ruminants in semiarid zones, the case of Mesquite (*Prosopis laevigata* spp.) and Nopal (*Opuntia spp*.). Small Ruminant Research 98(1-3): 83-92.

Aréchiga, C. F. J., R. M. Aguilera, S. Rincón, V. R. Méndez de Lara and C. A. M.-H. Bañuelos. 2008. Role and perspectives of goat production in a global world. Tropical and Subtropical Agroecosystems 9: 1-14.

NMX-F-728-COFOCALEC-2007 (2007). http://www.cofocalec.org.mx/servicios/certificacion. Consulta junio 2019.

Cuellar, O. A., P. J. Tórtora, G. A. Trejo y R. P. Román. 2012. La producción Caprina en México, particularidades y complejidades. México: UNAM.

Delgado-Pertíñez, M., A. Siles, E. Valencia, Y. Mena, V. Fernández-Cabanás and D. Labeyrie. 2012. Calidad de la leche de cabra de raza payoya durante el verano, en sistemas de pastoreo tipo arbustivo-mediterráneo. Rosa María Canals Tresserras, Leticia San Emeterio Garciandía (eds): Nuevos retos de la ganadería extensiva: un agente de conservación en peligro de

extinción= Abeltzaintza estentsiboaren erronka berriak: galtzeko arriskuan dagoen kontserbazio eragilea. *In:* 51 Reunion Cientifica de la SEEP. Pamplona, 14-18 de mayo de 2002.

Escareño, L., H. Salinas-González, M. Wurzinger, L. Iñiguez, J. Sölkner and C. Meza-Herrera. 2013. Dairy goat production systems. Tropical Animal Health and Production 45(1): 17-34.

FAO. 2019. FAOSTAT 2019 http://www.fao.org/faostat/es/#data/QL. Consulta junio 2019

Fajardo, M., D. Mattiauda, G. Motta, T. Genro, A. Meikle, M. Carriquiry and P. Chilibroste. 2015. Use of mixed rations with different access time to pastureland on productive responses of early lactation Holstein cows. Livestock Science 181: 51-57.

Frau, F., G. Font, R. Paz y N. Pece. 2012. Composición físico-química y calidad microbiológica de leche de cabra en rebaño bajo sistema extensivo en Santiago del Estero (Argentina). Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata 111(1): 1-7.

Galina, M., F. Osnaya, H. Cuchillo and G. Haenlein. 2007. Cheese quality from milk of grazing or indoor fed Zebu cows and Alpine crossbred goats. Small Ruminant Research 71(1-3): 264-272.

García, V., S. Rovira, K. Boutoial and M. López. 2014. Improvements in goat milk quality: A review. Small Ruminant Research 121(1): 51-57.

Goetsch, A. L., S. S. Zeng and T. A. Gipson. 2011. Factors affecting goat milk production and quality. Small Ruminant Research 101(1): 55-63. doi: https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.09.025

Gómez-Ruiz, W. J., J. M. Pinos-Rodríguez, J. R. Aguirre-Rivera and J. C. García-López. 2012. Analysis of a goat milk cheese industry in a desert rangeland of Mexico. Pastoralism: Research, Policy and Practice 2(1): 5.

Hilario, M. C., C. D. Puga and N. Wrage. 2010. Feeding goats on scrubby Mexican rangeland and pasteurization: influences on milk and artisan cheese quality. Tropical Animal Health and Production 42(6): 1127-1134.

Lahlou, M., R. Kanneganti, L. Massingill, G. Broderick, Y. Park, M. Pariza and Z. Wu. 2014. Grazing increases the concentration of CLA in dairy cow milk a. Animal 8(7): 1191-1200.

Leitner, G., Y. Lavon, Z. Matzrafi, O. Benun, D. Bezman and U. Merin. 2016. Somatic cell counts, chemical composition and coagulation properties of goat and sheep bulk tank milk. International Dairy Journal 58: 9-13.

Leitner, G., U. Merin and N. Silanikove. 2004. Changes in milk composition as affected by subclinical mastitis in goats. Journal of Dairy Science 87(6): 1719-1726.

Leitner, G., N. Silanikove and U. Merin. 2008. Estimate of milk and curd yield loss of sheep and goats with intrammamary infection and its relation to somatic cell count. Small Ruminant Research 74(1): 221-225.

Lôbo, A., R. Lôbo, O. Facó, V. Souza, A. Alves, A. Costa and M. Albuquerque. 2017. Characterization of milk production and composition of four exotic goat breeds in Brazil. Small Ruminant Research 153: 9-16.

Maldonado-Jaquez, J. A., L. D. Granados-Rivera, O. Hernández-Mendo, F. J. Pastor-López, L. M. Isidro-Requejo, H. Salinas-González y G. Torres-Hernández. 2017. Uso de un alimento integral como complemento a cabras locales en pastoreo: respuesta en producción y composición química de la leche. Nova Scientia 9(18): 55-75.

Mayer, H. K. and G. Fiechter. 2012. Physical and chemical characteristics of sheep and goat milk in Austria. International Dairy Journal 24(2): 57-63.

Morand-Fehr, P., V. Fedele, M. Decandia and Y. Le Frileux. 2007. Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk. Small Ruminant Research 68(1-2): 20-34.

Medrano, F. G. 2012. Las zonas áridas y semiáridas de México y su vegetación. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMANART). México

Salinas-González, H., J. A. Maldonado, G. Torres-Hernández, M. Triana-Gutiérrez, L. M. Isidro-Requejo and P. Meda-Alducin. 2015. Compositional quality of local goat milk in the Comarca Lagunera of Mexico. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas 14(2).

Salvador, A. and G. Martínez. 2007. Factores que afectan la producción y composición de la leche de cabra: Revisión bibliográfica. Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias 48(2): 61-76.

SE. (2012). NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-155-SCFI-2012 "Leche-denominaciones, Especificaciones Fisicoquímicas, Información Comercial y Métodos de Prueba" http://dof.gob.mx/normasOficiales/4692/seeco/seeco.htm

Soryal, K., S. Zeng, B. Min, S. Hart and F. Beyene. 2004. Effect of feeding systems on composition of goat milk and yield of Domiati cheese. Small Ruminant Research 54(1-2): 121-129.

Stocco, G., M. Pazzola, M. L. Dettori, P. Paschino, G. Bittante and G. M. Vacca, G. M. 2018. Effect of composition on coagulation, curd firming, and syneresis of goat milk. Journal of Dairy Science 101(11): 9693-9702.

Vacca, G. M., G. Stocco, M. L. Dettori, E. Pira, G. Bittante and M. Pazzola. 2018. Milk yield, quality, and coagulation properties of 6 breeds of goats: Environmental and individual variability. Journal of Dairy Science 101(8): 7236-7247.

Vega, S., R. Gutiérrez, A. Ramírez, M. González, G. Díaz-González, J. Salas y A. Alberti. 2007. Características físicas y químicas de leche de cabra de razas Alpino francesa y Saanen en épocas de lluvia y seca. Revista de Salud Animal 29(3): 160-166.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DE LA PUNTA DE CAÑA (*Saccharum Officinarum*) FERMENTADA EN LA DIGESTIBILIDAD *in situ* EN CAPRINOS CRIOLLOS

# [EFFECT OF THE TIP OF CAÑA (*Saccharum Officinarum)* FERMENTED IN THE DIGESTIBILITY *in situ* OF CAPRINOS CRIOLLOS]

**Omar Cabañas Martínez[1], Leornardo Tapia Díaz[1], José Ricardo Bárcena Gama[1§], Brenda Nayeli Juárez López[2], Elizabeth Parral Herrera[1], Juan Carlos Gómez Cruz[2]**

[1]Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco de Mora, Estado de México. [2]Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. San Rafael Atlixco, México. [§]Autor para correspondencia: (r-barcena@hotmail.com).

## RESUMEN

La punta de caña fermentada mejora el consumo en caprinos y mejora la productividad del hato disminuyendo los costos de alimentación. El objetivo de la investigación fue determinar el comportamiento productivo en caprinos criollos de la Mixteca Poblana, México. Se utilizaron 4 caprinos criollos se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar. El peso vivo inicial fue el criterio de bloqueo. Los tratamientos fueron ($n$=8) $T_1$: sin punta de caña fermentada (PCF); $T_2$, $T_3$ y T4 con: 25, 37.5 y 50% PCF respectivamente. Las variables determinadas fueron: degradación de la materia seca (DMS), fibra detergente neutro (DFDN) y fibra detergente ácido (DFDA), ácidos grasos volátiles (AGV), pH y N-$NH_3$. La DMS fue mayor ($p \leq 0.05$) $T_4$ a las 12, 48 y 72 h comparado con el $T_1$. El mismo comportamiento se observó en DPC, DFDN y DFDA, y mayor degradabilidad ($p \leq 0.05$) en el $T_4$. No se encontró diferencias ($p \geq 0.05$) en la concentración total de AGV entre tratamientos. Sin embargo, la concentración del ácido butírico fue atípicamente alta, (33.5 %). El uso de punta de caña fermentada con los ingredientes utilizados, favorece la degradación de la materia seca.

**Palabras clave:** Degradabilidad, fermentada, fermentación ruminal, punta de caña.

## ABSTRACT

The tip of fermented cane improves the consumption in goats and improves the productivity of the herd by reducing the feeding costs. The objective of the research was to determine the productive behavior in Creole goats of the Mixteca Poblana, Mexico. 4 Creole goats were used, distributed in a randomized complete block design. The initial live weight was the blocking criterion. The treatments were ($n$ = 8) T1: without fermented cane tip (PCF); T2, T3 and T4 with: 25, 37.5 and 50% PCF respectively. The variables determined were: degradation of dry matter (DMS), neutral detergent fiber (DFDN) and acid detergent fiber (DFDA), volatile fatty acids (AGV), pH and N-NH3. The DMS was higher ($p \leq 0.05$) T4 at 12, 48 and 72 h compared to T1. The same behavior was observed in DPC, DFDN and DFDA, and greater degradability ($p \leq 0.05$) in T4. No differences ($p \geq 0.05$) were found in the total AGV concentration between treatments. However, the

concentration of butyric acid was atypically high, (33.5%). The use of fermented cane tip with the ingredients used, favors the degradation of dry matter.

**Index words:** Degradability, fermented, ruminal fermentation, cane tip.

## INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar como fuente de fibra en la alimentación del ganado, puede ser una alternativa de bajo costo, ya que existen zonas cañeras que producen residuos agrícolas, como la punta de caña, que coinciden con la época de estiaje. El Distrito de Izúcar de Matamoros, Puebla, produce más de 1,368,000 t de caña que entrega al Ingenio de Atencingo, Puebla, y que separan cerca de 100,000 t de punta de caña que puede usarse como fuente de forraje para la alimentación de los caprinos (CONADESUCA-SAGARPA, 2018). Esto es una fuente potencial de alimentación para caprinos, siendo de las primeras especies domesticadas en el mundo por su resistencia y adaptación a climas adversos (Jiménez *et al*., 2013). La población caprina en México representa 1 % del total mundial, presenta consumos per cápita anual de aproximadamente 0.5 kg de carne (Arechiga *et al*., 2008). Varios investigadores han aprovechado los subproductos de las diferentes industrias para disminuir costos de alimentación, tal es el caso de Ramos *et al*. (2014) que propone una técnica para el uso de residuos de la cosecha mecanizada de la caña de azúcar (*Saccharum Officinarum*), para utilizarla en la alimentación de rumiantes, mejorando su nivel nutricional con la fermentación y el uso de aditivos. Considerando la experiencia desarrollada por el Dr. Emilio Aranda, del Campus Tabasco del Colegio de Postgraduados, en el trópico húmedo mexicano referente al uso de la punta de caña de azúcar adicionada con diferentes ingredientes y fermentada como alimento para bovinos en el trópico húmedo (Aranda *et al*., 2018), se planteó como objetivo de la presente investigación evaluar la punta de caña de azúcar en la fermentación ruminal de caprinos criollos El uso de punta de caña fermentada con aditivos en la fermentación ruminal favorece su degradabilidad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los caprinos utilizados en esta investigación se trataron conforme al Reglamento para el uso de animales experimentales, aprobado por el Consejo General Académico del Colegio de Postgraduados.

La presente investigación se realizó en la Unidad Metabólica de Rumiantes del Programa de Ganadería, Colegio de Posgraduados-Campus Montecillo, en Montecillo, Texcoco, Estado de México (19° 23' 40'' N, 98° 53' 42.18'' O, 2250 m de altitud, temperatura media anual de 15.2 ºC, clima más seco de los templados 636.5 mm de precipitación media anual y lluvias en verano (García, 2004).

Análisis de laboratorio: Los análisis químicos de los ingredientes y tratamientos se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal del Postgrado en Ganadería del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México. Se determinó la materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC), ácido láctico (AL) y cenizas (CEN), de acuerdo al AOAC

(2005). La fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente acida (FDA) de acuerdo (Van Soest *et al.*, 1991), y pH, con un potenciómetro Orión®.

Tratamientos experimentales: Los tratamientos experimentales se definieron con base en diferentes porcentajes de inclusión del ensilado en la dieta (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Tratamientos experimentales implementados en cabritos criollos.

| | Tratamientos | | | |
|---|---|---|---|---|
| Variables | $T_1$ | $T_2$ | $T_3$ | $T_4$ |
| PCF (%) | 0.00 | 25.00 | 37.50 | 50.00 |
| PCNF (%) | 50.00 | 25.00 | 12.50 | 0.00 |
| Maíz (%) | 28.10 | 33.76 | 36.58 | 39.41 |
| Pasta de soya (%) | 19.25 | 14.29 | 11.82 | 9.34 |
| Minerales▫ (%) | 2.65 | 1.94 | 1.59 | 1.25 |
| EM (Mcal) | 2.45▫▫ | | | |
| PC (%) | 13.00▫▫ | | | |

PCF=punta de caña (*Saccharum Officinarum*), fermentada con aditivos, PCNF= punta de caña no fermentada, EM=energía metabolizarle, PC= proteína cruda: ▫Premezcla comercial SEPA®; ▫Estimado del NRC, 2007.

Prueba metabólica: Se utilizaron cuatro caprinos enteros de 30±5 kg PV con cánula permanente en el rumen para determinar las variables ruminales de fermentación de los cuatro tratamientos utilizados en la prueba de comportamiento. Los animales se distribuyeron de acuerdo a un diseño de cuadro latino 4 x 4 con un periodo de adaptación a los tratamientos de 15 d. Para determinar la degradabilidad y la tasa de degradabilidad *in situ* de la MS, PC, FDN y FDA, se incubaron en el rumen 0.5 gr de cada tratamiento en bolsas ANKOM® por 4, 8, 12, 24, 48, 72 h (Vanzant *et al.*, 1998). La degradabilidad se ajustó al modelo exponencial que Orskov y McDonald (1979) describieron para estimar la degradabilidad ruminal de los nutrientes en función del tiempo de permanencia en el rumen con base en datos obtenidos por la técnica de degradación *in situ*:

$D=A+B(1-\exp^{-K*t})$.

Donde D es la degradabilidad ruminal de la fracción b en el tiempo t, A es la fracción soluble que es completamente degradable en el rumen, B es la fracción potencialmente degradable en el rumen, K es una constante y t es el tiempo de permanencia en el rumen.

Para determinar la concentración de los AGV, las muestras de líquido ruminal fueron descongeladas, se tomó una alicuota de 1.5 mL, se centrifugaron por 15 min a 12,000 rpm y el sobrenadante se colocó en viales de vidrio de 1 mL. Un µL en un cromatógrafo de gases (Perkin Elmer, modelo Claurus 500) (Erwin *et al*., 1961). Para determinar la concentración de $N\text{-}NH_3$, se siguió la metodología propuesta por McCollough (1967).

Análisis estadístico: Para el análisis de las variables de fermentación del rumen, los animales fueron distribuidos en un diseño experimental de Cuadro Latino 4 x 4.

Modelo estadístico:

$$Y = \mu + T_i + P_j + A_k + H_l + T_i H_l + E_{ijk}$$

Donde: Y: respuesta obtenida con el i-esimo tratamiento del j-esimo, bloque, $\mu$: Efecto medio general, $T_i$: Efecto atribuido al i-esimo tratamiento, $P$: Efecto atribuido al j-esimo periodo, $A_k$: Efecto atribuido al k-esimo columna, $H_l$: Efecto atribuido al l-esimo hilera, $T_i H_l$: Efecto atribuido a la interacción del j-esimo tratamiento con i-esimo hilera.

Las medias de resultados se analizaron con el paquete GLM de SAS (2011).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis químico de las dietas experimentales

El análisis químico de las dietas experimentales (Cuadro 2) mostró que MS con el aumento de la cantidad de punta de caña fermentada, estos resultados eran esperados debido a la cantidad de humedad presente en el fermentado. La FDN y FDA disminuyeron a medida que aumentó la cantidad de punta de caña fermentada en los tratamientos, pero sin presentar diferencias con la no fermentada. El contenido de PC, sugiere un incremento conforme se incrementa la cantidad de punta de caña fermentada, lo cual responde a la adición de urea.

**Cuadro 2.** Análisis químico de los alimentos utilizados.

| Variable | Punta de caña | Punta de caña con aditivos | Punta de caña fermentada con aditivos | $T_1$ | $T_2$ | $T_3$ | $T_4$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MS (%) | 90.26 | 61.25 | 58.56 | 89.51 | 81.69 | 79.89 | 75.87 |
| MO (%) | 89.52 | 81.48 | 81.47 | 90.47 | 90.40 | 89.83 | 90.14 |
| Cenizas (%) | 10.48 | 18.52 | 18.53 | 9.53 | 9.60 | 10.17 | 9.86 |
| FDN (%) | 61.84 | 43.22 | 42.73 | 45.63 | 34.82 | 30.74 | 27.53 |
| FDA (%) | 38.10 | 27.69 | 26.68 | 25.82 | 20.03 | 16.81 | 15.40 |
| Proteína (%) | 2.05 | 8.85 | 8.68 | 10.42 | 11.34 | 11.58 | 12.00 |
| pH | 6.40 | 9.80 | 7.94 | 5.83 | 7.35 | 7.75 | 7.84 |
| A. láctico (%) | | 2.43 | 2.94 | | | | |

MS, materia seca; MO, materia orgánica; FDN, fibra detergente neutra; FDA, fibra detergente acida; A. láctico, ácido láctico.

### Prueba metabólica

La DMS fue menor ($p \leq 0.05$) en $T_1$ que, en los demás tratamientos, no habiendo diferencia entre los demás. El mismo comportamiento se observó en la DPC, DFDN o DFDA, presentando la mayor ($p \leq 0.05$) degradabilidad el $T_4$ (Cuadro 3). Estos resultados indican que la degradabilidad de los nutrientes se incrementó a medida que se aumentó la cantidad de la caña fermentada en las dietas experimentales, lo cual está relacionado con el proceso propio de fermentación que mejoró la degradabilidad de la fibra, manifestándose en un incremento en la degradabilidad de la MS de la dieta total y, en el caso de la PC, debido a la adición de la urea. Estos resultados coinciden con los reportados por Ramos *et al*. (2014).

**Cuadro 3.** Efecto de los tratamientos en la degradabilidad de la materia seca, proteína cruda, fibra detergente neutra y fibra detergente acida (24 h)

| | Tratamientos | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Variable (%) | T1 | T2 | T3 | T4 | CME |
| DMS | 39.36[b] | 42.30[a] | 43.75[a] | 44.88[a] | 15.03 |
| DPC | 12.93[c] | 27.49[b] | 32.45[ab] | 36.71[a] | 60.07 |
| DFDN | 26.56[b] | 23.29[b] | 25.60[b] | 30.50[a] | 46.52 |
| DFDA | 35.86[ab] | 33.02[b] | 35.00[b] | 38.41[a] | 30.35 |

Literas distintas en la misma hilera, significan diferencias ($p \leq 0.05$)
DMS: degradabilidad de la materia seca; DPC: degradabilidad de la proteína cruda; DFDA: degradabilidad de la fibra detergente neutra; DFDA: degradabilidad de la fibra detergente acida; CME: cuadrado medio del error.

Con el aumento de la cantidad del ensilaje de caña fermentada con los aditivos la DMS también aumentó; sin embargo, este incremento no significó ningún aumento real en los cabritos consumiendo los diferentes tratamientos. La explicación a estos resultados, pueden ser varios, pero en general, se atribuye a que el consumo de MS no fue suficiente para provocar mayores aumentos de peso, quizás por el origen de los cabritos. La prueba de incubación *in situ* de los tratamientos tuvo como objetivo determinar la degradabilidad de la punta de caña fermentada durante diferentes tiempos de incubación *y* determinar su cinética. El $T_4$ presentó mayor ($p \leq 0.05$) DMS a las 12, 48 y 72 h comparado con el $T_1$, sin diferencias con los otros tratamientos que también contenían caña fermentada, pero en menor cantidad, lo cual se relaciona con la DFDN y DFDA, que presentaron una tendencia a incrementar su degradabilidad a las mismas horas (Cuadro 4). Estos resultados indican que el proceso de fermentación y los aditivos facilitan la degradación en el rumen de la pared celular. La DPC fue menor ($p \leq 0.05$) en el $T_1$ que en los demás tratamientos que contenían punta de caña fermentada, atribuible este incremento a el proceso de fermentación, pero sobre todo a la urea adicionada. Con excepción del $T_1$, prácticamente la cantidad de proteína potencialmente degradable en rumen de los demás tratamientos se presentó desde las cuatro horas de incubación, manteniéndose hasta las 24 h, momento en que se decidió parar el proceso de fermentación de la PC. Estos resultados de incrementos en la degradabilidad de la MS y FDN y FDA de la punta de caña coinciden con lo reportado por otros autores (Aguirre *et al.*, 2010; Salinas-Chavira *et al*., 2013)

Se aplicó el modelo propuesto por Oskorv y McDonald (1979) para estimar las fracciones solubles (A), potencialmente degradable (B) y tasa de digestión (K) en el rumen de la MS de los diferentes tratamientos, en función del tiempo de permanencia en el rumen (Cuadro 5). No se detectaron diferencias en la fracción A entre tratamientos, lo que indica que la fracción soluble de la MS era similar entre tratamientos y que el proceso de fermentación no lo afectó; sin embargo, en la fracción B, aun cuando no se detectaron diferencias, se aprecia una clara tendencia de incremento en esta fracción conforme la cantidad de punta de caña fermentada se aumentó en los tratamientos, lo que coincide con las mayores degradaciones de la MS, FDN y FDA encontradas en la prueba metabólica y lo que soporta el hecho de que el proceso de fermentación favoreció el incremento en la degradabilidad de estos nutrientes.

**Cuadro 5.** Fracción soluble y potencialmente degradable de las dietas experimentales aplicando el modelo de Orskov.

| | Tratamientos | | | |
|---|---|---|---|---|
| Fracción | $T_1$ | $T_2$ | $T_3$ | $T_4$ |
| A | 18.85 | 20.34 | 22.71 | 20.79 |
| B | 51.84 | 57.18 | 56.84 | 57.95 |
| K (%) | 3.77 | 3.55 | 3.43 | 4.13 |

A, fracción soluble completamente degradable en el rumen; b, fracción potencialmente degradable en el rumen, K tasa de digestión y t es el tiempo de permanencia en el rumen.

No hubo diferencias en la concentración total de AGV entre tratamientos, tampoco en la concentración de acético. pero la del ácido propiónico disminuyó ($p \leq 0.05$) en $T_4$, comparado con $T_1$; sin embargo, es importante resaltar la concentración de ácido butírico, el cual presentó niveles anormales desde el $T_1$, aumentando este conforme el nivel de caña fermentada con aditivos se incrementó en los tratamientos, hasta alcanzar proporciones del 36.6% en $T_4$.

**Cuadro 6.** Efecto de los tratamientos experimentales en las variables de fermentación en el rumen.

| | Tratamientos | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Variable | T1 | T2 | T3 | T4 | CME |
| AGV (mM $d^{-1}$) | $97.23^{a}$ | $128.62^{a}$ | $129.35^{a}$ | $121.28^{a}$ | 321.46 |
| Acético | $45.96^{a}$ | $42.41^{a}$ | $41.01^{a}$ | $41.03^{a}$ | 13.64 |
| Propionico | $30.47^{a}$ | $26.33^{a}$ | $26.20^{a}$ | $22.44^{a}$ | 16.57 |
| Butírico | $23.56^{b}$ | $31.27^{ab}$ | $32.79^{ab}$ | $36.53^{a}$ | 21.00 |
| pH | $6.25^{a}$ | $6.31^{a}$ | $6.24^{a}$ | $6.55^{a}$ | 0.03 |
| $N\text{-}NH_3$ | $28.13^{a}$ | $29.03^{a}$ | $26.94^{a}$ | $26.18^{a}$ | 12.61 |

Literas distintas en la misma columna, significan diferencias ($p \leq 0.05$)

CME: cuadrado medio del error.

En general, los cabritos utilizados en esta investigación tuvieron un comportamiento negativo como respuesta a los tratamientos utilizados. Estos tratamientos se determinaron con base a la experiencia reportada por Ramos *et al.* (2014), quién desarrollo la metodología de los aditivos con los que se mezclaron, incluyendo el VITAFERM y el nivel de cal. Los resultados reportados por Ramos *et al*. (2014), con bovinos de carne en el trópico son alentadores, sobre todo cuando usa la punta de caña fermentada con los mencionados aditivos.

## CONCLUSIONES

La punta de caña fermentada mejora la degradabilidad de la materia seca, fibra detergente neutro y ácida en la fermentación *in situ* en caprinos.

## LITERATURA CITADA

Aguirre, J., R. Magaña, S. Martínez, A. Gómez, J. C. Ramírez, R. Barajas, A. Plascencia, R. Bárcena y D. E. García. 2010. Caracterización nutricional y uso de la caña de azúcar y residuos transformados en dietas para ovinos. Zootecnia Tropical 28: 489-497.

Aranda, I. E. M., J. J. A. Ramos, M. G. D. Mendoza, G. S. Salgado y I. C. S. Bueno. 2018. Utilización de la caña de azúcar en la alimentación bovina, el desarrollo de sus tecnologías y la

alternativa para los periodos de sequía. https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/utilizacion-cana-azucar-alimentacion-t41526.htm (Consultado 10 de junio de 2018).

Aréchiga, C., J. Aguilera, R. Rincón, S. Méndez de Lara, V. Bañuelo y C. Meza-Herrera. 2008. Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. Tropical and Subtropical Agroecosystems 9: 1-14.

CONADESUCA-SAGARPA. 2018. Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/396209/Boletin_CC_154.pdf. (Consultado el 10 de septiembre de 2018).

Erwin, E. S., G. J. Marco and E. Emery. 1961. Volatile fatty acid analysis of blood and rumen fluid by gas chromatography. Journal Dairy Science 44: 1768-1771.

García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía. México. 91 p.

Hernández-Hernández, J. E. 2006. Valoración de la caprinocultura en la Mixteca Poblana: socioeconomía y recursos arbóreo-arbustivos. Tesis Doctoral. Universidad de Camagüey. Camagüey. Cuba.

Jiménez, B. M. D. R., D. Braña Varela, J. A. Partida de la Peña, R. H. Alfaro Rodríguez, S. Soto Simental y M. G. Torres Cardona. 2013. Evaluación de la calidad en la canal caprina. Guía práctica para la evaluación de la canal caprina. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. INIFAP. Libro técnico N° 4. ISBN: 978-607-37-0027-6. 103 p.

Orskov, E. R. and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. Journal of Agriculture Science 92: 492-503.

NRC. 2007. Nutrient requirement of small ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and new world camelids. National Research Council, National Academic Press, Washington, 362p.

Ramos, J. C. J. Lázaro-Que, L. Vargas-Villamil, E. Aranda-Ibáñez y O. Hernández-Mendo. 2014. Efecto del hidróxido de calcio y conservación de alimentos a base de residuos de caña de azúcar. Agroproductividad 7: 65-70.

Salinas-Chavira, J., L. J. Almaguer, C. E. Aguilera-Aceves, A. Zinn, R, M. Mellado y O. Ruiz-Barrera. 2013. Effect of substitution of sorghum stover with sugarcane top silage on ruminal dry matter degradability of diets and growth performance of feedlot hair lambs. Small ruminant research 112: 73-77.

SAS. Institute Inc. 2011. Statistical Analysis System, SAS, User's Guide: SAS Inst., Cary, NC.

Van Soest, J. P., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal Dairy Science 74: 3583-3597.

Vanzant, E. S., R. C. Cochran y E. C. Titgemeyer. 1998. Standardization of in situ techniques for ruminant feedstuff evaluation. Journal Animal Science 76: 2717-2729.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CONCENTRACIÓN E INTERRELACIÓN DE MICROELEMENTOS EN SUELO, FORRAJE Y SANGRE DE CAPRINOS EN PASTOREO DE LA MIXTECA Y VALLES CENTRALES DE OAXACA

# [MICROELEMENTS CONCENTRATION AND INTERELATION IN SOIL, FORAGES AND BLOOD OF GRAZING GOATS FROM THE MIXTECA AND CENTRAL VALLEYS OF OAXACA]

**Oscar Ortiz-Morales[1§], Efren Jacinto Ramírez-Bribiesca[1], Juan Carlos López-Ojeda[1], Jorge Hernández-Bautista[2], V. Díaz-Castillejos[2]**

[1]Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Recursos Genéticos y Productividad, Ganadería.[2]Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. [§]Autor para correspondencia: (oscar.ortiz015j@gmail.com).

## RESUMEN

En Oaxaca no se han determinado las concentraciones de minerales de importancia nutricional para caprinos en pastoreo. El objetivo de este estudio fue determinar la concentración e interrelación de microelementos en suelo, forraje y sangre de caprinos de las regiones Valles Centrales y Mixteca de Oaxaca. En la época de lluvias se colectaron muestras de suelo, forraje y sangre en 10 comunidades de Oaxaca. Se realizó un análisis de correlación múltiple. En suelo se encontraron las siguientes concentraciones (ppm) para microelementos, Cobalto (Co, 37.35 ±53.35), Cobre (Cu, 117.27 ±40.23), Hierro (Fe, 23662 ±38743) Manganeso (Mn, 261.75 ±574.05), Selenio (Se, 1.54 ±1.87) y Zinc (Zn 43.61 ±81.83). En forraje se registraron las siguientes concentraciones (ppm) Co (0.052 ±0.031), Cu (0.169 ± 0.118), Fe (2.35 ±4.017), Mn (1.086 ±1.73), Se (0.195 ±0.38) y Zn (0.713 ±1.106). En sangre se determinaron las siguientes concentraciones (ppm) Co (0.0302 ±0.024), Cu (0.076 ±0.054), Fe (172.03 ±91.62), Mn (0.226 ±0.22), Se (0.085 ±0.048) y Zn (3.59 ±1.37). Las correlaciones ($p$ <0.0001) en suelo de Cu *vs.* Co =0.70, Cu *vs*. Fe = 0.79, Cu *vs*. Mn = 0.62, Cu *vs*. Se = 0.704 y Cu *vs.* Zn = 0.71 fueron bajas; hubo correlaciones altas entre Co vs Fe = 0.98, Co *vs*. Mn = 0.97, Co *vs*. Se = 0.96, Co *vs.* Zn = 0.98, Zn *vs.* Fe = 0.96, Zn *vs.* Mn = 0.93, Zn *vs.* Se = 0.94, Se *vs.* Mn = 0.93, Se *vs*. Fe = 0.96 y Fe *vs*. Mn = 0.97. En sangre se encontraron correlaciones ($p$ <0.0001) en Co *vs.* Cu = 0.87, Co *vs.* Mn = 0.802 y Cu *vs*. Mn = 0.87. Hubo deficiencias de microelementos en suelo, forraje y sangre. En conclusión, se sugiere realizar el suplemento de los microminerales deficientes en el ganado caprino.

**Palabras clave:** Cabras, microminerales, nutrición, Oaxaca.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CONCENTRACIÓN E INTERRELACIÓN DE MACROELEMENTOS EN SUELO, FORRAJE Y SANGRE DE CAPRINOS PASTOREANDO REGIONES DE LA MIXTECA Y VALLES CENTRALES DE OAXACA

# [MACROELEMENTS CONCENTRATION AND INTERELATION IN SOIL, FORAGES AND BLOOD OF GRAZING GOATS ON REGIONS OF THE MIXTECA AND CENTRAL VALLEYS OF OAXACA]

**Efren Jacinto Ramírez-Bribiesca[1§], Oscar Ortiz-Morales[1], Juan Carlos López-Ojeda[1], Jorge Hernández-Bautista[2], V. Díaz-Castillejos[2]**

[1]Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Recursos Genéticos y Productividad, Ganadería. [2]Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. [§]Autor para correspondencia: (efrenrb@colpos.mx).

## RESUMEN

En Oaxaca no se han determinado las concentraciones de minerales de importancia nutricional para caprinos en pastoreo. El objetivo de este estudio fue determinar la concentración e interrelación de macroelementos en suelo, forraje y sangre de caprinos de las regiones de la Mixteca y Valles Centrales de Oaxaca. En la época de lluvias, se colectaron muestras de suelo, forraje y sangre de caprinos en 10 comunidades de Oaxaca. Se realizó un análisis de correlación múltiple. En suelo se encontraron los siguientes valores (g $kg^{-1}$) para calcio (Ca; 16.72, $\pm$35.4), fósforo (P, 0.58 $\pm$1.05), potasio (K 14.7 $\pm$33.8) y magnesio (Mg, 2.614 $\pm$5.64). En forraje se determinaron las siguientes concentraciones (g $kg^{-1}$) para Ca (0.26 $\pm$0.13), P (0.054 $\pm$0.03) K (0.44 $\pm$0.29) y Mg (0.41 $\pm$0.027). En sangre se registraron las siguientes concentraciones (g $L^{-1}$) de Ca (0.55 $\pm$0.28), P (0.12 $\pm$0.072), K (0.42 $\pm$0.33) y Mg (0.015 $\pm$0.008). En suelo se presentaron correlaciones ($p < 0.0001$) bajas: Ca *vs.* K = 0.61, Ca *vs.* Mg =0.65, y Ca *vs.* P =0.51. Las correlaciones ($p < 0.0001$) de P *vs.* K =0.65, P *vs.* Mg =0.72 y Mg *vs.* K = 0.62 fue baja. En sangre se determinaron correlaciones ($p < 0.0001$) bajas entre Ca *vs.* P =0.67 y de P vs. Mg =0.69. Hubo correlación alta (0.93) entre Ca *vs.* Mg. Con base en el límite mínimo reportado por Domínguez y Huerta (2008) se encontraron deficiencias de Ca y Mg en 50% de los suelos analizados. El P estuvo por arriba del nivel crítico. El nivel de K fue adecuado en suelo. Los niveles de macroelementos fueron adecuados en los forrajes. El Ca en sangre fue bajo en las cabras de la región mixteca.

**Palabras clave:** Cabras, minerales, nutrición, pastoreo.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# UN ACERCAMIENTO ETNOGRÁFICO EN LA PRODUCCIÓN CAPRINA TRASHUMANTE DE LA REGIÓN MIXTECA DE OAXACA

# [AN ETHNOGRAPHIC APPROACH IN THE TRANSHUMANT GOAT PRODUCTION OF THE MIXTECA REGION OF OAXACA]

**José Carlos López Ojeda[1§], Efrén Jacinto Ramírez-Bribiesca[1], José Guadalupe Herrera Haro[1], Sergio Iván Pedroza Mendoza[1], Juan Ignacio Hernández Valdez[2], Margarito Ladislao Arias[3], Óscar Ortiz Morales[1]**

[1]Colegio de Postgraduados-Montecillo, Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad-Ganadería.[2]Colegio de Postgraduados-Montecillo, Postgrado en Ciencias Forestales. [3]Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Depto. Biología de la Reproducción. [§]Autor para correspondencia: (jclo_86@hotmail.com).

## RESUMEN

En México, la caprinocultura fue introducida por españoles durante la época colonial. La Mixteca fue una de las regiones donde prosperó el sistema trashumante, debido a sus condiciones fisiográficas. Actualmente, la información sobre su caracterización es limitada, existiendo un desconocimiento generalizado sobre ella. El objetivo del trabajo fue describir la caprinocultura trashumante realizada entre los distritos de Huajuapan de León, Silacayoapam y Juxtlahuaca localizados en la región Mixteca. La descripción se basó en técnicas etnográficas como observación del participante y conversaciones con informantes clave. Como resultados se identificó que en las inmediaciones de los distritos estudiados existe una cuenca de producción caprina trashumante sobresaliendo los municipios de San Marcos Arteaga, Tezotlán, Silacayoapam y Juxtlahuaca. La trashumancia se desarrolla dentro de cada municipio o entre municipios, durante la época seca en el mes de diciembre y en la época lluviosa en el mes de mayo. Se paga por el paso del ganado y por la estancia del mismo en comunidades que atraviesa. Existen producciones de tipo hacienda volante y familiares. En tipo volantes, se organizan de la siguiente manera: patrón, capitán, ayudante y pastor. Las cabras criadas son conocidas como "pastoreñas" y sus rebaños como "trozos". Estos últimos se clasifican por sexo y edad, albergando entre 700 y 900 cabras. El pastoreo se divide en dos sesiones, "almuerzo" de 07:00 a 12:00 h y "cena" de 15:00 a 19:00 h. El periodo de ocupación de las áreas de pastoreo es de máximo 5 días. Anualmente, existen dos periodos de reproducción, el primero en mayo y el segundo en julio, así como dos pariciones, octubre y noviembre, respectivamente. En conclusión, la caprinocultura trashumante en la Mixteca se realiza con particularidades únicas de producción, esto da la pauta para elaborar trabajos que generen información para dilucidar la sostenibilidad del sistema.

**Palabras clave:** Cabras, etnografía, mixteca, trashumancia.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# NO RUMIANTES

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# USO DE HARINA DE RESIDUOS ORGÁNICOS ALIMENTICIOS EN UN ALIMENTO BALANCEADO PARA CERDOS

# [USE OF FLOUR OF FOOD ORGANIC WASTE IN A BALANCED FOOD FOR PIGS]

**Mateo Fabian Itza-Ortiz[1§], Kenji A SanLuis-Ramirez[2], Brenda Montes-López[2], José Maria Carrera-Chávez[1], Víctor Manuel Alfonso-Mendoza[1], Ezequiel Rubio-Tabarez[1], Edgar Águilar-Urquizo[3]**

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez[1], Departamento de Ciencias Veterinarias; Universidad Autónoma de Ciudad Juárez[2], Departamento de Ciencias Veterinaria, estudiantes de pregrado MVZ; Instituto Tecnológico de Conkal[3]. [§]Autor para correspondencia*:* (mateo.itza@uacj.mx).

## RESUMEN

El objetivo fue evaluar el desempeño productivo, hemograma y química sanguínea en cerdos en crecimiento alimentados con un alimento balanceado con inclusión de 0%, 15% y 45% de residuos orgánicos alimenticios (ROA) en presentación pellets. Un total de 12 cerdos mixtos de la cruza Landrace y York marcados con arete se dividieron en tres tratamientos. Los ROA frescos se deshidrataron a una temperatura de entre 30 a 80°C y una humedad relativa de 30% por 48 h. Se formularon tres dietas experimentales a base de sorgo, soya y maíz con inclusión de harina de ROA (0%, [$ 0.46 USD/kg] 15% [$ 0.38 USD/kg] y 45% [$ 0.24 USD/kg]) de acuerdo con las tablas de la NRC (2012) con 18% PC, 3.30 Mcal/Kg, 2.68 FB y 2.08% EE. Se ofreció agua y alimento *ad libitum* desde el destete hasta 39 días posteriores. Se muestrearon dos cerdos por tratamiento antes y al finalizar el experimento para obtener los valores hemáticos y química sanguínea. Los datos fueron analizados usando el PROC GLM del SAS. Se observó que las mayores ganancias se obtuvieron en las dietas con el 45% de inclusión de la ROA ($p < 0.05$). Los valores de hemograma como la química sanguínea se encontraron en los valores normales. Se concluye que hasta un 45% de inclusión ROA en la dieta para cerdos en etapa crecimiento incrementa la ganancia de peso y la salud de los animales no se ve comprometida por su uso en la dieta.

**Palabras clave:** Cerdos, dieta de crecimiento, hemograma, química sanguínea.

## ABSTRACT

The aim was to evaluate the productive performance, blood count and blood chemistry in growing pigs fed with a balanced feed including 0%, 15% and 45% organic food waste (OFW) in presentation pellets. A total of 12 mixed pigs from the Landrace and York crosses marked with earring were divided into three treatments. The fresh OFW were dehydrated at a temperature between 30 to 80°C and a relative humidity of 30% for 48 h. Three experimental diets based on sorghum, soybean and corn were formulated including OFW flour (0%, [$ 0.46 USD/kg] 15% [$ 0.38 USD/kg] and 45% [$ 0.24 USD/kg]) according to the tables of the NRC (2012) with 18% CP, 3.30 Mcal/Kg, 2.68 BF and 2.08% EE. Water and food were offered ad libitum from weaning until 39 days later. Two pigs were sampled by treatment before and at the end of the experiment to obtain blood values and blood chemistry. The data was analyzed using the PROC GLM of the SAS. It

was observed that the highest gains were obtained in the diets with 45% inclusion of the OFW ($p < 0.05$). Blood count values such as blood chemistry were found at normal values. It is concluded that up to 45% of OFW inclusion in the diet for pigs in the growing stage increases the weight gain and the health of the animals is not compromised by its use in the diet.

**Index words:** Blood count, blood chemistry, growth diet, pigs.

## INTRODUCCIÓN

La porcicultura rural o de traspatio es una estrategia para mitigar la pobreza alimenticia (Rivera *et al.*, 2007), ya que requiere espacios reducidos y tiene gran versatilidad en la utilización de alimentos que pueden incluir desperdicios domésticos. Además, sí se tiene un buen manejo sanitario, genético y estrategias de mercado adecuadas, pueden ser una excelente fuente de ingresos para las familias rurales (Martínez-Castañeda y Perea-Peña, 2012). Desde la época de la colonia española en México la engorda de cerdos se ha efectuado con residuos orgánicos alimenticios (ROA) domiciliarios y en la actualidad de los restaurantes y de los comedores de la industria maquiladora; en la búsqueda de minimizar los costos de producción (Osejo, 2001; Rodríguez *et al*., 2004). Sin embargo, se debe considerar el posible riesgo sanitario al usar ROA sin seguir las normas higiénicas sanitarias ya que no asegura la eliminación de microorganismos patógenos (Osejo, 2001). El objetivo del presente trabajo fue la evaluación del desempeño productivo como ganancia de peso, conversión alimenticia, hemograma y química sanguínea en cerdos en fase de crecimiento alimentados con una dieta balanceada a base de sorgo, soya y maíz con inclusión del 0%, 15%, 45% harina de ROA en presentación pellet.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Rancho Universitario de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, ubicado en el poblado de Práxedes G. Guerrero, Chihuahua. Se evaluaron 12 cerdos mixtos de la cruza Landrace y York (70-30%, respectivamente) de una edad de 45 días. Cada cerdo pesó en promedio 16.17 ±3.12 kg. Los cerdos fueron marcados con un arete para identificarlos y posteriormente se dividieron aleatoriamente en tres tratamientos de cuatro cerdos. Cada tratamiento fue alojado en un corral de 3x3 metros.

Dieta experimental: La harina de ROA fue obtenida de la empresa Centro de Acopio y Procesamiento de Residuos Alimenticio (CAPRA) ubicada Ciudad Juárez, Chihuahua quien obtiene el ROA fresco de los comedores de la industria maquiladora y lo convierte en harina mediante un proceso de deshidratación a una temperatura de entre 30 a 80°C y una humedad relativa de 30% y presión atmosférica por 48 horas (patente en trámite). La ROA es molida en un molino de martillo con una acriba de ¼ de pulgada. El análisis nutrimental de la harina de ROA fue de 16% de PB, 4,500 kcal $kg^{-1}$ de EB, y 3.5 de cenizas (AOAC, 1995).

Se evaluaron tres dietas experimentales (Cuadro 1) a base de sorgo, soya y maíz con inclusión de harina de ROA (0%, 15% y 45%) que fueron balanceadas con la ayuda de software Zmix® V.3.1. Todas las dietas fueron isoproteicas e isoenergéticas de acuerdo a los requerimientos

nutricionales de cerdos en fase de crecimiento (NRC, 2012). El agua y el alimento se ofrecieron *ad libitum*. Es importante mencionar que no se utilizó la inclusión al 30% debido a problemas en la planta de alimentos.

**Cuadro 1.** Dieta experimental a base sorgo, soya, maíz y harina de residuos orgánicos alimenticios en inclusión del 0, 15 y 45%.

| Ingrediente | Porcentaje | | |
|---|---|---|---|
| Maíz amarillo | 33.86 | 30.12 | - |
| Soya | 25.57 | 27.15 | 24.01 |
| Harina de ROA | - | 15.00 | 45.00 |
| Suero de leche | 6.90 | 7.02 | 7.09 |
| Cebo de res | 6.03 | 4.50 | - |
| Melaza | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| Sorgo | 13.93 | 5.00 | 13.11 |
| Aceite vegetal | 3.05 | 0.55 | - |
| Vitaminas y minerales[1] | 3.00 | 3.00 | 3.00 |
| Carbonato de calcio | 1.66 | 1.66 | 1.79 |
| | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| Precio USD/kg | $ 0.46 | $ 0.38 | $ 0.24 |
| Análisis calculado | | | |
| Nutriente (%) | | | |
| Materia seca | 71.10 | | |
| Proteína | 18.00 | | |
| Energía (Mcal/kg) | 3.30 | | |
| Calcio | 0.85 | | |
| Fibra | 2.68 | | |
| E.E. | 2.08 | | |

El costo del kilogramo de harina ROA fue calculado igual al costo de un kilogramo de maíz amarillo al momento de formular. [1]Vitamina A 10,000,000 U.I, Vitamina D 31.500,000 U.I, Vitamina E 60,000 U.I, Vitamina K3 2,000 mg, Vitamina B1 2,000 mg, Vitamina B2 4,000 mg, Vitamina B3 20,000 mg, Vitamina B6 3,000 mg, Vitamina B12 20 mg, ácido pantoténico 10,000 mg, Biotina 100 mg, ácido fólico 1,000 mg, antioxidante 25,000 mg, cobre 10,000 mg, cobalto 150 mg, hierro 70,000 mg, Manganeso 62,000 mg, Yodo 210 mg, Zinc 100,000 mg, Selenio 200 mg, Vehículo especial l C.S.P 1,000 g.

Las dietas se peletizaron a una temperatura de 80 a 85°C, presión de vapor de 552 Kpa (80 psi), con un tiempo de acondicionamiento de 30 a 60 segundos usando una máquina para pellets con madera eléctrica de 120 mm 45-60 kg $h^{-1}$ - MKFD120B. Los pellets fueron fabricados a través de una malla de 6 mm.

Variables de respuesta: Se registraron los pesos corporales y consumo de alimento por cerdo cada semana durante 39 días.

Se muestrearon aleatoriamente dos cerdos por tratamiento al inicio y al final del experimento para posteriormente realizar su hemograma y química sanguínea. Las muestras fueron tomadas de acuerdo a la NOM 062-ZOO-1999.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

Las variables fueron analizadas usando un diseño por bloques (corral) completamente al azar usando el PROC GLM del SAS y un análisis de covarianza para la variable de peso corporal. La diferencia entre medias se calculó mediante una prueba de Tukey considerándose $\alpha = 0.05$ como significativo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se observa los ROA frescos y el alimento balanceado en presentación pellet. La demanda y altos valores proteicos y energéticos en los concentrados que son utilizados para la alimentación del cerdo ha hecho que la producción eleve sus costos fijos de producción (alimento) y la integración de harinas a base de ROA podría hacer más rentable una dieta ya que baja el costo y la cantidad de granos o cereales incluida en la dieta. Un inconveniente podría ser la cantidad variable de ingredientes que integran la elaboración de la harina de ROA, estos pueden variar por la época del año, ya que varían los desechos según la demanda y la accesibilidad de ellos, es decir, los desechos alimenticios no son seleccionados para la elaboración de la harina con base a su mayor o menor cantidad de energía, proteína o fibra, sino que es recolectada y procesada. El contenido nutricional estimado según Domínguez (1991), oscila entre 14 al 16% de PB, la energía bruta entre 18% al 22% y las cenizas alrededor del 10%.

**Figura 1.** a) Residuo Orgánico Alimenticio en fresco antes de proceso; b) alimento experimental balanceado a base de sorgo, soya, maíz, y harina de ROA para cerdos en etapa de crecimiento en presentación peletizado.

Los resultados de las variables bajo estudio se observan en el Cuadro 2. Se puede observar que se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la ganancia de peso (GP), ganancia diaria de peso (GDP) y conversión alimenticia; lo anterior es importante debido que los mayores costos en la producción son debido a la alimentación y se debe considerar que no hay evidencia que la harina de ROA contenga algún factor antinutricional que restringa su inclusión en la dieta. Además, al ser un alimento cocido se considera pre-digerido y es altamente digestible. Además, la harina de ROA tiene un alto valor biológico ya que contiene nutrientes de fácil digestibilidad y esto se ve reflejado en la conversión alimenticia (Cuarón, 1997) como se observó en el presente trabajo. Lo anterior sugiere que la inclusión de la harina de ROA influyó sobre el desempeño de los cerdos y que al incrementarse este porcentaje (45%) en la dieta los pesos corporales y la conversión se ven beneficiados.

**Cuadro 2.** Parámetros productivos en cerdos en etapa de crecimiento alimentados con una dieta balanceada con inclusión de harina de residuos orgánicos alimenticios al 0%, 15% y 45%.

| Variable | 0% | 15% | 45% |
|---|---|---|---|
| GP (kg) | 16.13 ±3.94[b] | 17.13 ±3.71[b] | 19.13 ±3.12[a] |
| GDP (kg/cerdo) | 0.413 ±0.101[b] | 0.439 ±0.095[b] | 0.490 ±0.080[a] |
| Consumo alimento (kg/cerdo) | 38.88 ±2.81 | 35.63 ±2.42 | 34.25 ±2.81 |
| Conversión alimenticia (kg/kg) | 2.49 ±0.47[a] | 2.19 ±0.30[b] | 1.81 ±0.16[c] |

GP= Ganancia de Peso, GDP= Ganancia Diaria de Peso. Literales diferentes entre columnas indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

En el Cuadro 3 se observan los valores del hemograma promediados al inicio y final del experimento. Los valores del hemograma se encontraron dentro del rango establecido por la literatura. En el Cuadro 4 se observa la química sanguínea de los animales muestreados al inicio y final del experimento y de igual manera se encuentran en los rangos normales. En ambos casos los resultados indica que la salud que presentaban los cerdos en el estudio se encuentran en los valore normales y refuerza la calidad e inocuidad de la dieta ofertada con los diferentes porcentajes de inclusión de harina de ROA. Lo anterior es importante debido a que le da confianza al productor para el uso de dietas con harina de ROA libres de patógenos y tengan el interés para adquirir este tipo de dieta debido a que el conocimiento de los problemas de salud en los animales representa uno de los aspectos básicos para el control y prevención de las enfermedades (Soach *et al.,* 2011).

**Cuadro 3.** Hemograma de cerdos en fase de crecimiento al inicio y final de su alimentación con una dieta con inclusión de 0, 15 y 45% de harina de residuos orgánicos alimenticios.

| | Inicio | Final | Referencia |
|---|---|---|---|
| Hematocrito | 0.358 ±0.039 | 0.333 ±0.028 | 0.32 - 0.5 L/L |
| Hemoglubulina | 117.75 ±12.76 | 110.33 ±7.99 | 100 - 160 G/L |
| Eritrocito | 5.86 ±0.65 | 5.58 ±0.44 | 5 - 8 L/L |
| VGM | 61.50 ±3.41 | 63.16 ±1.83 | 50 - 68 FL |
| CGMH | 319.75 ±11.47 | 328.16 ±8.13 | 300 - 340 G/L |
| Plaquetas | 377.75 ±34.59 | 320.33 ±44.93 | 300 - 700 |
| Reticulocitos | 32.50 ±8.66 | 33.00 ±6.78 | < 50 |
| Proteína plasmática | 68.25 ±2.36 | 71.66 ±2.87 | 60 - 75 |
| Leucocitos | 14.95 ±1.52 | 13.21 ±4.05 | - |
| Neutrófilos | 6.77 ±0.84 | 8.00 ±5.52 | 4 - 7.5 |
| Linfocitos | 6.73 ±0.83 | 2.88 ±1.89 | - |
| Monocitos | 0.92 ±0.29 | 0.53 ±0.31 | 0.25 - 1.15 |
| Esosinofilos | 0.87 ±0.43 | 1.80 ±1.17 | 0 - 2.0 |
| Basofilos | 0.00 | 0.00 | 0 - 0.9 |
| Bandas | 0.00 | 0.00 | 0-0.5 |

**Cuadro 4.** Química sanguínea de cerdos en fase de crecimiento al inicio y final de su alimentación con una dieta con inclusión de 0, 15 y 45% de harina de residuos orgánicos alimenticios.

| | Inicio | Final | Referencia |
|---|---|---|---|
| Albumina | 27.20 ±4.15 | 33.67 ±1.51 | 20 - 33 G/L |
| Urea | 5.04 ±0.71 | 4.53 ±0.65 | 3.7 - 5.3 Mmol/L |
| Creatinina | 114.00 ±16.78 | 119.17 ±16.89 | 90 - 140 Mmol/L |
| Glucosa | 3.86 ±0.11 | 3.90 ±0.15 | 3.6 - 4.2 Mmol/L |
| ALT/SGPT | 34.20 ±5.76 | 32.00 ±6.32 | 25 - 55 UI/L |
| Proteína total | 66.00 ±2.00 | 69.00 ±2.76 | 60 - 80 G/L |
| Globulinas | 36.80 ±2.28 | 35.33 ±2.42 | 32 - 50 G/L |

## CONCLUSIONES

Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en las ganancias de peso corporal de los cerdos alimentados con inclusiones 15 y 45% de harina de ROA; y que al incrementarse el porcentaje de inclusión de la harina en la dieta hasta un 45% se observó un decremento importante ($p < 0.05$) en la conversión de alimento. Lo anterior sugiere que inclusiones hasta del 45% de esta harina de ROA en la dieta puede ser formulada y peletizada de acuerdo a los requerimientos de los animales en etapa de crecimiento sin poner en riesgo la salud del animal debido a que los valores sanguíneos (hemograma y química sanguínea) se encontraron dentro de los rangos normales de la especie bajo estudio.

## AGRADECIMIENTOS

Los resultados son parte del proyecto financiado por el Centro de Acopio y Procesamiento de Residuos Alimenticios (CAPRA). También se agradece al segundo y tercer autor por el trabajo de campo realizado durante el experimento.

## LITERATURA CITADA

AOAC. 1995. Official and Tentative Methods of the AOAC International. Maryland.

Cuarón, I. J. 1997. Uso de desechos de origen animal en México. En Tratamiento y utilización de residuos de origen animal, pesquero y alimenticio en la alimentación animal. Memorias Taller Regional Instituto de Investigaciones Porcinas (IIP) y FAO. Estudio FAO producción y sanidad animal. La Habana, Cuba. pp. 111-128.

Domínguez, P. L. 1991. Sistemas de alimentación de cerdos con desperdicios alimenticios procesados y otros subproductos agroindustriales. Serie de Trabajo y Conferencia No.1, CIPAV Cali-Colombia. 44 p.

Martínez-Castañeda, F. y M. Perea-Peña. 2012. Estrategias locales y de gestión para la porcicultura doméstica en localidades periurbanas del valle de México. Agricultura, Sociedad y Desarrollo 9: 411-425.

National Research Council (NRC). 2012. Models for estimating nutrient requirements of pigs: case studies. Eleventh Revised Edition. National Academy Press. Washington, D.C. 41 p.

NOM-062-ZOO-1999 Norma Oficial Mexicana, Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio.

Osejo, N. 2001. Residuos alimenticios en la dieta del cerdo. Editorial La prensa México. Disponible en: www.laprensa.com.

Rivera, J., H. Losada, J. Cortés, J. Vieyera, A. Castillo and O. González. 2007. LivestockResearchfor Rural Development 19: 1-9.

Rodríguez, D., D. Anchieri, H. Tommosino, E. Vitale y R. Moreira. 2004. Tratamiento de residuos sólidos orgánicos domiciliarios para alimentación de cerdos. http://criollo.wz.cz/Nutricion/Residuos.UY.Pdf.

Soach, M., J. Broucek and P. Srejberova. 2011. Hematology and blood microelements of sheep in south Bohemia. Institute of Zoology, Slovak Academy of Science 66: 181-186.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# VIABILIDAD Y FUNCIONALIDAD DE ESPERMATOZOIDES PORCINOS CONSERVADOS USANDO EL COMPLEJO CICLODEXTRINA-COLESTEROL

# [VIABILITY AND FUNCTIONALITY OF SWINE SPERMATOZOIDS PRESERVED USING THE CYCLODEXTRIN-CHOLESTEROL COMPLEX]

**Rangel Garcia-Jimenez[1], José Herrera-Camacho[2§], David Urban-Duarte[3], Juan Carlos Tinoco-Magaña[4], Karlos Eduardo Orozco-Duran[5]**

[1]Estudiante del Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas [2]Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, [3]Centro Nacional de Recursos Genéticos-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, [4]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, [5]Instituto Tecnológico del Valle de Morelia-Instituto Tecnológico de México. [§]Autor para correspondencia: (josheca@hotmail.com).

## RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la adición del complejo ciclodextrina (2-hidroxipropil-beta-ciclodextrina) colesterol (CDC-C) sobre la calidad de espermatozoides porcinos refrigerados a 5° C durante 12, 36 y 60 h post-dilución. La colecta de semen se realizó semanalmente, mediante la técnica de la mano enguantada, en unidades porcinas comerciales en Tepatitlan, Jalisco, México. Cada eyaculado fue evaluado microscopicamente y solo se utilizaron eyaculados con una motilidad progresiva >70%. El semen fue dividido en dos partes iguales para ser diluidas en uno de dos extensores comerciales MRA® (Kubus S.A España) o Vitasem® (Magapor S.A España), posteriormente el semen con el diluyente se subdividio en dos muestras, y a cada una se le agrego el complejo CDC-C (1 mg / $120x10^6$ espermatozoides) y otro se mantuvo sin la adición del complejo. Los resultados obtenidos en los parámetros de calidad seminal durante las primeras 12 h post-dilución fueron superiores cuando se adiciono el complejo CDC-C. La motilidad total observada fue superior ($p < 0.05$) en el tratamiento VITASEM+CDC-C (63.00%) que en los tratamientos MRA+CDC-C (53.50 %), VITASEM (47.25 %) y MRA (34.75 %). La viabilidad espermática fue mayor ($p < 0.05$) en el tratamiento VITASEM+CDC-C (71.75 %) respecto al MRA+CDC-C (61.25 %), VITASEM (46.25 %) y MRA (40.50 %). El porcentaje de espermatozoides con membrana funcional fue mayor ($p < 0.05$) en el tratamiento VITASEM+CDC-C (59.00 %) que en MRA+CDC-C (53.00 %), VITASEM (36.25 %) y MRA (35.25 %). La adición del complejo CDC-C al diluyente de semen porcino disminuye considerablemente los daños inducidos por el descenso de temperatura, mostrando mayores porcentajes de motilidad, vitalidad y funcionalidad de membrana en las primeras 12 y 36 h post-dilución.

**Palabras clave:** Complejo ciclodextrina-colesterol, espermatozoide, viabilidad, refrigeración.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## ABSTRACT

The objective of the study was evaluated the effect of the addition of the cyclodextrin complex (2-hydroxypropyl-beta-cyclodextrin) cholesterol (CDC-C) on the quality parameters of porcine sperm chilled at 5° C by 12, 36 and 60 h post-dilution. Semen collection was carried out weekly, using the gloved hand technique, in commercial pig units in Tepatitlan, Jalisco, Mexico. Each ejaculate was evaluated microscopically and only ejaculates with progressive motility > 70% were used. The semen was divided in two equal parts to be diluted in one of two commercial extenders MRA® (Kubus S.A Spain) or Vitasem® (Magapor S.A Spain), subsequently the semen with the diluent was subdivided in two samples, in one sample the CDC-C (1 mg / 120x106 sperm) was added and another was maintained without the addition CDC-C. The results obtained in the seminal quality parameters during the first 12 h post-dilution was superior when the CDC-C complex was added. The total motility was higher ($p < 0.05$) in the VITASEM+CDC-C treatment (63.00%) than in the MRA+CDC-C (53.50%), VITASEM (47.25%) and MRA (34.75%) treatments. The sperm viability was higher ($p < 0.05$) in the VITASEM+CDC-C treatment (71.75%) than in the MRA+CDC-C (61.25%), VITASEM (46.25%) and MRA (40.50%) treatments. The percentage of functional membrane sperm was higher ($p < 0.05$) in the VITASEM+CDC-C treatment (59.00%) than in the MRA+CDC-C (53.00%), VITASEM (36.25%) and MRA (35.25%) treatments). The addition of the CDC-C complex to the pig semen diluent reduces the damage induced by the temperature decrease, showing higher percentages of sperm motility, vitality and membrane functionality in the first 12 h post-dilution.

**Index words:** Cyclodextrin-cholesterol complex, sperm, viability, refrigeration**.**

## INTRODUCCIÓN

La evaluación reproductiva del semental es una de las pruebas de suma importancia debido a que es un indicativo de la capacidad reproductiva. Dentro de esta prueba, se contempla la valoración de las características seminales, con la cual se busca conocer el potencial de fertilidad de las dosis seminales. En las explotaciones porcinas la utilización de semen fresco diluido y refrigerado para la inseminación artificial en cerdas, representa más del 80% del manejo reproductivo; sin embargo, el tiempo de utilización y condiciones de almacenamiento de las muestras son críticos para la obtención de buenos resultados. Debido a su particularidad estructural, el espermatozoide porcino se cataloga dentro de la categoría de malos congeladores, es decir, la resistencia al descenso térmico es inferior en comparación a las demás especies de interés zootécnico, obligando a usar el semen fresco almacenado a 17° C en cámaras especiales, por otra parte su transporte se limita a cortos periodos de tiempo sin condiciones óptimas de temperatura, por ello es aún un reto conservar el semen a menor rango térmico sin afectar el potencial de fertilización; sin embargo, teniendo en cuenta que la proporción de colesterol-fosfolípido en la membrana desempeña un papel importante en la resistencia al daño inducido por el choque frío, es posible que esta relación puede regularse mediante el uso de ciclodextrina. El objetivo del presente trabajo fue evaluar los efectos del complejo ciclodextrina-colesterol (CDC-C) sobre los parámetros de calidad seminal (motilidad

individual, viabilidad y funcionalidad de membrana) de espermatozoides porcinos conservados con dos diluyentes comerciales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en el laboratorio Acuático-Pecuario de las Instalaciones del Centro Nacional de Recursos Genéticos perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, ubicado en el municipio Tepatitlán de Morelos, Jalisco.

La preparación del cilodextrina-colesterol complejo se realizó como describe Purdy y Grahamam (2004) en donde se mezcló: (solución A) 200 mg y 1 ml de cloroformo y (Solución B) 1g de 2-hydroxypropyl-beta-cyclodextrina en 2 ml de metanol. Teniendo ambas diluciones se añadió una alícuota de 0.45 ml de solución A a la solución B, el resultado se agito hasta lograr una apariencia clara, se vertió en una placa de Petri, en la cual fue sometido a vapor de nitrógeno para acelerar el secado, una vez logrado lo anterior los cristales resultantes se retiraron de la placa y se almacenaron en un recipiente de vidrio a 22 °C hasta su utilización.

Colección y evaluación de semen: Se utilizó la fracción rica en espermatozoides de un total de 12 eyaculados de tres sementales adultos reproductivamente sanos. Para eliminar el efecto macho se realizó un pool con las muestras colectadas. Las muestras en el CNRG, fueron evaluadas para determinar el porcentaje de motilidad total y motilidad progresiva, adicionalmente se registró la concentración (millones de espermatozoides/ml) utilizando el sistema computarizado CASA (Sca 5.1). Una vez determinada la concentración se procedió a calcular la cantidad en mg del CDC-C quedando en 1.2 mg por cada $120x10^6$ de espermatozoides (Lee, 2015).

Las muestras de semen con motilidad progresiva >70%, se distribuyeron en cuatro tratamientos de acuerdo a tipo de diluyente y cantidad en mg de ciclodextrina utilizado. Tratamiento 1) MRA el semen fue diluido con MRA y no se agrego el CDC-C. Tratamiento 2) Semen diluido con MRA+CDC-C. Tratamiento 3) VITASEM, semen diluido con Vitasem sin CDC-C y tratamiento 4) VITASEM+CDC.

Análisis de la viabilidad espermática y funcionalidad de la membrana: Para la evaluación del porcentaje de espermatozoides vivos, se utilizaron dos tinciones fluorescentes (Rowlan, 2003; Kumar *et al.,* 2017). Se colocaron 10 µl de semen de cada uno de los tratamientos en tubos eppendorf de 0.5 ml y se adiciono 1 µl de Hoechst 33258 y a los 5 minutos se adiciono la misma cantidad de 1 µl de ioduro de propidio, 5 minutos después se procedió a tomar lectura de determinar el porcentaje de viabilidad, haciendo uso del equipo fluorescente conectado al sistema CASA. La tinción de color azul en los espermatozoides fue indicativo de viabilidad mientras que la tinción de color rojo fue indicativo de mortalidad espermática. La funcionalidad de la membrana plasmática, se determinó mediante una prueba de resistencia osmótica HOST incubando 25 µl de semen en 100 µl de medio host durante 30 minutos a 37° C. Trascurrido este tiempo, una muestra de 8 µl fue colocada en el CASA (Sperm Class Analyzer® Versión 5.1 MICROPTIC. España) y se registró el

porcentaje de espermatozoides con flagelo enrollado, indicativo de funcionalidad de membrana espermática.

Los datos se fueron sometidos a análisis de varianza para un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x2, factor diluyente (MRA y Vitasem) y factor 2 (con y sin ciclodextrina). Se utilizó la prueba de Tukey para evaluar las diferencias entre los tratamientos. Los resultados se consideraron estadísticamente significativos a $p < 0.05$. El software que se utilizó fue JMP Statistical Discovery 13.0 (SAS Institute Inc. Carolina del Norte, EE. UU.)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El porcentaje de motilidad total (Cuadro 1) del semen porcino fue mayor ($p < 0.05$) a las 12, 36 y 60 h post-dilución con la adición de complejo CDC-C; sin embargo, cuando se adiciono al diluyente VITASEM (VITASEM+CDC-C), el porcentaje de Motilidad fue superior, respecto a los demás tratamientos.

**Cuadro 1.** Porcentaje de motilidad total de semen porcino tratado con CDC-C a las 12. 36 y 60 h post-dilución.

| | 12 h | 36 h | 60 h |
|---|---|---|---|
| MRA | 34.75[a] | 21.00[a] | 11.75[a] |
| MRA+CDC-C | 53.50[ab] | 33.00[ab] | 24.25[a] |
| VITASEM | 47.25[ab] | 27.50[ab] | 15.50[a] |
| VITASEM+CDC-C | 63.00[b] | 45.50[b] | 26.25[a] |
| EE | 6.49 | 6.67 | 5.44 |

MRA (semen diluido con MRA sin CDC-C); MRA+CDC-C (Semen diluido con MRA y el complejo ciclodextrina-colesterol); VITASEM (Semen diluido con vitasem sin CDC-C); VITASEM+CDC-C (Semen diluido con vitasem y el complejo Ciclodextrina-Colesterol). EE=Error estándar. Distinta literal en la misma columna indica diferencias significativas.

Estudios previos, como los realizados por Wojtusik *et al.* (2018) quienes utilizaron el CDC-C en espermatozoides de gacela, demostraron que se reduce la pérdida de proteínas que se relacionan con el metabolismo espermático y por ende la motilidad observada fue mayor. Por otro lado, Partyka *et al.* (2018) demostraron que el espermatozoide de pollos tratado con 1 y 2 mg de CDC-C mejoró la motilidad espermática MP pos-descongelación fue de 28% en comparación con el control donde se observó 18%. Adicionalmente, Salmon *et al.* (2017) reportaron que el semen ovino tratado con CDC y leche descremada antes de la congelación, mejoro significativamente ($p < 0.05$) el porcentaje de motilidad (58.8%) y acrosomas íntegros (83%) en comparación con un extensor basado en yema de huevo donde se observó el 33% y 52.2%, respectivamente. De igual manera Mocé *et al.* (2010) en sus estudios sobre el efecto del colestrol sobre la supervivencia del semen de sementales ovinos reportaron motilidad superior (62%) en los espermatozoides tratados con CDC-C antes de la congelación en comparación con el control (Sin CDC-C) 43%.

En la viabilidad **(**Cuadro 2) el porcentaje de espermatozoides vivos por tiempo de evaluación fue superior cuando se adiciono la CDC-C, no obstante, la viabilidad fue mayor cuando se utilizó VITASEM+CDC-C respecto a los demás tratamientos.

**Cuadro 2.** Porcentaje de viabilidad de semen porcino tratado con CDC-C a las 12, 36 y 60 h post-dilución.

| Tratamiento | 12 h | 36 h | 60 h |
|---|---|---|---|
| MRA | 40.50[a] | 30.75[a] | 24.50[a] |
| MRA+CDC-C | 61.25[ab] | 46.25[ab] | 39.00[ab] |
| VITASEM | 46.25[bc] | 38.50[ab] | 28.25[b] |
| VITASEM +CDC-C | 71.75[c] | 56.00[b] | 51.25[b] |
| EE | 6.34 | 7.60 | 6.60 |

MRA (semen diluido con MRA sin CDC-C); MRA+CDC-C (Semen diluido con MRA y el complejo ciclodextrina-colesterol); VITASEM (Semen diluido con vitasem sin CDC-C); VITASEM+CDC-C (Semen diluido con vitasem y el complejo Ciclodextrina-Colesterol). EE=Error estándar. Distinta literal en la misma columna indica diferencias significativas.

Los resultados obtenidos en el presente estudio coinciden con los obtenidos por Hartwig *et al.* (2014) quienes encontraron que el semen de caballos (manga larga marchador y cuarto de milla) tratados con CDC-C presentó mejores resultados de motilidad y membrana plasmática intacta, para esto se usaron tres concentraciones de CDC-C (1, 1.5 y 2 mg por cada 120 millones de espermatozoides), enfriándolos durante 48 horas a 5° C, obteniendo mayor porcentaje de viabilidad a las 24 h con 1 y 1.5 mg/120 millones de espermatozoides encontrando resultados de 67% y 68%, respectivamente. En otro estudio, Lee *et al.* (2015) en su trabajo con espermatozoides de jabalí tratados con metil beta ciclodextrina antes de la congelación reporta mejores porcentajes de viabilidad 76.9±1.01% en comparación con los no tratados con el complejo (58.7±1.31%). Adicionalmente, Yildiz *et al.* (2015) demuestra que la suplementación de 1 y 1.5 mg de ciclodextrina adicionada al extensor para congelación de semen de carpa, protege la membrana espermática sin afectar la motilidad y la viabilidad de los espermatozoides (74.7±1.9 y 78.2±0.7, respectivamente); contra el daño por congelación en comparación con extensores que contenían 2.5 mg y 3.0 mg (56.3±1.9 y 41.0±1.3 %) de ciclodextrina debido a que una proporción elevada del complejo CDC-C tiene un efecto toxico afectando los parámetros de motilidad y viabilidad.

Respecto al porcentaje de espermatozoides con membrana espermática funcional (Cuadro 3), después de ser sometidos a la prueba HOST, fue superior cuando el CDC-C se adiciono a los diluyentes; sin embargo, el valor más alto se observó cuando los espermatozoides fueron diluidos en VITASEN+CDC-C, a las 12, 36 y 60 h post-dilución.

**Cuadro 3.** Funcionalidad de la membrana plasmática (%) mediante prueba de HOST de semen tratado con CDC-C a las 12, 36 y 60 h post-dilución.

| Tratamiento | 12 h | 36 h | 60 h |
|---|---|---|---|
| MRA | 35.25[a] | 23.00a | 15.25[a] |
| MRA+CDC-C | 53.00[a] | 36.25[ab] | 27.25[ab] |
| VITASEM | 36.25[a] | 27.25[b] | 19.75[bc] |
| VITASEM +CDC-C | 59.00[a] | 49.00[b] | 36.50[c] |
| EE | 9.25 | 5.82 | 4.03 |

MRA (semen diluido con MRA sin CDC-C); MRA+CDC-C (Semen diluido con MRA y el complejo ciclodextrina-colesterol); VITASEM (Semen diluido con vitasem sin CDC-C); VITASEM+CDC-C (Semen diluido con vitasem y el complejo Ciclodextrina-Colesterol). EE=Error estándar. Distinta literal en la misma columna indica diferencias significativas.

La prueba de resistencia osmótica (HOST), que evalúa la integridad de la membrana espermática permiten predecir con una alta confiabilidad la capacidad fértil del semental (Aisen *et al*., 2002) y la adición de ciclodextrina combinada con el colesterol aumenta la tolerancia osmótica de las células espermáticas, lo que puede deberse a una mejor integridad de la membrana plasmática (Glazar *et al.*, 2009; Salmon *et al*., 2017). Estudios previos, como los realizados por Aksoy *et al.* (2010) y Serin *et al.* (2011) en su trabajo con células espermáticas de conejo reportaron que al ser tratados con diferentes concentraciones de ciclodextrina-colesterol, estas mejoran la respuesta a la exposición de medios osmóticos diferentes mostrando mejora significativa en funcionalidad de membrana (45% CDC-C *vs* 35% control) y disminución de la reacción acrosomal (40% CDC-C *vs* 50% control). Por otra parte, Ahmad *et al.* (2013) demuestran que el pretratamiento de espermatozoides ovinos con ciclodextrina cargada de colesterol aumentó significativamente el porcentaje de espermatozoides vivos (78%) que en el grupo control sin el complejo (13%) y funcionales (35% CDC-C *vs* 10% sin CDC-C) durante los desafíos osmóticos en una amplia gama de presiones osmóticas, entre 20 y 1500 mOsm.

## CONCLUSIONES

La adición del complejo 2-hidroxipropil-beta-ciclodextrina-colesterol en la dilución seminal reduce los daños a nivel de membrana plasmática, manteniendo móviles y viables a los espermatozoides porcinos almacenados a 5° C hasta al menos 60 h post-dilución; sin embargo, dentro de los tratamientos adicionados con el complejo, el tratamiento cuatro (Vitasem +CDC-C) resulto ser el más adecuado en este experimento.

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca recibida para realizar los estudios de maestria. Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) por permitirme realizar mis experimentos en el Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG).

## LITERATURA CITADA

Ahmad, E., M. Aksoy, I. Serin, N. Küçük, A. Ceylan and U. Uçan. 2013. Cholesterol-loaded cyclodextrin pretreatment of ram spermatozoa protects structural integrity of plasma membrane during osmotic challenge and reduces their ability to undergo acrosome reaction in vitro. Small Ruminant Research 115: 77-81.

Aisen, E., V. H. Medina and A. Ventrino. 2002. Cryopreservation and post-thawed fertility of ram semen frozen in different trehalose concentrations. Theriogenology 57: 1801-1808.

Aksoy, M., O. Akman, N. H. Cankat and H. Erdem, 2010. Cholesterol-loaded cyclodextrin enhances osmotic tolerance and inhibits the acrosome reaction in rabbit spermatozoa. Animal Reproduction Science 120: 166-172.

Glazar, A. I., S. F. Mullen, J. Liu, J. D. Benson, J. K. Critser, E. L. Squires and J. K. Graham 2009. Osmotic tolerance limits and membrane permeability characteristics of stallion spermatozoa treated with cholesterol. Cryobiology 59: 201-206.

Hartwig, F. P., F. P. Lisboa, G. A. Monteiro, R. R. D. Maziero, C. P. Freitas-Dell'Aqua, M. A. Alvarenga, F. O. Papa and J. A. Dell'Aqua. 2014. Use of cholesterol-loaded cyclodextrin: An alternative for bad cooler stallions. Theriogenology 81: 340-346.

Kumar, P., N. Srivastava, M. Pande, J. K. Prasad and A. S. Sirohi. 2017. Evaluating Sperm Cell Viability and Membrane Integrity. In: Srivastava N., Pande M. (eds) Protocols in Semen Biology (Comparing Assays). Springer, Singapore. pp. 57-71.

Lee, Y. S., S. Lee, S.E. Lee, B. K. Yang and C. K. Park. 2015. Effect of cholesterol-loaded-cyclodextrin on sperm viability and acrosome reaction in boar semen cryopreservation. Animal Reproduction Science 159: 124-130.

Mocé, E., P. H. Purdy and J. K. Graham. 2010. Treating ram sperm with cholesterol-loaded cyclodextrins improves cryosurvival. Animal Reproduction Science 118: 236-247.

Partyka, A., M. Strojecki and W. Niżański. 2018. Cyclodextrins or cholesterol-loaded-cyclodextrins? A better choice for improved cryosurvival of chicken spermatozoa. Animal Reproduction Science 193: 235-244.

Purdy, P. H. and J. K. Graham. 2004. Effect of cholesterol-loaded cyclodextrin on the cryosurvival of bull sperm. Cryobiology 48: 36-45.

Rowlan, S. C., D. J. Jacobson, C. W. Patton, A. King and J. P. Chan. 2003. Dual fluorescence analysis of DNA apoptosis in sperm. American Journal of Obstetrics and Gynecology 188: 1157-1157.

Salmon, V. M., F. Castonguay, V. Demers-Caron, P. Leclerc and J. L. Bailey. 2017. Cholesterol-loaded cyclodextrin improves ram sperm cryo-resistance in skim milk-extender. Animal Reproduction Science 177: 1-11.

Serin, I., M. Aksoy and A. Ceylan. 2011. Cholesterol-loaded cyclodextrin inhibits premature acrosomal reactions in liquid-stored rabbit spermatozoa. Animal Reproduction Science 123: 106-111.

Wojtusik, J., Y. Wang and B. S. Pukazhenthi. 2018. Pretreatment with cholesterol-loaded cyclodextrins prevents loss of motility associated proteins during cryopreservation of addra gazelle (*Nanger dama ruficollis*) spermatozoa. Cryobiology 81: 74-80.

Yildiz, C., I. Yavas, Y. Bozkurt and M. Aksoy. 2015. Effect of cholesterol-loaded cyclodextrin on cryosurvival and fertility of cryopreserved carp (*Cyprinus carpio*) sperm. Cryobiology 70: 190-194.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# RESPUESTA PRODUCTIVA Y COLOR DE LA CARNE DE CONEJOS (*Oryctolagus cuniculus*) ALIMENTADOS CON DIETAS ADICIONADAS CON PIGMENTO DE FLOR DE CEMPASÚCHIL (*Tagetes erecta)* Y ZINC METIONINA

# [PRODUCTIVE RESPONSE AND MEAT COLOR OF THE RABBIT (*Oryctolagus cuniculus*) FED WITH DIETS WITH PIGMENT OF MARIGOLD (*Tagetes erecta*) AND ZINC METHIONINE]

**P. A. García-Martínez[1], J. E. Sánchez-Torres[1§], I. A. Domínguez-Vara[1], E. Morales-Almaraz[1], B. Valladares-Carranza[1], E. Alcántara-Martínez[2], P. Cruz-Velázquez[2], J. P. Galeano-Díaz[1]**

[1]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México, Campus Universitario "El Cerrillo", Toluca, Estado de México. [2]Brigada de educación para el desarrollo rural No. 92, Ixtlahuaca, Estado de México. . [§]Autor para correspondencia: (dreie@yahoo.com.mx).

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar los parámetros productivos y el color de la carne de conejos (*Oryctolagus cuniculus*) en la etapa de crecimiento-finalización alimentados con dietas adicionadas con zinc metionina (ZM) y pigmento de flor de Cempasúchil (*Tagetes erecta*) (FC). Cien conejos cruza de las razas Nueva Zelanda y California con un peso inicial de 1125 ± 35g y una edad de 42 días fueron divididos aleatoriamente en cuatro tratamientos: el tratamiento 1 o testigo no contenía ningún aditivo, el tratamiento 2 incluyó 200 ppm de ZM, el tratamiento 3 se añadió 80 ppm de FC y el tratamiento 4 incluyó ZM (200 ppm) y FC (80 ppm), la alimentación y el agua fueron ofrecidos *ad libitum*. El diseño experimental fue completamente al azar con un arreglo factorial 2x2. El periodo experimental fue de 42 días y se midieron los parámetros productivos: peso vivo inicial, peso vivo de sacrificio, consumo diario de alimento, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y eficiencia alimenticia. El color se midió en el musculo *biceps femoris* de la pierna con un colorímetro Konica Minolta Sesing CR-400. En los parámetros productivos no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos o por efecto de ZM, FC o ambos. Con respecto al color no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos, sin embargo, al comparar el efecto de la FC se obtuvieron valores de 1.70 en b* y 3.96 para C* con diferencias significativas ($p < 0.05$) respecto a las dietas que no contenían FC que obtuvieron 2.32 b* y 4.71 C*.

**Palabras clave** Colorímetro, conversión alimenticia, dieta zin metionina, eficiencia alimenticia

## ABSTRACT

The objective of the present work was to evaluate the productive parameters and the meat color of rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) in the growing-finishing stage fed diets supplemented with zinc methionine (ZM) and Marigold pigment (Tagetes erecta) (FC). One hundred rabbits crossed from the breeds New Zealand and California with an initial weight of 1125 ± 35g and an age of 42 days were randomly divided into four treatments: treatment 1 or control did not contain any additives,

treatment 2 included 200 ppm of ZM, treatment 3 was added 80 ppm FC and treatment 4 included ZM (200 ppm) and FC (80 ppm), feed and water were offered *ad libitum*. The experimental design was completely randomized with a 2x2 factorial arrangement. The experimental period was 42 days and the productive parameters were measured: initial live weight, live weight at slaughter, daily feed intake, daily weight gain, feed conversion and feed efficiency. The color was measured in the *biceps femoris* muscle with a Konica Minolta Sesing CR-400 colorimeter. In the productive parameters, no significant differences ($p > 0.05$) were found between the treatments or due to the effect of ZM, FC or both. Regarding color, no significant differences ($p > 0.05$) were found between the treatments, however when comparing the effect of the FC, values of 1.70 were obtained in b * and 3.96 for C * with significant differences ($p < 0.05$) with respect to the diets that did not contain FC that obtained 2.32 b * and 4.71 C *.

**Index words** Colorimeter, food conversion, zin methionine diet, food efficiency.

## INTRODUCCIÓN

El consumo *per capita* de la carne de conejo en México oscila entre los 100 gramos, lo cual es menor comparado con el consumo de carne de otras especies (Jaramillo *et al.,* 2015). Este producto ofrece una elevada cantidad de proteína, vitaminas, minerales y ácidos grasos esenciales además posee un bajo contenido de grasas saturadas y colesterol convirtiéndola en un alimento saludable que pueden consumir las personas que requieren limitar el consumo de grasa (Dalle-Zotte y Szendrő, 2011). Las personas tienen diferentes conceptos de calidad de la carne, entre las características que evalúan los consumidores son la jugosidad, la textura, el sabor, la frescura, la inocuidad, el contenido nutricional y el color (Dal Bosco *et al.,* 2014). El color de la carne puede ser influenciado por factores endógenos y exógenos tales como el sexo, la edad o peso al sacrificio, los métodos de matanza, el descenso del pH de la canal, el contenido de mioglobina en el tejido muscular previo al sacrificio, la temperatura de almacenamiento de la canal, el uso de antioxidantes o pigmento en las dietas entre otros (Suman y Joseph, 2013). En México la carne más consumida por las personas es el pollo, una de sus características es el color amarillo el cual es obtenido a través de la adición de pigmentos naturales o sintéticos en las dietas y son depositados en la grasa, patas y piel de las aves.

El color puede ser modificado por la dosis de pigmento administrada además en el caso de los pigmentos naturales puede variar el color ya que el pigmento es obtenido de las xantofilas que forman parte de los caroteides presentes en los cromoplastos de las plantas otorgándoles una coloración amarilla, naranja o roja; uno de los pigmentos más utilizados en la engorda de pollos y en aves de postura proviene de la flor de cempasúchil (FC) (FAOSTAT, 2018; Castañeda *et al* 2005; Martínez *et al*., 2004; Pérez-Vedrell *et al.,* 2001; Green y Fascetti, 2016). Los carotenoides mejoran la función del sistema inmune además de proporcionar una función antioxidante protegiendo contra el daño ocasionado por los radicales libres (Pérez-Vedrell *et al*., 2001; Rajput *et al*., 2012). Existen dos fuentes de zinc la orgánica y la inorgánica las cuales se diferencian porque en las fuentes orgánicas el zinc se asocia con algún ácido o aminoácido lo que permite una mejor absorción y eficiencia de uso comparado con las fuentes inorgánicas (Yan *et al.,* 2017). En cerdos

y bovinos se encontró que al suplementar las dietas con niveles mayores a los requerimientos nutricionales de zinc incrementó la cantidad de grasa intramuscular encontrando que el receptor nuclear PPARγ que regula la expresión de varios genes que codifican proteínas involucradas en la deposición de ácidos grasos se encontraba aumentada comparados con los grupos testigo (Zhang *et al.*, 2014; Oh *et al.*, 2004). También se identificó una mayor expresión en los genes de transporte asociado al incremento en la actividad de las enzimas lipoproteína lipasa y la proteína de unión de ácidos grasos y adipocitos lo cual significa que hay mayor transporte de ácidos grasos y en consecuencia un incremento de la grasa intramuscular (Zhang *et al.*, 2014). Además el zinc interviene en el metabolismo de la insulina la cual permite la captación de glucosa a nivel celular que estimula la glucogénesis y la lipogénesis (Huang, 2014). Actualmente no hay evidencia de la suplementación de FC en las dietas de conejos lo cual podría modificar el color de la carne además al añadir zinc metionina (ZM) puede favorecer el cambio de coloración de la carne al incrementar la grasa intramuscular el cual es el sitio de almacenamiento del pigmento.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en el área experimental cunícola y en el laboratorio de Ciencia y Tecnología de la Carne de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma del Estado de México. Se utilizaron 100 conejos cruza de la raza Nueva Zelanda y California con una edad inicial de 42 días y un peso inicial de 1125 ± 35g los cuales se dividieron en cuatro tratamientos de 25 conejos cada uno. El diseño experimental fue completamente al azar con un arreglo factorial 2x2. Los conejos fueron alojados en corrales individuales de 40x90x60 cm los cuales contaban con un comedero individual y un bebedero tipo chupón, la alimentación y el agua de bebida se ofrecieron *ad libitum.* La duración del periodo experimental fue de 42 días. Las dietas se formularon cubriendo los requerimientos nutricionales recomendados por el NRC (1977) y Lebas (2013). La composición de ingredientes de las dietas se muestra en el cuadro 1.

La FC se incorporó como oleo de flor de cempasúchil saponificado obtenido de un producto comercial con una concentración de 20g/Kg. El contenido de zinc en la dieta testigo fue de 47 ppm los cuales eran aportados por sus ingredientes mientras que los tratamientos 2 y 4 se adicionaron con 153 ppm de ZM para alcanzar 200 ppm en las dietas experimentales. El sacrifico se realizó conforme a las Normas Oficiales Mexicanas NOM- 033-SAG/ZOO-2014 y NOM-009-ZOO-1994. Las canales fueron refrigeradas durante 24 horas de 2 a 4°C. Posteriormente se diseccionó el musculo *bíceps femoris* para la medición del color. La medición del color fue realizada con un colorímetro CR-400 Konica Minolta Sesing (Minolta Sesing Inc. Osaka, Japón) y fue expresado en luminosidad (L*), colores rojizos (a*), colores amarillos (b*), croma (C*) que es una medida de la intensidad del color y el tono o hue angle (H*) que describe el color fundamental de la sustancia usando la espacio del color CIELAB (Dabbou, *et al*., 2017).El análisis estadístico se realizó mediante una prueba de análisis de varianza según el modelo general lineal del programa estadístico SAS (2002). La comparación de medias se llevó a cabo mediante la prueba de Tukey.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

**Cuadro 1.** Composición de ingredientes utilizados en dietas adicionadas con ZM, FC en conejos en etapa de crecimiento-finalización.

| Ingredientes | Dieta 1 | Dieta 2 | Dieta 3 | Dieta 4 |
|---|---|---|---|---|
| | Testigo | 200 ppm ZM | 80 ppm FC | 200 ppm ZM + 80 ppm FC |
| Sorgo (Kg) | 22.66 | 22.66 | 22.66 | 22.66 |
| Canola (Kg) | 21.22 | 21.22 | 21.22 | 21.22 |
| Avena (Kg) | 27.27 | 27.14 | 26.84 | 26.71 |
| Salvado (Kg) | 22.00 | 22.00 | 22.00 | 22.00 |
| Alfalfa (Kg) | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 |
| Núcleo[1] (Kg) | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 |
| Premezcla[2] (Kg) | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| CaCO3 (Kg) | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Xantofilas (Kg) | 0 | 0 | 0.43 | 0.43 |
| Zinc metionina (Kg) | 0 | 0.1275 | 0 | 0.1275 |
| Total (Kg) | 100 | 100 | 100 | 100 |

ZM, zinc metionina; FC, pigmento de flor de cempasúchil; ZM+FC, zinc metionina con pigmento de flor de cempasúchil. [1] Núcleo: Saccharomyces cerevisiae 50g; compactador 247g; bacitracina de zinc 60g; betaina 100g; fitasa 10 g; lasalosida sódica 33g; minazel 100g. [2]Premezcla: calcio 14.28%; fosforo 0.026%; cenizas 46.34%.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros productivos se muestran en el Cuadro 2. Se observó que en los parámetros productivos no hubo diferencias ($p > 0.05$) entre los tratamientos y no se presentó ningún efecto por la administración de ZM, FC y ambos.

**Cuadro 2.** Parámetros productivos obtenidos en conejos en la etapa de crecimiento-finalización alimentados con dietas adicionadas con ZM y FC.

| Variable | Tratamientos | | | | [1]EEM | Efecto | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | - FC | | + FC | | | ZM | FC | FC+ZM |
| | - ZM | + ZM | - ZM | + ZM | | | | |
| PVI (g)[2] | 1126.39 | 1127.69 | 1117.40 | 1130.00 | 16.920 | 0.651 | 0.818 | 0.745 |
| CDA (g) | 150.33 | 155.68 | 147.58 | 148.46 | 3.190 | 0.257 | 0.085 | 0.441 |
| GDP (g) | 34.20 | 35.80 | 34.63 | 34.41 | 0.790 | 0.367 | 0.433 | 0.553 |
| CA (Kg) | 4.42 | 4.41 | 4.28 | 4.32 | 0.092 | 0.737 | 0.229 | 0.693 |
| EA (%) | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 0.24 | 0.005 | 0.774 | 0.309 | 0.764 |
| PVM (g) | 2563.06 | 2631.54 | 2572.00 | 2575.45 | 37.320 | 0.312 | 0.421 | 0.702 |

-FC, 0 ppm de pigmento de flor de cempasúchil; +FC 80 ppm de pigmento de flor de cempasúchil; -ZM 0 ppm de zinc metionina; +ZM 200 ppm de zinc metionina. [1]EEM, error estándar medio. [2]PVI, peso vivo inicial; CDA, consumo diario de alimento; GDP, ganancia diaria de peso; CA, conversión alimenticia; EA, eficiencia alimenticia; PVM, peso vivo a la matanza.

Ferreira *et al.* (2002) no encontraron diferencias en parámetros productivos cuando compararon fuentes orgánicas e inorgánicas de zinc a diferentes dosis. Yan *et al.* (2017) compararon sulfato de zinc, zinc lactato, zinc metionina y zinc glicina en dietas para conejos a una dosis de 80 mg $kg^{-1}$, incrementando la ganancia diaria de peso, peso al sacrificio y consumo diario de alimento con la adición de zinc lactato además de una menor conversión alimenticia el cual fue asociado a un incremento en la longitud de las vellosidades intestinales. No se ha reportado el uso de pigmento de flor de cempasúchil en dietas para conejos sin embargo en pollos de engorda no se han

encontrado diferencias en los parámetros productivos relacionados con la inclusión de FC debido a que este ingrediente no ejerce ningún efecto sobre el valor nutritivo (Castañeda *et al.,* 2005; Rajput *et al.,* 2012; Martínez *et al.,* 2004; Pérez-Vedrell *et al.,* 2001) sin embargo Castañeda *et al.* (2005) observaron un mayor peso vivo al momento de la matanza en aves alimentadas con dietas adicionadas con pigmento natural a base de flor cempasúchil comparado con pigmento sintético esto fue relacionado con su contenido de antioxidantes. El arándano es una fuente de β-carotenos y ácidos grasos póliinsaturados, se utilizó en la alimentación de conejos a partir de desechos industriales. Los conejos alimentados con dietas que contenían 150 mg $kg^{-1}$ de pulpa de arándano presentaron menor consumo de alimento y conversión alimenticia respecto al grupo testigo y los grupos que contenían 50 y 100 mg $kg^{-1}$ además modifico el perfil de ácidos grasos en la carne de conejo (Dabbou *et al.,* 2017*).*

Los resultados de la medición del color de la pierna de conejos alimentados con dietas adicionadas con pigmento de flor de cempasúchil y zinc metionina se muestran en el Cuadro 3. Únicamente se observaron diferencias ($p < 0.05$) por efecto de la adición FC obteniendo valores de 1.70 para la coloración amarilla (b*) y 3.96 en el croma (C*), las dietas que no contenían FC lograron 2.32 para b* y 4.71 para C* obteniendo valores similares a los reportados para la carne de conejo.

**Cuadro 3.** Color del musculo bíceps femoris de conejos en etapa de crecimiento-finalización alimentados con dietas adicionadas con ZM y FC.

| Variable | Tratamientos | | | | Efecto | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | - FC | | + FC | | [1]EEM | Zn | FC | FC+Zn |
| | - Zn | + Zn | - Zn | + Zn | | | | |
| L* | 57.46 | 56.20 | 57.27 | 56.53 | 0.625 | 0.109 | 0.738 | 0.595 |
| a* | 3.87 | 4.10 | 3.48 | 3.41 | 0.340 | 0.685 | 0.106 | 0.322 |
| b* | 1.94 | 2.57 | 1.71 | 1.70 | 0.260 | 0.191 | 0.026* | 0.216 |
| C* | 4.52 | 4.85 | 4.03 | 3.89 | 0.367 | 0.629 | 0.043* | 0.190 |
| H* | 26.84 | 33.90 | 26.00 | 25.90 | 2.990 | 0.201 | 0.095 | 0.354 |

L= luminosidad; a= tonos verdes a rojos; b= tonos azules a amarillos; C= croma; H= hue. [1]EEM, error estándar medio. * Diferencias significativas $p<0.05$.

La coloración amarillenta de la grasa en conejos solo puede ser obtenida en individuos que contengan una mutación en el gen BCO2 el cual debes ser homocigoto recesivo para esa característica (Strychalsky *et al*., 2015). La mutación ocasiona cambios en el metabolismo de los carotenoides afectando su oxidación. (Strychalsky *et al.,* 2014). Los carotenoides no oxidados se acumulan en los tejidos y proporcionan a la grasa una coloración amarilla (Katoke-Nara y Nagao, 2011). Por tal motivo, se asume que los conejos utilizados para esta investigación eran heterocigotos u homocigotos dominantes debido a que no mostraron una coloración amarilla en la grasa y músculos. La sustancia más importante para el color de la carne es la mioglobina que está presente en el tejido muscular. Al realizar la matanza comienza un proceso de oxidación de la mioglobina y puede ser modificada a 4 estados: la deoximioglonia, la metamioglobina y oximioglobina, las dos últimas proporcionan el color rojo característico de la carne (Koziol *et al.,*

2015). La mioglobina puede ser protegida de la oxidación a través del uso de antioxidantes y proporcionar una coloración adecuada por mayor tiempo.

## CONCLUSIONES

La inclusión de ZM y FC en la alimentación para conejos en la etapa de crecimiento-finalización no afecto el comportamiento productivo, sin embargo los valores b* y C* en el color del musculo *bíceps femoris* disminuyeron en los conejos alimentados con FC.

## LITERATURA CITADA

Castañeda, M. P., E. M. Hirschler and A. R. Sams. 2005. Skin pigmentation evaluation in broilers fed natural and syntetic pigments. Poultry Science 84(1):143-147.

Dabbou, S., M. Renna, C. Lussiana, F. Gai, L. Rotolo, A. Kovitvadhi, A. Brugiapaglia, A. Noureddine, A. Schiavone, I. Zoccarato and L. Gasco. 2017. Bilberry pomace in growing rabbit diets: effects on quality traits of hind leg meat. Italian Journal of Animal Science 16(3): 371-379.

Dal Bosco, A., Z. Gerencsér, Z. Szendrő, C. Mugnai, M. Cullere, S. Ruggeri, S. Mattioli, C. M. Castellini and A. Dalle Zotte. 2014. Effect of dietary supplementation of Spirulina (Arthrospira platensis) and Thyme (Thymus vulgaris) on rabbit meat appearance, oxidative stability and fatty acid profile during retail display. Meat science 96(1): 114-119.

Dalle Zotte, A. and Z. Szendrő. 2011. The role of rabbit meat as functional food. Meat Science 88(3): 311-319.

Ferreira, W,M., S. G. Cavalcante, A. P. Naranjo and G. S. Santiago. 2002. Biodisponibilidade de diferentes fontes de zinco para coelhos. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterináira e Zootecnia 54(6): 618-622.

Green, A, S. and A. J. Fascetti. 2016. Meeting the vitamin A requirement: the efficacy and importance of β-carotene in animal species. The Scientific World Journal 16: 1-22.

Huang, L. 2014. Zinc and its transporters, pancreatic β-cells, and insulin metabolism. In Vitamins and Hormones 95: 365-390.

Jaramillo, V, J, L., L. S. Vargas y R. J. Guerrero. 2015. Preferencias de consumidores y disponibilidad a pagar por atributos de calidad en carne de conejo orgánico. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 6 (1): 221-232.

Kotake-Nara, E. and A. Nagao. 2011. Absorption and metabolism of xanthophylls. Marine drug 9 (6): 1024-1037.

Kozioł, K., D. Maj and J. Bieniek. 2015. Changes in the color and pH of rabbit meat in the aging process. Medycyna Weterynaryjna 71(2): 104-108.

Lebas, F. 2013. Feeding strategy for small and medium scale rabbit units. In The 3rd Conference of Asian Rabbit Production Association, Bali, Indonesia.

Martínez, P. M., C. A. Córtes and G. E. Ávila. 2004. Evaluación de 3 niveles de pigmento de flor de cempasúchil (*Tagetes erecta*) sobre la pigmentación de la piel en pollos de engorda. Técnica Pecuaria México 41(1): 105-111.

NOM-009-ZOO-1994. Norma oficial mexicana. 1994. Proceso sanitario de la carne. Secretaría de Agricultura, Ganadería. Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Diario Oficial de la Federación, 31(07).

NOM-033-SAG/ZOO-2014. Norma oficial mexicana. 2014. Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres.

National Research Council. 1977. Nutrient Requirements of Rabbits: National Academies Press.

Oh, Y. S., y C. B. Choi. 2004. Effects of zinc on lipogenesis of bovine intramuscular adipocytes. Asian Australasian Journal of Animal Science 17(10): 1378-1382.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación. 2018. FAOSTAT Data, Roma Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación.

Pérez-Vedrell, A. M., J. M. Hernandez, L. Llaurado, J. Schierle and J. Brufau. 2001. Influence of source and ratio of xanthopyll pigments on broiler chicken pigmentation and performance. Poultry Science 80(3): 320-326.

Rajput, N., M. Naeem, S. Ali, Y. Rui and W. Tian. 2012. Effect of dietary supplementation of Marigold pigment on immunity, skin and meat color, and growth performance of broiler chikens. Brazilian Journal of Poultry Science 14(4): 291-304.

Strychalski, J., P. Brym, U. Czarnik and A. Gugołek. 2015. A novel AAT-deletion mutation in the coding sequence of the BCO2 gene in yellow-fat rabbits. Journal of applied genetics 56(4): 535-537.

Strychalski, J., A. Gugołek, Z. Antoszkiewicz, D. Kowalska and M. Konstantynowicz. 2016. Biologically active compounds in selected tissues of white-fat and yellow-fat rabbits and their production performance parameters. Livestock Science 183: 92-97.

Suman, S. P. and P. Joseph. 2013. Myoglobin chemistry and meat color. Annual review of food science and technology 4: 79-99.

Yan, J, Y., G. W. Zhang, G, C. Zhang, L. Tang and S. Y. Kuang. 2017. Effect of dietary organic zinc sources on growth performance, incidence of diarrhea, serum and tissue zinc concentrations, and intestinal morphology in growing rabbits. World Rabbit Science 25(1): 43-49.

Zhang, H. B., M. S. Wang, Z. S. Wang, A. M. Zhou, X. Zhang, X. W. Dong and Q. H. Peng. 2014. Supplementation dietary zinc levels on growth performance, carcass traits, and intramuscular fat deposition in weaned piglets. Biological Trace Elements Research 161(1): 69-77.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# PERCEPCIÓN SOBRE EL CONSUMO DE LA CARNE DE CONEJO EN LOS ESTUDIANTES DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

# [PERCEPTION OF THE CONSUMPTION OF RABBIT MEAT IN STUDENTS OF VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS]

**Gudiño-Lozano C. J.[§], J. G. Gómez-Soto, C. I. Narváez-Briones, E. R. Ramos-Olvera, M. Rocha-Solache, J. Gallardo-Tinoco, M. Baños-Figueroa, D. P. Martínez-Cruz**

Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia, Área Cunícola (ARCUN-UAQ), Laboratorio de Nutrición y Reproducción Animal, Facultad de Ciencias Naturales, Fondo para el Fortalecimiento a la Vinculación (FOVIN), Centro de Transferencia de Tecnología e Innovación Agropecuaria (CETTIA), Universidad Autónoma de Querétaro. [§]Autor para correspondencia: (cjgl498@gmail.mx).

## RESUMEN

La población mundial para el año 2050 será de poco más de 9 mil millones de personas, se deberán ir estableciendo metodologías para tener la capacidad de alimentarlas. La cunicultura es una opción que abona a la seguridad alimentaria de países en desarrollo y en el futuro cercano podrá proveer proteína de origen animal de excelente calidad. El Área Cunícola de la Universidad Autónoma de Querétaro (ARCUN-UAQ) organizó el Primer Encuentro Nacional Universitario de Cunicultura, los días 28 y 29 de septiembre del año 2018 con la intención de fomentar esta actividad pecuaria. Se levantaron 140 encuestas, obteniéndose los siguientes resultados sobre el consumo de la carne de conejo y su percepción general: 25.71% no había consumido carne de conejo, 32.14% la consumió guisada, 27.85% asada, 13.57% en embutidos y el 0.71% la consumió en otras presentaciones. Se preguntó su opinión sobre los productos de la carne de conejo a lo que el 58.57% indicó que no saben de lugares donde puedan comprar/consumir la carne de conejo, el 13.57% que es muy cara, el 7.85% que no les llama la atención su consumo, el 6.42% que es una gran opción nutricional, el 1.42% que es una carne muy sabrosa y el 2.14% no le gusta la carne de conejo. El principal factor que influye en la compra de la carne consumida por los encuestados es el sabor-textura (52.85%), seguido por el precio (31.42%), acontecido por la oferta (14.28%) y sólo el 1.42% se preocupa por la accesibilidad de la carne. En la actualidad la cunicultura está siendo considerada como una alternativa en la producción pecuaria con la que en un futuro se podría aumentar la seguridad alimentaria, por lo tanto, es necesario brindar más información sobre esta actividad a los estudiantes involucrados en la producción de alimentos para consumo humano.

**Palabras clave:** Carne, consumo, cunicultura, población.

## ABSTRACT

The world's population by 2050 will be just over 9 billion people, methodologies should be established to have the capacity to feed them. Cuniculture is an option that pays for food security in developing countries and in the near future will be able to provide protein of excellent quality animal origin. The Cunícola Area of the Autonomous University of Querétaro (ARCUN-UAQ)

organized the First National University Meeting of Cuniculture, on September 28 and 29, 2018 with the intention of promoting this livestock activity. 140 surveys were lifted, with the following results being obtained on the consumption of rabbit meat and its general perception: 25.71% had not consumed rabbit meat, 32.14% consumed it stewed, 27.85% roasted, 13.57% in sausages and 0.71% consumed it in other presentations. He wondered his opinion on the products of rabbit meat to which 58.57% indicated that they do not know of places where they could buy/consume rabbit meat, the 13.57% which is very expensive, the 7.85% who do not know their consumption, the 6.42% which is a great nutritional option, the 1.42% which is a very tasty meat and the 2.14% do not like rabbit meat. The main factor influencing the purchase of the meat consumed by respondents is the taste-texture (52.85%), followed by the price (31.42%), which was offered (14.28%) and only 1.42% care about the accessibility of meat. Currently, cuniculture is being seen as an alternative in livestock production with which food security could be increased in the future, therefore, it is necessary to provide more information about this activity to students involved in the production of food for human consumption.

**Index words:** Cuniculture, consumption, meat, population.

## INTRODUCCIÓN

Según FAO (2009) se prevé que la población mundial aumente en más de 2 300 millones de personas, entre 2009 y 2050. Esta tasa de crecimiento es muy inferior a la que se registró en las cuatro últimas décadas, durante las cuales se incrementó en 3 300 millones de personas. Se prevé que casi todo este crecimiento tendrá lugar en los países en desarrollo. Se pronostica que la urbanización seguirá aumentando a un ritmo acelerado, que las áreas urbanas pasarán a representar el 70 % de la población mundial en 2050 (frente al 49 % en la actualidad) y que la población rural, tras alcanzar un nivel máximo a lo largo del próximo decenio, disminuirá. Las proyecciones muestran que para alimentar una población mundial de 9 100 millones de personas en 2050 sería necesario aumentar la producción de alimentos en un 70 % entre 2005/07 y 2050. La producción en los países en desarrollo casi tendría que duplicarse. Ello implica un aumento importante en la producción de varios productos básicos fundamentales.

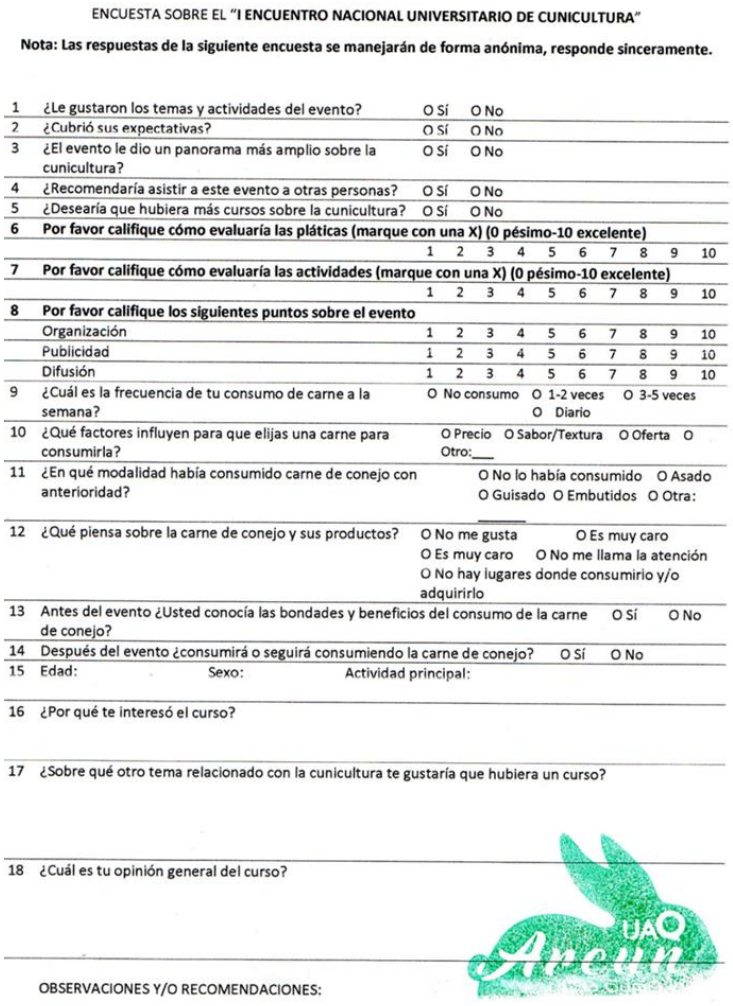
Martínez (2004) menciona que es imprescindible la búsqueda de opciones que permitan la reproducción de las especies animales en un espacio mínimo, en el menor tiempo posible, al más bajo costo, y obtener un óptimo rendimiento de todos los productos y subproductos que se generen. Por lo que, en este aspecto, el conejo es una alternativa, pues su carne constituye una fuente de proteínas de excelente calidad; además, su piel y, sobre todo, su pelo representa subproductos altamente apreciados por las industrias peletera y textil. En comparación con otras especies domésticas, el conejo aporta una buena cantidad de kilogramos de carne en proporción a su peso corporal y en función del tiempo de producción. En un año, la coneja vientre, que en el caso de las razas medianas tiene un peso corporal promedio de 4.5 kg, puede producir para el mercado, sin mucha exigencia, de 40 a 45 gazapos, y si estos son sacrificados a los 2 kg de peso, entonces se puede concluir que una coneja aporta de 80 a 90 kg de conejo en pie año$^{-1}$.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las encuestas fueron realizadas en el Primer Encuentro Nacional Universitario de Cunicultura, los días 28 y 29 de septiembre del año 2018. Asistieron 286 personas en su mayoría estudiantes, provenientes de 9 Universidades Públicas de Medicina Veterinaria y Zootecnia del país, además de Universidades privadas. Se realizaron 140 encuestas para conocer la percepción de los estudiantes de Medicina Veterinaria y Zootecnia en cuanto al consumo de la carne de conejo.

Dentro de las preguntas que conllevaban las encuestas se emplearon tres preguntas base para poder determinar la percepción de los estudiantes, estas preguntas se basaron en el consumo de la carne de conejo (modalidad y/o presentación del consumo de la carne de conejo), conocimiento sobre la carne de conejo y en los factores que influyen al momento de adquirir la carne que consume el encuestado (Figura 1 y 2). Las encuestas fueron contestadas por los estudiantes de manera anónima por lo que se evitó que los datos obtenidos se vieran influenciados de alguna manera.



ENCUESTA SOBRE EL "**I ENCUENTRO NACIONAL UNIVERSITARIO DE CUNICULTURA**"

**Nota: Las respuestas de la siguiente encuesta se manejarán de forma anónima, responde sinceramente.**

| | | |
|---|---|---|
| 1 | ¿Le gustaron los temas y actividades del evento? | O Sí O No |
| 2 | ¿Cubrió sus expectativas? | O Sí O No |
| 3 | ¿El evento le dio un panorama más amplio sobre la cunicultura? | O Sí O No |
| 4 | ¿Recomendaría asistir a este evento a otras personas? | O Sí O No |
| 5 | ¿Desearía que hubiera más cursos sobre la cunicultura? | O Sí O No |
| **6** | **Por favor califique cómo evaluaría las pláticas (marque con una X) (0 pésimo-10 excelente)** | |
| | | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 |
| **7** | **Por favor califique cómo evaluaría las actividades (marque con una X) (0 pésimo-10 excelente)** | |
| | | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 |
| **8** | **Por favor califique los siguientes puntos sobre el evento** | |
| | Organización | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 |
| | Publicidad | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 |
| | Difusión | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 |
| 9 | ¿Cuál es la frecuencia de tu consumo de carne a la semana? | O No consumo O 1-2 veces O 3-5 veces O Diario |
| 10 | ¿Qué factores influyen para que elijas una carne para consumirla? | O Precio O Sabor/Textura O Oferta O Otro:___ |
| 11 | ¿En qué modalidad había consumido carne de conejo con anterioridad? | O No lo había consumido O Asado O Guisado O Embutidos O Otra: ___ |
| 12 | ¿Qué piensa sobre la carne de conejo y sus productos? | O No me gusta O Es muy caro O Es muy caro O No me llama la atención O No hay lugares donde consumirio y/o adquirirlo |
| 13 | Antes del evento ¿Usted conocía las bondades y beneficios del consumo de la carne de conejo? | O Sí O No |
| 14 | Después del evento ¿consumirá o seguirá consumiendo la carne de conejo? | O Sí O No |
| 15 | Edad: Sexo: Actividad principal: | |
| 16 | ¿Por qué te interesó el curso? | |
| 17 | ¿Sobre qué otro tema relacionado con la cunicultura te gustaría que hubiera un curso? | |
| 18 | ¿Cuál es tu opinión general del curso? | |

OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES:



**Figura 1.** Formato de la encuesta aplicada.

| | | |
|---|---|---|
| 10 | ¿Qué factores influyen para que elijas una carne para consumirla? | O Precio O Sabor/Textura O Oferta O Otro:___ |
| 11 | ¿En qué modalidad había consumido carne de conejo con anterioridad? | O No lo había consumido O Asado O Guisado O Embutidos O Otra: |
| 12 | ¿Qué piensa sobre la carne de conejo y sus productos? | O No me gusta O Es muy caro O Es muy caro O No me llama la atención O No hay lugares donde consumirlo y/o adquirirlo |

**Figura 2.** Ampliación a las preguntas de interés en la encuesta aplicada.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de las tres preguntas de interés mostraron lo siguiente: Para la primera pregunta de interés fue "¿En qué modalidad había consumido carne de conejo con anterioridad?" a lo que el 25.71% respondió que no había consumido carne de conejo, el 32.14% la consumió guisada, el 27.85% asada, el 13.57% en embutidos y solamente el 0.71% la ha consumido en otras presentaciones (Figura 3). El dato a destacar es el 25.71% de los estudiantes que no han consumido la carne de conejo, ya que, es menor de lo que menciona Amaro *et al*. (2018), señala que el 41% de los estudiantes de la UNAM nunca han consumido la carne de conejo.

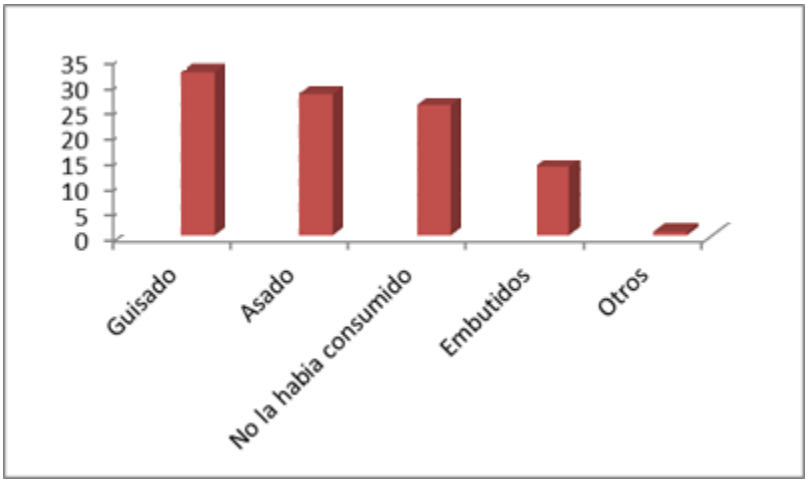



**Figura 3.** Representación de los resultados obtenidos para la primera pregunta de interés.

La segunda pregunta de interés fue "¿Qué piensa sobre la carne de conejo y sus productos?" de lo que los datos obtenidos fueron los siguientes: El 58.57% de las personas indicó que no saben de lugares donde puedan comprar/consumir la carne de conejo, el 13.57% que es muy cara, el 7.85% que no les llama la atención su consumo, el 6.42% que es una gran opción nutricional, el 1.42% que es una carne muy sabrosa y el 2.14% no le gusta la carne de conejo (Figura 4). Cruz (2018) menciona que la falta de accesibilidad a la carne de conejo es lo que ocasiona que las personas que no consuman la carne y productos de conejo. Esto explica el porqué del desconocimiento de los lugares de consumo y/o adquisición de la carne de conejo.

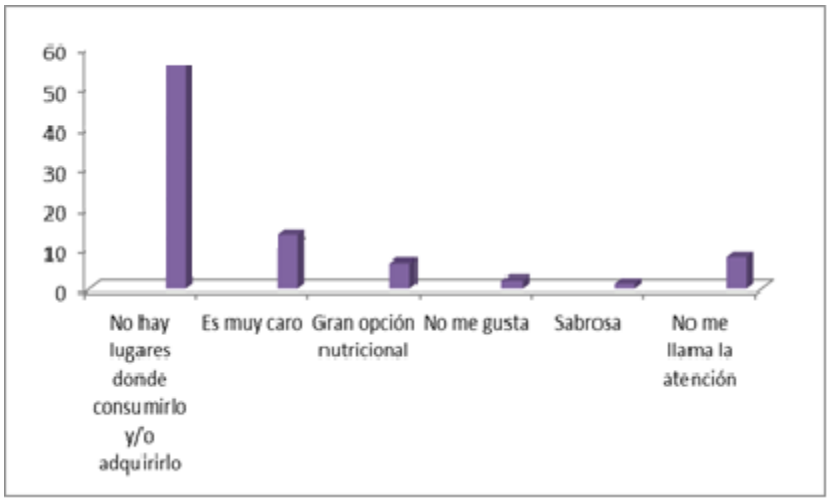



**Figura 4**. Representación de los resultados obtenidos de la segunda pregunta de interés.

La tercer y última pregunta de interés fue "¿Qué factores influyen para que elijas una carne para consumirla?" por lo que los resultados fueron los siguientes: El principal factor que influye en la compra de la carne consumida por los encuestados es el sabor-textura (52.85%), seguido por el precio (31.42%), acontecido por la oferta (14.28%) y sólo el 1.42% se preocupa por la accesibilidad de la carne (Figura 5). Los resultados obtenidos muestran similitud con lo que menciona Martínez *et al*. (2018), ya que, señala que el principal factor que influye para el consumo de carne es el sabor/textura (61%), precio (20%), oferta (14%) y otros (5%).

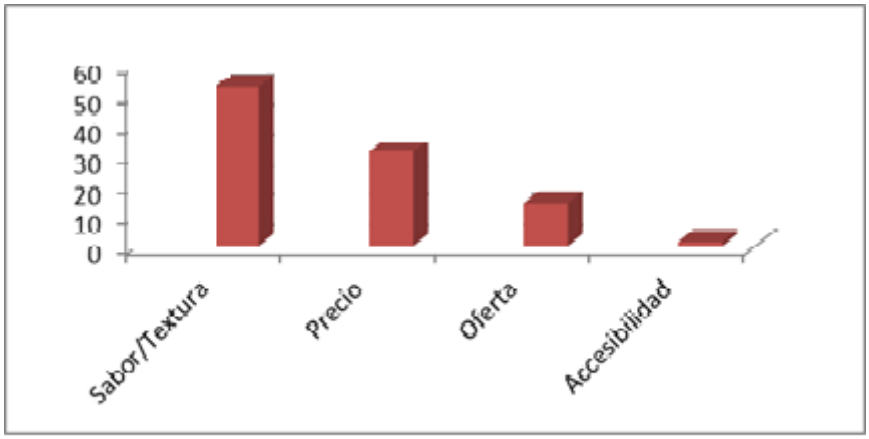



**Figura 5.** Representación de los resultados obtenidos de la tercera pregunta de interés.

## CONCLUSIONES

En la actualidad la cunicultura está siendo considerada como una alternativa en la producción pecuaria con la que en un futuro se podría aumentar la seguridad alimentaria; cabe mencionar que ésta actividad es una opción laboral que aún no ha sido explotada, por lo que los países

subdesarrollados se verían beneficiados al aumentar los ingresos per cápita, ya que, ofrece un amplio campo laboral en los productos y subproductos del conejo. Por lo tanto, es necesario brindar más información sobre esta actividad, tanto en las aulas de estudio de las Universidades que imparten la licenciatura de Medicina Veterinaria y Zootecnia, así como la impartición de los congresos, cursos y talleres que se lleven a cabo de cunicultura; además de informar a los estudiantes y profesionistas que estén involucrados en la producción de alimentos para consumo humano.

## LITERATURA CITADA

Amaro, M. A. C., S. M. Zaide, N. L. A. Mendoza, D. S. Horta, O. I. D. Vazquez, V. A. Zavala y C. L. V. Jimenez. 2018. Consumo de carne de conejo en la comunidad de C.U. UNAM. Memorias XV Encuentro Nacional de Cunicultura. 18-20 de abril de 2018. Texcoco, Estado de México. pp 24.

Cruz, H. S., R. J. Mendoza, Z. L. M. Mendoza y C. L. V. Jiménez. 2018. La Cunicultura En México: Contribuyendo En La Seguridad Alimentaria. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Universidad Autónoma de Querétaro. México.

FAO. 2009. Cómo Alimentar Al Mundo En 2050. Roma, Italia 2009.

Martínez, C. D. P., S. J. G. Gómez, R. M. A. Lugo y S. J. Vargas. 2018. Resultados de encuestas sobre hábitos, frecuencia, opinión y conocimiento de bondades de la carne de conejo. Memorias XV Encuentro Nacional de Cunicultura. 18-20 de abril de 2018. Texcoco, Estado de México. pp 19.

Martínez, C. M. A. 2004. Cunicultura. Segunda Edición. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. México.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# MORFOLOGÍA INTESTINAL EN CONEJOS EN ENGORDA ALIMENTADOS CON FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE CEBADA O ACELGA EN DIFERENTES PROPORCIONES

# [INTESTINAL MORPHOLOGY IN FATTENING RABBITS FED DIFFERENT PROPORTIONS GREEN HYDROPONIC BARLEY OR CHARD AS FORAGES]

**José Guadalupe Gómez-Soto[1§], Malinalli Baños-Figueroa[1], Emilio Andrés Delis-Hechavarría[2], Irineo Torres-Pacheco[2], Leticia Castillo-Heredia[1], Tércia Cesárea Reis-de Souza[1], Paola Jazmín Aranda-Vargas[1], Laura Eugenia Escobar-Salazar[3]**

[1]Área Cunícola (ARCUN-UAQ), Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. [2]Doctorado en Ingeniería en Biosistemas, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro. [3]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. [§]Autor para correspondencia: (jose.gomez@uaq.mx).

## RESUMEN

El objetivo fue evaluar el efecto de la sustitución de alimento comercial (AC) por forraje verde hidropónico de cebada (FVHC) o por acelga en conejos en engorda sobre la morfometría intestinal. Se emplearon 28 conejos raza nueva Zelanda recién destetados y asignados aleatoriamente a 7 tratamientos experimentales (Tx): 100% AC, 30% AC y acelga, 30% AC y FVHC, 50% AC y acelga, 50% AC y FVHC, 100% de acelga y 100% de FVHC. El período de alimentación fue de 42 d. A la matanza se colectaron muestras de duodeno, yeyuno y ciego. Se hicieron cortes histológicos, teñidos con hematoxilina-eosina y se midieron con un microscopio óptico tanto la altura y ancho de vellosidades de duodeno (ALVD y AnVD, respectivamente) y yeyuno (ALVY y AnVY, respectivamente), así como la profundidad de criptas de estos dos órganos (PCD y PCY, respectivamente) y de ciego (PCCi). Los resultados se analizaron mediante un diseño completamente aleatorizado con el paquete estadístico SAS. Sustituir el 50% del AC por acelga y FVHC, así como el 30% del AC por FVHC no afectó la ALVD y ALVY. Alimentar a los conejos con acelga y FVHC al 100%, disminuyó la ALVD y ALVY. El AnVD no se afectó por el nivel de sustitución del AC. Sustituir el AC en 50% ó 30% de acelga o FVHC, así como 100% de acelga no afecta el AnVY. En criptas, sustituir el 50% del AC por FVHC ó 30% de AC por FVHC o acelga y 100% por FVHC no afectó la PCD. Sustituir el AC en 50% por FVHC o acelga y 30% por FVHC incrementó la PCY. En ciego, sustituir el AC por 50%, 30% o 100% por FVHC o acelga, no afectó la PCCi. Se puede sustituir en diferente proporción el AC sin llegar a afectar algunas de las variables evaluadas sin embargo se debe considerar el comportamiento productivo.

**Palabras clave:** Alimentación, cunicultura, histología.

## ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of substitution of commercial feed (AC) for barley hydroponic green forage (FVHC) or for chard in fattening rabbits on intestinal morphometry. 28

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

New Zealand weanling rabbits were used and randomly assigned to 7 experimental treatments (Tx): 100% AC, 30% AC and chard, 30% AC and FVHC, 50% AC and chard, 50% AC and FVHC, 100% Chard and 100% FVHC. 42 d were consuming the Tx and were killed to collect samples of the duodenum, jejunum and caecum. Histological sections were made, stained with hematoxylin-eosin and both the height and width of duodenum villi (ALVD and AnVD, respectively) and jejunum (ALVY and AnVY, respectively), as well as the depth of crypts were measured with an optical microscope of these two organs (PCD and PCY, respectively) and blind (PCCi). The results were analyzed using a completely randomized design with the SAS statistical package. Substituting 50% of the AC for chard and FVHC, as well as 30% of the AC for FVHC did not affect the ALVD and ALVY. Feeding the rabbits with chard and FVHC at 100%, decreased the ALVD and ALVY. The AnVD was not affected by the substitution level of the AC. Substituting the AC in 50% or 30% chard or FVHC, as well as 100% chard does not affect the AnVY. Substituting 50% of the AC for FVHC or 30% of AC for FVHC or chard and 100% for FVHC did not affect the PCD. Substituting the AC in 50% for FVHC or chard and 30% for FVHC increased the PCY. In blind, replacing the AC by 50%, 30% or 100% with FVHC or chard did not affect the PCCi. The AC can be substituted in different proportions without affecting some of the evaluated variables, however, the productive behavior must be considered.

**Indexwords:** Feeding, cuniculture, histology.

## INTRODUCCIÓN

Los conejos pueden transformar en carne el 20% de las proteínas que consumen, y presentan interés zootécnico ya que tienen numerosas crías en sus partos y presentan períodos de gestación de entre 28-30 d y lactancia a nivel comercial de 4 semanas (Lleonart *et al*., 1980), por lo que es una especie pecuaria que puede abonar a la seguridad alimentaria de nuestro país, pero se debe considerar que el costo de la alimentación en conejos corresponde de un 65% (Méndez, 2006) a un 70-80% (Mateos *et al.*, 1993 a, b) de los costos totales de producción, por lo que es necesario diseñar estrategias que permitan reducir estos costos sin afectar las características morfológicas y productivas. Las prácticas de alimentación en cunicultura en México son muy variadas, y frecuentemente empíricas, sobre todo a nivel de producción familiar o de traspatio. El conejo debe consumir elevadas cantidades de fibra presente en los vegetales y/o forrajes, siendo esta otra característica que para productores de recursos limitados es atractiva, ya que se puede hacer uso de ingredientes alternativos (forrajes cultivados y silvestres, esquilmos agrícolas, subproductos industriales, etc.) (SAGARPA, 2015). En su estudio Dihigo *et al*. (2001) mencionan que el sistema de alimentación y la materia prima con que se elaboran las dietas (en especial el contenido de fibra, celulosa, pectina y lignina) pueden afectar la morfología y fisiología del tracto gastrointestinal (TGI).

La altura de las vellosidades y la profundidad de las criptas intestinales son representaciones directas del entorno intestinal y pueden utilizarse como indicadores de la salud intestinal. En mamíferos, una disminución de éstas puede asociarse a una reducción en la absorción de nutrientes, predisponiendo el intestino a trastornos funcionales que pueden afectar los parámetros productivos

(Buddle y Bolton, 1992; Jia *et al.*, 2010). En México, el 80% de las unidades de producción cunícolas son de traspatio (SPC, 2012), por lo que es necesario evaluar qué sucede a nivel de la morfología intestinal cuando se hacen sustituciones de alimento comercial por forrajes que pueden ser producidos por los productores, como lo es la acelga y el forraje verde hidropónico de cebada (FVH), ya que es una práctica común en nuestro país el alimentar conejos con alimento comercial (AC) y otros vegetales al mismo tiempo. El objetivo de este trabajo fue evaluar la morfología intestinal al finalizar la etapa de engorda en conejos alimentados con AC y la sustitución de éste por acelga y FVH en diferentes porcentajes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en la granja IDGREEN localizada en el municipio de Corregidora, Querétaro. Se emplearon 28 conejos recién destetados (31 d de edad) de la raza Nueva Zelanda y se asignaron 4 de estos gazapos a cada uno de los tratamientos experimentales (Tx) durante la etapa de engorda (6 semanas) que consistieron en: alimentación basada exclusivamente en alimento comercial (TxAC) y sustitución del alimento comercial estimado (en base a parámetros de la unidad de producción) que consumirían semanalmente en un 30% por acelga (Tx30A) cortada a los 30 días de sembrada y por forraje verde hidropónico de cebada (FVH, Tx30F) cortado a los 11 días de cultivado, sustitución del alimento comercial en un 50% por acelga (Tx50A) y por FVH (Tx50F) y alimentación exclusiva con acelga (Tx100A) y exclusiva con FVH (Tx100F). Durante el período experimental los conejos tuvieron libre acceso al agua y a la acelga y FVH que sustituiría al alimento comercial.

Al día 42 de engorda, los conejos se transportaron en las condiciones indicadas en la NOM-062-ZOO-1999, Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio (DOF, 2001), teniendo un tiempo de recorrido de 50 minutos hasta el taller de matanza del Área Cunícola de la Universidad Autónoma de Querétaro (ARCUN-UAQ) que se encuentra en Amazcala, El Marqués. La insensibilización de los conejos se hizo mediante el método físico de dislocación cervical (NOM-062-ZOO-1999; DOF, 2001) y posteriormente se realizó el desangrado cortando las yugulares y carótidas como lo indica la NOM-033-SAG/ZOO-2014, Métodos para dar muerte de los animales domésticos y silvestres (DOF, 2015). Se cortaron porciones de 10 cm de largo de duodeno, yeyuno y ciego, las cuáles fueron incididas longitudinalmente sobre la unión mesentérica y fueron enjuagadas con solución salina para posteriormente conservarse en formol 10% neutralizado (Nabuurs et al., 1993). Pasadas 48 horas de a la colecta de las porciones intestinales, se hicieron cortes histológicos de 5 micrómetros de espesor y se realizó la inclusión en parafina. Los cortes histológicos se tiñeron con hematoxilina-eosina para ser observados en un microscopio óptico a 10X, realizando 10 mediciones por laminilla (Nabuurs *et al*., 1993) con el programa ISC Capture, determinando el promedio de altura y anchura de las vellosidades (del ápice hasta la base de las vellosidades) de duodeno (ALVD y AnVD, respectivamente) y yeyuno (ALVY y AnVY, respectivamente), y el promedio de la profundidad de criptas (de la base de la vellosidad hasta el fondo de la cripta) de duodeno (PCD), yeyuno (PCY) y ciego (PCCi) (Reis et al., 2005). Los datos obtenidos se analizaron según un modelo completamente aleatorizado con el software

estadístico SAS (2008), realizando la comparación de medias mediante la prueba de Tukey (Steel y Torrie, 1980) con un nivel de significancia ($p < 0.05$).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El AnVD y AnVY, así como la PCCi no se afectaron por el nivel de sustitución del AC por acelga y FVH en sus diferentes porcentajes. En los conejos la dieta consumida afectó la altura de vellosidades y la profundidad de criptas en duodeno y yeyuno. La ALVD de los conejos que consumieron las dietas sustituidas con acelga fue igual a los que consumieron el AC, mientras que los que consumieron las dietas sustituidas con FVH, sólo mostraron menor altura con el consumo de AC cuando la sustitución fue del 100% por FVH. La ALVY de los conejos alimentados con sustituciones de AC por FVH fue menor a los que consumieron el AC, mientras que sólo los que consumieron 30 y 100 % de acelga tuvieron menores ALVY. La PCD fue menor en los conejos alimentados con acelga respecto a los que consumieron el AC, mientras que los que consumieron FVH tuvieron una profundidad igual a los que consumieron el AC. Respecto a la PCY, el consumo de AC y el consumo del 100% de acelga o FVH tuvieron el mismo efecto, siendo menor que cuando se consumen el AC y 30 ó 50% de sustitución por acelga o FVH (Cuadro 1).

**Cuadro 1:** Morfología intestinal.

| | TxAC | Tx30A | Tx30F | Tx50A | Tx50F | Tx100A | Tx100F | *P* | EEM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Altura de vellosidades (□m) | | | | | | | | | |
| ALVD | 838$^{a}$ | 748$^{ab}$ | 843$^{a}$ | 832$^{a}$ | 821$^{a}$ | 726$^{ab}$ | 523$^{b}$ | 0.1289 | 21.7 |
| ALVY | 929$^{a}$ | 709$^{bc}$ | 739$^{bc}$ | 798$^{ab}$ | 720$^{bc}$ | 619$^{c}$ | 691$^{bc}$ | 0.0106 | 16.1 |
| Ancho de vellosidades (□m) | | | | | | | | | |
| AnVD | 145 | 128 | 122 | 162 | 139 | 145 | 144 | 0.1023 | 3.3 |
| AnVY | 161 | 157 | 150 | 166 | 148 | 149 | 141 | 0.0813 | 1.9 |
| Profundidad de criptas (□m) | | | | | | | | | |
| PCD | 131$^{a}$ | 104$^{bc}$ | 116$^{ab}$ | 107$^{bc}$ | 124$^{a}$ | 98$^{c}$ | 115$^{abc}$ | 0.0154 | 2.1 |
| PCY | 93$^{b}$ | 124$^{a}$ | 127 $^{a}$ | 133$^{a}$ | 127$^{a}$ | 90$^{b}$ | 92$^{b}$ | 0.0067 | 3.4 |
| PCCi | 171 | 169 | 176 | 168 | 170 | 172 | 183 | 0.9950 | 5.4 |

ALVD: Altura de vellosidades de duodeno. ALVY: Altura de vellosidades de yeyuno. AnVD: Ancho de vellosidades de duodeno. AnVY: Ancho de vellosidades de yeyuno. PCD: Profundidad de criptas de duodeno. PCY: Profundidad de criptas de yeyuno. PCCi: Profundidad de criptas de ciego.

Al comparar los valores de ALVD y ALVY con Yan et al. (2017), nuestros resultados son mayores, ya que ellos reportan alturas de 681±24 µm y 536±2 µm para duodeno y yeyuno, respectivamente, mientras que Yu y Chiou (1996) publicaron ALVD de 600±71 µm y ALVY de 630±100 µm. Respecto a la PCD y PCY, Yan et al. (2017) reportaron profundidades de 141±8 µm y 113±13 µm, respectivamente, y Yu y Chiou (1996) reportaron PCD de 221±59 µm y PCY de 147±38 µm, por lo que el consumo de diferentes dietas afecta la morfología intestinal. Cambios morfológicos en el intestino delgado, como vellosidades más cortas y criptas más profundas, han sido relacionados con la presencia de toxinas generadas por patógenos, que están primariamente relacionadas a la reducción de ingesta de alimento (Pluske *et al.*, 1997). Según Yu y Chiou (1997) las criptas más profundas se asocian con un incremento en la proliferación y grado de migración

ascendente de las células epiteliales. Por su parte, Yu y Chiou (1996) mencionaron que vellosidades angostas y largas indican una rápida multiplicación de la base de la cripta que migró más rápidamente a la punta de las vellosidades y el recambio de las células epiteliales sería, por lo tanto, más corto. Este rápido recambio provoca una síntesis incompleta de ADN en las células, que en consecuencia muestra formas irregulares y células epiteliales inmaduras.

Las vellosidades más anchas, por otro lado, proporcionan una mayor área de superficie y, por lo tanto, más borde de cepillo que permitirían mayor absorción de nutrientes. Estos autores describieron que la estructura de la mucosa y la morfología en el intestino delgado están significativamente influenciadas por el sistema de alimentación, por los ingredientes y particularmente por la fibra dietética, es decir, celulosa, pectina y lignina. La fibra del alimento, además de ser el principal sustrato energético para la microbiota, tiene una función esencial en la regulación de la velocidad de tránsito del alimento en el aparato digestivo y en la integridad de la mucosa intestinal de los conejos (De Blas *et al*., 1999; De Blas *et al.*, 2002; Fortun-Lamothe y Boullier, 2007; Pinheiro *et al*., 2009). En cada tratamiento del presente experimento, el nivel de fibra varió porque el porcentaje de inclusión de acelga y FVH se iba incrementando a medida que se les proporcionaba menor cantidad de alimento concentrado. Yu y Chiou (1996) también describieron vellosidades dañadas en conejos alimentados con niveles de fibra dietaría elevada. En animales monogástrico los niveles y fuentes de fibra dietarios afectan la morfología de la mucosa intestinal, por ejemplo, altura vellosidad, profundidad de cripta, y número de células caliciformes. Se debe realizar un análisis químico de la acelga y el FVH para discernir de mejor manera cómo esta composición química afecta las variables evaluadas en el presente experimento.

## CONCLUSIONES

Alimentar a los conejos con AC o sustituyendo éste con diferentes niveles por acelga o FVH ocasiona un cambio en la morfología de las alturas de las vellosidades y profundidad de criptas en duodeno y yeyuno de conejos al finalizar la engorda. Lo anterior no afectó el ancho de las vellosidades de duodeno y yeyuno, así como tampoco la PCCi. Se deben realizar más experimentos, analizando químicamente la acelga y el FVH, previamente. Es importante relacionar los resultados obtenidos en el presente experimento con una prueba de comportamiento productivo y calidad de carne, y poder difundir a los productores hasta qué punto pueden sustituir el AC por vegetales como acelga y FVH, disminuyendo de esta manera sus costos de producción y manteniendo la calidad de la carne producida.

## LITERATURA CITADA

Almeida, N., A. M. Lucca, M. S. Franzói, P. Chimin, A. K. Natali, M. Peralta and N. Mar. 2013. Obese adult phenotype: Adaptations of small intestine to cafeteria diet and aerobic physical training after weaning. Science and Sports 29: 20-26.

Buddle, J. R. and J. R. Bolton. 1992. The pathophysiology of diarrhoea in pigs. Pig News Inform 13: 41-45.

De Blas, C., J. García and R. Carabaño. 1999. Role of fibre in rabbit diets: a review. Ann Zootech. 48: 3-13.

De Blas, C., J. García, C. Gómez-Conde y R. Carabaño. 2002. Restricciones a la formulación de piensos para minimizar la patología digestiva en conejos. XVIII Curso de especialización FEDNA. Barcelona, España.

Dihigo, L. E., L. Savón y F. Sierra. 2001. Estudios morfométricos del tracto gastrointestinal y órganos internos de conejos alimentados con piensos que contienen harina de caña de azúcar. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 35(4): 361-365.

(DOF) Diario Oficial de la Federación. 2001. Norma Oficial Mexicana, NOM-062-ZOO-1999. Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio.

(DOF) Diario Oficial de la Federación. 2015. Norma Oficial Mexicana, NOM-033-SAG/ZOO-2014. Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres.

Fortun-Lamothe, L. and S. Boullier. 2007. A review on the interactions between gut microflora and digestive mucosal immunity. Possible ways to improve the health of rabbits. Livest Prod Sci. 107: 1-18.

Jia, G., J. Y. Yan, J. Y. Cai and K. N. Wang. 2010. Effects of encapsulated and non-encapsulated compound acidifiers on gastrointestinal pH and intestinal morphology and function in weaning piglets. J Anim Feed Sci. 19: 81-92.

Lleonart, F., R. Valls, J. M. Campo, M. Pontes, J. A. Castelló, J. Camps, T. Roca y P. Costa.1980. Tratado de cunicultura 1: principios básicos, mejora, selección y alimentación. En: Real Escuela Oficial y Superior de Avicultura. 1 ed. Barcelona, España.

Mateos, G. G., S. Grobas, E. Tabeada y J. B. Mendez. 1993. Valoración de la calidad del pienso en cunicultura. Boletín de Cunicultura. No. 68. Jul-Ago.

Mateos, G. G., y S. A. Grobas. 1993. El proceso de granulación: bases científicas y efectos nutricionales. IX Curso de Especialización FEDNA. Noviembre. Barcelona, España.

Méndez, E. S. A. 2006. Conversión y eficiencia en la ganancia de peso con el uso de seis fuentes diferentes de ácido graso en conejos Nueva Zelanda. Trabajo de grado. Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de la Salle. Bogotá.

Nabuurs, M. J. A., A. Hoogendoorn, E. J. Van-Der-Molen and L. M. Van-Osta. 1993. Villus height and crypt depth in weaned and unweaned pigs, reared under various circumstances in the Netherlands. Res Vet Sci. 55: 78-84.

Pinheiro, V., C. M. Guedes and D. Outor-Monteiro. 2009. Effects of fibre level and dietary mannanoligosaccharides on digestibility, caecal volatile fatty acids and performances of growing rabbits. Anim Feed Sci and Tech. 148: 288-300.

Pluske, J. R., D. J. Hampson and I. H. Williams. 1997. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. Livest Prod Sci. 51: 215-236.

Ramos, T. M. A. 1995. Aplicación de técnicas enzimáticas de digestión in vitro a la valoración nutritiva de piensos en conejos. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.

Reis, S. T. C., L. G. Mariscal y B. A. Aguilera. 2005. Efecto de diferentes cereales en dietas de iniciación para lechones sobre la digestibilidad de los nutrimentos y la preferencia alimentaria. Vet Méx. 36: 11-24.

(SAGARPA). 2015. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Manual de buenas prácticas de producción de carne de conejo. 1 ed.

(SAS). 2008. SAS Institute Inc. SAS/STAT®n9.2 User´s Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc. SAS.

(SPC) Sistema Producto Cunícola. Comité Sistema Producto Cunícola del Distrito Federal, Plan rector Sistema Producto Cunícola del Distrito Federal actualizado. Es un eslabón de los comités estatales pertenecientes al Comité Nacional Sistema Producto Cunícola. 2012. Disponible en: http://sistemaproductocunicola.org.mx/cunicola.html.

Yan, J. Y., G. W. Zhang, C. Zhang, L. Tang and S. Y. Kuangs. 2017. Effect of dietary organic zinc sources on growth performance, incidence of diarrhoea, serum and tissue zinc concentrations, and intestinal morphology in growing rabbits. World Rabbit Sci. 25: 43-49

Yu, B. and W. S. Chiou. 1996. Effects of crude fibre level in the diet on the intestinal morphology of growing rabbits. Lab Anim.30: 143-148.

Yu, B. and W. S. Chiou. 1997. The morphological changes of intestinal mucosa in growing rabbits. Lab Anim. 31(3): 254-263.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# RESPUESTA PRODUCTIVA DE CONEJOS EN ENGORDA ALIMENTADOS CON MAÍZ O SORGO Y NIVELES VARIADOS DE FIBRA DETERGENTE NEUTRO

# [RESPONSE OF FATTENING RABBITS FED MAIZE OR SORGHUM WITH VARYING LEVELS OF NEUTRAL DETERGENT FIBER]

**M. Rocha-Solache[§], José Gómez-Soto, Erick Rolando Ramos-Olvera, Christian Israel Narváez-Briones, Carlos Javier Gudiño-Lozano, Miguel Ángel Flores-Gómez, Aurora Jáuregui-Mejía, Ma. Del Carmen Mejía-Vázquez**

Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia, Área Cunícola (ARCUN-UAQ), Laboratorio de Nutrición Animal, Facultad de Ciencias Naturales, Centro de Transferencia de Tecnología e Innovación Agropecuaria (CETTIA), Universidad Autónoma de Querétaro. [§]Autor para correspondencia: (mrocha02@alumnos.uaq.mx).

## RESUMEN

Al elaborar una dieta para conejos debe considerarse el cereal que será empleado, así como su composición química. El objetivo fue evaluar la ganancia diaria de peso (GDP) y el peso vivo en conejos alimentados con dietas a base de grano de maíz o grano de sorgo con diferentes niveles de fibra detergente neutro (FDN) . Se emplearon 30 conejos raza Nueva Zelanda, recién destetados con un peso vivo de 647±110 g, asignados aleatoriamente a 4 dietas experimentales: dieta a base de maíz con 33% de FDN (Tx1) y 3 dietas a base de sorgo con 28% (Tx2), 33% (Tx3) y 38% (Tx4) de FDN. El periodo duró seis semanas y el registro de los pesos se hizo cada semana. El peso semanal fue incrementando conforme los animales crecían, pero la GDP fue mayor en la semana 1 y posteriormente disminuyó. En la semana 1, los conejos que consumieron Tx1, tuvieron la mayor GDP. En general, los conejos que consumieron el Tx4 presentaron la menor respuesta productiva GDP, por lo que el nivel de FDN tiene efecto sobre los parámetros evaluados. Para la semana 2, 4 y 5, no hubo un efecto sobre la GDP dependiente de la dieta consumida. El sorgo puede reemplazar al maíz en dietas para conejos. El nivel de FDN puede afectar la GDP y el peso final.

**Palabras clave:** Cereales, cecotrofos, fibra, grano, Nueva Zelanda, peso vivo.

## ABSTRACT

When preparing a diet for rabbits, the cereal that will be used should be considered, as well as its chemical composition. The objective was to evaluate the daily weight gain (GDP) and live weight in rabbits fed diets based on corn grain or sorghum grain with different levels of neutral detergent fiber (NDF). Thirty New Zealand rabbits, recently weaned with a live weight of 647 ± 110 g, were randomly assigned to 4 experimental diets: maize-based diet with 33% NDF (Tx1) and 3 sorghum-based diets with 28% (Tx2), 33% (Tx3) and 38% (Tx4) of FDN. The period lasted six weeks and the registration of the weights was made every week. The weekly weight was increasing as the animals grew, but the GDP was higher in week 1 and subsequently decreased. In week 1, the rabbits that consumed Tx1 had the highest GDP. In general, rabbits that consumed Tx4 had the lowest productive response GDP. Therefore, the level of FDN has an effect on the parameters evaluated.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

For week 2, 4 and 5, there was no effect on GDP dependent on the diet consumed. Sorghum can replace maize in rabbit diets. The level of NDF may affect GDP and final weight.

**Index words:** Cereals, cecotrophs, fiber, grain, New Zealand, live weight.

## INTRODUCCIÓN

Debido a la creciente crisis alimentaria en el mundo, es necesario buscar alternativas a los sistemas actuales de producción de alimentos de origen animal, principal fuente de proteína (Casanueva *et al*., 2013). Ante esta problemática, el conejo se vuelve relevante por su eficiencia en la producción de carne, así como por sus características nutrimentales (Shimada, 2012). Sin embargo, del 65 hasta el 70% del costo total en la producción cunícola está dado por la alimentación (Méndez, 2016; Nicodemus, 2005). Lo anterior, sumado al hecho de que en el mercado nacional mayoritariamente se oferta un solo tipo de alimento para todas las fases de producción del conejo (Casanueva *et al*., 2013), hace necesaria la investigación en nuevas y mejores fuentes de alimentación, tomando en consideración el cereal empleado para su elaboración, así como la composición química del alimento, buscando garantizar el máximo aprovechamiento de sus nutrientes. Debido a que el sorgo es uno de los principales cereales que se producen en México (CIEP, 2013) es importante considerarlo como materia prima en la alimentación de los conejos.

Por otro lado, la fibra es esencial en la dieta de los conejos debido al aporte nutrimental y los efectos fisiológicos que genera en el tracto gastrointestinal, ya que regula el paso del alimento y mantiene saludable el tubo digestivo a través del control de la microbiota y de la mucosa intestinal (De Blas *et al.*, 1999). Se ha demostrado que un nivel por debajo del 30% de FDN en la dieta aumenta la mortalidad en los conejos (Carabaño *et al,* 2008). El nivel recomendado de FDN en la dieta de los conejos por de Blas *et al.* (1999) es de 33%, mientras que Carabaño *et al.* (2008) menciona que el nivel recomendado está entre 30-32% de FDN. En México es poca la investigación publicada en relación a la alimentación de los conejos por lo que se requiere generar información de acuerdo a las condiciones del país. El objetivo del presente experimento fue evaluar la ganancia diaria de peso (GDP) y el peso vivo en conejos durante la etapa de engorda los cuáles fueron alimentados con dietas elaboradas a base de grano de maíz o sorgo y conteniendo diferentes niveles de fibra detergente neutro.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en el módulo de conejos del Área Cunícola de la Facultad de Ciencias Naturales (ARCUN-UAQ) donde se encuentra el Centro de Transferencia de Tecnología e Innovación Agropecuaria (CETTIA) de la Universidad Autónoma de Querétaro (ARCUN-UAQ), ubicado en el municipio de El Marqués, Querétaro. Los análisis bromatológicos se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal, ubicado en la Facultad de Ciencias Naturales de la misma Universidad. Se formularon 4 dietas experimentales (Cuadro 1) en base a aminoácidos digestibles, las cuáles fueron isoproteicas, con un nivel de 16% de proteína cruda (Carabaño *et al.*, 2000) e isoenergéticas conteniendo 2.8 Mcal $kg^{-1}$ de energía metabolizable (NRC, 1977): dieta a base de

maíz con 33% de FDN (Tx1) recomendable según de Blas *et al*. (1999) y 3 dietas a base de sorgo con un nivel de FDN bajo (28%, Tx2), nivel recomendable (33%, Tx3) y nivel alto de FDN (38%, Tx4). Los ingredientes para elaborar las dietas se analizaron químicamente y se les determinó: materia seca (MS), cenizas (MI), proteína cruda (PC) y extracto etéreo (EE) en base a los métodos 925.45, 923.03, 976.05 y 920.35 del AOAC (2002) respectivamente; así como energía bruta mediante calorimetría (Bateman, 1970), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA; Van Soest *et al*., 1991).

Para la prueba de comportamiento se utilizaron 30 conejos Nueva Zelanda recién destetados distribuidos a las dietas experimentales aleatoriamente: 6 conejos para Tx1 control y 8 conejos para cada dieta a base de sorgo (Tx2, Tx3 y Tx4). Se manejaron 2 conejos por jaula (15 unidades experimentales en total). Durante la etapa de engorda, la cual tuvo una duración de 6 semanas, se les ofreció el alimento a libre acceso. Cada semana se pesaron y se obtuvo el peso vivo (kg) y la GDP (g).

**Cuadro 1.** Composición química de las dietas experimentales (% MS).

| | Dietas experimentales | | | |
|---|---|---|---|---|
| Ingredientes (%) | Tx1 | Tx2 | Tx3 | Tx4 |
| Maíz | 17.0 | --- | --- | --- |
| Sorgo | --- | 18.5 | 19.0 | 18.4 |
| Harina de alfalfa | 19.8 | 21.0 | 24.9 | 6.7 |
| Rastrojo de maíz | 20.1 | 20.6 | 12.8 | 32.8 |
| Pasta de soya | 13.8 | 14.7 | 20.4 | 2.7 |
| Pasta de canola | 20.7 | 19.6 | 13.2 | 32.9 |
| Melaza | 7.0 | 5.0 | 7.0 | 5.0 |
| Sal | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| Vitaminas[1] | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| Minerales[2] | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Fosfato bicálcico | --- | --- | 2.0 | --- |
| Carbonato de calcio | --- | --- | --- | 0.7 |
| Energía digestible MJ/kg MS | 11.7 | 11.7 | 11.7 | 11.7 |
| Energía metabolizable MJ/kg MS | 10.4 | 10.5 | 10.2 | 10.8 |
| Fibra detergente neutro (FDN) | 33.0 | 28.0 | 33.0 | 38.0 |
| Proteína cruda (PC) | 16.0 | 16.0 | 16.0 | 16.0 |
| Lisina | 0.1 | 0.1 | 1.0 | 0.8 |
| Treonina | 0.7 | 0.7 | 0.8 | 0.7 |
| Arginina | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 0.9 |
| Calcio | 0.7 | 0.7 | 1.2 | 0.7 |
| Fósforo total | 0.4 | 0.4 | 0.8 | 0.5 |
| Sodio | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |

[1]Cada kg de producto contiene: vitamina A 10.20 unidades internacionales (UI), vitamina D 1.98 UI, vitamina E 0.06 UI, vitamina K 1.20 mg, riboflavina (B2) 7.20 mg, vitamina B12 (cianocobalamina) 0.04 mg, colina 968.58 mg, niacina 36 mg, ácido pantoténico 16.55 mg, tiamina (B1) 0.30 mg, piridoxina (B6) 0.31 mg, biotina 0.08 mg, ácido fólico 0.75 mg.[2]Cada kg de producto contiene: sulfuro 0.02 %, cobalto 0.72 mg, cobre 14.4 mg, hierro 120 mg, manganeso 36 mg, selenio 0.30 mg, yodo 0.96 mg, zinc 144 mg, cloro 0.03%.

Durante cada una de las seis semanas de la etapa de engorda se les colocó a los conejos un collar isabelino con la finalidad de colectar las heces blandas (cecotrofos) para el desarrollo de un experimento alterno. El collar fue colocado la noche previa al pesaje de los animales y retirado el día del pesaje de los mismos.

Las variables evaluadas se analizaron empleando el paquete estadístico SAS (2008) mediante un diseño completamente aleatorizado y un arreglo de medidas repetidas en el tiempo, comparando las medias mediante la prueba de Tukey (Steel y Torrie, 1980). Las diferencias estadísticas se consideraron con una significancia de $p \leq 0.05$.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El promedio de peso al destete (día 30) de los conejos fue de 647±110 g. El promedio del peso (W) final durante las 6 semanas de engorda se observa en el Cuadro 2. La ganancia diaria de peso semanal fue incrementando conforme los conejos crecían. La GDP mayor se registró en la semana 1. Como se puede observar, la GDP no aumentó de manera continua durante la etapa de engorda, ya que en las semanas 2, 4 y 6 disminuyeron los valores, mientras que en las semanas 3 y 5 la GDP aumentó en relación con los resultados obtenidos en las semanas previas a estas. Los conejos alimentados con el Tx1 y Tx2 presentaron la mayor GDP semanal.

**Cuadro 2.** GDP semanal y por tratamiento (Tx).

| | GDP semanal | Peso final |
|---|---|---|
| Semana | | |
| 1 | 40[a] | 947[f] |
| 2 | 31[c] | 1124[e] |
| 3 | 35[b] | 1365[d] |
| 4 | 23[b] | 1505[c] |
| 5 | 31[c] | 1691[b] |
| 6 | 21[d] | 1858[a] |
| Tx | | |
| 1 | 32[ab] | 1807[ab] |
| 2 | 34[a] | 1999[a] |
| 3 | 30[b] | 1883[a] |
| 4 | 25[c] | 1644[b] |
| *P* | | |
| Semana | <0.0001 | <0.0001 |
| Tx | <0.0001 | <0.0001 |
| Semana*tx | 0.0275 | 0.9062 |
| EEM | | |
| | 0.63 | 11.55 |

[a-f] Letras diferentes en la misma columna para el mismo parámetro indican diferencias estadísticas.

Los animales correspondientes al Tx4 fueron los que ganaron en promedio menor peso por semana (25 g). En la semana 1, 3 y 6 (Cuadro 3), dentro de los animales que consumieron dietas a

base de sorgo, los que consumieron mayor nivel de FDN (Tx4) presentaron la menor GDP. Comparando la GDP en la semana 6, dentro de los conejos que consumieron dietas a base de sorgo, se observó que los que consumieron 38% de FDN, ganaron menos peso que los que consumieron 28% (13 y 30 g respectivamente). Los resultados anteriores sugieren que un exceso de fibra en la dieta de los conejos de engorda afecta negativamente la GDP y el peso vivo final. De Blas *et al*. (2002) y Segura (2007) señalan que un exceso de fibra en la alimentación de los conejos genera patologías digestivas: daño al lumen de los intestinos, dificultad en la digestibilidad y aprovechamiento de los nutrientes y modificación de la microbiota intestinal, todo lo anterior teniendo una repercusión sobre el crecimiento.

Al finalizar la etapa de engorda, los animales alimentados con el Tx1, Tx2 y Tx3 no presentaron una diferencia significativa en el peso vivo final. Una dieta a base de sorgo con 28 o 33% de FND genera el mismo peso vivo final que una dieta a base de maíz con 33% de FDN. Los resultados obtenidos por Muriu *et al.,* (2001) indicaron que el sorgo blanco y el maíz no eran significativamente diferentes, por lo tanto, el sorgo es capaz de sustituir eficazmente al maíz en dietas para conejos en desarrollo, coincidiendo con los resultados que se obtuvieron en el presente experimento. Al-Mamary *et al*. (2001) reporta resultados similares, en donde el sorgo no tuvo efectos significativos en los conejos.

**Cuadro 3.** Interacción semana*Tx para la GDP semanal.

| Tx | Semana | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 51$^{a}$ | 34 | 35$^{ab}$ | 23 | 29 | 21$^{ab}$ |
| 2 | 42$^{b}$ | 34 | 42$^{a}$ | 21 | 34 | 30$^{a}$ |
| 3 | 37$^{bc}$ | 27 | 38$^{a}$ | 26 | 28 | 21$^{ab}$ |
| 4 | 32$^{c}$ | 27 | 25$^{b}$ | 22 | 31 | 13$^{b}$ |

$^{a-f}$ Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas.

## CONCLUSIONES

El sorgo puede reemplazar al maíz en dietas para conejos, donde el nivel de FDN puede afectar la GDP y el W vivo final. El Tx4 (38% FDN) presentó la menor ganancia de peso al finalizar la etapa de engorda. Un exceso de FDN en la dieta (>33%) afecta significativamente la GDP y el peso final.

## LITERATURA CITADA

Al-Mamary, M., A. H. Molham, A. H. Abdulwali and A. Al-Obeidi. 2001. In vivo effects of dietary sorghum tannins on rabbit digestive enzymes and mineral absorption. Nutrition Research. Elsevier 21(10): 1393-1401.

AOAC, Association Official Analytical Chemists. 2002. Official Methods of Analysis. 17th ed. Arlington, VA, USA: Association of Official Analytical Chemists.

Bateman, J. V. 1970. Nutrición animal: manual de métodos analíticos [Animal nutrition: manual of analytical methods]. México: Herrero Hnos., Sucesores, S.A.

Carabaño, R., I. Badiola, S. Chamorro, J. García, A. I. García-Ruíz, P. García-Rebollar, M. S. Gómez-Conde, I. Gutiérrez, N. Nicodemus, M. J. Villamide and J. C. de Blas. 2008. Review.

new trends in rabbit feeding:influence of nutrition on intestinal health. Spanish Journal of Agricultural Research 2008 6 (Special issue): 15-25 ISSN: 1695-971-X.

Carabaño, R., C. De Blas and A. I. García. 2000. Recent advance in nitrogen nutrition in rabbits. 7th World Rabbit Congress, World Rabbit Science 8(sup. 1C): 15-28.

Casanueva, S. F. E., D. P. Cruz, C. L. V. Jiménez, C. M. A. Martínez, V. Y. Mitzi, H. J. A. Navarro, G. M. C. Vázquez y V. C. Villagrán. 2013. Manual de Prácticas de Medicina y Zootecnia Cunícola II. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. México.

CIEP. 2013. Posición de los principales cereales en México: 2000-2011. Centro de Investigación Económica y Presupuestaria. De: https://ciep.mx/posicion-de-los-principales-cereales-en-mexico-2000-2011/ Fecha de consulta: 07 de abril del 2019.

De Blas, C., C. García and R. Carabaño. 1999. Role of fibre in rabbit diets. A review. Annales de zootechnie, INRA/EDP Sciences 48 (1): 3-13.

De Blas, C., J. García, C. Gómez-Conde y R. Carabaño. 2002. Restricciones a la formulación de piensos para minimizar la patología digestiva en conejos. XVIII Curso de especialización FEDNA. Barcelona, España. 4 y 5 de noviembre.

Méndez, E. S. A. 2006. Conversión y eficiencia en la ganancia de peso con el uso de seis fuentes diferentes de ácido graso en conejos Nueva Zelanda. Tesis. Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad de la Salle. Bogotá.

Muriu, J. I., E. N. Njoka-Njiru, J. K. Tuitoek and J. N. Nanua. 2001. Evaluation of *Sorghum* (*Sorghum bicolor*) as Replacent for Maize in the Diet of Growing Rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). Dept. of Animal Science, Egerton University, P.O. Box 536, Njoro, Kenya.

Nicodemus, N. 2005. Nutrición del conejo: Resumen de los estudios publicados relacionados con la nutrición del conejo desde septiembre de 2004 hasta la actualidad. Departamento de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.

NRC, National Research Council. 1977. Nutrient requirements of rabbits fed. 2 ed.. National Academy Press. Washington, D.C.

SAS. Institute Inc. 2008. SAS/STAT® 9.2 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc. SAS. 2008.

Segura, S.F., F.R Echeverri, L. A. C. Patiño, y G. A. I. Mejía. 2007. Descripción y discusión acerca de los métodos de análisis de fibra y del valor nutricional de forrajes y alimentos para animales. Medellín, Colombia. VITAE, revista de la Facultad de Química Farmacéutica. Volumen 14 número 1. Pp. 72-81

Shimada, M. A. 2012. Nutrición Animal. Alimentación de conejos. Editorial Trillas. México. pp. 267-272.

Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. 2 ed. New York. McGraw-Hill.

Van Soest, P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J Dairy Sci. 74: 3583-3597.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE ACEITE DE CANOLA Y JABÓN CÁLCICO SOBRE PARÁMETROS REPRODUCTIVOS DE CONEJAS

## [EFFECT OF INCLUSION OF CANOLA OIL AND CALCIUM SOAP ON REPRODUCTIVE PARAMETERS OF RABBITS]

**Jesús Vargas-Reyes, Darinka Miroslava Saavedra-Castillo, Juan Ocampo-López, Armando Zepeda-Bastida, Sergio Soto-Simental, Maricela Ayala-Martínez[§]**

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Av. Universidad s/n km 1. Ex Hacienda de Aquetzalpa. Tulancingo, Hidalgo. México. CP. 43600. [§]Autor para correspondencia: (ayalam@uaeh.edu.mx).

## RESUMEN

En la actualidad la producción de conejos está basada principalmente en la nutrición y la reproducción, debido a que ambos son la base de la producción. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de una dieta con aceite de canola y jabón cálcico ofrecida 3 d previo a la monta, sobre los parámetros productivos y reproductivos de conejas. El aceite de canola contiene altas cantidades de ácidos grasos esenciales, esto podría mejorar el comportamiento endocrinológico de las hembras y con ello obtener una camada con mayor número de gazapos. El trabajo se realizó con 19 conejas de las razas Mariposa y California las cuales fueron divididas en 4 grupos (control lactante, control no lactante, alimentadas con aceite de canola lactantes y alimentadas con aceite de canola no lactantes), las cuales fueron sometidas a las mismas condiciones ambientales y de manejo. Cuando la hembra consumió la dieta con aceite de canola y jabón cálcico, se obtuvo un mayor número de gazapos, fertilidad, peso de la camada y peso individual de los gazapos, sin afectar el consumo de alimento, ni el peso de las hembras durante la gestación.

**Palabras clave:** Ácidos grasos esenciales, gazapo, reproducción, tamaño de camada.

## ABSTRACT

The production of rabbits is mainly based on nutrition and reproduction, because both are the basis of production. The objective of this work was to evaluate the effect of a diet with canola oil and calcium soap offered 3 days before riding, on the productive and reproductive parameters of rabbits. Canola oil contains high amounts of essential fatty acids, this could improve the endocrinology behavior of females and thereby obtain a litter with a greater number of rabbits. The work was carried out with 19 rabbits of the Mariposa and California breeds which were divided into 4 groups (lactating control, non-lactating control, fed with lactating canola oil and fed with non-lactating canola oil), which were subjected to Same environmental and driving conditions. When the female consumed the diet with canola oil and calcium soap, a greater number of rabbits, fertility, litter weight and individual weight of the rabbits were obtained, without affecting the food consumption, nor the weight of the females during the pregnancy.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

**Index words:** Essential fatty acids, litter size, rabbit, reproduction.

## INTRODUCCIÓN

Los conejos pertenecen al género Oryctolagus, fueron traídos por los españoles durante los siglos XVI y XVII; durante este tiempo es probable que la producción de conejos haya alcanzado cierta importancia económica, sin embargo, después de la Guerra de Independencia la cunicultura experimentó un estancamiento, incluso una regresión que se extendió durante todo el siglo XIX. A pesar de los diversos intentos para estimular esta actividad, la cría y explotación del conejo en México es todavía muy limitada (Marto, 2012). El conejo es considerado ganado menor, debido a que actualmente la sociedad lo ha integrado a su economía. El conejo ha sido fuente de diferentes productos en la historia del hombre como carne, piel, etc., por lo que constituye una actividad económica muy importante.

El conejo es un animal herbívoro, tan eficiente como los rumiantes para digerir los alimentos fibrosos debido a su flora microbiana y a que practica la cecotrofía; es un animal de talla pequeña, que demanda poco espacio vital, pequeños volúmenes de alimento, menor trabajo físico que otras especies para su atención y puede disponerse de forma casera pues es posible sacrificarlo y procesarlo sin maquinaria especial (Díaz, 2010). En las granjas de conejos, tanto el manejo nutricional como el reproductivo, son de vital importancia (Lavara *et al*., 2014), ya que actualmente, en las producciones intensivas, la alimentación representa del 70 al 80% del total de los costos, por lo tanto, es muy importante realizar un correcto manejo de la alimentación en cada momento del ciclo productivo (Nicodemus, 2005), así como el manejo reproductivo, ya que es la base del sistema de producción animal (Camacho *et al*., 2010). Por lo anterior en la presente investigación se buscó analizar el efecto de la inclusión de aceite de canola y jabón cálcico sobre los parámetros reproductivos de conejas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó durante los meses de marzo-abril del año 2019, en la Nave de Investigación de Producción de conejo ciclo completo (NIPCCC) del Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, con condiciones ambientales de 20 °C de temperatura y 65% de humedad relativa. Se utilizaron 19 hembras raza California y Mariposa, las cuales fueron distribuidas completamente al azar en cuatro tratamientos (dieta control-lactantes, dieta control-no lactante, dieta con aceite-lactante y dieta con aceite- no lactantes). Las cuales fueron alojadas en jaulas en un solo plano, suspendidas a 70 cm del piso, con bebederos de chupón y comederos de tolva de lámina galvanizada. Se utilizaron tablas de referencia obtenidas de FEDNA (2018), para hacer formulación de las cuatro dietas, de acuerdo a las necesidades de cada etapa fisiológica (Cuadro 1), para así obtener dietas iso-proteicas e iso-energéticas (Cuadro 2). Las dietas con aceite se ofrecieron durante 3 d previo a la monta (10 d posterior al parto con una repetición a las 12 h), las dietas control se ofrecieron durante todo el experimento para ambos tratamientos.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

**Cuadro 1.** Dietas utilizas en conejas en diferente etapa fisiológica.

| Ingrediente | Dieta control | | Dieta con aceite y jabón cálcico | |
|---|---|---|---|---|
| | No lactante | Lactante | No lactante | Lactante |
| | % Base seca | | | |
| Maíz grano | 15.0 | 19.0 | 9.5 | 10.0 |
| Sorgo grano | 15.0 | 15.0 | 10.0 | 8.0 |
| DDGS cebada | 7.0 | 0.0 | 14.0 | 11.5 |
| Desperdicio de panadería | 0.0 | 0.0 | 9.0 | 11.0 |
| Jabón cálcico | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 |
| Salvado de trigo | 13.0 | 4.0 | 10.0 | 10.0 |
| Melaza | 5.0 | 2.5 | 2.0 | 2.0 |
| Pasta de canola | 8.0 | 7.7 | 9.0 | 14.0 |
| Pasta de soya | 7.0 | 24.0 | 9.0 | 12.0 |
| Cascarilla de soya | 10.0 | 13.7 | 8.0 | 9.0 |
| Paja de cebada | 17.0 | 11.4 | 17.0 | 10.0 |
| Aceite de canola | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 |
| Premezcla Wisium® | 3.0 | 2.7 | 0.5 | 0.5 |

Premezcla Wisium®: Ca-263 %, P- 25.70 %, Mg-620%, Cu-2000 ppm, Fe-3200 ppm, Zn-2999 ppm, Vit E-500 ppm, Colina -10000 ppm, Vit A-0.13 ppm, Vit D3- 0.01 ppm, Vit B-39.58 ppm, Vit B2-116.80 ppm, Vit B5- 363 ppm, Vit B6- 45.58 ppm

Se registró el alimento ofrecido y rechazado diariamente, para obtener el consumo diario por hembra. Las hembras fueron pesadas en una balanza granataría (marca mettria, modelo MTNUV-40, precisión 5g), al inicio del tratamiento para obtener peso inicial, 3 d posterior para obtener peso posterior a la monta y semanalmente para registrar control productivo, además del peso previo y posterior al parto. En el momento del parto se registró el número de gazapos nacidos vivos, número de nacidos muertos y peso al nacimiento, después de 35 d de lactancia se registró el peso al destete. Los datos obtenidos fueron analizados mediante una prueba de Chi cuadrada.

**Cuadro 2.** Composición nutricional de las dietas utilizas en conejas, en diferente etapa fisiológica.

| Nutriente | Dieta control | | Dieta con aceite y jabón cálcico | |
|---|---|---|---|---|
| | No lactante | Lactante | No lactante | Lactante |
| | % Base seca | | | |
| Proteína cruda % | 16 | 18 | 16 | 18 |
| Energía digestible Mcal MS $kg^{-1}$ | 2.5 | 2.7 | 2.5 | 2.7 |
| Fibra detergente neutro % | 30 | 25 | 31 | 28 |
| Fibra detergente ácido % | 18 | 15 | 18 | 16 |
| Ca % | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 |
| P % | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 3, se puede observar que el consumo y el peso de las conejas durante la gestación no fue diferente ($p > 0.05$), al consumir la dieta con aceite y jabón cálcico tres días previo a la monta. Sin embargo, al final de la gestación el consumo de alimento de las conejas lactantes, disminuyó debido a que en la última semana se realizó el destete. Aunado a ello, las hembras que consumieron aceite en su dieta, presentaron un incremento de peso previo al parto. Lo que coincide con lo mencionado por Díaz (2010), en relación a las hembras de raza California, que alcanzan un peso adulto en promedio de 4 300 g, en cambio la raza Mariposa presenta un peso de 3 200 g. Así mismo, Balderas (2004) menciona que las razas medianas pueden alcanzar un peso de 3600 g. Sin embargo, Tuquinga (2015) indica que el rango de peso de las razas medianas (California y Mariposa) se encuentra entre 2000 y 4000 g. Por otro lado, Fernández *et al.* (1997) menciona que el peso adulto de las razas medianas está entre 3500 y 4000 g, lo cual coincide con lo obtenido en el presente trabajo. En cambio, Camacho *et al.* (2010), menciona que las hembras deben consumir en promedio de 250 a 400 g $d^{-1}$ si son lactantes y las gestantes de 150 a 300 g $d^{-1}$, mientras que Tuquinga (2015), encontró que las hembras gestantes deben consumir 250 g $d^{-1}$, lo cual es mayor que lo obtenido en esta investigación.

**Cuadro 3.** Parámetros productivos de conejas no lactantes y lactantes, durante la gestación.

| | Dieta control | | Dieta con aceite y jabón cálcico | |
|---|---|---|---|---|
| | Lactantes | No lactantes | lactantes | No lactantes |
| Consumo inicial (g) | 309.17 | 171.25 | 352.00 | 165.00 |
| Semana | | | | |
| 1 | 296.83 | 157.00 | 308.40 | 149.25 |
| 2 | 330.33 | 139.50 | 338.60 | 145.75 |
| 3 | 407.00 | 164.75 | 314.20 | 159.00 |
| 4 | 397.00 | 159.00 | 385.20 | 144.00 |
| 5 | 144.67 | 155.25 | 146.20 | 134.25 |
| Consumo final (g) | 267.50 | 126.25 | 316.00 | 128.75 |
| Consumo promedio (g) | 308.00 | 164.25 | 320.00 | 157.00 |
| Peso inicial (g) | 4043.33 | 4107.50 | 3852.00 | 4293.75 |
| Semana | | | | |
| 1 | 4082.50 | 4161.25 | 3947.00 | 4285.00 |
| 2 | 4174.17 | 4021.25 | 3960.00 | 4312.50 |
| 5 | 3937.50 | 4272.50 | 3574.00 | 4287.50 |
| 6 | 3413.33 | 4338.75 | 3656.00 | 4471.25 |
| Peso final (g) | 4116.67 | 4160.75 | 3893.00 | 4338.75 |

Aunque no se observó diferencia estadística ($p > 0.05$) en los parámetros reproductivos, cabe señalar que la fertilidad de las hembras sometidas a monta natural que consumieron aceite de canola (Cuadro 4) en la dieta, 3 d previo a la monta, fue mayor en hembras lactantes, a diferencia de lo reportado por Rebollar (2007), quien observó 58.1% de fertilidad con inseminación artificial. Por su parte, Milanes *et al.* (2004) menciona valores de 73.27%, tanto en hembras lactantes y no lactantes, Balderas (2004) obtuvo 66.1% con inseminación artificial y 73.6% con monta natural.

El número de gazapos vivos en el parto, incremento en las hembras que consumieron aceite de canola (Cuadro 4) tanto no lactantes y como lactantes. A diferencia con lo reportado por Rebollar (2007), quien menciona que las hembras lactantes tienen de 6 a 9 gazapos por camada, por otro lado, Milanes *et al.* (2004) mencionan que en promedio las conejas tienen de 7 gazapos por parto, Romero *et al.* (2007), encontraron un rango de 6.1 a 7.5, y Balderas (2004) obtuvo un promedio de 7.8 con monta natural y 7.9 en inseminación artificial, lo cual, comparando con los resultados de este trabajo, son valores menores. En lo que se refiere al peso total de las camadas que consumieron la dieta con aceite de canola, en hembras lactantes En su estudio Romero *et al. (*2007), obtuvieron un promedio de 373 g, en cambio Fernández *et al.* (1997) reportaron 403 g. El peso individual de los gazapos en hembras no lactantes alimentadas con aceite disminuyo, lo cual se explica debido al aumento del tamaño de la camada, en cambio en las hembras lactantes no se afectó este parámetro. Pérez (2015) obtuvo un peso de 50 g, Rebollar (2007) de 45 a 64 g y García *et al.* (2006) un rango más amplio de 35 a 75 g.

**Cuadro 4.** Parámetros reproductivos de conejas que recibieron un manejo alimenticio 3 d, previo a la monta.

| Parámetro reproductivo | No lactantes | | Lactantes | |
|---|---|---|---|---|
| | Control | Con aceite | Control | Con aceite |
| Fertilidad % | 25 | 50 | 67 | 80 |
| No. gazapos vivos | 5 | 10 | 5 | 9 |
| Peso total camada al parto (g) | 425 | 478 | 338 | 523 |
| Peso de gazapos al parto (g) | 85 | 51 | 69 | 61 |

## CONCLUSIONES

El incluir en la dieta de las hembras, aceite de canola y jabón cálcico, durante 3 d previo a la monta, se incrementa el tamaño de camada, sin afectar el peso individual de los gazapos, el peso y consumo de las conejas. Sin embargo, es importante considerar incrementar el número de hembras en posteriores investigaciones para tener conclusiones más contundentes, además de considerar otros factores intrínsecos del animal como son la raza y número de partos o bien extrínsecos como son el macho, la edad y la raza del macho.

## LITERATURA CITADA

Balderas, L. 2004. Evaluación de la Técnica de Inseminación Artificial con Respecto a Monta Directa Para Diferentes Parámetros Reproductivos y Productivos en Conejos.

Camacho, A., A. Luis, A. Bernejo, J. Viera y J. Mata. 2010. Manual de cunicultura. Consultado: abril 08, 2019. Disponible: https//riull.ull,es/xmlui/bitstream/handle/915/2599/libro%20cunicultura%202010.pdf?sequence.

Díaz, H. J. 2010. Zootecnia cunícola. Consultado: abril 08, 2019. Disponible: www,fmvz,unam,mx/fmvz/p_estudios/apuntes_zoo/unidad_10_zootecniacunicola.pdf

FEDNA 2018. Fundación española para la nutrición animal. Consultado: abril 08, 2019. Disponible: www.fundacionfedna.org

Fernández, J., C. Cervera y J. Pascual. 1997. Parámetros productivos de conejas a tres temperaturas ambientales.*In*: XXII Symposium de Cunicultura.Gran Canaria: 16

García, M., P. Baena., R. Muelas. y M. Argente. 2006. Relación entre el peso al nacimiento y la supervivencia de los gazapos en la primera semana de vida.XXXI *Symposium de cunicultura* de ASESCU.

Lavara, R., J. Vicente y M. P. Marco-Jiménez. 2014. Técnicas y manejo reproductivo conejos. Consultado: abril 08, 2019. Disponible: www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/7675/1/St-216-2014-p.47-61.pd fFEDNA

Marto, R. 2012. Situación actual del sistema de producción cunícola en el municipio de Villaflores, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura. Univercidad Autonoma de Chiapas .Facultad de Ciencias Agronomicas .Chiapas,Mexico

Milanés, A., I. Burgos, N. Pereda., P. Lorenzo y P. Rebollar. 2004. Parámetros reproductivos de conejas sometidas a diferentes métodos de sincronización de celo. *In*: XXIX Symposium de Cunicultura de ASESCU. Lugo.España: 101-105.

Nicodemus, N. 2005. Nutricion del conejo. Boletin de cunicultura140(42-53). Recuperado 08 de abril del 2019. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/28248240

Pérez, R. 2015. Estudio de la supervivencia de los gazapos desde el nacimiento hasta el destete en varias líneas de selección en conejos.Trabajo Final de Grado: 42.

Rebollar, P. 2007. Parámetros reproductivos indicadores de productividad en granjas comerciales de conejo de carne. Revista Boletín de Cunicultura 149: 44-53.

Romero, B., A. Bernal, A. Aguilera, M. Guerrero y G. Muñoz. 2007. Comportamiento productivo de conejas reproductoras alimentadas con forrajes toscos. Recuperado 25 de junio del 2019.Obtenido de www.uaq.mx/investigacion/difucion/veranos/memprias2007/49_6UAQRomeroVelazquez.pdf f&ved=2ahUKEwjK6LjF54XjAhUSOq0KHSVsDpYQFjAAegGIAxAB&usg=AOvVaw009plQbb_ll7zosLwg9jSY.

Tuquinga, J. 2015. Evaluación de harina de arachis pintoi y su efecto en la alimentación de conejos desde el destete hasta el inicio de la vida reproductiva.Tesis para obtener el titulo de ingeniero Zootecnista. Ecuador :Escuela Superior Politecnica de Chimborazo: 99.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DE DIETA CON BAJA PROTEÍNA ADICIONADA CON AMINOÁCIDOS LIBRES Y PASTA DE AGUACATE EN CERDOS EN CRECIMIENTO

# [EFECT OF DIET WITH LOW PROTEIN ADDITIONED WITH FREE AMINO ACIDS AND AVOCADO PASTE IN GROWING PIGS]

**Guadalupe López-Pelayo[1], Fernando Grageola-Núñez[1§], Javier Germán Rodríguez-Carpena[1,2], Julio Ly-Carmenatti[1,4], Clemente Lemus-Flores, Juan Edrei Sánchez-Torres[3], Ignacio Antonio Domínguez-Vara[3]**

[1]Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nayarit, Tepic, Nayarit, México, [2]Centro Nayarita de Innovación y Transferencia de Tecnología, [3]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México, Campus Universitario "El Cerrillo", Toluca, Estado de México, [4]Instituto de Ciencia Animal, San José de Las Lajas, Cuba. [§]Autor para correspondencia: (fgrageola7@hotmail.com).

## RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el uso de una dieta baja en proteína adicionada con aminoácidos libres con la inclusión de pasta de aguacate sobre el comportamiento productivo y características de la canal en cerdos en crecimiento. Se utilizaron 12 cerdos de raza Landrace x Yorkshire x Pietrain, hembras y machos proporción 1:1, con peso promedio de 44 kg; distribuidos en dos grupos homogéneos considerando peso inicial, sexo y edad, durante un periodo experimental de 45 días. En los resultados de comportamiento productivo se mostró una mayor eficiencia alimenticia con la inclusión del 10% de pasta de aguacate en dieta baja en proteína. Los resultados de ganancia de carne magra, músculo y características de la canal fueron similares entre tratamientos. Estos resultados concuerdan con otros reportes donde muestran que reducciones de 4 o menos unidades porcentuales de PC en dietas maíz-pasta de soya no afectan el rendimiento ni las características de canal en cerdos en crecimiento y finalización. Se considera que la inclusión de pasta de aguacate con bajo nivel de proteína suplementada con aminoácidos libres puede ser utilizada en la alimentación de cerdos de crecimiento siendo una opción viable para reducir costos de producción sin afectar rendimiento y características de canal.

**Palabras clave:** Alimento no convencional, carne magra, eficiencia alimenticia, lisina, porcino.

## ABSTRACT

The aim of the study was to evaluate the use of a low protein diet supplemented with free amino acids with inclusion of avocado paste on performance and carcass characteristics in growing pigs. 12 pigs were used crossbred Landrace x Yorkshire x Pietrain, females and males 1:1, with an average weight of 44 kg, distributed in two homogeneous groups considering initial weight, sex and age, during an experimental period of 45 days. In the results in performance a greater gain: feed ratio was shown with the inclusion of 10% of avocado paste in a low protein diet. The results of lean meat gain, muscle and carcass characteristics were similar between treatments. These results agree with other reports where they show that reductions of 4 or less percentage units of PC in corn-soybean meal diets do not affect the performance or carcass characteristics in growing and

finishing pigs. It is considered that the inclusion of avocado paste with a low level of protein supplemented with free amino acids could be used in the feeding of growing pigs being a viable option to reduce production costs without affecting performance and carcass characteristics.

**Index words:** Avocado, gain: feed ratio, lean meat, lisine, pigs.

## INTRODUCCIÓN

En general, los cerdos consumen alimento para cubrir sus requerimientos y el contenido de energía de la dieta tiene una gran influencia en el consumo. Entre los diversos factores que inciden sobre la composición y calidad de la carne, la alimentación ejerce efecto determinante (Echenique, 2007). El reciente incremento en el precio de granos de cereales ha provocado que los productores de carne de cerdo busquen nuevas estrategias para sustituir a los ingredientes tradicionales como fuentes de energía, ya que estos representan del 85-90% del costo de la dieta (Patience, 2013; Woyengo *et al*., 2014). Por lo tanto, el costo de la producción de carne de cerdo es mayormente afectado por la densidad de la energía dietética en la alimentación de cerdos en crecimiento-finalización. Además, estas dietas típicamente se componen utilizando la combinación cereales-pasta de soya, las cuales son formuladas con la cantidad adecuada de proteína cruda (PC) según los requerimientos nutrimentales para el máximo crecimiento por etapa productiva (NRC, 1998; Stein *et al*., 2016), y para cubrir las necesidades del primer aminoácido limitante (lisina) (Wu *et al*, 2014). Sin embargo, debido al número reducido de ingredientes y al desequilibrio que se produce por la composición de aminoácidos (AA) de esos ingredientes, se provoca un exceso en el contenido de todos los demás AA en la dieta (Cervantes *et al*., 2009).

La investigación nutricional en cerdos se centra cada vez más en estrategias nutricionales dirigidas a alcanzar un perfil de aminoácidos dietéticos óptimos para una mejor utilización de proteínas en la dieta por parte de los cerdos. La reducción de la ingesta de proteína cruda dietética con suplementos de aminoácidos libres como estrategia alternativa podría maximizar la utilización de aminoácidos para la acreción de proteínas (Gloaguen *et al*., 2014); Investigaciones previas informaron que la reducción en proteína cruda dietética suplementada con aminoácidos libres logró un mejor perfil de aminoácidos esenciales, reducción de la excreción de nitrógeno, control de la frecuencia y severidad de la diarrea en cerdos (Wang *et al*., 2018) y el rendimiento del crecimiento no se ve afectado cuando los cerdos son alimentados con dietas bajas en proteína (aproximadamente < 4% de reducción) suplementadas con aminoácidos cristalinos, pero se ha reportado un incremento de la grasa dorsal (Tuitoek et al., 1997; Yue y Qiao, 2008).

Por otro lado, México se ha consolidado como el principal generador de aguacate a nivel mundial con una producción de 5 millones 924 mil 398 toneladas y corresponde a México la mayor producción en el mundo, con el 34,21% (FAOSTAT, 2018). En la producción nacional de aguacate, el Estado de Nayarit ocupa el cuarto lugar con aproximadamente 49 mil 243 toneladas (SAGARPA, 2018), lo cual permite contar con aguacates de desecho que pueden ser utilizados para la alimentación animal, ya que, por estándares de calidad para su respectiva comercialización, a estos aguacates no les destinan ningún uso para el consumo humano, evitando problemas ambientales de

estos desechos. Grageola *et al.* (2010), resalta que las empresas empacadoras de aguacate en Nayarit para su exportación desechan el fruto por el tamaño o daños físicos, sin despreciar su composición nutricional que pueda aprovecharse en la implementación animal. Este fruto es una fuente rica en energía con alto valor nutrimental, ya que cuenta con gran cantidad de grasa vegetal, en la cual prevalecen principalmente ácidos grasos monoinsaturados, utilizado como ingrediente de tipo no convencional en la alimentación porcina, (Hernández-López *et al*., 2016; Wang *et al*., 2016). Algunos trabajos sugieren que el suministro de dietas convencionales sustituidas parcialmente por pulpa fresca de aguacate o pasta de aguacate del fruto completo provoca una disminución en el tamaño de ración y en el tiempo invertido en el consumo de alimentos, no afecta el rendimiento en canal, disminuye aproximadamente un 23% la grasa dorsal (Peralta *et al*., 2008; Grageola *et al*., 2010; Fránquez, 2013). En este sentido, el uso de bajo nivel de proteína en la dieta con inclusión de pasta de aguacate suplementada con AA libres, podrían reducir los costos de alimentación y mejorar la respuesta productiva y características de la canal de cerdos en crecimiento.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente proyecto de investigación, se llevó a cabo en la Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, perteneciente a la Universidad Autónoma de Nayarit. Asimismo, se contó con el apoyo del laboratorio de Ciencia y Tecnología de la Carne ubicado en el Centro Nayarita de Innovación y Transferencia de Tecnología (CENiT$^2$), de Ciudad del Conocimiento en Tepic, Nayarit.

Para la elaboración de la pasta de aguacate de desecho entero se utilizó aguacates maduros de la variedad "Hass", de desecho recolectados en empacadoras de aguacate en el estado de Nayarit. La madurez de consumo se estableció por su color por medio de un Colorímetro Minolta R-400 al obtener valores promedio y desviación estándar de L*= 27.47 ± 2.06, a*=2.27 ± 2.23 y b*=4.28 ± 2.74; y por la determinación de su firmeza mediante un Penetrometro Digital modelo GY-4 al alcanzar valores de 2.41 ± 0.34 kg de fuerza necesarios para ocasionar una ligera opresión de la superficie. Enseguida, fueron molidos en forma fresca, doble vez, con un molino móvil de martillos sin criba y accionado con motor de gasolina, para obtener una mezcla homogénea del aguacate completo (pulpa, semilla y cáscara). La pasta de aguacate de desecho se almaceno a temperatura ambiente en tambos de plástico para su uso posterior.

Las dietas experimentales para la prueba de comportamiento se formularon a base de maíz y pasta de soya. La dieta testigo se formuló para cubrir los requerimientos nutricionales de lisina de acuerdo a lo establecido por la NRC (2012) y a la dieta experimental se le adicionó 10 % en BS de pasta de aguacate con bajo nivel de proteína, pero cubriendo los requerimientos de aminoácidos de acuerdo a la NRC (2012), con la inclusión de Lisina, Treonina, Metionina y Triptófano en forma sintética.

Se utilizaron 12 cerdos de raza Landrace x Yorkshire x Pietrain, hembras y machos proporción 1:1, con peso promedio de 44 kg; distribuidos en dos grupos homogéneos considerando peso

inicial, sexo y edad, durante un periodo experimental de 45 días; estos fueron pesados al inicio del experimento para ajustar el nivel diario de consumo de alimento, de acuerdo al 10% de su peso metabólico ($PV^{0.75}$). Se alimentaron con dos dietas (Cuadro 1), divido en dos porciones por día (8:00 y 16:00 h), el agua fue provista *ad libitum*. Estos animales fueron pesados semanalmente para determinar eficiencia alimenticia. Se realizaron mediciones de espesor de grasa dorsal a nivel de la 10ma costilla y área del músculo longissimus dorsi utilizando un ultrasonido marca Medison modelo SA 600V, para determinar ganancia de carne magra y músculo por medio de ecuaciones descritas por Trujillo *et al.* (2007) y Cromwell *et al.* (1993), respectivamente.

Al final del experimento, todos los cerdos se sacrificaron, por pistola con embolo cautivo y desangrado, siguiendo los protocolos establecidos en la NOM-033-ZOO-1995. Al momento del sacrificio se evaluaron las características de la canal, con las siguientes metodologías:

- Longitud de la canal: Distancia comprendida entre la parte media del borde anterior de la primera costilla a la sínfisis isqueo-pubiana.
- Grasa dorsal en la 10-11$^{ava}$ costilla: Se midió el espesor de la cobertura de grasa dorsal, utilizando un vernier digital marca Truper.
- Longitud del lomo: Se determinó midiendo el músculo *Longissimus thoracis* et *lumborum* (LTL).
- pH muscular pierna y lomo: Transcurridos 45 min post sacrificio, se midió el pH del músculo del lomo y pierna, utilizando un potenciómetro.
- Peso de la canal caliente: Es el peso total de la canal 45 min después del sacrificio.
- Color de la carne: Se realizó la medición instrumental del color con un refractómetro marca Minolta y se registraron los valores del color en la escala CIE-L*a*b* (CIE, 1976). La lectura del color se hizo en el músculo LTL, transcurridos 45 min del sacrificio de los cerdos.

Para las variables de comportamiento productivo y características de canal se utilizó un diseño de bloques completos al azar con covariable (peso inicial y peso final) respectivamente. Cuando se encontraron diferencias estadísticas, las medias fueron comparadas por la prueba de Tukey ($\alpha$=0.05) (SAS, 2002).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los resultados de ganancia de carne magra y músculo obtenido a través de ecuaciones y la ganancia de peso por consumo de alimento en cerdos en crecimiento, alimentados con dos niveles de PC (18 y 14%) cubriendo el requerimiento de aminoácidos totales y utilizando dos niveles de pasta de aguacate (0 y 10% en BS). Se observó que la ganancia de carne magra y músculo fue similar entre tratamientos. Esto concuerda con lo reportado por varios autores (Wiltafsky *et al*., 2009; Gloaguen *et al*., 2014; Wang *et al*., 2018) quienes mencionan que una reducción de proteína menor a 4 unidades porcentuales de la dieta no afecta el rendimiento productivo si se adicionan aminoácidos libres para cubrir los requerimientos nutricionales. Además, se comprobó que la inclusión del 10% de pasta de aguacate puede ser utilizado en dietas bajas en proteína sin afectar el comportamiento productivo.

**Cuadro 1:** Eficiencia alimenticia, ganancia de carne magra y musculo de cerdo en crecimiento alimentados con diferentes niveles de proteína, aminoácidos libres y la inclusión de pasta de aguacate.

| | Inclusión de pasta de aguacate 0% PC 18% | 10% PC 14% | E.E | *P* |
|---|---|---|---|---|
| Ganancia de carne magra*, g/día | 257.333[a] | 256.333[a] | 5.533 | 0.974 |
| Ganancia de músculo**, % | 51.613[a] | 52.01[a] | 0.29 | 0.649 |
| E.A. total 0-45 días | 0.361[b] | 0.382[a] | 0.004 | 0.007 |
| E.A. 0-7 días | 0.381[a] | 0.369[a] | 0.009 | 0.738 |
| E.A. 7-14 días | 0.375[a] | 0.399[a] | 0.007 | 0.463 |
| E.A. 14-21 días | 0.375[a] | 0.384[a] | 0.003 | 0.43 |
| E.A. 21-28 días | 0.346[b] | 0.364[a] | 0.006 | 0.014 |
| E.A. 28-35 días | 0.341[b] | 0.381[a] | 0.007 | 0.034 |
| E.A. 35-45 días | 0.344[b] | 0.372[a] | 0.006 | 0.010 |

*****Ganancia de carne magra: se calculó de acuerdo a la ecuación de Trujillo *et al*., 2007; **Ganancia de musculo: se calculó de acuerdo a Cromwell *et al*., 1993. EE= error estándar; *P*= Probabilidad.

**Cuadro 2.** Características de canal de cerdos en crecimiento alimentados con diferente nivel de proteína, aminoácidos libres y la inclusión de pasta de aguacate.

| variables | Inclusión de pasta de aguacate 0% PC 18% | 10% PC 14% | E.E | P |
|---|---|---|---|---|
| Peso al sacrificio, kg | 83.75 | 81.85 | 1.38 | 0.2854 |
| Peso de la canal, kg | 47.11[a] | 45.66[a] | 0.9 | 0.466 |
| Peso promedio de las piernas, kg | 14.67[a] | 14.51[a] | 0.339 | 0.138 |
| Peso del lomo, kg | 10.58[a] | 9.98[a] | 0.36 | 0.854 |
| Rendimiento de canal, % | 56.29[a] | 55.75[a] | 0.555 | 0.56 |
| Grasa dorsal, mm | 24.45[a] | 23.01[a] | 0.701 | 0.799 |
| Longitud de la canal, cm | 86.83[a] | 85.66[a] | 1.122 | 0.281 |
| Largo del lomo, cm | 67.33[a] | 65.17[a] | 0.75 | 0.08 |
| pH del lomo | 5.83[a] | 6.15[a] | 0.105 | 0.372 |
| pH de la pierna | 6.22[a] | 6.36[a] | 0.073 | 0.175 |
| Color | | | | |
| L* | 46.94[a] | 45.86[a] | 0.622 | 0.64 |
| a* | 15.19[a] | 15.21[a] | 0.326 | 0.983 |
| b* | 3.99[a] | 3.93[a] | 0.215 | 0.071 |

EE= error estándar. Literales iguales ([a]) en la misma fila, indican que no existen diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$). L= luminosidad (0= oscuro y 100= luminoso; a= tono de color entre rojo y verde (+60 rojo, -60 verde) y b= tono de color amarillo-azul (+60 amarillo, -60 azul).

En el Cuadro 2 se presentan los resultados para rendimiento y características de canal en cerdos en crecimiento, sin diferencias significativas entre tratamientos en las variables evaluadas. Estos resultados concuerdan con algunos reportes donde muestran que reducciones de 4 o menos

unidades porcentuales de PC en dietas maíz-pasta de soya no afectan el rendimiento ni las características de canal en cerdos en crecimiento y finalización (Tuitoek *et al*., 1997; Knowles *et al*., 1998; Le Bellego *et al*., 2002). Asimismo, la dieta experimental con mayor contenido de grasa cruda en comparación con la dieta testigo (22.04% vs 10.67%), respectivamente, atribuido a la inclusión de pasta de aguacate, no mostro una mayor deposición de lípidos en grasa dorsal, estos resultados concuerdan con los reportados por Fránquez (2013) y Hernández *et al*. (2016).

## CONCLUSIONES

Se considera que la inclusión de pasta de aguacate en dietas con bajo nivel de proteína y suplementadas con aminoácidos libres puede ser utilizada en la alimentación de cerdos en la etapa de crecimiento-desarrollo de 45 a 80 kg de peso vivo siendo una opción viable para la alimentación porcina que pudiera reducir costos de producción sin afectar rendimiento y características de canal.

## LITERATURA CITADA

Cervantes, M., W. C. Sauer, A. Morales, B. Araiza, S. Espinoza y J. Yañez. 2009. Manipulación nutricional del cerdo para disminuir la contaminación ambiental. Revista Computarizada de Producción Porcina 16: 1.

Cromwell, G. L., T. R. Cline, J. D. Crenshaw, T. D. Crenshaw, R. C. Ewan, C. R. Hamilton, A. J. Lewis, D. C. Mahan, E. R. Miller, J. E. Pettigrew, L. F. Tribble and T. L Veum. 1993. The dietary protein and (or) Lysine Requirements of Barrows and Gilts. Journal of Animal Science 71: 1510-1519.

Echenique, A. 2007. Efecto de la alimentación sobre la calidad de la carne y la grasa de cerdo. Monografía conferencia *In:* IX Encuentro de Nutrición y Producción en Animales Monogástricos; Montevideo, Uruguay. 55-63.

FAOSTAT. 2018. FAO Statistical databases, agricultural data <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>

Fránquez, C. P. 2013. Estabilidad oxidativa y calidad de la carne de cerdos alimentados con la inclusión de fruto entero de aguacate de desecho. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic. México. 69.

Gloaguen, M., L. Floc'h, E. Corrent, Y. Primot and J. Van Milgen. 2014. The use of free amino acids allows formulating very low crude protein diets for piglets. Journal of Animal Science 92: 637-644.

Grageola, F., L. Sanginés, C. Díaz, A. Gómez, M. Cervantes, C. Lemus and J. Ly. 2010. The effect of breed and dietary level of avocado fat on the N and energy balance in young pigs. Journal of Animal and Feed Science 19: 37-49.

Hernández-López, S. H., J. G. Rodríguez-Carpena, C. Lemus-Flores, F. Grageola-Núñez and M. Estévez. 2016. Avocado waste for finishing pigs: Impact on muscle composition and oxidative stability during chilled storage. Meat Science 116: 186-192.

Knowles, T. A., L. L. Southern, T. D. Bidner, B. J. Kerr and K. G. Friesen. 1998. Effect of dietary fiber or fat in low-crude protein, crystalline amino acid-supplemented diets for finishing pigs. Journal of Animal Science 76: 2818-2832.

Le Bellego, L. and J. Noblet. 2002. Performance and utilization of dietary energy and amino acids in piglets fed low protein diets. Livestock Production Science 76: 45-58.

Norma Oficial Mexicana, NOM-033-ZOO-1995, Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres.

NRC. 1998. Nutrient Requirements of Swine, 10th ed. National Academies Press, Washington, DC, USA.

NRC. 2012. Nutrient Requirements of Swine, 11th ed. National Academies Press, Washington, DC, USA.

Patience, J. F. 2013. Managing energy intake and costs of growfinish pigs. Advances in Pork Production. 24: 29-36.

Peralta, V. J. L., C. Llamas, F. Grageola, C. Lemus y J. Ly. 2008. Patrón de consumo de cerdos Pelón Mexicano alimentados con dietas de pulpa fresca de aguacate (Persea americana Mill.). Revista Computarizada de Producción Porcina 15: 63-67.

SAS. 2002. SAS User´s Guide: Statistics. Ver 9.0. IN INSTITUTE, S. (Ed.). Cary, N.C.USA.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2018. Boletín mensual de la producción de aguacate. Disponible en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/290821/Boletin_mens__aguacate_cifras_a_dic2017.pdf.

Stein, H. H., L. V. Lagos and G. A. Casas. 2016. Nutritional value of feed ingredients of plant origin fed to pigs. Animal Feed Science and Technology 218: 33-69.

Trujillo-Coutiño, J. E., J. L. Figueroa-Velasco, M. Martínez-Aispuro, V. Zamora- Zamora, J. L. Cordero-Mora, M. T. Sánchez-Torres, M. Cuca-García y M. Cervantes-Ramírez. 2007. Concentración de urea en plasma y respuesta productiva de cerdos en iniciación alimentados con dietas sorgo-pasta de soya bajas en proteína. Agrociencia 41: 597-607.

Tuitoek, J. K., L . G . Young, F. C. M . de Lange and B. J. Kerr. 1997. The effect of reducing excess dietary amino acids on growing-finishing pig performance: an evaluation of the ideal protein concept. J. Anim. Sci. 75: 1575-1583.

Wang, M., Y. Zheng, T. Khougn and J. C. Lovatt. 2016. Developmental differences in antioxidant compounds and systems innormal and small-phenotype fruit of 'Hass' avocado (Persea americana Mill.). Scientia Horticulturae 206: 15-23.

Wang, Y., J. Zhou, G. Wang, S. Cai, X. Zeng y S. Qiao. 2018. Advances in low-protein diets for swine. Journal of Animal Science and Biotechnology 9(1). doi:10.1186/s40104-018-0276-7

Wiltafsky, M. K., B. Schmidtlein and F. X. Roth. 2009. Estimates of the optimum dietary ratio of standardized ileal digestible valine to lysine for eight to twenty-five kilograms of body weight pigs. Journal of Animal Science 87: 2544-2553.

Woyengo, T. A., E. Beltranena and R. T. Zijlstra. 2014. Nonruminant Nutrition Symposium: Controlling feed cost by including alternative ingredients into pig diets: A review. Journal of Animal Science 92: 1293-1305.

Wu, G., F. W. Bazer, Z. L. Dai, D. F. Li, J. J. Wang and Z. L. Wu. 2014. Amino acid nutrition in animals: Protein synthesis and beyond. Annual Review of Animal Biosciences Journal 2: 387-417.

Yue, L. and S. Qiao. 2008. Effects of low-protein diets supplemented with crystalline amino acids on performance and intestinal development in piglets over the first 2 weeks after weaning. Livestock Science 115: 144-152.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DEL APORTE NUTRICIONAL DE FORRAJE SOBRE RASGOS PRODUCTIVOS DE HUEVO DE CODORNIZ *(Coturnix japonica)*

# [EFFECT OF NUTRITIONAL CONTRIBUTION OF FORAGE ON QUAIL (*Coturnix japonica*) EGGS PRODUCTION]

**Sofía Rosaura Cantú-Garza[1], Hugo Bernal-Barragán[1§], Nydia Corina Vásquez-Aguilar[1], Fernando Sánchez-Dávila[1], Miguel Cervantes-Ramírez[2], Adriana Morales-Trejo[2]**

[1]Universidad Autónoma de Nuevo León. Posgrado Conjunto en Ciencia Animal. Facultad de Agronomía y Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Campus de Ciencias Agropecuarias. Francisco Villa s/n, Col. Ex Hacienda El Canadá, General Escobedo, Nuevo León, México, C.P. 66054. [2]Universidad Autónoma de Baja California. Instituto de Ciencias Agrícolas. Carretera a Delta s/n, Ejido Nuevo León, Baja California, México, C.P. 21705. [§]Autor para correspondencia: (hubernal05@yahoo.com.mx).

## RESUMEN

El presente estudio tiene el objetivo de evaluar las características de producción: consumo de alimento, peso corporal, cantidad de huevos por día, peso y masa de huevos, eficiencia de producción de huevo y tasa de utilización de materia seca, de codornices alimentadas con dietas adicionadas con forraje. Durante tres semanas se evaluaron cinco dietas: T1: control; T2 y T3: 10% y 20%, respectivamente, de hojas secas de leucaena (*Leucaena leucocephala)*; T4 y T5: 10% y 20%, respectivamente, de hojas secas de girasol (*Helianthus annuus)* en 12 repeticiones por tratamiento. Los tratamientos T2, T3 y T5 tuvieron un menor consumo de alimento, menor peso de aves, menor cantidad de huevos por día y menor masa de huevos producida, comparado con T1 y T4, sin que se registraran diferencias significativas en el peso de los huevos. La tasa de utilización de Materia Seca fue mayor en el T1 y T4 y menor con el T3 y T5.

**Palabras clave:** Eficiencia, girasol, *Leucaena leucocephala*, *Helianthus annuus*, masa de huevo, tasa de utilización.

## ABSTRACT

The present study has the objective of evaluating the production characteristics: feed intake, body weight, number of eggs produced per day, weight and mass of eggs, efficiency of egg production and utilization rate of Dry Matter, of quails fed with diets supplemented with forage leaves. Five diets were tested (n = 12 repetitions per treatment) for three weeks: T1: control, T2 and T3: 10% and 20% of dried leucaena (*Leucaena leucocephala*) leaves, respectively; T4 and T5: 10% and 20% of dried sunflower (*Helianthus annuus*) leaves, respectively. After 3 weeks, treatments T2, T3 and T5 had lower feed intake, lower body weight, lower amount of eggs produced per day and lower egg mass compared with T1 and T4, with no significant differences in the weight of the eggs. The Dry Matter utilization rate was higher in T1 and T4 than in T3 and T5.

**Index words:** Efficiency, egg mass, *Helianthus annuus*, *Leucaena leucocephala*, sunflower,

utilization rate.

## INTRODUCCIÓN

Las codornices, además de otras especies avícolas diferentes a la gallina, son criadas para obtener ingredientes gourmet, tales como huevo y carne (Tserveni-Goussi y Fortomaris, 2011). La codorniz japonesa (*Coturnix japonica*) es la más utilizada en la producción de huevos (Minvielle, 2004). Las codornices seleccionadas para la producción de huevo requieren una nutrición adecuada en proteína y energía, la cual constituye una alta proporción (70 a 75%) de los costos de producción (FAO, 2017). Se puede obtener un mayor beneficio económico, medioambiental y de impacto social, al incrementar el aprovechamiento de insumos locales que puedan ser fuentes adecuadas de nutrientes y energía para las aves, sobre todo al considerar que el aumento de los costos de las dietas puede convertirse en una limitante para el crecimiento de la avicultura (Donkoh *et al*., 1999, Delgado *et al*., 2013).

La leucaena (*Leucaena leucocephala*) es una planta leguminosa disponible en casi todo el mundo, cuyas hojas son un recurso alimenticio importante, relativamente rico en proteína cruda (25-44%) y en aminoácidos esenciales, vitaminas, minerales (especialmente calcio y potasio). Una inclusión del 7% de hojas en la dieta de aves de postura ha demostrado mejorar significativamente la digestibilidad y la utilización metabólica de la proteína cruda, extracto etéreo y energía metabolizable (Ayssiwede *et al*., 2010). El girasol (*Helianthus annuus*) es una planta herbácea anual cultivada en todo el mundo, considerada como una importante reserva de alimento y proteína. Sin embargo, debido a la escasez de estudios sobre la utilización de hojas de girasol como alimento de aves de postura, se necesitan más investigaciones para confirmar sus beneficios y eficacia.

El presente estudio tiene el objetivo de evaluar la productividad de codornices alimentadas con dietas adicionadas con diversas proporciones de forraje de leucaena (*Leucaena leucocephala*) y girasol (*Helianthus annuus*).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el Centro de Exposiciones Agropecuarias del Campus de Ciencias Agropecuarias, UANL. Los animales fueron distribuidos aleatoriamente en jaulas de alambre galvanizado de 25 x 25 cm (625 $cm^2$) con una codorniz por jaula. El experimento tuvo una duración de cinco semanas, del 19 de noviembre al 23 de diciembre de 2018, considerando una fase de adaptación de dos semanas, y una fase experimental de tres semanas. Durante ese período las temperaturas promedio oscilaron entre los 11 y los 23 °C (CONAGUA, 2019).

Los análisis del huevo y la elaboración de las dietas se realizaron en el Laboratorio de Nutrición y Calidad de Alimentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) en el municipio de Gral. Escobedo, Nuevo León, localizado a 25° 47' 2.24" latitud norte y 100° 17' 6.65" de longitud oeste, con una altitud de 510 msnm.

Se evaluaron cuatro tratamientos con adición de harina de hojas secas (forraje) de leucaena y de girasol. El tratamiento 1 (T1) fue la dieta convencional utilizada como grupo control. Los tratamientos T2 y T3 consistieron en dietas adicionadas con 10 y 20%, respectivamente, de harina de hojas de leucaena; y T4 y T5 consistieron en dietas adicionadas con 10 y 20%, respectivamente, de harina de hojas de girasol (Cuadro 1). Se utilizaron 60 aves en total con 12 repeticiones por tratamiento.

**Cuadro 1.** Ingredientes de las dietas para codornices ponedoras (T1: control, T2: leucaena 10%, T3: leucaena 20%, T4: girasol 10%, T5: girasol 20%).

| | Cantidad (g) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Ingredientes | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 |
| Sorgo | 571.70 | 501.70 | 431.70 | 491.70 | 408.70 |
| Harina de soya | 297.00 | 267.00 | 237.00 | 277.00 | 260.00 |
| Leucaena | - | 100.00 | 200.00 | - | - |
| Girasol | - | - | - | 100.00 | 200.00 |
| Base codorniz (FA-UANL, 2018)* | 153.15 | 153.15 | 153.15 | 153.15 | 153.15 |
| Total | 1000.0 | 1000.0 | 1000.0 | 1000.0 | 1000.0 |

*Contiene aceite vegetal (20 g), fosfato monocálcico (5 g), carbonato de calcio (97.1 g), sal (2.5 g), lisina 78% (1.3 g), metionina 99% (1.7 g), treonina 99% (0.2 g), premezcla de vitaminas y minerales traza (2.5 g) y cloruro de colina 60% (1 g).

Cada jaula contó con comedero y bebedero con agua *ad libitum*. Se tuvo un programa de luz de 16 horas. El alimento se proporcionó en una porción al día, a las 0800 h. Se registró el peso del alimento ofrecido y del alimento no consumido utilizando báscula con capacidad de 5 kg y división mínima de 1 g (Pronto Digital, China), con la cual también se pesaron las aves semanalmente.

La producción de huevo se contabilizó diariamente a las 0800 h. El peso de los huevos se determinó utilizando una balanza analítica con capacidad de 210 g y división mínima de 0.1mg (A&D HR-200, Japón).

**Tasa de utilización del alimento**

Durante 48 h se registró el consumo de alimento, se colectaron las excretas de cada codorniz y se calculó la tasa de utilización de materia seca (heces y orina) expresado en promedio por día.

El análisis estadístico de los resultados fue realizado por medio de análisis de varianza (ANOVA). La comparación de medias de Tukey se llevó a cabo utilizando el paquete estadístico SPSS a un nivel de significancia de 5%.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El consumo promedio de alimento (Figura 1) tuvo una interacción tratamiento x semana significativa ($p < 0.001$); en la semana 3, el consumo fue mayor ($p < 0.05$) para las aves del T1 (26.5 g) y T4 (24.3 g), que para las aves del T3 (13.4 g), mientras que fue intermedio para las del T2 (20.3 g) y T5 (21.1 g). Posiblemente la disminución del consumo de alimento pudo deberse a

una baja palatabilidad de las hojas de forraje, sobre todo de las hojas de leucaena. Teixeira *et al*. (2014) mencionan que una dieta adicionada con hojas de moringa, que registró un bajo consumo, pudo deberse a un fuerte olor o sabor amargo de las hojas de moringa, aunque proponen que es necesario determinar en investigaciones posteriores si este es el caso.

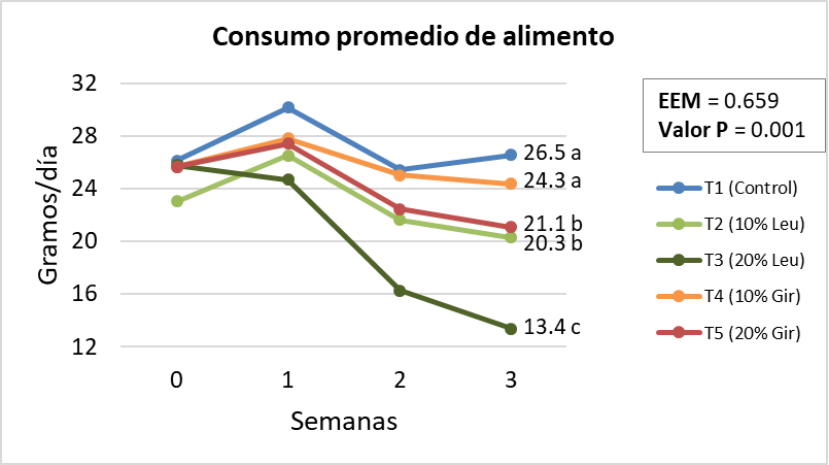



**Figura 1**. Consumo promedio de alimento (T1: control, dieta convencional, sin forraje, T2: leucaena 10%, T3: leucaena 20%, T4: girasol 10%, T5: girasol 20%).

El peso promedio de las codornices registró interacción tratamiento x semana significativa ($p < 0.001$). En la semana 3, el peso para las aves del T1 (162.1 g) fue mayor ($p < 0.05$) que el de las codornices de T2 (144.1 g) y de T3 (128.2 g) (Figura 2). Los pesos de las aves de T4 (157.4 g) y T5 (142.5 g) fueron intermedios entre los pesos de T1 y T3. Abou-Elezz *et al*. (2012) reportaron que la adición de hojas de moringa en dietas de aves resulta en pesos menores a los obtenidos al alimentar con una dieta sin la adición de este forraje.

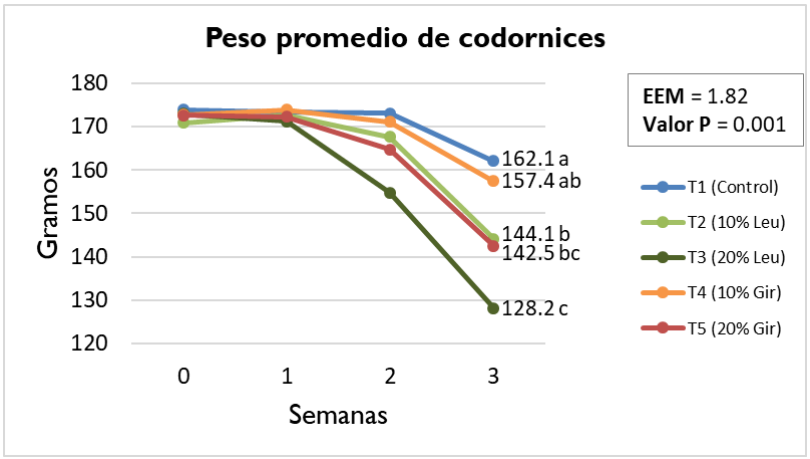



**Figura 2.** Peso promedio de codornices (T1: control, dieta convencional, sin forraje, T2: leucaena 10%, T3: leucaena 20%, T4: girasol 10%, T5: girasol 20%).

La cantidad de huevos puestos por día registró también una interacción tratamiento x semana significativa ($p < 0.000$) (Figura 3). En la semana 3, la cantidad de huevos producidos fue mayor ($p < 0.05$) para las aves del T1 (0.95 huevos/día) y T4 (0.78 huevos/día), que para las del T2 (0.34 huevos/día) y T5 (0.31 huevos/día), mientras que las aves del T3 tuvieron una producción casi nula (0.02 huevos/día).

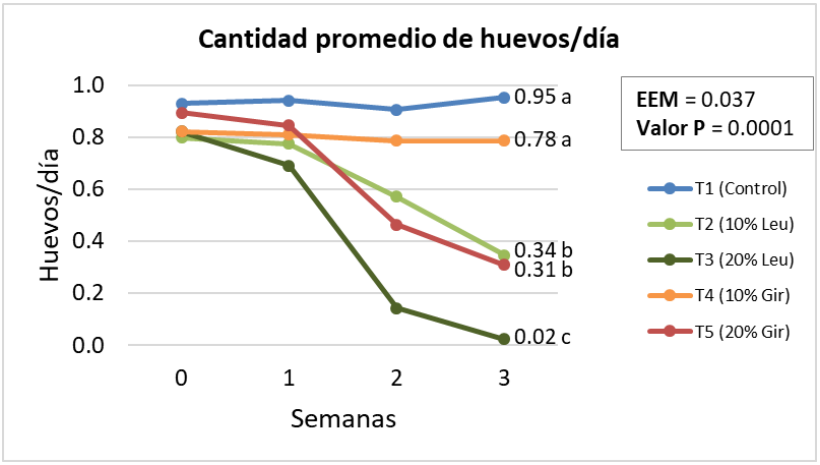



**Figura 3.** Producción promedio de huevos por día (T1: control, dieta convencional, sin forraje, T2: leucaena 10%, T3: leucaena 20%, T4: girasol 10%, T5: girasol 20%).

La masa de huevos por día (huevos/día x peso de huevos) mostró una interacción significativa tratamiento x semana, registrándose, en la semana 3, mayor ($p < 0.05$) masa de huevos con el T1 (10.8 g) y T4 (8.7 g), comparadas con la de T2 (3.7 g) y de T3 (0.3 g). La masa de huevos de T5 (3.4 g) fue intermedia entre T2 y T3.

La eficiencia de conversión de alimento a huevo también tuvo una interacción significativa tratamientos x semana. En la semana 3, fue significativamente mayor ($p < 0.05$) para las aves del T1 (0.41) y T4 (0.35), que para los tratamientos T2 (0.17) y T3 (0.02). La eficiencia para las aves del T5 fue intermedia (0.15) entre el T2 y el T3. En el Cuadro 2 se presentan los datos productivos de las codornices en el experimento.

**Cuadro 2.** Datos productivos de codornices ponedoras alimentadas con dietas adicionadas con forraje (T1: control, dieta convencional, sin forraje, T2: leucaena 10%, T3: leucaena 20%, T4: girasol 10%, T5: girasol 20%).

| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | EEM | Valor *P* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Consumo alimento (g/día) | $27.1^{a}$ | $22.9^{c}$ | $20.0^{d}$ | $25.7^{ab}$ | $24.1^{bc}$ | 0.66 | 0.00 |
| Peso de aves (g) | $170.6^{a}$ | $163.8^{abc}$ | $156.8^{c}$ | $168.8^{ab}$ | $163.0^{bc}$ | 1.82 | 0.00 |
| Huevos/día | $0.93^{a}$ | $0.62^{b}$ | $0.42^{c}$ | $0.80^{a}$ | $0.63^{b}$ | 0.037 | 0.00 |
| Peso de huevos (g) | 11.3 | 10.9 | 11.3 | 11.0 | 11.0 | 11.30 | 0.28 |
| Masa de huevos (g/día) | $10.5^{a}$ | $6.7^{c}$ | $4.8^{d}$ | $8.9^{b}$ | $6.9^{c}$ | 0.43 | 0.00 |
| Eficiencia de prod de huevo | $0.39^{a}$ | $0.28^{b}$ | $0.20^{c}$ | $0.34^{ab}$ | $0.27^{b}$ | 0.02 | 0.00 |

*EEM: Error estándar de la media

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## Tasa de utilización de materia seca del alimento

En el Cuadro 3 se muestran los resultados obtenidos del trabajo realizado para determinar la tasa de utilización de la materia seca del alimento ofrecido a las codornices en cada tratamiento.

**Cuadro 3.** Tasa de utilización de la materia seca determinada en codornices alimentadas con dietas adicionadas con forraje (T1: control, dieta convencional sin forraje, T2: leucaena 10%, T3: leucaena 20%, T4: girasol 10%, T5: girasol 20%).

| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | EEM | Valor *P* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Consumo alimento (g/día) | 24.3$^{a}$ | 23.0$^{a}$ | 15.5$^{b}$ | 25.2$^{a}$ | 22.4$^{a}$ | 0.96 | 0.00 |
| MS Excretada (g/día) | 6.9$^{ab}$ | 7.6$^{ab}$ | 6.8$^{b}$ | 7.9$^{ab}$ | 8.7$^{a}$ | 0.48 | 0.03 |
| Tasa de utilización MS | 71.5$^{a}$ | 66.9$^{ab}$ | 56.0$^{c}$ | 68.5$^{a}$ | 61.2$^{bc}$ | 1.75 | 0.00 |

El consumo de MS de alimento promedio por día fue menor en el T3 (15.5 g), en comparación con los demás tratamientos. La MS excretada promedio por día fue mayor ($p < 0.05$) en el T5 y menor en el T3. Los valores de MS excretada en el T1, T2 y T4 fueron intermedios. La tasa de utilización de MS mostró diferencias entre tratamientos, donde fue 27% mayor en codornices alimentadas con T1 y 22% mayor en las alimentadas con T4 ($p < 0.000$), que en las alimentadas con T3 (Figura 4).

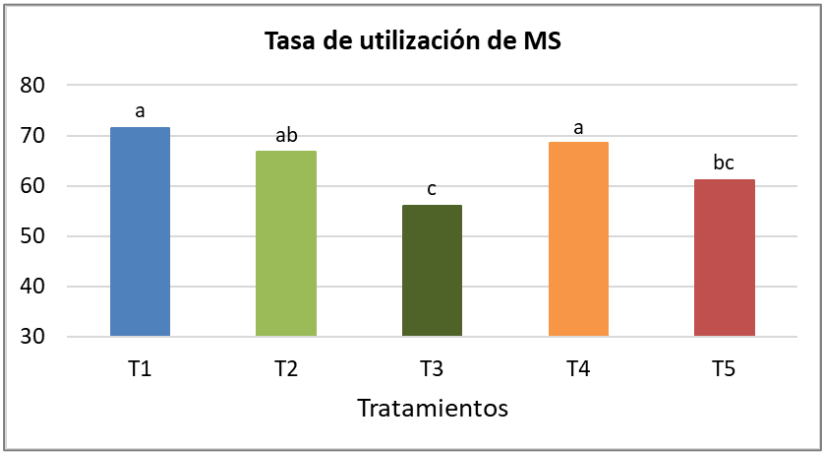



**Figura 4.** Tasa de utilización de MS promedio (T1: control, dieta convencional, sin forraje, T2: leucaena 10%, T3: leucaena 20%, T4: girasol 10%, T5: girasol 20%).

## CONCLUSIONES

Al adicionar 10 y 20% de hojas de leucaena y girasol en la dieta de codornices en postura, se concluye que: Tras 3 semanas con los tratamientos, la inclusión del 10 y 20% de leucaena y 20% de girasol redujo el consumo de alimento, el peso de las aves y la cantidad de huevos por día comparado con el alimento convencional y 10% de girasol. Sin embargo, no afectó el peso promedio de los huevos. La tasa de utilización de MS fue mayor en el alimento convencional y con la adición de 10% de girasol y menor con el 20% de leucaena y girasol.

## LITERATURA CITADA

Abou, E. K., M. L. Fouad, F. Sarmiento, R. R. Santos and S. J. F. Solorio. 2012. The nutritional effect of *Moringa oleifera* fresh leaves as feed supplement on Rhode Island Red hen egg production and quality. Tropical Animal Health and Production 44: 1035-1040.

Ayssiwede, S. B., A. Dieng, C. Chrysostome, W. Ossebi, J. L. Hornick and A. Missohou. 2010. Digestibility and metabolic utilization and nutritional value of *Leucaena leucocephala* (Lam.) leaves meal incorporated in the diets of indigenous Senegal chickens. International Journal of Poultry Science 9: 767-776.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2019. Servicio Meteorológico Nacional. Disponible en: https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Diarios/19052.txt?fbclid=IwAR0ujuXRmyOUriexeXGtT1DWdl2DfEIsF6nGQHpz-Im0Pfm1BdAzeLD4-8Q

Delgado, E., Y. Orozco y P. Uribe. 2013. Comportamiento productivo de pollos alimentados a base de harina de plátano considerando la relación beneficio costo. ZootecniaTropical 31: 279-290.

Donkoh, A., C. C. Atuahene, Y. B. Poku-Prempeh and I. G. Twum. 1999. The nutritive value of chaya leaf meal (*Cnidoscolus aconitifolius* (Mill.) Johnston): studies with broiler chickens. Animal Feed Science and Technology 77: 163-172.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2017. Aves de corral y la Producción y Sanidad Animal. Departamento de Agricultura y Protección del Consumidor. Disponible en: http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/poultry/production.html

Minvielle, F. 2004. The future of Japanese quail for research and production. Worlds Poultry Science Journal 60: 500-507.

Teixeira, E. M. B., M. R. B. Carvalho, V. A. Neves, M. A. Silva and L. Arantes-Pereira. 2014. Chemical characteristics and fractionation of proteins from Moringa oleifera Lam. leaves. Food Chemistry 147: 51-54.

Tserveni-Goussi, A. y P. Fortomaris. 2011. Production and quality of quail, pheasant, goose and turkey eggs for uses other than human consumption. In: Improving the Safety and Quality of Eggs and Egg Products, Vol. 1. 1era ed. Woodhead Publishing: 509-537.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DEL APORTE NUTRICIONAL DE FORRAJE SOBRE CALIDAD DE HUEVOS DE CODORNIZ *(Coturnix japonica)*

# [EFFECT OF NUTRITIONAL CONTRIBUTION OF FORAGE ON QUAIL (*Coturnix japonica*) EGG QUALITY]

**Sofía Rosaura Cantú Garza[1], Hugo Bernal Barragán[1], Nydia Corina Vásquez Aguilar[1], Fernando Sánchez Dávila[1], Miguel Cervantes Ramírez[2], Adriana Morales Trejo[1]**

[1]Universidad Autónoma de Nuevo León. Posgrado Conjunto en Ciencia Animal. Facultad de Agronomía y Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Campus de Ciencias Agropecuarias. Francisco Villa s/n, Col. Ex Hacienda El Canadá, General Escobedo, Nuevo León, México, C.P. 66054. [2]Universidad Autónoma de Baja California. Instituto de Ciencias Agrícolas. Carretera a Delta s/n, Ejido Nuevo León, Baja California, México, C.P. 21705. [§]Autor para correspondencia: (hubernal05@yahoo.com.mx).

## RESUMEN

El experimento se realizó con el objetivo de evaluar las características de calidad del huevo: tamaño y peso del huevo, grosor del cascarón, color y proporción de yema, clara y cascarón, en codornices alimentadas con diferentes tipos y niveles de forraje adicionados a la dieta. Durante tres semanas se evaluaron cinco dietas: T1: control; T2 y T3: 10% y 20%, respectivamente, de hojas secas de leucaena (*Leucaena leucocephala)*; T4 y T5: 10% y 20%, respectivamente, de hojas secas de girasol (*Helianthus annuus)* en 12 repeticiones por tratamiento. Tras 3 semanas de evaluación, no se registraron diferencias significativas en el peso de los huevos ni en su índice de forma. En la semana 3 la proporción de clara en los huevos aumentó y la proporción de yema disminuyó. Al incluir 10 y 20% de forraje (de leucaena o de girasol) en la dieta se tuvo un efecto positivo sobre la pigmentación de la yema de huevo.

**Palabras clave:** Girasol, *Helianthus annuus*, índice de forma, *Leucaena leucocephala*, pigmentación, yema.

## ABSTRACT

The present study has the objective of evaluating the egg quality traits: egg size and weight, shell thickness, yolk color and percentage of yolk, albumen and shell of quails fed with diets supplemented with different types and levels of forage leaves. Five diets were tested (n = 12 repetitions per treatment) for three weeks: T1: control, T2 and T3: 10% and 20% of dried leucaena (*Leucaena leucocephala*) leaves, respectively; T4 and T5: 10% and 20% of dried sunflower (*Helianthus annuus*) leaves, respectively. After 3 weeks, there were no significant differences in the weight of the eggs or in their shape index. Proportion of egg albumen in week 3 increased and the yolk proportion decreased compared with week 1. By including 10 and 20% of forage leaves (either leucaena or sunflower) in the diet, there was a positive effect on the pigmentation of egg yolk.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

**Index words:** *Helianthus annuus*, *Leucaena leucocephala*, pigmentation, shape index, sunflower, yolk.

## INTRODUCCIÓN

El huevo de codorniz japonesa (*Coturnix japonica*) es apreciado por su composición nutricional y sus características organolépticas, y en la alta cocina es considerado como un alimento gourmet (Minvielle, 2004; Tserveni-Goussi y Fortomaris, 2011). Entre los parámetros importantes de calidad del huevo para consumo humano se encuentran: peso, tamaño, forma (shape index), apariencia del cascarón, así como la proporción de albúmina, yema y cascarón del huevo (Genchev, 2012). Los carotenoides acumulados en la yema de huevo son importantes ya que una yema con pigmentos influye en la aceptación del alimento por el consumidor, además de que son componentes esenciales con efectos positivos para la salud, ya sea como antioxidantes o como precursores de la vitamina A (Islam y Schweigert, 2015).

Las codornices seleccionadas para la producción de huevo requieren una nutrición adecuada, cuyo costo representa una alta proporción (70 a 75%) de los costos de producción (FAO, 2017). El aprovechamiento de insumos locales que puedan ser fuentes adecuadas de nutrientes y energía para las aves, puede representar un beneficio económico, nutricional, medioambiental etc., sobre todo al considerar que el aumento de los costos de las dietas puede convertirse en una limitante para el crecimiento de la avicultura (Delgado *et al*., 2013). Esto ha generado interés por explorar alimentos alternativos a los convencionales, que reúnan características nutritivas necesarias para obtener productos de calidad en la industria avícola (Donkoh *et al*., 1999).

La leucaena (*Leucaena leucocephala*) es una planta leguminosa disponible en casi todo el mundo, cuyas hojas son un recurso alimenticio importante, relativamente rico en proteína cruda (25-44%) y en aminoácidos esenciales, vitaminas, minerales (especialmente calcio y potasio) y carotenoides (227 mg $kg^{-1}$). La administración de leucaena en la dieta de gallinas de postura ha producido un aumento significativo en los valores del color de la yema, demostrando que las hojas de esta planta son un recurso factible como pigmento de yema (Abou *et al*., 2011).

El girasol (*Helianthus annuus*) es una planta herbácea anual cultivada en todo el mundo, considerada como una importante reserva de alimento y proteína. Según Alagawany *et al*. (2015), la harina de semilla de girasol puede ser incluida en la dieta de aves de postura en valores relativamente altos, sin ningún impacto adverso en la producción y calidad de los huevos. Sin embargo, debido a la escasez de estudios sobre la utilización de hojas de girasol como alimento de aves de postura, se necesitan más investigaciones para confirmar sus beneficios y eficacia.

El presente estudio tiene el objetivo de evaluar las características de calidad del huevo de codornices alimentadas con dietas adicionadas con diversas proporciones de forraje de leucaena (*Leucaena leucocephala*) y girasol (*Helianthus annuus*).

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el Centro de Exposiciones Agropecuarias del Campus de Ciencias Agropecuarias, UANL. Los animales fueron distribuidos aleatoriamente en jaulas de alambre galvanizado de 25 x 25 cm (625 $cm^2$) con una codorniz por jaula. El experimento tuvo una duración de cinco semanas, del 19 de noviembre al 23 de diciembre de 2018, considerando una fase de adaptación de dos semanas, y una fase experimental de tres semanas. Durante ese período las temperaturas promedio oscilaron entre los 11 y los 23 °C (CONAGUA, 2019).

Los análisis del huevo y la elaboración de las dietas se realizaron en el Laboratorio de Nutrición y Calidad de Alimentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) en el municipio de Gral. Escobedo, Nuevo León, localizado a 25° 47' 2.24" latitud norte y 100° 17' 6.65" de longitud oeste, con una altitud de 510 msnm.

Se probaron cuatro tratamientos con adición de harina de hojas secas (forraje) de leucaena y de girasol. El tratamiento 1 (T1) fue la dieta convencional utilizada como grupo control. Los tratamientos T2 y T3 consistieron en dietas adicionadas con 10 y 20%, respectivamente, de harina de hojas de leucaena; y T4 y T5 consistieron en dietas adicionadas con 10 y 20%, respectivamente, de harina de hojas de girasol (Cuadro 1). Se utilizaron 60 aves en total con 12 repeticiones por tratamiento.

**Cuadro 1.** Ingredientes de las dietas para codornices ponedoras (T1: control, T2: leucaena 10%, T3: leucaena 20%, T4: girasol 10%, T5: girasol 20%).

| | Cantidad (g) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Ingredientes | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 |
| Sorgo | 571.70 | 501.70 | 431.70 | 491.70 | 408.70 |
| Harina de soya | 297.00 | 267.00 | 237.00 | 277.00 | 260.00 |
| Leucaena | - | 100.00 | 200.00 | - | - |
| Girasol | - | - | - | 100.00 | 200.00 |
| Base codorniz (FA-UANL, 2018)* | 153.15 | 153.15 | 153.15 | 153.15 | 153.15 |
| TOTAL | 1000.0 | 1000.0 | 1000.0 | 1000.0 | 1000.0 |

*Contiene aceite vegetal (20 g), fosfato monocálcico (5 g), carbonato de calcio (97.1 g), sal (2.5 g), lisina 78% (1.3 g), metionina 99% (1.7 g), treonina 99% (0.2 g), premezcla de vitaminas y minerales traza (2.5 g) y cloruro de colina 60% (1 g).

Cada jaula contó con comedero, bebedero con agua *ad libitum*. Se tuvo un programa de luz de 16 horas. El alimento se proporcionó en una porción al día a las 0800 h. Se registró el peso del alimento ofrecido y del alimento no consumido utilizando báscula con capacidad de 5 kg y división mínima de 1 g (Pronto Digital, China), con la cual también se pesaron las aves semanalmente.

Análisis del huevo: La producción de huevo se contabilizó diariamente a las 8:00 h. El peso de los huevos se determinó utilizando una balanza analítica con capacidad de 210 g y división mínima de 0.1mg (A&D HR-200, Japón). El tamaño del huevo (ancho y largo) fue medido con un vernier, para calcular el índice de forma (ancho / largo × 100).

Muestras representativas de huevos fueron tomadas para determinar proporción de yema, clara y cascarón, en relación con el peso total del huevo. El color de la yema fue determinado usando un cromámetro de reflectancia (TCD100®, China). El grosor del cascarón se midió a la altura de la línea del ecuador utilizando un micrómetro (Mitutoyo® serie 103, USA).

El análisis estadístico de los resultados fue realizado por medio de análisis de varianza (ANOVA). La comparación de medias de Tukey se llevó a cabo utilizando el paquete estadístico SPSS a un nivel de significancia de 5%.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Características físicas del huevo

En el Cuadro 2 se muestran los resultados obtenidos de las características físicas de calidad del huevo de cada tratamiento. El peso promedio de los huevos no mostró diferencias significativas en los cinco tratamientos, manteniendo una media de 11.01 ± 0.27 g. Este resultado concuerda con lo reportado por Abou-Elezz *et al*. (2012), quienes registraron que el peso de huevos de gallinas alimentadas con hojas de moringa se mantuvo igual al de las alimentadas sin hojas de este forraje.

**Cuadro 2.** Características físicas de calidad del huevo de codornices alimentadas con dietas adicionadas con forraje (T1: control, dieta convencional sin forraje, T2: leucaena 10%, T3: leucaena 20%, T4: girasol 10%, T5: girasol 20%).

| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | EEM | Valor *P* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Peso de huevo (g) | 11.3 | 10.9 | 11.0 | 11.0 | 10.9 | 0.27 | 0.31 |
| Índice de forma (%) | 78.3 | 77.0 | 78.1 | 77.8 | 79.0 | 0.82 | 0.08 |
| Grosor cascarón (μ) | $255^{a}$ | $221^{c}$ | $218^{c}$ | $239^{b}$ | $219^{c}$ | 5.53 | 0.00 |
| Proporciones de componentes del huevo (%) | | | | | | | |
| Clara | 51.5 | 52.8 | 50.8 | 52.8 | 51.8 | 0.99 | 0.58 |
| Yema | 34.3 | 33.7 | 35.7 | 32.8 | 35.0 | 0.91 | 0.14 |
| Cascarón | $14.2^{ab}$ | $13.5^{ab}$ | $13.5^{ab}$ | $14.4^{a}$ | $13.2^{b}$ | 0.39 | 0.00 |

*EEM: Error estándar de la media.

El índice de forma del huevo no presentó diferencias significativas entre tratamientos, manteniendo una media de 77.9 ± 0.82%. Attia *et al*. (2008) reportaron índices de forma de 77 a 79% al reemplazar hasta el 100% de harina de soya por harina de la planta *Nigella sativa* L. en codornices.

El grosor del cascarón mostró una interacción significativa tratamientos x semana, dado que el grosor del cascarón de T1, T2, T4 y T5 se mantuvo constante mientras que el cascarón de T3 tuvo un incremento en la semana 3. Abou-Elezz *et al*. (2012), evaluando la inclusión de hojas de moringa en la dieta convencional de gallinas de postura, no encontraron diferencias sobre el grosor del cascarón del huevo.

La proporción de clara del huevo fue similar entre tratamientos, con una media de 52.3 ± 0.99%. Esto concuerda con lo reportado por Abou-Elezz *et al*. (2012) al incluir moringa en la dieta de

gallinas de postura. Sin embargo, la proporción de clara aumentó ($p < 0.05$) de la semana 1 y 2 (50.7 y 51.2% respectivamente) a la 3 (55.0%).

La proporción de yema no presentó diferencias significativas entre tratamientos, manteniendo una media de 33.9 ± 0.91%. No obstante, la proporción de yema fue mayor ($p < 0.05$) en la semana 1 (35.3%) comparado con la semana 3 (32.2%), los valores de la semana 2 (34.3%) fueron intermedios.

La proporción de cascarón sí mostró diferencias significativas entre tratamientos; el T4 (14.4%) tuvo valores más altos que T5 (13.2%), mientras que T1, T2 y T3 presentaron valores intermedios (14.2, 13.5 y 13.5% respectivamente). La proporción de cascarón también fue menor ($p < 0.05$) en la semana 3 (12.8%) comparado con la semana 1 y 2 (14.0 y 14.5%).

## Pigmentación de la yema de huevo

El Cuadro 3 muestra los valores a, b y L del sistema CIELAB, registrados en el presente trabajo para el color de yema de los huevos producidos por las codornices. Los valores para a (+a indica rojo, -a indica verde) presentaron diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 3). Para los valores de b (+b indica amarillo, -b indica azul) y L (+L indica blanco, -L indica negro) hubo interacción significativa tratamiento X semana.

**Cuadro 3.** Valores de color (a, b y L) de yema de huevos de codornices alimentadas con dietas adicionadas con forraje (T1: control, dieta convencional sin control, T2: leucaena 10%, T3: leucaena 20%, T4: girasol 10%, T5: girasol 20%).

| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | EEM | Valor P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a | $2.04^{c}$ | $6.31^{a}$ | $5.74^{ab}$ | $4.45^{b}$ | $4.31^{b}$ | 0.61 | 0.00 |
| b | $18.77^{b}$ | $24.23^{a}$ | $25.89^{a}$ | $25.39^{a}$ | $25.04^{a}$ | 1.36 | 0.00 |
| L | $26.75^{ab}$ | $23.31^{b}$ | $24.03^{ab}$ | $24.65^{ab}$ | $27.24^{a}$ | 1.32 | 0.02 |

En la Figura 1 se puede apreciar la pigmentación de la yema de los huevos de las codornices alimentadas con los cinco tratamientos.

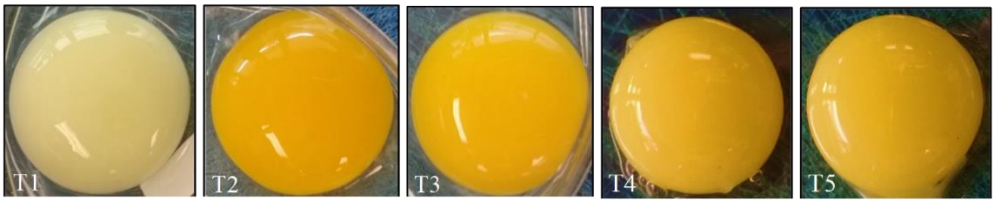



**Figura 1.** Pigmentación de yema de huevo de codornices (T1: control, dieta convencional, sin forraje, T2: leucaena 10%, T3: leucaena 20%, T4: girasol 10%, T5: girasol 20%).

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Abou-Elezz *et al*. (2012), quienes concluyeron que el color de la yema de huevo es mayor cuando se incluyen hojas de moringa en las dietas de gallinas.

## CONCLUSIONES

Al adicionar 10 y 20% de hojas de leucaena y girasol en la dieta de codornices en postura, se concluye que: Tras 3 semanas con los tratamientos, la inclusión del 10 y 20% de leucaena y girasol no afectó el peso promedio de los huevos ni su índice de forma. En la semana 3 la proporción de clara en los huevos fue mayor y la proporción de yema menor que en la semana 1. Al incluir 10 y 20% de estos forrajes en la dieta se tuvo un efecto positivo sobre la pigmentación de la yema de huevo.

## LITERATURA CITADA

Abou, Elezz, F. M. K., L. Sarmiento Franco, R. Santos Ricalde and F. Solorio Sánchez. 2011. Nutritional effects of dietary inclusion of *Leucaena leucocephala* and *Moringa oleifera* leaf meal on Rhode Island Red hens' performance. Cuban Journal of Agricultural Science 45: 163-169.

Abou, E., M. K. Fouad, F. L. Sarmiento, R. R. Santos and S. J. F. Solorio. 2012. The nutritional effect of *Moringa oleifera* fresh leaves as feed supplement on Rhode Island Red hen egg production and quality. Tropical Animal Health and Production 44: 1035-1040.

Alagawany, M., M. R. Farag, E. A. El-Hack and M. K. Dhama. 2015. The practical application of sunflower meal in poultry nutrition. Advances in Animal and Veterinary Sciences 3: 634-648.

Attia, Y. A., A. El-Din, H. S. Zeweil, A. S. Hussein, E. S. M. Qota and M. A. Arafat. 2008. The effect of supplementation of enzyme on laying and reproductive performance in Japanese quail hens fed Nigella seed meal. Journal of Poultry Science 45: 110-115.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2019. Servicio Meteorológico Nacional. Disponible en: https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Diarios/19052.txt?fbclid=IwAR0ujuXRmyOUriexeXGtT1DWdl2DfEIsF6nGQHpz-Im0Pfm1BdAzeLD4-8Q

Delgado, E., Y. Orozco y P. Uribe. 2013. Comportamiento productivo de pollos alimentados a base de harina de plátano considerando la relación beneficio costo. Zootecnia Tropical 31: 279-290.

Donkoh, A., C. C. Atuahene, Y. B. Poku-Prempeh and I. G. Twum. 1999. The nutritive value of chaya leaf meal (*Cnidoscolus aconitifolius* (Mill.) Johnston): studies with broiler chickens. Animal Feed Science and Technology 77: 163-172.

FAO (Organización de las Naciones Unidas parala Agricultura y la Alimentación). 2017. Aves de corral y la producción y sanidad animal. Departamento de Agricultura y Protección del Consumidor. Disponible en: http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/poultry/production.html

Genchev, A. 2012. Quality and composition of Japanese quail eggs (*coturnix japonica*). Trakia Journal of Sciences 10: 91-101

Islam, K. M. S y F. J. Schweigert. 2015. Comparison of three spectrophotometric methods for analysis of egg yolk carotenoids. Food Chemistry 172: 233-237.

Minvielle, F. 2004. The future of Japanese quail for research and production. Worlds Poultry Science Journal 60: 500-507.

Tserveni-Goussi, A. y P. Fortomaris. 2011. Production and quality of quail, pheasant, goose and turkey eggs for uses other than human consumption. *In*: Improving the Safety and Quality of Eggs and Egg Products, Vol. 1. 1era ed. Woodhead Publishing: 509-537.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# PARÁMETROS ZOOTÉCNICOS EN DOS ESTIRPES DE POLLO DE ENGORDA UTILIZANDO PROGRAMAS DE RESTRICCIÓN ALIMENTICIA

# [ZOOTECHNICAL PARAMETERS IN BROILER USING FOOD RESTRICTION PROGRAMS]

**Mayra Sujey Ayala-López[1], José Arce-Menocal[2§], José Herrera-Camacho[3]**

[1]Estudiante del Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas [2]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia [3]Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. [§]Autor para correspondencia: (josearce_55@yahoo.com.mx).

## RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar los parámetros zootécnicos de producción en dos estirpes de pollo de engorda (Cobb 500 y Ross 308) sometidos a programas de restricción de alimento. Se utilizaron 2640 pollitos machos de 1 día de edad, los cuales se mantuvieron en producción hasta los 42 días de edad y se distribuyeron mediante un diseño factorial completamente al azar 2 (estirpes) x 6 (tratamientos) con 5 réplicas de 44 aves cada una de ellas. Los tratamientos consistieron en: Un control, con alimento a libre acceso; Menos el 10% del consumo del control; Menos el 20% del consumo del control aplicando el 100% dado por la mañana; como el anterior, pero ofreciendo el alimento mañana y tarde; restricción de forma manual de 7 a 14 días de edad y como el anterior con restricción de 14 a 21 días de edad, después a libre acceso. Los datos obtenidos de los parámetros productivos y mortalidad se analizaron en un diseño factorial y la comparación de medias mediante la prueba de Tukey. Se observaron diferencias ($p \leq 0.05$) en los parámetros zootécnicos excepto en mortalidad. Las aves sometidas a restricciones de alimento de menos 10 y 20%, obtuvieron menores ganancias de peso con relación al control y al resto de restricciones; las mejores conversiones ($p \leq 0.05$), fueron para los programas en donde se restringió el alimento en 10 y 20%. Entre estirpes se mostraron efectos ($p \leq 0.05$) en ganancia de peso, sin presentar diferencias ($p \geq 0.05$), en conversión y mortalidad. Los programas de restricción modulados y a temprana edad pueden ser una alternativa para mejorar conversiones en el pollo de engorda, independientemente de la estirpe.

**Palabras clave:** Cobb 500, Consumo de alimento, conversión alimenticia, desempeño productivo, mortalidad, Ross 308.

## ABSTRACT

The objective of the study was evaluated the zootechnical parameters of production in two lines of broiler chicken (Cobb 500 and Ross 308) undergoing food restriction programs. 2640 1-day-old male chicks were used, which remained in production until 42 days of age and were distributed using a completely random factorial design 2 (lineages) x 6 (treatments) with 5 replicates of 44 birds each of them. The treatments consisted: A control, with free access food; Less 10% of control consumption; Less 20% of control consumption by applying the 100% given in the morning; as

before but offering food tomorrow and afternoon; restriction manually from 7 to 14 days of age and as the previous one with restriction from 14 to 21 days of age, after free access. The data obtained from the productive parameters and mortality were analyzed using analysis of variance for factorial design and the means comparison was by Tukey test. Differences ($p \leq 0.05$) were observed in zootechnical parameters except in mortality. The birds subjected to feed restrictions of less than 10 and 20%, obtained lower weight gains in relation to control and other restrictions; the best conversions ($p \leq 0.05$) were for programs where food was restricted by 10 and 20%. Among strains, effects ($p \leq 0.05$) were shown on weight gain, without presenting differences ($p \geq 0.05$), on conversion and mortality. Modulated and early-age restriction programs can be an alternative to improve conversions in broilers, regardless of lineage.

**Index words:** Cobb 500, food consumption, food conversion, mortality, productive performance, Ross 308.

## INTRODUCCIÓN

La población mundial incrementa con el paso de los años, actualmente se estiman 7550 millones de personas (Census, 2019). La FAO estima que para el 2030 la población incremente a 8300 millones, por lo que habrá un aumento en la demanda de los alimentos. La carne de pollo y huevo son necesarios para millones de personas, ya que es una fuente de proteína de origen animal de alta calidad, aporte de vitaminas y minerales, más accesible por su precio comparada con la carne de cerdo y bovino (FAO, 2013). La avicultura en los últimos años en Latinoamérica ha tenido un crecimiento de 4% en pollo de engorda, debido a los avances tecnológicos que se han realizado principalmente en selección genética (Ruiz, 2018). Se ha logrado aumentar el peso corporal de los pollos 40 g cada año en los últimos 30 años, lo cual ha provocado cambios en las necesidades nutritivas de las aves y sistemas de alimentación que representan el 70% de los costos de producción (Yu y Robinson, 2016).

Una práctica utilizada por los avicultores para disminuir los costos de producción es la restricción alimenticia (RA), se caracteriza por proporcionar a las aves una menor cantidad de alimento en los comederos, dejando el consumo a libre acceso, existen diversas formas de aplicarla entre las principales son: método cualitativo que consiste en usar bajos niveles de proteína y energía a través de la formulación de la dieta o mediante dilución con grano a la dieta y el método cuantitativo que consiste en restringir el consumo de alimento, puede ser limitando el tiempo de acceso al alimento en forma manual o disminuyendo la cantidad de alimento. Sin embargo, en ocasiones los avicultores exageran en la cantidad o tiempo de restricción, observando alteraciones que terminan perjudicando los parámetros productivos y por ende la rentabilidad económica por lo que el objetivo del presente trabajo es evaluar diferentes programas de restricción del consumo de alimento en las dos estirpes más comerciales de pollo de engorda en México (Cobb 500 y Ross 308), para dar a los avicultores una alternativa de programa de RA.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en una granja avícola localizada en el Municipio de Tarimbaro, Michoacán a una altura de 1,940 metros sobre el nivel del mar, registrando una temperatura mínima anual de 16ºC y una máxima de 18°C, la precipitación pluvial máxima es de 800 mm y mínima de 600 mm, el clima es templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (55.80%) y templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (44.20%) (INEGI, 2009).

Se utilizaron 2640 pollitos machos de 1 día de edad de dos líneas genéticas (1320 Ross 308 y 1320 Cobb 500), los cuales se mantuvieron en producción hasta los 42 días de edad. Se distribuyeron mediante un diseño factorial completamente al azar 2 (estirpes) x 6 (tratamientos) con 5 réplicas de 44 aves cada una de ellas.

Tratamientos utilizados:

| Tratamiento | Descripción |
|---|---|
| Control | Alimento a libre acceso (centinela para realizar restricción de alimento de forma modulada). |
| Menos 10% | Restricción modulada con menos el 10% proporcionado el 100% a las 8:00 h. |
| Menos 20% | Restricción modulada con menos el 20% proporcionado el 100% a las 8:00 h. |
| Menos 20% (50-50%) | Restricción modulada con menos el 20% proporcionando 50% a las 8:00 h y 50% a las 17:00 h. |
| 7-14 días | Restricción de alimento en forma manual de 17:00 h a 8:00 h de 7 a 14 días. |
| 14-21 días | Restricción de alimento en forma manual de 17:00 h a 8:00 h de 14-21 días. |

Los tratamientos modulados con menos 10 y 20% sobre el control, fueron aplicados a partir del día 14 hasta el final de la prueba y las restricciones de alimento en días fueron de forma manual levantándoles el comedero.

El alimento fue proporcionado en forma de harina a base de maíz y soya en tres fases (1-21, 22-35 y 36 a 42 días de edad), formulada con los valores nutricionales de acuerdo a lo establecido a Rostaño (2018). Al final de la prueba fueron obtenidos los valores de: Peso corporal (kg), consumo de alimento (kg), conversión alimenticia (kg/kg) y Mortalidad (%).

Los datos obtenidos de los parámetros productivos y mortalidad, fueron analizados a través de un modelo completamente al azar con arreglo factorial 2 x 6 en donde las estirpes (Ross 308 y Cobb 500) y los tratamientos de restricción fueron las variables independientes evaluadas. El valor de significancia considerado fue $p < 0.05$, y la comparación entre medias realizó mediante la prueba de Tukey (StatSoft. Statistica 10.0, 2011).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros zootécnicos obtenidos a los 42 días de edad de las aves se muestran en el Cuadro 1, en donde se observan diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en el peso corporal entre los tratamientos evaluados, los menores pesos corporales los obtuvieron las aves sometidas a menos 10 y 20% aplicándoles el alimento en una y dos ocasiones, de acuerdo a Delgado y Dueñas (2017) las restricciones de alimento provocan menores ganancias de peso; Los tratamientos con

restricciones de forma manual a edades tempranas se comportaron igual al tratamiento control con los pesos corporales más altos, resultados que coinciden con los de Revidatti *et al.* (2010), según Ardila *et al.* (2013) los pollos de engorda sometidos a restricciones de alimento a edades tempranas obtienen un crecimiento compensatorio que se refleja a partir del día 35 de edad de las aves y restricciones aplicadas después de la tercera semana no se alcanza a observar dicho crecimiento al final del ciclo productivo.

**Cuadro 1.** Parámetros zootécnicos a los 42 días de edad de las estirpes Cobb 500 y Ross 308 de pollo de engorda, sometidos a diferente estrategia de alimentación.

| Tratamiento (T) | | Peso Corporal (kg) | Consumo de alimento (kg) | Conversión de alimento (kg/kg) | Mortalidad % |
|---|---|---|---|---|---|
| Control | | 2.831$^{a}$ | 4.569$^{a}$ | 1.642$^{b}$ | 12.2 |
| Menos 10 % | | 2.600$^{b}$ | 4.000$^{b}$ | 1.566$^{ab}$ | 9.3 |
| Menos 20 % | | 2.539$^{b}$ | 3.740$^{c}$ | 1.500$^{a}$ | 8.7 |
| Menos 20 (50%,50%) | | 2.502$^{b}$ | 3.729$^{c}$ | 1.517$^{a}$ | 8.7 |
| 7-14 días | | 2.822$^{a}$ | 4.569$^{a}$ | 1.646$^{b}$ | 10.7 |
| 14-21 | | 2.860$^{a}$ | 4.605$^{a}$ | 1.637$^{b}$ | 14.7 |
| Probabilidad | | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.604 |
| Cobb 500 | | 2.763$^{a}$ | 4.311$^{a}$ | 1.584 | 11 |
| Ross 308 | | 2.621$^{b}$ | 4.093$^{b}$ | 1.585 | 10.4 |
| Probabilidad | | 0.001 | 0.001 | 0.917 | 0.800 |
| Cobb 500 | Control | 2.880 | 4.563$^{bc}$ | 1.609$^{bcd}$ | 13.9 |
| Cobb 500 | Menos 10 % | 2.681 | 4.161$^{d}$ | 1.579$^{bcd}$ | 9.3 |
| Cobb 500 | Menos 20 % | 2.549 | 3.916$^{e}$ | 1.563$^{abcd}$ | 8.0 |
| Cobb 500 | Menos 20 (50%,50%) | 2.609 | 3.867$^{e}$ | 1.508$^{ab}$ | 8.0 |
| Cobb 500 | 7-14 | 2.870 | 4.660$^{ab}$ | 1.650$^{cd}$ | 9.3 |
| Cobb 500 | 14-21 | 2.992 | 4.698$^{a}$ | 1.594$^{bcd}$ | 17.3 |
| Ross 308 | Control | 2.782 | 4.575$^{abc}$ | 1.674$^{d}$ | 10.4 |
| Ross 308 | Menos 10 % | 2.519 | 3.839$^{e}$ | 1.553$^{abcd}$ | 9.3 |
| Ross 308 | Menos 20 % | 2.528 | 3.564$^{f}$ | 1.437$^{a}$ | 9.3 |
| Ross 308 | Menos 20 (50%,50%) | 2.395 | 3.590$^{f}$ | 1.526$^{abc}$ | 9.3 |
| Ross 308 | 7-14 | 2.774 | 4.479$^{c}$ | 1.642$^{bcd}$ | 12.0 |
| Ross 308 | 14-21 | 2.727 | 4.512$^{c}$ | 1.680$^{d}$ | 12.0 |
| Probabilidad | | 0.143 | 0.001 | 0.007 | 0.899 |
| Promedio general | | 2.692 | 4.202 | 1.585 | 10.7 |
| EEM | | 0.025 | 0.054 | 0.012 | 1.07 |

EEM = Error estándar de la media; $^{a,b,c,d,e,f}$ Literales distintas en columna marcan diferencias ($p \leq 0.05$).

En el consumo de alimento acumulado por ave se observan diferencias significativas ($p \leq 0.05$), en donde, a pesar de haber estado en restricción de alimento los tratamientos de 7-14 días y 14-21

días, después tuvieron un aumento de consumo de alimento comportándose igual que el tratamiento control al final del ciclo productivo, de acuerdo con Ardila *et al.* (2013), observaron una sobrealimentación posterior al periodo de restricción, explicando la mayor ganancia de peso de las aves restringidas, resultados que coinciden con los del presente trabajo.

En la conversión de alimento se observan diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos evaluados, en donde las mejores conversiones de alimento la obtuvieron los tratamientos con restricciones del menos de 10 y 20%, resultados que coinciden con Rodríguez y Piraquive (2017), quienes señalan que las aves sometidas a restricción, resultaron en mejores conversiones de alimento. Las restricciones de alimento en forma manual se comportaron igual al tratamiento control, debido al aumento de consumo que tuvieron posterior a la restricción de alimento, resultados que coinciden con Ardila *et al*. (2013), en los cuales no se mostró una mejor conversión de alimento comparadas con el tratamiento control.

Entre estirpes, se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en el peso corporal mostrando la Cobb 500 mejor peso independientemente de la restricción de alimento, resultados que concuerdan con los de Yucailla *et al.* (2017) y que de acuerdo con Tona *et al.* (2010) describen a la estirpe Cobb 500 como estirpe con mayor velocidad de crecimiento. La estirpe Cobb 500 obtuvo mayor consumo mostrando diferencias significativas ($p \leq 0.05$), según Jarama (2016) el consumo de alimento está directamente relacionado con el desempeño en el crecimiento, observando en el presente estudio que Cobb 500 obtuvo mayor peso corporal. No se observó efecto ($p \geq 0.05$), entre las estirpes evaluadas en la conversión de alimento al final de la prueba experimental, ni en el porcentaje de la mortalidad general. García *et al.* (2015), encontraron diferencias ($p \leq 0.05$) con restricciones de 25% menos al consumo del tratamiento control. Las diferencias ($p \leq 0.05$) en las interacciones se muestran en el consumo de alimento y en la conversión. Por lo que se refiere al consumo de alimento los responsables de la interacción correspondieron a los programas de restricción entre las estirpes evaluadas al igual que la conversión de alimento. Coincide con lo reportado por Jaramillo (2019) quien encontró mejores conversiones de alimento con restricciones de menos 10, 20 y 30% en las estirpes Ross 308 y Cobb 500.

## CONCLUSIONES

Las restricciones de alimento modulado con relación al control (menos del 10 y 20%), disminuyen la ganancia de peso, mejorando la conversión de alimento, sin tener efectos en la mortalidad general. Se encontraron diferencias entre las estirpes en la ganancia de peso corporal, sin encontrar efectos en la conversión alimenticia ni en la mortalidad general entre las estirpes. Los programas de restricción modulados y a temprana edad pueden ser una alternativa para mejorar conversiones en el pollo de engorda, independientemente de la estirpe.

## LITERATURA CITADA

Ardila, O. A., S. D. Murillo, M. J. Duran y O. X. Aguilar. 2013. Efecto de la restricción alimenticia sobre el crecimiento en pollos de engorde. Universidad libre. Seccional Socorro. Innovando 5: 9-15.

Census.gov. 2019. World Population Clock. [Disponible en línea] < https://www.census.gov/popclock/>.

Delgado, G. M. A y B. M. A. Dueñas. 2017. Comparación de tres horarios de restricción alimenticia en pollos de engorde Cobb 500 mixtos del día 8 al 32 y el efecto en su productividad. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras.

FAO. 2013. Revisión del desarrollo avícola. [Disponible en línea] http://www.fao.org/3/a-i3531s.pdf

García, L. S., F. J. M. Rodríguez, H. M. Torres y D. S. López. 2015. Efecto de la restricción alimenticia sobre el comportamiento productivo de pollos de engorda. Revista Agraria 1 (3): 24-30.

http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/16/16088.pdf

INEGI. 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. En línea. México, D.F.+. Consulta 22 Julio, 2019.

Jarama, P. C. F. 2016. Evaluación de caracteres de crecimiento y mortalidad en dos líneas de pollo de engorde en condiciones de altitud. Tesis de licenciatura. Universidad Politécnica Salesiana. Carrera de Medicina veterinaria y Zootecnia. Cuenca, Ecuador.

Jaramillo, B. A. H. 2019. Evaluación de la restricción alimenticia y su efecto en la ascitis aviar en dos líneas genéticas de pollos en la sabana de Bogotá. Engormix. [Disponible en línea] https://www.engormix.com/avicultura/articulos/evaluacion-restriccion-alimenticia-efecto-t43434.htm

Revidatti, F. A., J. C. Terraes, R. J. Fernández, G. L. Sandoval, M. L. Sindik y T. Rigonatto. 2010. Respuesta productiva en pollos parrilleros sometidos a restricción alimenticia cuantitativa. FAVE- Ciencias Veterinarias. 9 (1): 57-63.

Rodríguez, C. E. y C. A. Piraquive. 2017. Evaluación de la restricción alimenticia y su efecto en la ascitis aviar en dos líneas genéticas de pollos en la sabana de Bogotá. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente Zootecnia. Bogotá, Colombia.

Rostaño, H. 2018. Actualización de requerimientos nutricionales- Tablas 2017. *In*: XXV Congreso Latinoamericano de avicultura 2017. Guadalajara, Jalisco. 26-29 de septiembre del 2017: 42-45.

Ruiz, B. 2018. Nutrido crecimiento avícola en 2017. Industria Avícola. 65 (4):6-30.

Tona, K., O. Onagbesan, M. Kamers, B. Everaet, N. Bruggeman y V. E. Decuypere. 2010. Comparación de la fisiología y del crecimiento embrionario de pollitos de las estirpes Cobb y Ross. Poultry Science. 89: 1677-1683.

Yu, M. W. and F. E. Robinson. 2016. The application of short-term feed restriction to broiler chicken production a review. [En línea] 2016. [Disponible en línea] <http://japr.oxfordjournals.org/ at Penn State University (Paterno Lib)> [Consulta: julio 2018].

Yucailla, V. A., P. Toalombo, S. A. Yucailla y R. L. Orozco. 2017. Evaluación de parámetros productivos de pollos Broilers Cobb 500 y Ross 308 en la Amazonia ecuador. Revista Electrónica de Veterinaria 18(2): 1-8. Málaga, España.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE POLLOS DE ENGORDA EN INICIACIÓN ALIMENTADOS CON INULINA DE AGAVE Y JENGIBRE

# [PRODUCTIVE BEHAVIOR OF BROILER CHICKENS IN INITIATION FEEDED WITH AGAVE INULINE AND GINGER]

**César Augusto Pérez Torres, Abner Josué Gutiérrez Chávez, Elena Franco Robles, Arianna Lechuga Arana, Servando Reyes Castro, Diana Angélica Gutiérrez Arenas[§]**

Universidad de Guanajuato. División Ciencias de la Vida, Departamento de Veterinaria y Zootecnia. [§]Autor para correspondencia: (diana.gutierrez@ugto.mx).

## RESUMEN

El uso de ingredientes no convencionales en la alimentación avícola, ha sido reconocido por su alto potencial terapéutico, debido a su riqueza en compuestos que son capaces de modificar e interactuar con la fisiología del animal que lo ingiere, como lo son el Jengibre y la Inulina de agave, los cuales se agregan con la finalidad de mejorar los parámetros productivos de los animales. Por lo que, en el presente estudio, se evaluó el comportamiento productivo de 160 pollos de engorda Cobb, machos de un día de edad durante la etapa de iniciación, al adicionar a la dieta harina de jengibre e inulina de agave de acuerdo a los siguientes tratamientos: T1, testigo (sin Jengibre, sin Inulina); T2 (con Jengibre 0.04%, sin Inulina); T3 (sin Jengibre, con Inulina al 1%) y T4 (con Jengibre al 0.04%, con Inulina al 1%), con cuatro repeticiones cada uno. Se evaluó: Consumo de Alimento (CAL), Conversión Alimenticia (CA) y Ganancia de Peso (GP). No hubo diferencia significativa entre tratamientos para las variables evaluadas; sin embargo, se encontraron diferencias ($p < 0.05$) entre la semana uno y la semana siete de edad, sin importar el tratamiento en la medición de las variables productivas, por lo que es conveniente realizar más investigaciones en las que se propongan nuevos niveles de inclusión de ambos prebióticos y su evaluación en ciclos completos de engorda.

**Palabras clave:** Aditivos, *Agave tequilana Weber var. Azul,* prebióticos, *Zingiber officinale.*

## ABSTRACT

The use of unconventional ingredients in poultry feeding has been recognized for its high therapeutic potential, due to its richness in compounds that are capable of modifying and interacting with the physiology of the animal that ingests it, such as ginger and Inulin agave, which are added in order to improve the productive parameters of the animals. Therefore, in the present study, the productive behavior of 160 Cobb broiler chickens, one-day-old males during the initiation stage, was evaluated by adding ginger flour and agave inulin according to the following treatments: T1, control (without ginger, without inulin); T2 (with 0.04% ginger, without inulin); T3 (without ginger, with 1% inulin); T4 (with 0.04% Ginger, with 1% Inulin), with four repetitions each. It was evaluated: Food Consumption (CAL), Food Conversion (CA) and Weight Gain (GP). There was no significant difference between treatments for the evaluated variables, however if differences

were found between week one and week seven of age, regardless of the treatment in the measurement of the productive variables, so it is convenient to carry out more research in the that new levels of inclusion of both prebiotics and their evaluation in complete fattening cycles be proposed.

**Index words:** Additives, *Agave tequilana Weber var. Azul,* prebiotics, *Zingiber officinale.*

## INTRODUCCIÓN

Para el año 2050, una población mundial en constante crecimiento, consumirá dos terceras partes más de proteína animal que hoy, por lo que desde 1967, la producción mundial de aves de corral incrementó un 700%, con el objetivo de poder satisfacer las necesidades de alimentación de la población (FAO, 2018).

El alimento en un sistema de producción pecuaria representa aproximadamente entre el 70 y 85% de los costos de producción, por lo que los nutriólogos desempeñan un papel muy importante en el cuidado de la calidad de los insumos para la formulación de las dietas, ya que los nutrientes de los ingredientes deben estar biodisponibles de algún modo para que el ave pueda utilizarlos, por lo que se han realizado diversos estudios para evaluar la digestibilidad y biodisponibilidad de éstos (Rebollar, 2003). Si se logra tener una óptima absorción de nutrientes a través de sus componentes básicos, se podrá tener una conversión eficiente de alimento en producto (Díaz-López *et al.*, 2017).

Una vez cubiertos los requerimientos del ave, para lograr su máximo potencial, a través de la utilización eficaz de los recursos alimenticios, es importante tener una mayor eficiencia del alimento para convertirlo en producto, por lo que el uso de aditivos en las dietas de los pollos de engorda, juega un papel fundamental para mejorar los parámetros productivos, sin afectar la calidad del producto final, con la subsecuente generación de productos innocuos para el consumidor, ya que cada vez existen más ingredientes naturales para promover el crecimiento y la salud. Entre los principales aditivos utilizados en la producción animal se encuentran los prebióticos, levaduras, prebióticos, simbióticos y enzimas.

En el caso de los prebióticos son sustancias no digeribles en el tracto gastrointestinal y que llegan al colon para servir como sustrato a los microorganismos intestinales, los cuales producen energía y micronutrientes para el propio hospedador y para el estímulo del crecimiento de determinadas especies benéficas para la microbiota del intestino. Los prebióticos que más se utilizan comercialmente son los fructooligosacaridos (FOS), galactooligosacáricos (GOS), mananooligosacáridos (MOS), transgalactooligosacáridos (TOS), lactulosas e Inulinas (Gibson *et al.*, 2004; Bhatia y Rani, 2007). Según Corzo *et al*. (2015), los carbohidratos no digeribles (oligo y polisacáridos) son los ingredientes alimentarios más importantes para ser considerados como prebióticos, ya que pueden estar presentes en diversos alimentos como la leche, miel, hortalizas, verduras, frutas etc., tal es el caso de las inulinas, las cuáles pueden ser obtenidas por extracción directa y por tratamientos químicos o enzimáticos. Actualmente, los fructanos de agave tienen un amplio uso comercial, los de *Agave tequilana Weber* son una mezcla de polímeros de fructosa

(Mancilla y López, 2006). Según Velasco *et al.* (2010), los fructanos tipo inulina estimulan la población de la microbiota intestinal en pollos de engorda, por lo que podrían mejorar la digestibilidad de nutrientes importantes como son: proteína y grasa.

Así mismo, los beneficios de la utilización directa de las hierbas y sus extractos como prebióticos se han relacionado con la regulación de la microbiota intestinal, mejoras en la digestibilidad, estimulación del sistema inmune, entre otras propiedades benéficas. Por lo que estudios demuestran que el uso del jengibre (*Zingiber officinale*) es muy común debido a su valor medicinal, ya que Shiva *et al.* (2012), consideran la factibilidad del uso de éste en la producción avícola.

Por tal motivo, el objetivo del presente estudio, fue evaluar el comportamiento productivo de los pollos de engorda alimentados con inulina de agave y jengibre.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en las Postas pecuarias de la Universidad de Guanajuato, Campus Irapuato-Salamanca, División de Ciencias de la Vida, ubicada en la comunidad de El Copal en Irapuato, Guanajuato, México.

Se utilizaron 160 pollitos machos Cobb 308 de un día de edad, los cuáles se pesaron y se distribuyeron al azar en cuatro tratamientos, con cuatro repeticiones de 10 pollitos cada una. Se utilizó un modelo estadístico con mediciones repetidas en el tiempo. Para cada característica se realizó un análisis de varianza con el procedimiento MIXED, así como pruebas de comparación de medias empleando la prueba de Tukey (SAS, Windows 9.4, 2012). Los pollitos fueron alojados en piso con temperatura controlada, buena ventilación y luz artificial. El experimento duró 15 días; el agua y el alimento se suministraron a libre acceso.

Se evaluaron dos niveles de Jengibre (0 y 0.04%) y dos niveles de Inulina (0 y 1%), de tal manera que los tratamientos fueron los siguientes (Cuadro 1): T1, testigo (sin Jengibre, sin Inulina); T2 (con Jengibre, sin Inulina); T3 (sin Jengibre, con Inulina); T4 (con Jengibre, con Inulina).

**Cuadro 1.** Tratamientos y porcentaje de inclusión de Jengibre e Inulina en la dieta de pollos de engorda.

| Tratamiento | Jengibre (%) | Inulina (%) |
|---|---|---|
| 1 | - | - |
| 2 | 0.04 | - |
| 3 | - | 1.00 |
| 4 | 0.04 | 1.00 |

La harina de jengibre utilizada, se procesó con base en las técnicas de deshidratación mencionadas por Jayashree *et al.* (2014). El jengibre se cortó en pequeños cuadros de aproximadamente 2 $mm^3$, posteriormente se sometió a un tratamiento térmico de 60°C durante 24 horas, en una estufa de convección. Posteriormente se molió en un molino manual hasta alcanzar el tamaño de partícula deseado, donde se logró obtener 100 g de harina de jengibre por cada kg de jengibre fresco.

El análisis proximal y aminograma para los ingredientes mayores (maíz y pasta de soya) lo realizó la empresa Evonik, Industries de México SA de CV; posteriormente se balanceó la dieta a fin de cubrir los requerimientos para la etapa de iniciación (Cuadro 2) sugeridos por Cuca *et al.* (2009) y el alimento se mezcló de forma manual. El jengibre y la inulina se agregaron como aditivos a la dieta experimental.

**Cuadro 2.** Composición y análisis nutrimental de las dietas experimentales de pollos de engorda en la etapa de iniciación.

| Ingrediente | % de inclusión tratamiento | | | |
|---|---|---|---|---|
| | T1 | T2 | T3 | T4 |
| Maíz | 47.88 | 47.88 | 47.88 | 47.88 |
| Aceite de soya | 8.73 | 8.73 | 8.73 | 8.73 |
| Pasta de soya | 39.85 | 39.85 | 39.85 | 39.85 |
| $CaCO_3$ | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 |
| Fosfato | 0.88 | 0.88 | 0.88 | 0.88 |
| Prem. Vit. y Min. | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| Sal | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| Metionina | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| Treonina | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| Triptófano | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Lisina | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 |
| H. de jengibre | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.04 |
| Inulina de agave | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 |
| | Aporte nutricional calculado | | | |
| EM (kcal/kg) | 3200 | 3200 | 3200 | 3200 |
| Proteína, % | 22.00 | 22.00 | 22.00 | 22.00 |
| Lisina, % | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.25 |
| Metionina, % | 0.48 | 0.48 | 0.48 | 0.48 |
| Treonina, % | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 |
| Triptófano, % | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 0.23 |
| Calcio , % | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Fosforo, % | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.45 |
| Sodio, % | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |

Las características estudiadas fueron las siguientes:

Consumo de alimento (CAL, g $ave^{-1}$ $semana^{-1}$): Cada semana se pesó el alimento, y el CAL se calculó mediante la diferencia entre el alimento ofrecido y el alimento rechazado por las aves de cada repetición. Se consideró el número de pollos por repetición (tomando en cuenta la mortalidad).

Ganancia de peso (GP, g $ave^{-1}$ $semana^{-1}$): la ganancia de peso se obtuvo, pesando semanalmente a todas las aves de cada repetición al final de cada semana y se le restó el peso al inicio de ésta, posteriormente se dividió el peso entre el número de aves.

Conversión alimenticia (CA): Se obtuvo al dividir el CAL entre la GP.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 3 se muestran los resultados de CAL de los pollitos alimentados con jengibre e inulina de agave y se observa que no hubo diferencias en CAL, por el porcentaje de inclusión de ambos prebióticos en cada uno de los tratamientos; sin embargo, si se encontraron diferencias ($p \leq 0.05$) en esta variable entre una semana y otra sin importar el tratamiento al cual pertenecían las aves. Estos resultados concuerdan con los estudios realizados por Shiva *et al.* (2012) y Suqui (2013), donde al usar 10 kg de jengibre deshidratado por t de alimento y a una dosis de 400 mg de *Zingiber officinale* por kg de alimento, respectivamente, no encontraron diferencias significativas en CAL de la parvada; lo cual podría deberse a que el uso de ambos prebióticos a esas cantidades, no afecta la palatabilidad del alimento ofrecido al pollo de engorda y por lo tanto su consumo durante la etapa de iniciación.

**Cuadro 3.** Consumo de alimento (g/ave$^{-1}$ semana$^{-1}$) en pollos de engorda como respuesta a la adición de inulina de agave y jengibre en la dieta.

| Tratamiento | Jengibre (%) | Inulina (%) | Semana 1 | Semana 2 | Media total |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.00 | 0.00 | 171.15 ± 9.14 | 241.45 ± 9.14 | 206.30 ± 8.34 |
| 2 | 0.04 | 0.00 | 186.57 ± 9.14 | 258.14 ± 9.14 | 222.36 ± 8.34 |
| 3 | 0.00 | 1.00 | 172.55 ± 9.14 | 249.92 ± 9.14 | 211.23 ± 8.34 |
| 4 | 0.04 | 1.00 | 159.27 ± 9.14 | 263.60 ± 9.14 | 211.44 ± 8.34 |
| Media ± EE | | | 172.38 ± 4.57$^{b}$ | 253.28 ± 4.57$^{a}$ | |
| Fuente de variación | | | P | | |
| | Tratamiento | | 0.5922 | | |
| | Semana | | <0.0001 | | |
| | Tratamiento*semana | | 0.0743 | | |

Semana 1= 7 días de edad. Semana 2= 14 días de edad.

Para la GP, los resultados se muestran en el Cuadro 4, en el que se observa que no hubo diferencia significativa por efecto del tratamiento en los pollos alimentados con jengibre e inulina, éstos resultados concuerdan con los obtenidos por Shiva *et al.* (2012) en un estudio en el que utilizaron extractos de jengibre deshidratado como promotor del crecimiento, en aves de la misma línea genética a las de este estudio; sin embargo, Suqui (2013), adicionó 400 mg de jengibre / kg de alimento en las dietas ofrecidas a pollos Ross 308, y obtuvo mayores ganancias de peso de animales con jengibre que sin él ($p < 0.01$). Ésta diferencia de resultados puede ser atribuible posiblemente a la línea genética del ave, ya que se utilizó una dosis de jengibre semejante a la del presente estudio y si mejoró los parámetros productivos; sin embargo, en el estirpe Cobb 500que utilizaron Shiva *et al.* (2012), no hubo mejoras en la ganancia de peso, aun cuando utilizaron una dosis más alta de jengibre (10 g por kg de alimento), por lo cual es recomendable realizar diversos experimentos comparativos entre las diferentes líneas genéticas del pollo de engorda, evaluando niveles de inclusión diferentes.

**Cuadro 4.** Ganancia de peso (g ave$^{-1}$ semana$^{-1}$) en pollos de engorda, como respuesta a la adición de inulina de agave y jengibre en la dieta.

| Tratamiento | Jengibre (%) | Inulina (%) | Semana | | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | |
| 1 | 0.00 | 0.00 | 68.67 ± 9.83 | 128.92 ± 9.83 | 197.65 ± 15.77 |
| 2 | 0.04 | 0.00 | 76.53 ± 9.83 | 135.63 ± 9.83 | 212.20 ± 15.77 |
| 3 | 0.00 | 1.00 | 66.45 ± 9.83 | 130.74 ± 9.83 | 197.20 ± 15.77 |
| 4 | 0.04 | 1.00 | 63.18 ± 9.83 | 115.50 ± 9.83 | 178.73 ± 15.77 |
| Media | | | 68.71 ± 4.91$^{b}$ | 127.70 ± 4.91$^{a}$ | |
| Fuente de variación | | | P | | |
| | Tratamiento | | 0.5397 | | |
| | Semana | | <0.0001 | | |
| | Tratamiento* semana | | 0.9081 | | |

Semana 1= 7 días de edad. Semana 2= 14 días de edad.

Los resultados obtenidos en este trabajo (Cuadro 5), no difieren de los obtenidos por Shiva *et al.* (2012), donde no existió diferencia significativa entre sus tratamientos, ya que el tratamiento adicionado con jengibre obtuvo una CA de 1.76, cotejado con 1.78, 1.75 y 1.75 de los otros tratamientos. En cambio, Suqui (2013), menciona una diferencia significativa entre sus tratamientos, donde al adicionar 400 mg de jengibre/ kg de alimento se presentó una CA de 1.31, mientras que el adicionar 0 mg, 300 mg y 350 mg, permitieron obtener conversiones de 1.37, 1.36 y 1.38, respectivamente; ésta diferencia de resultados obtenidos está directamente relacionada a los resultados obtenidos en GP y CAL. Así mismo, se considera que la corta edad del pollo de engorda, pudo influir en éstos resultados y en los de las dos variables anteriores (GP y CAL) ya que el ave tiene menos cantidad de enzimas digestivas, lo cual tiene un efecto en la disminución de la biodisponibilidad de los ingredientes para que el ave los asimile y los utilice en la ganancia de peso.

**Cuadro 5.** Conversión alimenticia en pollos de engorda, como respuesta a la adición de inulina de agave y jengibre en la dieta.

| Tratamiento | Jengibre (%) | Inulina (%) | Semana | | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | |
| 1 | 0.00 | 0.00 | 2.57 ± 0.22 | 1.89 ± 0.22 | 2.12 ± 0.16 |
| 2 | 0.04 | 0.00 | 2.44 ± 0.22 | 1.91 ± 0.22 | 2.10 ± 0.16 |
| 3 | 0.00 | 1.00 | 2.63 ± 0.22 | 1.92 ± 0.22 | 2.16 ± 0.16 |
| 4 | 0.04 | 1.00 | 2.53 ± 0.22 | 2.51 ± 0.22 | 2.43 ± 0.16 |
| Media | | | 2.54 ± 0.11$^{b}$ | 2.06 ± 0.11$^{a}$ | |
| Fuente de variación | | | P | | |
| | Tratamiento | | 0.4494 | | |
| | Semana | | <0.0092 | | |
| | Tratamiento*semana | | 0.4148 | | |

Semana 1= 7 días de edad. Semana 2= 14 días de edad.

## CONCLUSIONES

En el presente estudio con la evaluación de la adición de harina de jengibre al 0.04% e inulina de agave al 1% en dietas de pollos de engorda en iniciación, no se presentaron diferencias significativas en los parámetros productivos en comparación con los otros tratamientos, probablemente por el nivel de inclusión y la línea genética utilizada; sin embargo, al evaluar cada variable productiva en la semana uno y semana siete, si se encontraron diferencias ($p < 0.05$). Por tal motivo, es recomendable alargar el periodo experimental hasta la etapa de finalización para medir en su máxima expresión el comportamiento productivo del pollo, además de generar más información con la proyección de nuevos experimentos con líneas genéticas diferentes, para poder evaluar su comportamiento productivo por estirpe.

## LITERATURA CITADA

Bhatia, A. y U. Rani. 2007. Prebiotics and health: Clinical implications. Journal of Clinical and Diagnostic Research 1(6): 546-554.

Corzo, N., J. L. Alonso, F. Azpiroz, M. A. Calvo, M. Cirici, R. Leis, F. Lombó, I. Mateos-Aparicio, F. J. Plou, P. Ruas-Madiedo, P. Rúperez, A. Redondo-Cuenca, M. L. Sanz y A. Clemente. 2015. Prebióticos; concepto, propiedades y efectos beneficiosos. Nutrición Hospitalaria. 31(Supl. 1): 99-118.

Cuca, G. M., G. E. Ávila y M. A. Pro. 2009. Alimentación de las aves. Universidad Autónoma Chapingo. Edo. de México, México.

Díaz-López E. A., J. Ángel-Isaza y D. Ángel. 2017. Probióticos en la avicultura: una revisión. Revista Medicina Veterinaria 35: 175-189.

FAO. Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. 2018. Disponible en: http://www.fao.org/news/story/es/item/117075/icode/ [Consultado 13-05-2019].

Gibson, G. R., H. M. Probert, J. Van Loo, R. A. Rastall and M. B. Roberfroid. 2004. Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics. Nutrition Research Reviews 17: 259-275.

Jayashree, E., R. Visvanathan and T. Zachariah. 2014. Quality of dry ginger (*Zingiber officinale*) by different drying methods. Association of Food Scientists and Technologists 51(11): 3190-3198.

Mancilla, M. N. A. and M. G. López. 2006. Water-Soluble Carbohydrates and fructan structure patterns from agave and dasylirion species. Journal of Agricultural and Food Chemistry 54(20): 7832-7839.

Rebollar, S. M. 2003. Evaluación de indicadores productivos en pollos de engorda al incluir maíz y pasta de soya extruidos y malta de cebada. Universidad de Colima. Tesis de maestría. Colima, México.

Shiva, C., S. Bernal, M. Sauvain, J. Caldas, J. Kalinowski, N. Falcón y R. Rojas. 2012. Evaluación del aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*) y extracto deshidratado de jengibre (*Zingiber officinale*) como potenciales promotores de crecimiento en pollos de engorde. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú 23(2): 160-170.

Suqui, X. S. 2013. Evaluación de los efectos productivos al implementar un coccidiostato natural zingiber officinale (jengibre) en la producción de pollos broilers. Tesis de Licenciatura. Facultad de ciencias pecuarias de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

Velasco, S., M. L. Rodríguez, M. C. Alzueta, A. Rebolé y L. T. Ortiz. 2010. Los prebióticos tipo inulina en Alimentación Aviar. I: Características y efectos a nivel intestinal. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias 4(2): 87-104.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS DE AGUAS RESIDUALES PORCINAS TRATADAS CON BIODIGESTORES SOBRE LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGANICA, PATOGENOS Y PRODUCCIÓN DE BIOGAS

# [SOLIDS CONCENTRATION IN PIG SLURRY TREATED WITH BIODIGESTORS TO REMOVE ORGANIC MATER, PATOGENS AND BIOGAS PRODUCTION]

**Wilbert Trejo Lizama[1§], Jimmy Antonio Pacheco Dzib[2], José Alberto Erales Villamil[1,3]**

[1]Grupo de investigación: Sistemas de Producción Agroecológicos SISPAE. [2]Licenciado en Agroecología; [3]Area de Epidemiología y Salud Pública. Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. [§]Autor para correspondencia: ( wtlizama@correo.uady.mx).

## RESUMEN

El presente estudio se realizó con el objetivo evaluar el efecto de concentraciones de sólidos de las descargas de aguas residuales porcinas sobre la remoción de materia orgánica, patógenos y la producción de biogás. En los últimos años en Yucatán se han establecido sistemas de biodigestión anaerobia para el tratamiento de las aguas residuales porcinas (ARP), sin embargo, el uso excesivo de agua en las granjas porcinas para el lavado de los corrales constituye un problema ambiental, principalmente para el suelo kárstico de Yucatán. Esto afecta las condiciones de operación óptima del proceso de biodigestión anaerobia. Se hicieron cambios en las labores de limpieza de corrales y el volumen de agua utilizada. Los tratamientos utilizados fueron dos concentraciones de sólidos: concentración alta (3.6%) y concentración baja (1.5%); con un tiempo de retención hidráulica de 45 días. Se utilizaron 6 biodigestores tipo tubular elaborado de geomembrana plástica con capacidad para 4 $m^3$ de ARP. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con tres repeticiones por tratamiento, cada repetición fue conformada por un biodigestor. El ARP con 3.6% de sólidos totales (ST) presentó mayor ($p < 0.05$) remoción de sólidos suspendidos totales (SST) y biogás, respecto a la concentración de 1.5% de ST. En demanda bioquímica de oxigeno (DBO) presentó menor ($p < 0.01$) remoción en el tratamiento con 3.6% de ST. No se encontró diferencia ($p > 0.05$) en solidos totales volátiles (STV), grasas y aceites (GyA) y coliformes fecales (CF). La mayor concentración de ST en el ARP mejora la remoción de materia orgánica e incrementa la producción de biogás, utilizando menor cantidad de agua de lavado de los corrales.

**Palabras clave:** Agua de lavado, ARP, biodigestión, biogas sólidos.

## ABSTRACT

The present study was made with the objective to evaluate the effect of solids concentration in the pig slurry over the removement of organic matter and biogas production. In the last years in Yucatan there have been build anaerobic biodigestion systems for pig slurry treatment, however the use of high amounts of water in the pig farms, to clean the pens represent an environmental problem, primarily because the karstic soils in Yucatán. This affect the optimal operation conditions of the anaerobic biodigestion. There were made changes in the cleaning pens labors and

the volume of water used. The treatments were two concentrations of solids in the pig slurry: high concentration (3.6 %) and low concentration (1.5%); with a retention time of 45 days. There were used 6 tubular biodigesters made of plastic geomembrane with $4m^3$ capacity of pig slurry. There was used a completely randomized design with 3 repetitions, each biodigester was a repetition. The pig slurry (PSL) with 3.6 % of total solids (TS) presented higher ($p < 0.05$) removement of total suspended solids (TSS) and biogas, with respect to the concentration of 1.5% of TS. The Biochemical Oxygen Demand (BOQ) there was a reduction ($p < 0.01$) in the removement in treatment of 3.6 % of ST. There was no difference ($p > 0.05$) in the Total Volatile Solids (TVS), the fat and oil (F&O) and Fecal coliforms (FC). The higher concentration of ST in the PSL increased the removement of organic matter and increased the biogas production, using less amount of water for cleaning pens, and reduce the cost of PSL treatment.

**Index words:** Cleaning water, biodigestion, biogas, pig slurry, solids.

## INTRODUCCIÓN

Por su magnitud e importancia, la porcicultura yucateca ocupa el quinto lugar en México, el primero en productividad y la tercera actividad generadora de ingresos en el sector agropecuario. La implementación en los últimos años en Yucatán, de sistemas de biodigestión anaerobia para el tratamiento de las aguas residuales porcinas ha sido caracterizada por el uso exclusivamente de las aguas residuales porcinas (ARP) para la producción de biogás. La descarga de ARP presenta una concentración de sólidos, materia orgánica, nitrógeno, fósforo y otros posibles contaminantes, cuya dilución está directamente relacionada con el volumen de agua utilizada en el lavado de los corrales. Las alternativas de tratamiento de las ARP, aplicadas en México, se han enfocado a remoción de sólidos mediante métodos físicos, y a la remoción de materia orgánica por procesos biológicos (Escalante *et al*., 2012). Sin embargo, un factor poco considerado es el del volumen de agua utilizado en el lavado de los corrales y su efecto en el proceso de biodigestión anaerobia para disminuir los contaminantes.

El control de las variables de funcionamiento del proceso de biodigestión anaerobio permite alcanzar una mejora en la eficiencia del proceso de biodigestión que se ve reflejada en un incremento en la producción de biogás. Esto es fundamental, para comprender el funcionamiento del sistema de producción, al aportar datos que permitan mejorar la toma de decisiones para contribuir a mitigar el impacto ambiental de la producción de alimentos en particular de la porcicultura. Por lo cual el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de concentraciones de sólidos de las descargas de aguas residuales porcinas sobre la remoción de la materia orgánica, patógenos y la producción de biogás.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CCBA) de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), en el área de biodigestores. Las ARP utilizadas fueron provenientes de los cárcamos del área de producción porcina del CCBA.

La granja de cerdos del CCBA cuenta con 60 vientres y es de ciclo completo. El lavado de las diferentes áreas; maternidad, gestación y engorda, se realiza por el personal de la granja, con agua a presión, utilizando una manguera con una descarga de agua con 1.82 litros/segundo, en esta última área se utiliza un promedio de 46 litros/UPA.

La granja cuenta con dos cárcamos. El cárcamo 1 con capacidad de 41.4$m^3$, donde se almacena el ARP, y del cual se envía al separador de sólidos. El cárcamo 2 con capacidad de 38.61 $m^3$, el cual recibe el ARP después de pasar por el separador de sólidos, este cárcamo tiene una manguera, la cual lleva el ARP al sitio de desagüe con ayuda de una bomba sumergible de sólidos de 2 HP, esta manguera cuenta con dos llaves de paso de 3", la primera se utiliza para el mezclado del ARP en el cárcamo 2 y la segunda está a 50 metros del cárcamo. Diariamente los cárcamos son desaguados.

Se utilizaron 6 biodigestores tipo tubular de la marca Biobolsa con capacidad para 4 $m^3$, elaborados de geomembrana plástica con tubería de PVC (2") para la entrada y salida. Colocados en zanjas de 5.80m de largo x 1m de ancho y 0.70 m de profundidad, con orientación de norte a sur. Para la recarga se utiliza tres mangueras de 3" con flujo de influente de 6.9 litros/segundo, una por cada tres biodigestores con un tiempo de llenado de 90.17 segundos. Las recargas se realizaron cada siete días, durante los 65 días que duro el trabajo experimental se realizaron nueve recargas.

Para el presente trabajo se utilizó el área de engorda, durante el tiempo del experimento las unidades de producción animal (UPA) en el área oscilaron entre 115 a 129. Para el día de la recarga, el desagüe se realizaba antes de iniciar el lavado. Después del lavado, se encendía la bomba del cárcamo 1 para mezclar durante cinco minutos y enviada al cárcamo 2, sin pasar por el separador de sólidos. Se abría la primera llave y se encendía la bomba del cárcamo 2 con lo cual iniciaba el mezclado del ARP durante 25 minutos. Al finalizar el mezclado, la llave era cerrada para iniciar él envió a los biodigestores.

La primera llave de los biodigestores era abierta, se esperaba a que inicie la salida del ARP y se colocaba la manguera en el biodigestor correspondiente al tratamiento, al finalizar el tiempo de recarga, la siguiente llave era abierta y después cerrada la que fue usada anteriormente, la manguera se colocaba en el biodigestor correspondiente, al finalizar se hacía lo mismo con la última llave y manguera. Al finalizar la recarga del tercer biodigestor la segunda llave de paso del cárcamo 2 era abierta nuevamente y después cerrada la última llave abierta en los biodigestores.

Los tratamientos utilizados fueron dos concentraciones de sólidos con similar tiempo de retención hidráulica de 45 días:

- Tratamiento concentración baja: se utilizó el ARP del lavado realizado por los trabajadores de la granja (46 l/UPA). Considerado como el tipo de lavado realizado en la porcicultura yucateca.

- Tratamiento concentración alta: se utilizó 15 l/UPA/día y se modificó el lavado del área, para lo cual: a) las excretas acumulada en el corral fueron retiradas con pala, 2) se mojó el piso de los corrales y los cerdos con 18.2 l de agua, c) después de 10 min, se retiró las excretas, d) se mojaron los cerdos con 18.2 l de agua, y e) se lavó cada corral con la cantidad de agua restante, durante el cual se estuvo jalando el agua junto con las excretas al caño.

Desde el inicio del estudio y durante cada recarga de los biodigestores se tomaron 2 muestras del influente por tratamiento vertidas en frascos con capacidad de dos litros, con dichas muestras se realizó la medición de ST, cuyo valor promedio se consideró de muestra compuesta. También se midió el pH, la temperatura ambiental, la temperatura de la muestra, Se determinó sólidos totales en una estufa durante 48 horas a 103.5 °C. Estas variables del influente fueron tomadas para monitorear el funcionamiento de los biodigestores y los manejos aplicados a la limpieza de corrales en el área de engorda de la granja.

A los 65 días de iniciado el trabajo se realizó la recarga para la toma de muestras para determinar la remoción de los indicadores que se señalan en el Cuadro 1. Se tomaron tres muestras de efluente por cada tratamiento, correspondientes a cada una de las repeticiones. Para lo cual, el efluente de los biodigestores fue recolectado en tres cisternas de 800 l, se agitó y tomó la muestra, en cada una. Se tomó una muestra de influente por tratamiento, para el influente se llenó un bote de 20 l, se agitó y tomó la muestra, cabe señalar que el bote de 20 l se fue llenando conforme se cargaba cada repetición del tratamiento, esta muestra se consideró como una muestra simple. Las muestras se analizaron en el laboratorio H2O. Se utilizó un diseño completamente al azar, con tres repeticiones por tratamiento. Cada repetición fue conformada por un biodigestor. La comparación de medias se hizo por medio de la prueba de T.

**Cuadro 1.** Indicadores y métodos utilizados para el análisis de influentes y efluentes de los biodigestores.

| Indicador | Unidad de medida | Método de prueba |
|---|---|---|
| ST | mg/L | Gravimétrico |
| SST | mg/L | Gravimétrico |
| STV | mg/L | Gravimétrico |
| DBO | mg/L | Electrométrico |
| GyA | mg/L | Gravimétrico |
| CF | NMP/100 mL | Número más probable |

ST = sólidos totales; SST = sólidos suspendidos totales; STV = solidos totales volátiles; DBO = demanda bioquímica de oxígeno; GyA = grasa y aceites; CF = coliformes fecales.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La disminución del uso de agua para lavar los corrales, incremento 2.4 veces la concentración de ST en el agua residual porcina que se utilizó como influente para cargar los biodigestores. Con el lavado de 46 l/UPA la concentración de ST de la muestra compuesta fue de 0.9% (con max de 1.1% y min de 0.6%) y con el lavado de 15 litros/UPA se alcanzó una concentración de ST del

2.2% (con max de 2.9% y min de 1.3%) en las aguas residuales porcinas que fueron las que se utilizaron como influente. Los valores de la muestra simple del influente (tomada a los 65 días de iniciado el trabajo) reportados en el Cuadro 1 fueron también 2.4 veces mayor en el tratamiento concentración alta en contraste con el de concentración baja.

La temperatura ambiental al momento de la toma de muestras durante el monitoreo fue de 33.5 °C y la temperatura de las muestras fue de 32.5°C, el pH fue de 6.9. Los cambios en el procedimiento de lavado de los corrales, disminuyó el uso de agua de 46 a 15 l/UPA, con similares resultados en el estado de limpieza de los corrales y cerdos.

La menor cantidad de agua de lavado utilizada mostró un efecto de concentración en el influente; superior al doble en ST, SST y STV (Cuadro 2); en CF (Cuadro 3) resultó similar. En el caso de DBO fue menor (Cuadro 2) observándose un aumento en GyA (Cuadro 3).

El tratamiento concentración alta presento incremento al doble ($p < 0.01$) y triple ($p < 0.05$) en los indicadores físicos de los efluentes, ST y STV respectivamente, sin embargo, SST no presentó diferencia ($p > 0.05$) (Cuadro 2). En cuanto a los indicadores físico-químicos: en la concentración alta, en el efluente fue mayor en DBO ($p < 0.01$). Pero en GyA y CF no se presentaron diferencias ($p > 0.05$) (Cuadro 3). En cuanto a la remoción, no se encontró diferencia ($p > 0.05$) en ST y STV (Cuadro 2). En el tratamiento concentración alta, se encontró 20% mayor remoción ($p < 0.05$) en SST (Cuadro 2). En DBO con remoción fue menor ($p < 0.5$) del 30% (Cuadro 2). En GyA y CF no se encontró diferencia, aunque se observó una tendencia a disminuir la remoción en 43% y 27% respectivamente (Cuadro 3).

La producción de biogás fue mayor ($p < 0.01$) en el tratamiento concentración alta. El incremento de producción de biogás fue 14 veces mayor en el tratamiento concentración alta ya que paso de 6.9 $m^3$/65 días en el tratamiento de concentración baja a 97.2 $m^3$/65 días en el tratamiento concentración alta.

El procedimiento de lavado de corrales del presente trabajo disminuyó el uso de agua de 46 L/UPA a 15 L/UPA, similar a cantidades reportadas por Tzab *et al*. (2008) de 14.17 L/animal/día. Estos trabajos de investigación muestran que el cambio en los procedimientos de lavado permite disminuir el uso de agua en las granjas porcinas, y con ello se contribuye a uno de los principios del cuidado del agua.

Considerando los valores del uso del agua de lavado de corrales reportado por Taiganides *et al*. (1996), Sánchez *et al*. (1995) y Juantorena *et al*. (2000) de 27, 50 y 60 L/UPA respectivamente y considerando los 46 L/UPA del presente trabajo; el promedio de uso de agua de lavado de corrales en las granjas porcícolas es de 45.6 L/UPA. Lo anterior permite observar que la disminución del uso del agua puede alcanzar dos veces menos agua de lavado de corrales o lo que serían 30.6 L/UPA menos.

Los valores de ST del influente obtenidos en el presente trabajo de 2.2%, en la muestra compuesta, se encuentran dentro de lo reportado por Meixue *et al*. (2009) y Chao *et al.* (2012) de

1.5 al 2.5% y 2.24% respectivamente. Para incrementar la concentración de ST en el ARP se requeriría disminuir aún más el uso de agua para el lavado de los corrales lo que implicaría dificultades para alcanzar a limpiar los corrales.

**Cuadro 2**. Efecto de la concentración de sólidos, sobre el influente, el efluente y el porcentaje de remoción en ST, SST, STV y DBO de efluentes de biodigestores con 45 días de TRH.

| Indicador | Tratamientos | | |
|---|---|---|---|
| | Concentración baja | Concentración alta | p |
| ST mg/l influente | 14773 | 36520 | |
| ST mg/l efluente | 3022 | 6092 | 0.01 |
| % remoción ST | 80 | 83 | ns |
| SST mg/l influente | 1567 | 3950 | |
| SST mg/l efluente | 563 | 616 | ns |
| % remoción SST | 64 | 84 | 0.05 |
| STV mg/l influente | 11580 | 29120 | |
| STV mg/l efluente | 1272 | 3802 | 0.05 |
| % remoción STV | 89 | 87 | ns |
| DBO mg/L influente | 2236 | 2091 | |
| DBO mg/L efluente | 457 | 1041 | 0.01 |
| % remoción DBO | 80 | 50 | 0.01 |

ST= solidos totales; SST= solidos suspendidos totales; STV= solidos totales volátiles; DBO= Demanda Bioquímica de Oxigeno; TRH= tiempo de retención hidráulica.

**Cuadro 3**. Efecto de la concentración de sólidos, sobre el influente, el efluente y el porcentaje de remoción en GyA y CF de efluentes de biodigestores con 45 días de TRH.

| Indicador | Tratamiento | | |
|---|---|---|---|
| | Concentración baja | Concentración alta | p |
| GyA mg/L influente | 91 | 113 | |
| GyA mg/L efluente | 15 | 61 | ns |
| % remoción GyA | 83 | 46 | ns |
| CF NMP/100 mL influente | >2400 | >2400 | |
| CF NMP/100 mL efluente | 600 | 670 | ns |
| % remoción CF | 75 | 48 | |

GyA= grasas y aceites; CF= coliformes fecales; TRH= tiempo de retención hidráulica.

La remoción de ST del presente trabajo fue similar a la encontrada por López (2015) quien utilizó el mismo TRH de 45 días con concentración baja de ST (0.8 %). Lo cual indica que aun al aumentar la concentración de ST en el influente, el funcionamiento del biodigestor no se afectó, incluso es posible observar una tendencia a un mejor funcionamiento y alcanzar mayores remociones. En sus estudios Trejo *et al.* (2014) en diferentes muestras tomadas de granjas megas del estado de Yucatán, con concentración promedio de ST de 0.9%, y con concentración promedio de ST de 1.8%, muestran un aumento en el porcentaje de remoción de ST de 65% a 78% respectivamente, de tal manera que al aumento de los ST en el influente también se observa un aumento en el porcentaje de remoción de ST.

La remoción de STV, considerado un parámetro de la materia orgánica, no se afectó; lo que permite considerar el incremento de la concentración de ST en el influente sin que se afecte la remoción de STV. En su estudio López (2015) encontró en STV remociones del 86%, en el presente trabajo se encontró una remoción similar tanto con concentraciones bajas como con concentraciones altas. En el caso de la DBO, López (2015) encontró remociones de DBO de 89%, en el presente trabajo el tratamiento con concentración baja de ST presentó una remoción de 80%. Sin embargo, en el tratamiento con concentración alta de ST (3.6%) del presente trabajo presentó una remoción de 50%, lo anterior sugiere que al haber incrementado cuatro veces la concentración de ST en el influente se disminuyó la remoción de DBO.

La concentración de ST en el influente tuvo un efecto en la remoción de contaminantes básicos, constituida por GyA y SST, como se discute a continuación. En el trabajo de López (2015) con TRH de 45 días encontró que la remoción de GyA fue de 49%, a diferencia de lo encontrado en el presente trabajo en el tratamiento con concentración baja, de 1.5% de ST en el influente que fue de 83% de remoción de GyA. Sin embargo, con la concentración alta de 3.6% de ST en el influente la remoción fue de 46% con el mismo TRH, lo cual indica que al concentrar los ST en el influente disminuye la remoción de GyA en el biodigestor.

En otro estudio, Garzón y Buelna (2014) con 4.3% de ST en el influente y con TRH <60 días obtuvieron 99.6% de remoción de SST, en el presente trabajo con concentración de ST de 1.5% en el influente se obtuvo una remoción de 64% en SST, en cambio en el tratamiento con concentración de 3.6% en el influente se obtuvo una remoción de 84% en SST, lo anterior sugiere que a medida que los ST en el influente se aumentan, la remoción del SST en el efluente también se mejora. Se ha mencionado que a mayor contenido de ST mayor producción de biogás (Tenev *et al.*, 2012), efecto encontrado en el presente trabajo en la producción del biogás con el tratamiento concentración alta.

Las explotaciones porcinas en confinamiento no son sistemas de producción agroecológicas, sin embargo, es importante hacer notar que al incluirle un sistema de tratamiento de las ARP como lo son los biodigestores, se empieza a tomar en cuenta el cuidado del medio ambiente, para aprovechar los recursos en sus producciones que son considerados desechos; esto representa una fuga de energía y nutrientes del sistema, y un desaprovechamiento de los recursos. En cambio, al usar estos recursos del sistema se lleva acabo uno de los principios básicos de la agroecología, el reciclaje de nutrientes y energía. Con el adecuado tratamiento de las ARP consideradas desechos y fuentes de contaminación, sería posible obtener beneficios económicos, lograr cuidados ecológicos y sociales; al disminuir los costos de producción (al disminuir el agua de lavado y por consiguiente el tamaño del biodigestor), reducir las fuentes de contaminantes y malos olores que afectan a los trabajadores y a la población que vive de los alrededores, lo que también se puede traducir en disminución de la presión de contaminación de los mantos acuíferos subterráneos, por otro lado la producción de energía alternativas como el biogás que permita su uso como fuente de energía para el funcionamiento de las granjas y la disminución del uso de energía fósil.

## CONCLUSIONES

El incremento de la concentración de ST en el ARP tratada en biodigestores removió mejor la materia orgánica. La remoción de patógenos no se afectó al aumentar los ST. El aumento del biogás fue de 14 veces con el tratamiento 3.6% de ST, permitiendo alcanzar valores de producción de biogás cercanos a los óptimos.

## AGRADECIMIENTOS.

El presente estudio se dedica a la memoria del Dr. Roberto Belmar Casso, por su contribución en el desarrollo en el área del tratamiento de aguas residuales porcinas en México y su aportación en la asesoría del presente trabajo y en el programa de Agroecología de la UADY. Proyecto Fomix-Conacyt YUC-2011-C09-172008.

## LITERATURA CITADA

Chao, R., C. R Sosas y C. Y. Díaz. 2012. Gasto de agua de limpieza y tratamiento del residual en naves de ceba porcina. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias 21 (3): 69-72.

Escalante, E. V., Z. M. Garzón y C. S. Valle. 2012. Remoción de macronutrientes en el tratamiento de aguas residuales porcícolas. RaXimhai. Universidad Autónoma Indígena de México. Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 1-9.

Garzón-Zúñiga, M. A. y G. Buelna. 2014. Caracterización de aguas residuales porcinas y su tratamiento por diferentes procesos en México. Revista Internacional en Contaminación Ambiental 30: 65-79.

Juantorena, A., O. Alfaro y E. Sánchez. 2000. Alternativas para el tratamiento del residual porcino. Parte 1. Tecnología Química. pp 1-8.

López, B. V. 2015. Efecto del tiempo de retención en biodigestores sobre la remoción de contaminantes de descargas de aguas residuales porcinas. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Yucatán. pp. 1- 46.

Meixue, C., Q. Rong, A. Wei, Z. Heqing, W. Yuansong and Z. Yiqi. 2009. New concept of contaminant removal from swine wastewater by a biological treatment process. Springer. pp 12.

Sánchez, E., R. Borja, T. Travieso, M. Colmenarejo, A. Chica and A. Martín. 1995. Treatment of settled piggery waste by a down-flow anaerobic fixed bed reactor. Journal of Chemical Technology and Biotechnology. pp. 12

Taiganides, P. E., R. Pérez y E. Girón. 1996. Manual para el manejo y control de aguas residuales y excretas porcinas en México. Instituto de Investigaciones Económicas. UNAM. México.

Tenev, M. D., M. L. Prieto, A. Farías, M. G. Passaretti y M. I. Sánchez de Pinto. 2012. Influencia de la temperatura y el porcentaje de sólidos en la producción de biogás a partir de efluentes de una granja porcina. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Año 2012. Tema 6: Energía eólica, geotermia, biomasa y otras energías no convencionales. Pp. 23-26. Consultado el 8 de enero de 2016. http://www.cricyt.edu.ar/asades/modulos/averma/trabajos/2012/2012-t006-a006.pdf

Trejo, L. W., G. B. Vázquez, A. Uicab, C. J. Castillo, M. A. Caamal, C. R. Belmar y R. R. Santos. 2014. Eficiencia de remoción de materia orgánica de aguas residuales porcinas con

biodigestores en el estado de Yucatán, México. Tropical and Subtropical Agroecosystems. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. pp. 1-3.

Tzab, R., C. Peraza y R. Belmar. 2008. Comportamiento de cerdos bajo dos sistemas de limpieza (hidráulico vs. neumático) en granja comercial. Universidad Autónoma de Yucatán. *In*: I Congreso Latinoamericano de Biotecnología Ambiental. II Congreso Latinoamericano de Biotecnología Algal. V Symposium Internacional sobre Bioprocesos más Limpios y Desarrollo Sustentable. Libro de resúmenes. pp. 177.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# PRECOMPOSTAJE ACTIVO DE CONTENIDO RUMINAL (Rumi-cashi) COMO SUSTRATO PARA LA CRIANZA DE LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA *Eisenia foetida*

# [ACTIVE PRECOMPOSTING OF RUMINAL CONTENT (Rumi-cashi) AS SUBSTRATE FOR THE BREEDING OF CALIFORNIAN RED WORM *Eisenia foetida*]

**P. J. E. García[§]**

UEMSTAyCM/CBTa. No. 105. La Estrella. Pénjamo. Gto. México. [§]Autor para correspondencia: (carneshon@hotmail.com)

## RESUMEN

El contenido ruminal procedente del sacrificio de los bovinos es uno de los contaminantes con mayor impacto ambiental, pues produce una inmensa carga orgánica en los efluentes de los rastros que por su forma de depósito llegan a las fosas sépticas, basureros municipales y aguas residuales incrementando de forma alarmante la contaminación. Con el objetivo de describir el proceso de precompostaje activo de contenido ruminal (Rumi-cashi), la evaluación del producto obtenido y el efecto de su utilización como sustrato para la crianza de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) sobre la adaptación, crecimiento, reproducción y producción de vermicomposta y ácido húmico, se realizó una investigación científica con un diseño experimental bloques al azar, cinco tratamientos y tres repeticiones. Los diferentes Rumi-cashi se caracterizaron como: RUMI-1= 100 % contenido ruminal (CR); RUMI-2= 100 % CR + 4 % cal; RUMI-3= 100 % CR + 2.5 % melaza + 0.5 % levadura y RUMI-4= 100 % CR + 1.25 % melaza + 0.25 % levadura. Los tratamientos experimentales fueron; T-0 (Tratamiento testigo):75 % excremento de bovino + 25 % rastrojo sorgo molido; T-1:100 % RUMI-1; T-2:100 % RUMI-2; T-3:100 % RUMI-3 y T4:100 % RUMI-4. El proceso de Rumi-cashi se realizó considerando la Técnica Bocashi. Los RUMI-1, RUMI-3 y RUMI-4 presentaron las características deseables de maduración con color obscuro, sin olor y consistencia porosa fresca, que fue adecuado en la prueba de sobrevivencia. El crecimiento fue mejor ($p < 0.05$) en los tratamientos T-1, T-3 y T-4 (9.50cm, 1.50g.; 8.80cm, 1.50g. y 8.70cm, 1.60g.), comparados con T-0 (6.70cm, 1.20g.), respectivamente. La reproducción se incrementó ($p < 0.05$) en T-0, confirmando que el menor crecimiento de la lombriz se traduce en una mayor reproducción expresada en la cantidad de cocones, lombrices juveniles y adultas producidos. La producción de vermicomposta y ácido húmico fue diferente entre tratamientos ($p < 0.05$). El Rumi-cashi es fácil de elaborar, produce un sustrato de buena calidad y representa una alternativa biotecnológica para la crianza de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y la producción de abono orgánico.

**Palabras clave:** Desarrollo, desechos, ruminaza, sustentable.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## ABSTRAC

The ruminal content from the slaughter of cattle is one of the pollutants with the greatest environmental impact, since it produces an immense organic load in the effluents of the traces that by their form of deposit reach the septic tanks, municipal dumps and wastewater increasing from alarmingly pollution. In objective to describe the active precomposting process of ruminal content (Rumi-cashi), the evaluation of the product obtained and the effect of its utilization as a substrate for the breeding of californian red worm (*Eisenia foetida*) on adaptation, growth, reproduction and production of vermicompost and humic acid, a scientific research was carried with a randomized block design, five treatments and three repetitions. The different Rumi-cashi were characterized as: RUMI-1=100 % ruminal content (RC); RUMI-2=100 % RC + 4 % cal; RUMI-3= 100 % RC + 2.5 % molasses + 0.5 % yeast and RUMI-4= 100 % RC + 1.25 % molasses + 0.25 % yeast. The experimental treatments were; T-0 (Control treatment):75 % bovine excrement + 25 % ground sorghum stubble; T-1:100 % RUMI-1; T-2:100 % RUMI-2; T-3:100 % RUMI-3 and T-4:100 % RUMI-4. The Rumi-cashi process was carried out considering the Bocashi technique. The RUMI-1, RUMI-3 and RUMI-4 presented the desirable characteristics of maturation with dark color, without odor and fresh porous consistency, which was adequate in the survival test. Growth was better ($p < 0.05$) in treatments T-1, T-3 and T-4(9.50cm, 1.50g, 8.80cm, 1.50g and 8.70cm, 1.60g.), compared with T-0(6.70cm, 1.20g.), respectively. Reproduction increased ($p < 0.05$) in T-0, confirming that the lower growth of the worm translates into greater reproduction expressed in the number of coconuts, juvenile and adult worms produced. The production of vermicompost and humic acid was different between treatments ($p < 0.05$). The Rumi-cashi is easy to process, produces a good quality substrate and represents a biotechnological alternative for the breeding of californian red worm (*Eisenia foetida*) and the production of organic fertilizer.

**Index words:** Development, ruminal, sustainable, waste.

## INTRODUCCIÓN

El contenido ruminal procedente del sacrificio de los bovinos es uno de los contaminantes con mayor impacto ambiental, pues produce una inmensa carga orgánica en los efluentes de los rastros que por su forma de depósito llegan a las fosas sépticas, basureros municipales y aguas residuales incrementando de forma alarmante la contaminación (Falla-Cabrera, 1995). Recientemente y con el auge que han tenido las actividades agropecuarias ecológicas, se ha visto la necesidad de transformar los subproductos agropecuarios, agroindustriales y de residuos urbanos en fertilizantes orgánicos y en proteína de origen animal a través de la lombricultura, la cual se distingue como la ganadería de lombrices simple y económica cuyos productos no genera algún efecto de contaminación ambiental. En general todos los residuos sólidos orgánicos utilizados como sustrato en la lombricultura deben someterse a un proceso de precompostaje para obtener y ofrecer un alimento a las lombrices totalmente maduro y fresco, aunque esto se logra en tres a cuatro meses (Roca, 2008). En este sentido, se supone que la biotecnología regional de Rumi-cashi puede representar una estrategia ecológica al ambiente, pues es un proceso de fermentación aeróbico rápido que disminuye las pérdidas de nutrientes, no produce malos olores y moscas, su manejo es

fácil, es liviano y además requiere de infraestructura sencilla (García, 2016). El objetivo de la presente investigación científica fue describir el proceso de precompostaje activo de contenido ruminal (Rumi-cashi), la evaluación del producto obtenido y el efecto de su utilización como sustrato para la crianza de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) sobre la adaptación, crecimiento, reproducción y producción de vermicomposta y ácido húmico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el CBTa. No. 105, ubicado en La Estrella. Pénjamo. Guanajuato. México, utilizando un diseño experimental bloques al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones para cada uno de dichos tratamientos. Se formularon y elaboraron diferentes precompostaje activo de contenido ruminal (Rumi-cashi), los cuales se caracterizaron como: RUMI-1= 100 % contenido ruminal (CR); RUMI-2= 100 % CR + 4 % cal; RUMI-3= 100 % CR + 2.5 % melaza + 0.5 % levadura y RUMI-4= 100 % CR + 1.25 % melaza + 0.25 % levadura. Considerando lo anterior, los tratamientos experimentales fueron; T-0 (Tratamiento testigo): 75 % excremento de bovino + 25 % rastrojo sorgo molido; T-1: 100 % RUMI-1; T-2: 100 % RUMI-2; T-3:100 % RUMI-3 y T4:100 % RUMI-4. Como unidad experimental se consideró una caja de plástico de color negro con medidas de 50 cm x 30 cm x 30 cm., la cual se identificó como cantero. El proceso de precompostaje activo se realizó tomando en cuenta la Técnica de Bocashi (Schuldt *et al*., 2009), con un periodo de 15 días, en un lugar techado con piso de cemento, realizando volteos periódicos para controlar el contenido de agua, temperatura y el pH. Los sustratos obtenidos se evaluaron mediante la prueba de sobrevivencia de lombriz. Una vez efectuada la siembra de lombrices, cada 15 días se suministró alimento y se aplicaron riegos con agua potable cada vez que fue necesario, considerando las condiciones óptimas de humedad, temperatura y pH para la crianza de lombriz.

Las variables de respuesta evaluadas fueron: FASE I. Evaluación de los sustratos obtenidos en los diferentes procesos de precompostaje activo de contenido ruminal (Rumi-cashi). El color, olor y consistencia del producto obtenido se evaluó aplicando una lista de cotejo previamente estructurada, Fase II. Adaptación, crecimiento y reproducción. El pH se registró mediante la utilización de un potenciómetro digital portátil, la temperatura con un termómetro para composta, la humedad mediante la técnica del puño y el número de lombrices en diferentes estadios de desarrollo (Cocones, juveniles y adultas con clitelo) mediante la observación visual directa y separación manual de ejemplares y finalmente para el registro de la longitud y peso de dichos adultos con clitelo se empleó una regla métrica y una balanza granataria, respectivamente. Para evaluar la adaptación de las lombrices, se consideraron los resultados de la Prueba de sobrevivencia de 20 lombrices adultas durante 24 h., en el caso del crecimiento se registró el tamaño y peso de las lombrices adultas al final de la Fase II que tuvo una duración de 45 días y la reproducción mediante la observación y anotación del número de cocones y lombrices juveniles y adultas, en la FASE III. Producción de vermicomposta y ácido húmico. La producción de vermicomposta se registró utilizando una balanza con capacidad de 10 Kg y el ácido húmico a través de un recipiente y una probeta de plástico al término de la esta fase que tuvo una duración de tres meses. Los datos

obtenidos se organizaron en formatos específicos de una hoja de cálculo del programa Excel y se sometieron al análisis de varianza y a la Prueba medias de Tukey (SAS, 2002).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El proceso regional de precompostaje activo de contenido ruinal (Rumi-cashi) basado en la Técnica Bocashi produjo sustratos con 35-40% de humedad, $20^0$C de temperatura y un pH de 7, en RUMI-1, RUMI-3 y RUMI-4 como lo indican (Cabildo *et al.*, 2008; Acosta-Duran *et al*., 2013). Dichos precompostajes activos de contenido ruminal presentaron las características deseables de maduración con color obscuro, sin olor y consistencia porosa fresca. Se observó que RUMI-2 tuvo color amarillo, olor desagradable y consistencia pegajosa, lo cual también es reportado por García (2016). Los tratamientos T-0, T-1, T-3 y T-4 fueron adecuados en la prueba de sobrevivencia de lombriz, pues ninguna lombriz murió, observando que en T-2 todas las lombrices que fueron sembradas murieron. Los valores nulos de adaptación de la lombriz, se encontraron en T-2 y este no fue utilizado en el resto del experimento. Con relación al crecimiento, la mejor respuesta ($p < 0.05$) se obtuvo en los tratamientos T-1, T-3 y T-4 (9.50 cm, 1.50 g.; 8.80 cm, 1.50 g. y 8.70 cm, 1.60 g.), comparados con T-0 (6.70, 1.20), respectivamente.

Los mejores valores de reproducción ($p < 0.05$) se obtuvieron en T-0, confirmando que el menor crecimiento de la lombriz se traduce en una mayor reproducción expresada en la cantidad de cocones, lombrices juveniles y adultas producidos (Duran y Enríquez, 2009). Es conveniente mencionar que los resultados obtenidos en la presente investigación científica ratifican que cuando las lombrices se alimentan con un sustrato procedente de precompostaje activo, presentan mayor índices de crecimiento expresado en el peso y longitud, lo cual indica que dichas lombrices tienen características zootécnicas destinadas a la venta de carne de lombriz para la piscicultura y la avicultura, pie de cría y fabricación de harina en la alimentación humana y pecuaria. Puede observarse también que las lombrices que consumen alimento de sustrato no precomposteado manifiestan mayor tasa de reproducción reflejada en una mayor cantidad de cocones y lombrices juveniles y adultas. Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Adaptación, crecimiento y reproducción de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) utilizando diferentes sustratos regionales de Rumi-cashi.

| | Adaptación[1] | Crecimiento[2] | | Reproducción (numero)[3] | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tratamientos | Sobrevivencia % | Longitud (cm) | Peso (g) | Cocones | Juveniles | Adultos |
| T0 | 100 | 6.70b | 1.20b | 95a | 173a | 20a |
| T1 | 100 | 9.50a | 1.50a | 9b | 0 | 16b |
| T2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| T3 | 100 | 8.80a | 1.50a | 2b | 0 | 19a |
| T4 | 100 | 8.70a | 1.60a | 3b | 2b | 19a |

[a]Valores de medias con distinta letra dentro de columnas son diferentes estadísticamente ($p < 0.05$). [1]Porcentaje de sobrevivencia utilizando 20 lombrices adultas durante 24 h. [2]Crecimiento de lombrices adultas al final de la Fase II. [3]Reproducción del total de la población al final de la Fase II.

En cuanto a la producción de vermicomposta y ácido húmico se encontró diferencia entre tratamientos ($p < 0.05$), obteniendo menor producción con T-1, T-3 y T-4 (15.70 kg., 4.16 l.; 18.70, 4.l6 y 19.00, 4.75; respectivamente), comparado con T-0 (24.00, 6.00), confirmando que el tipo de sustrato que come la lombriz influye directamente en la producción de abono orgánico (Bollo, 1999). Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Producción de vermicomposta y ácido húmico de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) utilizando diferentes sustratos de Rumi-cashi.

| | Producción | |
|---|---|---|
| Tratamientos | Vermicomposta (kg) | Ácido húmico (L) |
| T-0 | 24.00a | 6.00a |
| t-1 | 15.70c | 4.16c |
| T-2 | 0 | 0 |
| T-3 | 18.70b | 4.16b |
| T-4 | 19.00b | 4.75b |

[a]Valores de medias con distinta letra dentro de columnas son diferentes estadísticamente ($p < 0.05$). [1]Producción registrada al final de la fase III.

## CONCLUSIONES

El precompostaje activo de contenido ruminal (Rumi-cashi) produce un sustrato de buena calidad, fácil de elaborar y además representa una alternativa biotecnológica para la crianza de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y la producción de abono orgánico.

## AGRADECIMIENTOS.

A la Unidad de Educación Media Superior Tecnológica Agropecuaria y Ciencias del Mar (UEMSTAyCM) y a la Coordinación Sectorial de Desarrollo Académico (CoSDAc). Programa de Investigación e Innovación Educativa. 2018.

## LITERATURA CITADA

Acosta-Duran, C. M., O. Solís-Pérez, O. G. Villegas-Torres y O. G. Cardozo-Vigueras. 2013. Precomposteo de residuos orgánicos y su efecto en la dinámica poblacional de *Eisenia foetida*. Agromonía Costarricense 37(1): 127-139. Disponible en: www. mag.ago.cr/rev_agr/index.html. Consultado: 13 de Febrero 2017.

Bollo, T. E. 1999. Lombricultura, una alternativa de reciclaje. Soboc Grafic, Quito, Ecuador. 158 p. Disponible en: http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=REPIDISCA&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=43143&indexSearch=ID. Consultado: 9 de Abril 2019.

Cabildo, M. P., R. M. Claramut, M. P. Compago, C. Escolastico, M. A. Farran, M. A. García, C. López, J. Pérez, M. Pérez y M. D. Santamaría. 2008 In: Reciclado y tratamiento de residuos. UNED. Ciencias Ambientales. Madrid. España.

Duran, L. y C. Enríquez. 2009. Crecimiento y reproducción de la lombriz roja (*Eisenia foetida*) en cinco sustratos orgánicos. Agronomía costarricense 33(2): 275-281. ISSN: 0377-9424/2009.

Falla-Cabrera, L. H. 1995. Desechos de matadero con alimento animal en Colombia. Folleto. Capítulo 7. Frigorífico Guadalupe. S.A. Santa Fe de Bogotá. Colombia. Disponible en: www.fao.0rg/livestock/AGAP/FGR/APH134/cap7.htm. Consultado. 9 de Abril 2019.

García, P. J. E. 2016. Utilización de contenido ruminal como sustrato para la crianza de lombriz roja californiana (*Eisenia foétida*). Memoria de Resúmenes. LII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria (RNIP). Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Querétaro Centro de Congresos. Santiago de Querétaro. Qro. México.

Roca, B. R. 2008. Importancia de la Lombricultura en la agricultura y el medio ambiente. Disponible en: https://desarrolloydefensa.blogspot.com/2008/05/importancia-de-la-lombricultura-en-la. html. Consultado: 9 de Abril 2019.

SAS. 2002. SAS. User's Guide. Statistical Analysis System. Version 9.0 for Windows. Institute Inc. N. C. USA.

Schuldt, M., R. Christiansen, J. P. Mayo, L. A. Scatturice, C. Pessin, M. A. Helling, I. Illanes, C. Gaspar y J. M. Rubinich. 2009. Pruebas de laboratorio con *Eisenia foetida* (Oligochaeta, Lumbricidae) para establecer tiempos mínimos de compostaje. Discrepancia con observaciones de campo. Estrucplan 9(695):1-7.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# INCLUSIÓN DE eCG + hCG AL PROGRAMA DE EFECTO MACHO EN CERDAS PUBERES MEJORA LA RESPUESTA ESTRAL

# [INCLUSION OF eCG + hCG TO THE MALE EFFECT PROGRAM IN PÚBERES SOWS IMPROVES THE ESTRAL RESPONSE]

**Elvira Suarez-Notario[1], Ytzel Jacaranday Vidal-Santiago[1], María Isabel López-Gómez[1], Luis Eliezer Cruz-Bacab[2], Aldenamar Cruz-Hernández[2], Santiago Ramírez-Vera[2§]**

[1]Estudiante de la licenciatura de MVZ UJAT. [2]División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, [§]Autor para correspondencia: (sarave2@hotmail.com).

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar si la inclusión de eCG y hCG mejora la eficiencia de un programa de efecto macho en cerdas. Nueve cerdas se distribuyeron aleatoriamente a uno de 2 grupos; el primero se sometió a efecto macho (GT, $n$ = 4) y un segundo grupo que además del efecto macho a las 96 h se sincronizaron con eCG y hCG a 72 h posterior (GE, $n$ = 5). Los datos se sometieron análisis mediante una prueba no paramétrica (Kruskal-Wallis Test), el porcentaje de hembras que manifestaron estro y la tasa de gestación con una prueba de $X^2$. La proporción de hembras que manifiestan estro, la duración y latencia al estro no difirió entre ambos grupos de cerdas ($p$ = 0.25 y $p$ = 0.68, respectivamente), sin embargo, latencia al estro desde la introducción del macho fue mayor en las cerdas del GE comparado con las cerdas del GT ($p$ = 0.036). Con los resultados obtenidos podemos concluir que la inclusión de eCG a las 96 h y la hCG a 72 h posteriores no mejoran la eficiencia del efecto macho en cerdas púberes.

**Palabras clave**: Bioestimulación, sincronización.

## ABSTRACT

The objective of this study was to determine if the inclusion of eCG and hCG improves the efficiency of a program of male effect in gilts Nine sows were distributed in: a group which was summited to male effect (GT, $n$ = 4) and a second group, in addition to the male effect, were synchronized at 96 h with eCG and hCG (GE, $n$ = 5) at 72 h later. The proportion of females that manifest estrus, duration and latency to estrus did not differ between the two groups of gilts ($p$ = 0.25 and $p$ = 0.68, respectively), however, latency to estrus since the introduction of the male was higher in the gilts of the GE compared with gilts the GT ($p$ = 0.036). With the obtained results we can conclude that the inclusion of eCG at 96 h and 72 h after hCG does not improve the efficiency of the male effect in púberes gilts.

**Index words**: Biostimulation, effect boar, timing in gilts.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## INTRODUCCIÓN

Un mayor crecimiento de la población exige más producción de alimento, por lo que el sector productivo enfrenta un gran reto para una mayor cantidad y calidad en la producción de alimento, además de reducir la contaminación del medio ambiente; por lo que el sector agropecuario debe garantizar la sustentabilidad de este (López *et al*., 2018). Sin embargo, la producción y la reproducción son moduladas por diversos factores como la genética, nutrición, medioambiente y factores climáticos. Por ejemplo, Louis *et al.* (1994) observó que en cerdos con un bajo consumo de proteína de 7 % expresaban menor conducta de la líbido, que los animales con un consumo de 16 % de proteína, atribuido a una reducción de los niveles plasmáticos de estradiol. Además, en los programas de inseminación artificial se observa una mayor tasa de prolificidad en cerdas con un peso entre 145 a 160 kg disminuyendo en las hembras con peso menor a 135 kg. En las cerdas la pubertad ocurre entre los 5 y 7 meses de edad, con un peso corporal de 100 a 110 kg. (Jiménez, 2004).

Otro factor que afecta la productividad es el medio ambiente la temperatura de confort oscila entre 18 y 21°C, por lo cual una temperatura mayor a dicho rango ocasiona un estrés térmico el cual disminuye la libido, fallas en la motilidad espermática, incluso los sementales pueden llegar a ser infértiles. En épocas calurosas, el tamaño de camadas es menor, lechones con bajo peso al destete, la ganancia de peso de los lechones disminuye entre un 15 y 20 % (Casanova, 2015). Las elevadas temperaturas (30-36°C) disminuye el número de partos, la tasa de ovulación, y aumento en las repeticiones del ciclo estral, aumento en el intervalo destete-celo, así como en el consumo diario de alimento, prolongación en el inicio de la pubertad, e incrementa la mortalidad embrionaria (Ek-Mex *et al.,* 2015). Dichos factores pueden modular la reproducción por lo cual se ha buscado el uso de tecnologías que mejoren la eficiencia productiva y reproductiva; el uso de hormonas como la eCG, hCG, GnRH o FSH y LH induciendo el estro y la ovulación (Baroncello *et al.*, 2017). Asimismo, se ha utilizado la técnica de efecto macho para adelantar la pubertad y sincronizar el estro en cerdas adultas (De Rensis y Kirkwood, 2016). Por ello nuestro objetivo fue la inclusión de eCG y hCG mejora la eficiencia del efecto macho en cerdas púberes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la granja porcina de la División Académica de Ciencias Agropecuarias, Villahermosa, Tabasco; altitud de 10 msnm, latitud de 17.52° N, longitud -92.93° E, con un clima cálido húmedo (Af), temperatura promedio anual de 27.3°C y humedad de relativa de 68 a 90 % (SMN, 2010).

Condiciones generales: Las cerdas se mantuvieron en corrales (6 x 3.9 m) y se alimentaron con 2.5 kg de alimento comercial (con 14.5 % de proteína, 4.5% de fibra, 12.0 % de humedad, 3.5% de grasa, 6.0% de cenizas; Alpesur® desarrollo) y recibían agua fresca a libre acceso mediante chupones automáticos. Las cerdas permanecían separadas de cualquier macho porcino a una distancia aproximada de 50 metros.

Animales experimentales: Nueve cerdas nulíparas se seleccionaron con un peso de (PC = 117.4 kg y edad = 373.2 días) se distribuyeron aleatoriamente a uno de dos grupos experimentales, el primer grupo denominado grupo testigo (GT, n= 4) se sometieron al efecto macho, 96 h posteriores se aplicó 2 ml de suero salino. El segundo grupo denominado grupo experimental (GE, n= 5) en las mismas condiciones del GT, a las 96 horas se aplicó 800 UI (4 ml) de eCG y 72 h posterior 500 UI (0.1 ml) de hCG.

**Variables determinadas**

Conducta estral: se determinó dos veces al día (7:00 am y 17:00) hasta 37 días después (2 ciclos), el criterio para determinar que una cerda estaba presentando estro, fue la aceptación de la monta. Con los datos obtenidos de la conducta estral se calcularon los siguientes parámetros:

Latencia al estro a la introducción del macho o a la administración de la eCG: tiempo que transcurrió desde la introducción del macho o aplicación de eCG hasta la manifestación del estro.

Duración del estro: tiempo desde la aceptación al rechazo del macho.

Porcentaje de hembras que manifestaron estro del total.

Duración del ciclo estral: tiempo relativo entre el estro anterior y el estro observado.

Fertilidad: se determinó mediante la repetición del estro (reflejo de inmobilidad)

Análisis estadísticos: Los datos obtenidos se sometieron a una prueba no paramétrica (Kruskal-Wallis Test), el porcentaje de hembras que manifestaron estro y la tasa de gestación con una prueba de X2. Los datos son descritos en media aritmética ± EEM (SYSTAT versión 13; Chicago, Illinois, USA**).**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Eficiencia de la inclusión de eCG al efecto machos.**

La proporción de hembras que manifiestan estro no difirió entre las cerdas del GE comparado con las cerdas del GT ($p$ = 0.25, Cuadro 1), así la duración del estro en ambos grupos no difirió estadísticamente ($p$ = 0.68). Se puede observar en el cuadro 1 que la latencia al estro desde la introducción del macho fue mayor en las cerdas del GE comparado con las cerdas del GT ($p$ = 0.036). La latencia al estro después de aplicar eCG y suero salino no difirió entre ambos grupos ($p$ = 0.140). La duración del ciclo estral fue mayor en el GE en comparación con el GT (los días observados del estro anterior y el estro actual; $p$ = 0.019).

Nuestros resultados difieren a los encontrados por Covarrubias *et al.* (2018) donde el uso de hormonas mejora la respuesta estral en cerdas púberes (100 %) mientras que solo el 40 % manifiestan estro sin proporcionarle tratamiento hormonal. Sin embargo, coincide con lo publicado por Breen (2006), donde no encontró diferencias entre la respuesta estral en cerdas púberes sometidas a estimulo hormonal comparado con el grupo no tratado (92.9 % vs. 92.5 %). Asimismo, en cerdas donde se sincronizan con progesterona intravaginal, manejo tradicional y a un grupo de

cerdas nulíparas se someten a macho vasectomizado no se observan diferencias estadísticas entre los 3 grupos (Ortega y Días, 1997).

**Cuadro 1:** Datos observados en cerdas sometidas a un programa de efecto macho (GT) más la inclusión de la eCG + hCG (GE).

| | GE | GT | $P^{-1}$ |
|---|---|---|---|
| Porcentaje de respuesta estral, % | 100 | 75 | 0.25 |
| Duración del estro, h | 46 ± 11.6 | 36 ± 12 | 0.68 |
| Latencia desde la introducción del macho, d | 23.2 ± 2.3 | 15.9 ± 3.0 | 0.036 |
| Latencia desde la aplicación de eCG y suero salino, d | 46 ± 11.6 | 36 ± 12 | 0.68 |
| Duración del ciclo estral, d | 25.6 ± 1.3 | 19.3 ± 0.6 | 0.019 |
| Fertilidad, % | 80 | 50 | 0.06 |

## CONCLUSIONES

La inclusión de eCG a las 96 h y la hCG a 72 h no mejora la eficiencia del efecto macho en cerdas púberes, sin embargo, reduce el tiempo al inicio del estro y acorta el ciclo estral del periodo de tratamiento.

## LITERATURA CITADA

Baroncello, E., M. I. M. L. Bernardi, A. D. Kummer, I. Wentz and F. P. Bortolozzo. 2017. Fixed-time post-cervical artificial insemination in weaned sows following buserelin use combined with/without eCG. Reproduction in Domestic Animals 52(1):76-82.

Breen, S. M., S. L. Rodríguez-Zas and R. V. Knox. 2006. Effect of PG600 and adjusted mating times on reproductive performance in weaned sows. Departamento of animal Science 93: 157-164.

Casanova, G. 2015. Manejo del estrés en cerdos.

Covarruvias, J. P., E. G. García, I. G. Peralta, U. C. Macías, L. R. Avendaño y R. P. Vicente. 2018. Introducción y sincronización del estro con hormonas exógenas y bioestimulación sexual en cerdas multíparas al destete. Abanico Veterinario 8 (2): 88-97.

De Rensis, F. and R. N. Kirkwood. 2016. Control of estrus and ovulation: Fertility to timed insemination of gilts and sows. Theriogenology 86(6): 1460-1466.

Ek-Mex, J. E., J. C. Segura-Correa, A. Alzina-López y R. Aké-López. 2015. Factores ambientales que afectan algunas características postdestete de las cerdas en el trópico de México. Archivos de Medicina Veterinaria 47(1): 45-51.

Jiménez, C. 2004. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado en Marzo de 2019, de http://www.docentes.unal.edu.co/cjimeneze/docs/8180.pdf

López, N. J. I., H. W. Méndez y G. Cano Molina. 2018. Producción porcina del estado de Tabasco. Villahermosa, Tabasco. México. p. 7

Louis, G. F., A. J. Lewis, W. L. Weldon, P. S. Miller, R. J. Kittock and W. W. Stroup. 1994. The effect of protein intake on boar libido, semen characteristics, and plasma hormone concentrations. Journal of animal science 72(8): 2038-2050.

Ortega, M. E. T. y J. M. D. Díaz. 1997. Sincronización del estro en cerdas nulíparas y primíparas. Veterinaria México 28(4): 325-331.

Ponce-Covarrubias, J., I. Peralta-Gómez, U. Macías-Cruz, L. Avendaño-Reyes and R. Vicente-Pérez. 2018. Inducción y sincronización del estro con hormonas exógenas y bioestimulación sexual en cerdas multíparas al destete. Abanico veterinario 8(2): 88-97.

Servicio Meteorológico Nacional (SMN). 2010. Normales climatológicas Tabasco. Periodo de 1981-2010. En; http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=tab.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# ACEPTABILIDAD DE LA HARINA DE YUCA *Manihot esculenta* crantz COMO ADITIVO EN LA ALIMENTACIÓN DIARIA DEL CERDO PELÓN MEXICANO

# [ACCEPTABILITY OF YUCA FLOUR *Manihot esculenta* crantz AS ADDITIVE IN THE DAILY FOOD OF MEXICAN HAIRLESS PIG]

**C. F. Rodríguez-Bautista, N. A. González-Valdivia[§], C. García-Acedo, N. J. Pech May, A. E. Puertovannetti-Arroyo, R. C. Gómez García, E. Arcocha-Gómez, D. A. López-Vázquez, M. A. Burgos-Campos**

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Chiná, Departamento de Ingenierías. [§]Autor para correspondencia: (siankaan2003@gmail.com).

## RESUMEN

Entre las iniciativas de innovar modos de producción sostenible del cerdo pelón mexicano, (*Sus scrofa*), hemos abordado un aspecto relacionado con su etología y con el aprovechamiento digestivo de recursos alimentarios localmente disponibles, en este caso la yuca (*Manihot esculenta*). Para esto se diseñó un experimento completamente al azar, con cuatro repeticiones, en el cual se determinó la aceptabilidad de dos inclusiones y una adición de harina de yuca en combinación con el concentrado comercial utilizado en la etapa de crecimiento, por parte de un lote de cuatro cerdos pelones de seis meses de edad, criados en el Instituto Tecnológico de Chiná, Campeche. Los tratamientos fueron además del 100% de concentrado comercial de crecimiento Campi (1 kg/día/lote), la inclusión de 10 y 20% de harina y la adición de 30 % de harina de yuca en una base de concentrado. Los resultados obtenidos muestran que los cerdos aceptaron preferentemente el 20% de inclusión de harina de yuca (Kruskal-Wallis, $\chi^2$= 6.5, *p*=.039). En segundo lugar, con una aceptabilidad semejante se ubicaron el 30% de adición y el concentrado puro, ambos superiores en aceptación que la inclusión de 10%. Los animales mostraron similares ganancia de peso, alcanzando de 2.7 a 3.2 kg/animal. El rechazo de alimento siguió el mismo comportamiento de la aceptación, que favoreció la mayor incorporación de harina yuca al alimento. Por esto se puede concluir que la inclusión de harina de yuca puede utilizarse en la preparación de alimentos para cerdo, con mayor o al menos igual preferencia que la mostrada ante el ofrecimiento de concentrado comercial.

**Palabras clave**: Alimentación animal, Campeche, cerdo criollo, conservación y diversificación, germoplasma vegetal.

## ABSTRACT

Among the initiatives to innovate sustainable production modes of the Mexican unhaired pig, (*Sus scrofa*), we have addressed an aspect related to its ethology and the digestive use of locally available food resources, in this case cassava (*Manihot esculenta*). For this, a completely randomized experiment was designed, with four repetitions, in which the acceptability of two inclusions and an addition of cassava flour in combination with the commercial concentrate used in the growth stage was determined by a batch of four six-month-old male pigs, raised in the

Technological Institute of Chiná, Campeche. The treatments were in addition to 100% commercial concentrate of Campi growth (1 kg / day / lot), the inclusion of 10 and 20% flour and the addition of 30% cassava flour in a concentrate base. The results obtained show that the pigs preferably accepted the 20% inclusion of cassava flour (Kruskal-Wallis, $\chi^2 = 6.5$, $p = .039$). Secondly, with a similar acceptability, 30% of addition and pure concentrate were placed, both higher in acceptance than the inclusion of 10%. The animals showed similar weight gain, reaching 2.7 to 3.2 kg / animal. The rejection of food followed the same behavior of acceptance, which favored the greater incorporation of cassava flour into the food. Therefore, it can be concluded that the inclusion of cassava flour can be used in the preparation of pig food, with greater or at least the same preference as the one shown before offering commercial concentrate.

**Index words**: Animal feeding, Campeche, Creole pig, conservation and diversification, plant germplasm.

## INTRODUCCIÓN

La yuca es una planta originaria de Suramérica y difundida en las regiones tropicales del mundo (Rivera *et al.*, 2012, García *et al.*, 2014). Produce raíces con alto contenido amiláceo y otros compuestos ricos en carbono, que constituyen una fuente importante de energía tanto para el consumo humano como animal, debido a su potencial industrial (Martínez *et al.*, 2007). Su bajo costo y la amplia gama de usos industriales, incluyendo la elaboración de harinas comestibles, posibilitan que se emplee en la mejora de la alimentación con fines de uso en la ganadería. Debido su potencial energético y bajo costo relativo, puede sustituir a algunos suplementos alimenticios, estos siendo procesados en harina para una dieta en animales (Lezcano *et al*., 2014).

En Campeche, la producción de cerdo es una actividad importante, y recientemente se ha incrementado el interés por producir cultivos nativos o antiguamente adaptados a la zona, con particular énfasis en aquellos que resisten la sequía y pueden aportar a la seguridad alimentaria en escenarios de sequía, como el maíz (*Zea mays* L.) y la yuca *(Manihot esculenta* Crantz.), entre otros. Lo mismo sucede con las razas de animales criollos, como el cerdo pelón mexicano (CPM; AMECC, 2015), capaz de adaptarse a diferentes formas de manejo, comportándose con rusticidad. En este estudio se pretendió aportar información sobre el uso de harina de yuca, como planta adaptable a la sequía, en la dieta del CPM, que también pueda adaptarse a este escenario posible en el futuro, ayudando a garantizar la seguridad alimentaria, con el beneficio adicional de fortalecer el rescate de la genética y, en un futuro, de la gastronomía local.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la Unidad de Producción Porcina "Granja La Esperanza", del Instituto Tecnológico de Chiná, Campeche, México. Se estableció un experimento unifactorial en diseño completamente al azar, en el que se probaron cuatro niveles de inclusión de harina de yuca (Cuadro 1) en una base de concentrado de crecimiento elaborado por la industria nacional (en proporción del peso), los que fueron ofrecidos a un lote de cuatro cerdos ibéricos machos, de seis meses de

edad. El alimento se dispuso en comederos individuales, cada uno de los cuales recibió tres kilogramos de alimento, que fue rotado diaria y aleatoriamente en los contenedores (Figura 2), para disminuir sesgos por la ubicación del comedero, mediante una secuencia sistemática de rotaciones a lo largo de siete días.

Cuadro 1. Tratamientos experimentales (niveles de inclusión en peso, de harina de yuca *Manihot esculenta* Crantz en concentrado) evaluados en la prueba de aceptabilidad de alimento adicionado, por parte de cerdos pelones mexicanos en la Unidad de Producción Porcina del Instituto Tecnológico de Chiná, Campeche.

| Código | Tratamiento |
|---|---|
| T0 | Concentrado de crecimiento comercial 100% |
| T1 | Concentrado 90% + 10% de harina de yuca |
| T2 | Concentrado 80% + 20% de harina de yuca |
| T3 | Concentrado 70% + 30% de harina de yuca |

Los animales experimentales fueron marcados con números distintivos, para facilitar su observación diaria y toma de datos. La información recabada se refirió al registro del tiempo que cada animal dedico a alimentarse de cada contenedor con un tratamiento particular, durante dos periodos de una hora de duración cada uno, en forma consecutiva. Durante el primer periodo se anotó por espacio de dos minutos consecutivos el tiempo de consumo por animal por cada tratamiento ofrecido, con una pausa de tres minutos, sumando cinco minutos.

El procedimiento anterior se repitió 12 veces hasta completar la hora. Acto seguido se realizaron mediciones del tiempo dedicado al consumo pero con intervalos de 15 minutos, de los cuales dos se dedicaron a anotar el comportamiento de consumo y trece de pausa, repitiendo este procedimiento cuatro veces para completar la hora. El animal está libre de decidir que comedero (mezcla de alimento) elegir.

Los datos fueron organizados en hojas de Excel (Microsoft®), para luego procesarlos estadísticamente realizando exploración de los datos verificando la normalidad mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnoff y homocedasticidad por la prueba de Levene, así como análisis descriptivo y el de varianza no paramétrica de Kruskal-Wallis, mediante el módulo de modelos lineares generalizados del programa SPSS v10 (Morrison, 1999).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se constató normalidad, pero no homocedasticidad en los datos, y el análisis de varianza demuestra que existen diferencias significativas entre tratamientos ($\chi^2$= 6.5, $p$=.039) y estos se separan en tres categorías estadísticas diferentes (Cuadro 5). Una de las dietas con harina de yuca supera a todas las demás, mientras otra es estadísticamente semejante al alimento concentrado comercial utilizado. Los resultados obtenidos después de siete días de observación muestran que la adición de un 30% de harina de yuca, fue preferida por todos los animales, los que dedicaron una mayor proporción de tiempo de consumo en esta fórmula (Figura 1).

El concentrado ocupó el segundo lugar en tiempo que los animales invirtieron en consumo, ocupando la misma categoría estadística que la mezcla que incluía 20% de harina de yuca. La inclusión de 10% de harina recibió la menor atención y ocupó la categoría inferior.

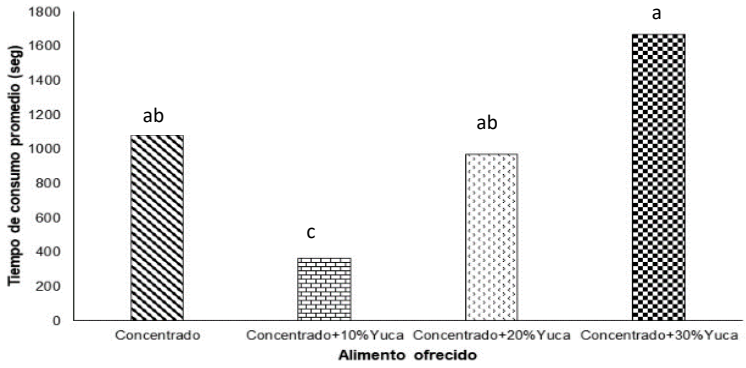



**Figura 1.** Tiempo de consumo acumulado total por los cuatro cerdos pelones mexicanos en función de cuatro formulaciones de alimento y niveles de inclusión de harina de yuca ofrecidos diariamente en la Granja La Esperanza, Instituto Tecnológico de Chiná, Campeche, México.

Los resultados muestran que el tiempo de consumo de los distintos formulados de concentrado adicionado con harina de yuca, se mantuvieron relativamente estables durante los días que duró el experimento, manteniendo la distinción que refleja el análisis de varianza y la separación de medias realizados (Figura 2). Esto da evidencia de que la aceptabilidad de la inclusión de 30% de yuca es la mejor, bajo las condiciones en que se manejó el experimento, y los cerdos tienden a preferir esta, en presencia de otras opciones disponibles en los comederos. De la misma manera se comportan los demás tratamientos, guardando correspondencia con las pruebas estadísticas.

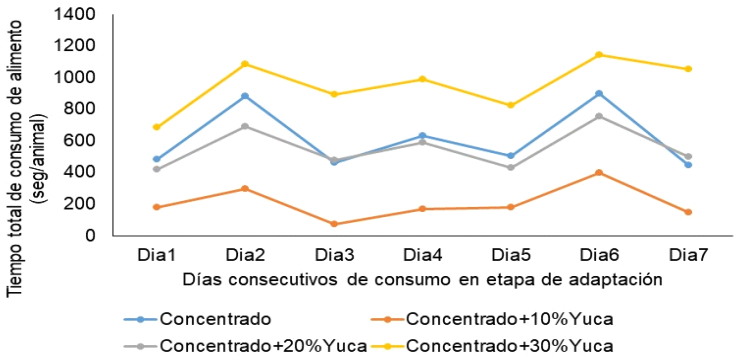



**Figura 2.** Comportamiento del consumo diario de alimento por los cuatro cerdos pelones mexicanos en función de cuatro formulaciones de alimento y niveles de inclusión de harina de yuca ofrecidos diariamente en la Granja La Esperanza, Instituto Tecnológico de Chiná, Campeche, México.

Respecto al crecimiento de los cerdos, la ganancia de peso diaria en promedio alcanza los 0.24 kg/animal/día, que resulta baja para los estándares de cría de cerdos en razas comerciales de aproximadamente 0.67 kg/día, considerando un cerdo de 80 kg obtenido a los 120 días. No obstante, demuestra que el cerdo ibérico responde a la alimentación suplementada con harina de

yuca. Es necesario mencionar que durante el periodo no se detectó ningún padecimiento o síntoma de intoxicación en los animales experimentales, que ganaron peso de manera similar (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Ganancia de peso en los animales experimentales sometidos a la prueba de aceptabilidad de cuatro alimentos ofrecidos simultáneamente a cerdos pelones estabulados durante 14 días.

| Animal | Muesca | Peso inicial (kg) | Peso final (kg) | Diferencia de peso (kg) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 5-4 | 17 | 20 | 3 |
| 2 | 4-1 | 21 | 23.6 | 2.6 |
| 3 | 6-1 | 22 | 26.3 | 4.3 |
| 4 | 5-6 | 19 | 22.3 | 3.3 |
| Promedios | | 19.75 | 23.05 | 3.3 |

La mayor aceptación de la formulación que combina el concentrado comercial más 30% de harina de yuca, y el resultado que muestra la inclusión de 20% de yuca, muestran que esta parece estimular el consumo, de manera que superan o asemejan al comportamiento del tiempo de consumo de alimento exclusivo de concentrado. La menor preferencia de alimento con baja inclusión de harina de yuca (10%) fortalece esta hipótesis. Al respecto menciona que es preferible la utilización de harina de yuca en la alimentación de cerdos debido a que disminuye factores antinutricionales, particularmente de CHN (cianuro de hidrógeno), presente la raíz fresca.

Rosales y Paucar (1996) mencionan que la harina de cáscara de yuca utilizada en alimentación de cerdos no presentó cambios en el consumo, al comparar 15% y 30% de inclusión contra el alimento comercial como testigo, lo que resulta diferente a los observado en el presente estudio. Los resultados se acercan a los observados por Pochon et al. (2005), quienes encontraron que una mayor inclusión de harina de yuca condujo a un incremento en el tiempo que los cerdos dedicaron a consumir el alimento.

## CONCLUSIONES

La inclusión de harina de yuca mejora la aceptación y se demuestra el consumo preferente de CPM, de las mezclas de concentrado comercial que incluyan a esta raíz, de manera que a una mayor inclusión se incrementa la preferencia del alimento mejorado con su inclusión. La preferencia de las mezclas con mayor contenido de harina de yuca, sin notarse diferencias estadísticamente significativas respecto al peso final de los lechones, demuestra que es posible utilizarla para alimentar al cerdo pelón mexicano.

## AGRADECIMIENTOS

Al TecNM por apoyar esta investigación con fondos asignados al proyecto 6925.19-P "Inclusión de harina de yuca (*Manihot esculenta* Crantz.) en la alimentación del cerdo pelón mexicano". Al Instituto Tecnológico de Chiná, Campeche, pro facilitar sus instalaciones y equipos.

## LITERATURA CITADA

AMECC. 2015. El cerdo pelón mexicano. Documento Oficial emitido por la Asociación Mexicana Especializada en Cerdos Criollos AC en relación al origen oficial del Cerdo Pelón Mexicano actualizado a la fecha 23 de junio 2015. 3 p. Disponible en: http://www.cerdopelonmexicano.com/portal/images/ORIGEN%20OFICIAL%20DEL%20CPM.pdf

García, B., M. D. Jiménez, O. C. Arbelo, A. R. Cabrera, M. B. Pérez, A. S. Pino, J. T. López, V. V. Medero, J. A. A. Cruz, E. D. Ruiz y D. P. Rodríguez. 2014. Caracterización morfológica y agronómica de cultivares cubanos de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Cultivos Tropicales 35(2): 43-50.

Lezcano, P. P., D. A. Berto, S. J. Bicudo, F. Curcelli, P. F. Gonzáles y M. N. Valdivie. 2014. Yuca ensilada como fuente de energía para cerdos en crecimiento. Avances en Investigación Agropecuaria 18(3): 41-47.

Martínez, F. B., M. S. López, E. M. San Martin, J. M. Zazueta and J. M. Velez. 2007. Effects of high energy milling on some functional properties of jicama starch (*Pachyrrhizus erosus* L. Urban) and cassava starch (*Manihot esculenta* Crantz). Journal of Food Engineering 78: 1212-1220.

Morrison, E. 1999. Introduction to SPSS. Center for Social Science Computation and Research, University of Washington, Washington, USA.

Navamuel, J. M., D. O. Pochon, O. Balbuena and O. Koslowky. s.f. Efecto de la sustitución parcial de cereales por harina integral de mandioca en raciones para cerdos en crecimiento. Escuela Regional de Agricultura, Corrientes, Ecuador. 4 p.

Pochon, D. O., J. M. Navamuel, H. A. Koslowski, J. A. Picot y O. Balbuena. 2005. Estimación de la aceptabilidad de una dieta con sustitución parcial de maíz por mandioca para cerdos en crecimiento. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina. 7 p.

Rivera, B. H., L. N. Aceves, J. L. Juárez, D. L. Palma, R. M. González y V. J. González. 2012. Zonificación agroecológica y estimación del rendimiento potencial del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en el estado de Tabasco, México. Avances en Investigación Agropecuaria 16(1): 29-47.

Rosales, J. M. y R. Páucar. 1996. Uso de la cascara de yuca en raciones para cerdos en crecimiento. Folia Amazónica 8(2): 105-118.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DE LA INCLUSIÓN DEL EXTRACTO DE *Dalbergia palo-escrito* SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE CONEJOS EN ENGORDA

# [EFFECT OF INCLUSION OF EXTRACT *Dalbergia palo-escrito* ON PRODUCTIVE PARAMETERS OF RABBITS FAT]

**Saraí García-Valencia, Sergio Soto-Simental, Juan Ocampo-López, Armando Zepeda-Bastida, Maricela Ayala-Martínez[§]**

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Av. Universidad s/n km 1. ExHacienda de Aquetzalpa. Tulancingo, Hidalgo. México. CP. 43600. [§]Autor para correspondencia: (ayalam@uaeh.edu.mx).

## RESUMEN

*Dalbergia palo-escrito* es un árbol maderable de la familia de las fabáceas, que se caracteriza por tener un alto valor nutricional, gracias a la cantidad de proteína que contiene. En México, se utiliza la madera de este árbol, para la elaboración de instrumentos musicales y muebles. El objetivo de este trabajo fue utilizar el follaje de *Dalbergia palo-escrito* para la elaboración de extractos acuosos e incluirlos en la alimentación de conejos de engorda, para evaluar parámetros productivos. Se piensa que el contenido nutricional y los metabolitos secundarios permanecen en el extracto acuoso y mejoran la salud y los parámetros productivos de los conejos en engorda. El estudio se realizó en la nave de investigación de conejos ciclo completo, del Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, considerando cinco tratamientos (0, 50, 100, 200 y 300 ml de extracto, respectivamente). El extracto acuso de *Dalbergia palo-escrito*, fue incluido en una dieta con 16 % de PC, 12 % de FC y 2.5 Mcal MS kg de energía digestible, la cual se ofreció a libre acceso. Los animales se alojaron en grupos de 4 individuos por jaula, con dimensiones de 60 x 46 x 40 cm, a una temperatura promedio de 20 °C y humedad relativa de 70 %. El periodo de engorda tuvo una duración de 28 d. Al término de esta se hicieron los análisis correspondientes haciendo uso de los registros de alimentación y peso, el cual dio como resultado que la inclusión del extracto acuoso (50g de planta $L^{-1}$) no tuvo diferencias significativas ($p > 0.05$), con respecto al control. Por lo que se concluye que el extracto acuoso de *Dalbergia palo-escrito* podría ser utilizado en concentraciones bajas, buscando el beneficio en la salud de los animales, ya que no afecta los parámetros productivos.

**Palabras clave:** Conversión alimenticia, ganancia de peso, metabolitos secundarios, plantas.

## ABSTRACT

*Dalbergia palo-escrito* is a timber tree of the Fabaceae family, which is characterized by having a high nutritional value, thanks to the amount of protein it contains. In Mexico, the wood of this tree is used for the elaboration of musical instruments and furniture. The objective of this work was to use the foliage of *Dalbergia palo-escrito* for the elaboration of aqueous extracts and to include them in the feeding of fattening rabbits, to evaluate productive parameters. It is thought that the

nutritional content and the secondary metabolites remain in the aqueous extract and improve the health and productive parameters of the rabbits in fattening. The study was carried out in the research ship of rabbits complete cycle, of the Insituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, considering five treatments (0, 50, 100, 200 and 300 mL of extract, respectively). The extract accusative of *Dalbergia palo-escrito*, was included in a diet with 16 % CP, 12 % FC and 2.5 Mcal MS kg digestible energy, which was offered for free access. The animals were housed in groups of 4 individuals per cage, with dimensions of 60 x 46 x 40 cm, at an average temperature of 20 ° C and relative humidity of 70%. The fattening period lasted 28 d. At the end of this, the corresponding analyzes were made using the feed and weight records, which showed that the inclusion of the aqueous extract (50g of plant L-1) did not have significant differences ($p > 0.05$), with respect to control. So it is concluded that the aqueous extract of *Dalbergia palo-escrito* could be used in low concentrations, searching for the benefit in the health of the animals, since it does not affect the productive parameters.

**Index words:** Feed conversion, plants, secondary metabolites, weight gain.

## INTRODUCCIÓN

La carne de conejo es clasificada como carne blanca, presentando proteínas de elevado valor biológico, un bajo contenido en grasas con una adecuada proporción de grasas saturadas e insaturadas (mono y poliinsaturadas), minerales (P, Se, K, Fe), vitaminas y escasos niveles de ácido úrico y purinas. Debido a que es una carne de fácil digestión y de bajo contenido en grasas su consumo es adecuado en las diferentes etapas de la vida, SEMERGEN (2007). El consumo per cápita fluctúa de 40 a 134 g (Olivares *et al.,* 2009). A pesar de las distintas ventajas de la carne de conejo, el progreso de la cunicultura en México ha sido limitado por diversos factores como la falta de apoyo oficial, carencia de manejo sanitario que evite enfermedades, poco interés en las instituciones de enseñanza e investigación, ausencia de conocimiento reproductivo y mejoramiento genético, poca difusión del consumo de esta carne (Olivares *et al.* 2009).

La tendencia de producción de carne de conejo va en aumento cada año sin embargo como se mencionó anteriormente la falta de investigación en esta especie y los elevados costos de alimentación el crecimiento es lento, la preocupación de diversos investigadores se enfoca en encontrar alternativas que mejoren la salud de los animales tratando de disminuir los costos de producción. Las alternativas en otras especies como el ganado bovino es el pastoreo y se ha desarrollado la agroforestería, con árboles y arbustos fijadores de nitrógeno (AFN) y también como bancos forrajeros y como cercas vivas. Esto es debido a su gran variedad de productos y usos como: leña, carbón, madera, frutos, productos medicinales e industriales, sombra, división de lotes y demarcación de linderos en fincas, barreras rompe viento, control de erosión, refugio de avifauna silvestre, reciclaje de nutrimentos, etc. Además, el follaje de algunos de ellos puede ser cosechado, bajo corte o pastoreo directo, para la suplementación animal (Botero y Russo, 1998).

En México es bien conocido el uso de la agroforestería sin embargo una gran diversidad de árboles maderables principalmente de la familia Fabaceae ha demostrado ser de gran importancia

y calidad químico nutritiva, (Gómez *et al.*, 2017), Tal es el caso del Género *Dalbergia* sin embargo no ha sido investigada a profundidad ya que solo se utiliza la madera para la elaboración de muebles e incluso instrumentos musicales; *Dalbergia* se distribuye en regiones de climas tropicales y cuenta con cerca de 250 especies, entre ellas un gran número de especies trepaderas y arbustos con una amplia diversidad en Centro y Sudamérica, África, Madagascar y Asia. En México se distribuyen 20 especies de este género, 15 de ellas maderables, (CITES, 2016). Las excelentes propiedades acústicas de la madera de *Dalbergia* se deben a que produce madera dura de lento crecimiento, es por ello que las especies son mundialmente demandadas para la fabricación de guitarras, marimbas, xilófonos, clarinetes, flautas, mandolinas, pianos y violines.

Específicamente *Dalbergia palo-escrito* es un árbol maderable endémico de México y encontrado principalmente en el centro del país: hoy día la madera de estas especies es utilizada localmente para la fabricación de muebles finos, instrumentos musicales como las famosas guitarras de Paracho (Michoacán) y las plantas completas llegan a emplearse como cerca viva, (Cervantes, 2016). *Dalbergia palo- escrito* es un arbustivo que durante su crecimiento es necesario realizar podas del follaje incluso dos veces al año y debido a que la principal la importancia se atribuye a la madera todo el follaje que generan las podas de los arboles podría generar grandes desechos sin ser aprovechados, pudiendo incluso causar un daño al medio ambiente. Si bien se ha podido utilizar como plaguicida natural u orgánico (Villavicencio *et al.*, 2010), también hay reportes de que es consumido por ganado bovino en pastoreo según el trabajo de (Sosa-Rubio *et al.*, 2000). Por todo lo anterior y considerando que en diversos países las ramas y el follaje jóvenes son usadas como forraje para el ganado (Parrota, 1989; Pérez-Gutiérrez y García-Baez 2007), en el presente trabajo el objetivo es utilizar el follaje de *Dalbergia palo-escrito* para la elaboración de extractos acuosos e incluirlos en la alimentación de conejos de engorda en diferentes proporciones para poder hacer la evaluación de parámetros productivos los cuales incluyen la ganancia diaria de peso, la conversión alimenticia y peso de la canal de conejos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El follaje de *Dalbergia palo-escrito* se recolectó en los invernaderos ubicados en el Instituto de Ciencias Agropecuarias (ICAp) ubicado en Tulancingo, Hgo. México. El follaje obtenido fue separado en tallos y hojas; se secó a temperatura ambiente, a la sombra, durante una semana. El material vegetal fue molido, para realizar el extracto acuoso (50 g L-1 de la planta seca). Se cubrió de la luz con papel aluminio y se colocó a 50 ºC, con agitación a 200 rpm, durante 24 h. Transcurrido el tiempo se filtró con 3 capas de gasa para separar el líquido. Se formuló una dieta con 16 % de PC, 2.5 Mcal MS Kg-1 y 12 % de FC, la cual fue utilizada mezclando con diferentes concentraciones de extracto acuoso (300:0 ml, 250:50 ml, 200:100 ml, 100:200 ml y 0:300 ml, relación agua:extracto acuso de *Dalbergia palo-escrito*, respectivamente) en 10 Kg de alimento.

La prueba de comportamiento se realizó en la Nave de Investigación de conejos ciclo completo, ubicado en el ICAp, el cual tuvo una duración de 28 d, para lo cual se utilizaron 60 animales de 35 d de edad, distribuidos completamente al azar en 5 tratamientos con 3 repeticiones cada uno. Los animales se alojaron en en jaulas con dimensiones de 60 x 46 x 40 cm, acondicionadas con

bebederos autómaticos, a una temperatura promedio de 20 ºC y humedad relativa de 70 %. Para conocer el alimento consumido diariamente de peso el ofrecido y el rechazado, así también los animales fueron pesados cada semana utilizando una balanza granataría (Mettria, modelo MTNUV-40, precisión 5g). Se hizo uso de los registros de alimentación diaria y peso semanal para evaluar ganancia diaria de peso (GDP) y conversión alimenticia. Transcurridos los 28 d de la engorda se registró el último peso vivo del animal y se trasladaron al taller de cárnicos del instituto de ciencias agropecuarias donde los conejos fueron sacrificados de acuerdo a la norma NOM-033-SAG/ZOO-2014, Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres.

Los parámetros productivos se evaluaron mediante un análisis de varianza con diseño completamente al azar y una prueba de comparación de medias Tukey con $p < 0.05$.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a lo registrado durante los 28 d de la engorda se obtuvieron los resultados de promedios de peso de los distintos tratamientos los cuales se muestran en la Cuadro 1, donde a partir de la semana dos a la semana cuatro no se muestran diferencias significativas entre los tratamientos 1, 2 y 3, siendo los tratamientos 4 y 5 los que se registran con menores pesos. En cuanto a GDP (Cuadro 2) en la primera semana no se encontraron diferencias significativas en los tratamientos 1, 2, 3 y 4; en la semana dos, no hay diferencia estadística ($p > 0.05$) en los primeros tres tratamientos y para las semanas tres y cuatro solo los tratamientos 1 y 2 son similares. En su estudio, (Chaparro *et al.*, 2009) Mencionan que las plantas pertenecientes a la familia Fabaceae son de gran interés para la alimentación de animales de producción debido a su elevado valor nutricional y bajo costo, además que son muy utilizadas en control de malezas, plagas y en recuperación de suelos, sin embargo, esta familia contiene factores antinutricionales FAN (L, Dopa, fenoles, taninos, e inhibidores de tripsina) que podrían limitar su utilización en la alimentación.

**Cuadro 1:** Peso (g) de conejos alimentados con dietas que incluyeron extracto acuoso de palo escrito (*Dalbergia palo escrito*)

| | Cantidad de extracto acuoso de *Dalbergia-palo escrito* | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 ml | 50 ml | 100 ml | 200 ml | 300 ml | MEE |
| Variable | | | G | | | |
| Peso Inicial | 768.50 | 671.25 | 685.83 | 665.90 | 694.16 | 39.98 |
| Semana 1 | 1069.00 | 951.25 | 999.58 | 919.54 | 870.00 | 35.69 |
| Semana 2 | 1358.50[a] | 1250.00[a] | 1266.66[a] | 1072.27[b] | 1013.33[b] | 40.32 |
| Semana 3 | 1618.50[a] | 1527.08[a] | 1464.16[a] | 1225.00[b] | 1153.75[b] | 49.83 |
| Semana 4 | 1892.50[a] | 1738.33[a] | 1636.25[a] | 1375.00[b] | 1278.75[b] | 57.24 |

[ab]Literales diferentes indican diferencias estadísticas entre columnas. $p < 0.05$. Prueba de comparación de medias de Tukey. MEE= Media del error estándar

Según Huisman *et al.* (1990), los FAN son sustancias naturales no fibrosas generadas por el metabolismo secundario de las plantas, como un mecanismo de defensa o cuando las plantas están sometidas a condiciones de estrés, que al estar contenidos en ingredientes utilizados en la alimentación de animales ejercen efectos contrarios a su óptima nutrición, reduciendo el consumo

e impidiendo la digestión, la absorción y la utilización de nutrientes por el animal. Siendo que *Dalbergia palo- escrito* es un árbol perteneciente a la familia Fabaceae lleva a las suposición del contenido de factores anti-nutricionales que puedan estar influyendo en los parámetros de peso y ganancia diaria de peso en los conejos pero favoreciendo su salud, ya que en el trabajo de (Huisman *et al.* 1990) mencionan que se han encontrado FAN de este tipo en plantas de la familia de las *Fabaceas,* perteneciendo *Dalbergia palo-escrito* a esta familia.

**Cuadro 2.** Ganancia diaria de peso (g) a través de la etapa de engorda de conejos alimentados con extracto acuoso de *Dalbergia-palo escrito.*

| | Cantidad de extracto acuoso de *Dalbergia-palo escrito* | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 ml | 50 ml | 100 ml | 200 ml | 300 ml | MEE |
| Variable | | | G | | | |
| GDP1 | 42.90[a] | 39.92[a] | 44.92[a] | 36.27[a] | 25.08[b] | 2.90 |
| GDP2 | 41.40[a] | 42.67[a] | 38.17[a] | 21.82[b] | 20.58[b] | 2.79 |
| GDP3 | 37.00[a] | 39.58[a] | 28.17[b] | 21.91[b] | 20.17[b] | 2.83 |
| GDP4 | 39.30[a] | 30.00[a] | 24.67[b] | 21.45[b] | 17.67[b] | 2.81 |

[ab]Literales diferentes indican diferencias estadísticas entre columnas. $p < 0.05$. Prueba de comparación de medias de Tukey. MEE= Media del error estándar, GDP: Ganancia diaria de peso.

En el Cuadro 3 se evaluaron los resultados de parámetros productivos; el peso total ganado por tratamiento no hay diferencias significativas en los tratamientos 1, 2 y 3. El segundo parámetro evaluado es el consumo de alimento total, se observa que el consumo disminuye significativamente conforme la concentración del extracto aumenta por tratamiento, sin embargo en la conversión alimenticia no se observan diferencias numéricas significativas y en el peso de la canal caliente en el tratamiento 1 y 2 no se encuentran diferencias significativas y conforme aumenta la concentración de extracto en el alimento el peso disminuye, lo anterior podría estar relacionado con el consumo de alimento (Cuadro 4) en la semana 1, 2 y 3 no hay diferencias significativas en los primeros tres tratamientos, en la semana cuatro no hay diferencia hasta el tratamiento 2, sin embargo el consumo de alimento en los tratamientos 1 y 2 aumenta cada semana a diferencia de los tratamientos restantes el consumo de alimento se mantiene e incluso disminuye.

**Cuadro 3.** Conversión alimenticia, peso (g) total ganado y canal caliente de conejos alimentados con extracto acuoso de *Dalbergia-palo escrito.*

| | Cantidad de extracto acuoso de *Dalbergia-palo escrito* | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 ml | 50 ml | 100 ml | 200 ml | 300 ml | MEE |
| Variable | | | G | | | |
| Peso total ganado | 1124.00[a] | 1067.08[a] | 950.42[a] | 709.09[b] | 584.58[c] | 56.087 |
| Consumo total | 2807.10[a] | 2595.00[b] | 2312.00[c] | 1826.27[d] | 1604.00[e] | 48.606 |
| CA | 2.560 | 2.500 | 2.617 | 2.736 | 2.80 | 0.189 |
| Peso canal caliente | 1052.20[a] | 980.33[ab] | 864.00[bc] | 742.36[cd] | 682.00[d] | 39.621 |

[abcde] Literales diferentes indican diferencias estadísticas entre columnas. $p < 0.05$. Prueba de comparación de medias de Tukey. MEE= Media del error estándar. CA: Conversión alimenticia.

Algunos de los FAN que menciona, (Huisman *et al.*, 1990), como los fenoles son producidos por las plantas principalmente para protegerse de situaciones de estrés como la foto oxidación, las

heridas, luz ultravioleta, enfermedades y patógenos; estas sustancias forman complejos con las proteínas y los carbohidratos causando interferencia con la digestibilidad de estos. En su trabajo, Gimeno (2004), menciona que el consumo recomendado por es de 25 mg – 1 g/día ya una ingestión más elevada y crónica pueden interferir en la absorción de hierro de la dieta e incluso provocar anemia. Los taninos también producidos por las plantas para su defensa contra microorganismos y hongos, tienen efectos nutricionales adversos, pueden inhibir las enzimas digestivas y formar complejos con las membranas mucosas, lo cual resulta en el aumento de pérdidas y en daños a las mismas. Los complejos taninos-proteínas son insolubles y eso disminuye la digestibilidad de proteínas. Y los inhibidores de tripsina son proteínas que están presentes en las fabáceas y es conocido que afectan la digestibilidad de las proteínas porque reducen la actividad de las proteasas dado que, al formar complejos con ellas, no dejan que estas actúen causando hipertrofia/hiperplasia pancreática y la secreción incrementada de enzimas pancreáticas. Además, producen nódulos acinares y depresión del crecimiento en animales no rumiantes. De acuerdo con los autores el incluir el extracto acuoso de *Dalbergia palo- escrito* en altas concentraciones repercute en los parámetros productivos de los conejos, sin embargo una concentración baja del extracto los metabolitos secundarios de la planta podrían estar mejorando la salud de los conejos al mismo tiempo que obtenemos resultados similares a las del control haciendo viable el uso de *Dalbergia palo-escrito* en la alimentación de los conejos en concentraciones que puedan llegar a favorecer incluso a un producto cárnico.

**Cuadro 4:** Consumo de alimento (g) de conejos con extracto acuoso de *Dalbergia-palo escrito* en su dieta.

| Extracto acuoso de *Dalbergia-palo escrito* ml | Tiempo (semana) 1 | 2 | 3 | 4 | MEE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 576.66[a] | 633.75[a] | 695.69[a] | 867.64[a] | 18.52 |
| 50 | 517.50[a] | 623.75[a] | 705.00[a] | 748.75[a] | 30.74 |
| 100 | 530.41[a] | 584.58[a] | 644.58[a] | 552.50[b] | 22.67 |
| 200 | 455.83[b] | 421.25[b] | 419.58[b] | 548.19[b] | 63.39 |
| 300 | 410.83[b] | 382.92[b] | 394.16[b] | 415.83[b] | 14.82 |

[ab]Literales diferentes indican diferencias estadísticas entre columnas. $p < 0.05$. Prueba de comparación de medias de Tukey. MEE= Media del error estándar.

## CONCLUSIONES

A pesar de que la carne de conejo tiene un alto valor nutricional, el consumo per cápita es bajo en nuestro país, aunque se prevé que gracias a sus propiedades la industria alimentaria está interesada cada vez más en su utilización para la elaboración de productos cárnicos por lo cual, buscar alternativas de alimentación que puedan disminuir los costos de producción beneficiaria a los productores cunícolas y al crecimiento de esta actividad. Incluir 50 ml de extracto acuoso de *Dalbergia-palo escrito* como aditivo en la alimentación de conejos de engorda no afecta la ganancia de peso, pero si mejora la conversión alimenticia debido a que disminuye el consumo de alimento, sin afectar el peso de canal caliente.

## LITERATURA CITADA

Botero, R. y R. Russo. 1998. Utilización de arboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. Ing Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica (electronic conference), 171-192. http://www.fao.org/ag/aga/AGAP/frg/AGROFOR1/Botero8.PDF

Cervantes- Maldonado , A. 2016. La conservación del Granadillo en México, una carrera contra el tiempo. CONABIO, BIodiversitas, 128: 6-11. DOI: http://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/12765.pdf

Chaparro, A., T. Aristizábal y G. Gil. 2009. Composición y Factores Antinutricionales de las Semillas del Género *Mucuna*. Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín 62(1): 4843-4853.

CITES. 2016. Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. México: CITES.

Gimeno, C. 2004. Compuestos fenólicos. Un análisis de sus beneficios para la salud. Revista OFFARM 23(6): 9-155.

Gómez, F., R. González, O. López, V. Ku, P. Albor and G. J. Sangines. 2017. Dominance, Chemical-Nutritional Composition, and Potential Phytomass of Fodder Species in a Secondary Rainforest. Agricultura, Sociedad y Desarrollo. 617-634.

Huisman, J., A. Van der Poel, M. Verstegen and E. Van Weerden. 1990. Antinutrional factors (ANF) in pig production. World Review of Animal Production. 77-82.

Norma oficial mexicana NOM-033-SAG/ZOO-2014, métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres.

Olivares, P., C. Gómez, R. Schwentesius y C. Carrera. 2009. Alternativas a la producción y mercadeo para la carne de conejo en Tlaxcala, México. REGIÓN Y SOCIEDAD.

Parrota, J. 1989. Dalbergia sissoo Roxb. Sissoo, Indian rosewood. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 190-194.

Pérez-Gutierrez, R. and E. García-Baez. 2007. Citotoxic activity of isoflavan-cinnamylphenols from Dalbergia congestiflora on HeLa cells. Journal of Medicinal Plants research 7(40): 2992-2998.

SEMERGEN. 2007. La carne y la salud en niños y adolescentes . Guia Poblacion Infantil, 29.

Sosa-Rubio, E., L. Sansores-Lara, G. Zapata-Buenfil y L. Ortega-Reyes. 2000. Composición Botánica y Valor Nutricional de la dieta de Bovinos en un Área de Vegetación Secundariaen Quintana Roo. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 38(2): 105-117.

Villavicencio-Nieto, M., B. Pérez-Escandón y A. Gordillo-Martínez. 2010. Plantas Tradicionalmente Usadas Como Plaguicidas en el Estado de Hidalgo, México. Plibotanica 30: 193-238.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CALIDAD SEMINAL EN CONEJOS; EFECTOS INDIVIDUALES Y AMBIENTALES

# [SEMEN QUALITY IN RABBITS; AMBIENT AN INDIVIDUAL EFFECTS]

**Andrea Gamboa Matos[1], Álvaro Domínguez Rebolledo[2], Julio Porfirio Ramón Ugalde[1], Edgar Aguilar Urquizo[1], Ángel Trinidad Piñeiro Vázquez[1], José Roberto Sanginés García[1§]**

[1]Tecnológico Nacional de México/I. T. Conkal. Avenida Tecnológico s/n C.P. 97345. Conkal, Yucatán. [2]Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas Forestales y Pecuarias, Campo Experimental Mocochá, Yucatán, México. [§]Autor para correspondencia: (roberto.sangines@itconkal.edu.mx).

## RESUMEN

El objetivo fue evaluar la calidad seminal de conejos en condiciones de clima tropical. Para esto, se utilizaron 24 machos de las razas California y Nueva Zelanda (NZ), de seis meses de edad, los cuales se sometieron a un periodo de entrenamiento para la colección del eyaculado en una vagina artificial durante dos meses. Solamente respondieron cinco conejos NZ. Durante la evaluación, la temperatura ambiente se mantuvo por arriba del confort, ocasionando estrés térmico en los animales. El volumen promedio fue 0.77 ± 0.23 mL con un rango de 0.3 – 1.0 mL, concentración espermática 278.7 ± 181.2 x $10^6$ células $mL^{-1}$ (80 – 800 2 x $10^6$ células $mL^{-1}$); viabilidad 57.2 ± 17.7 % (27 – 92 %) y; espermatozoides con integridad acrosomal 81.1 ± 14.8 % (30 – 98 %). La calidad seminal de conejos NZ en condiciones tropicales, muestra una elevada variabilidad, la cual está influenciada por las condiciones ambientales.

**Palabras clave:** Concentración, viabilidad espermática, volumen de eyaculado.

## ABSTRACT

The objective was to evaluate the seminal quality of rabbits in tropical weather conditions. For this, 24 males of the California and New Zealand (NZ) breeds, six months old, were used, which underwent a training period for the collection of the ejaculate in an artificial vagina for two months. Only five NZ rabbits responded. During the evaluation, the ambient temperature was maintained above comfort, causing thermal stress in the animals. The average volume was 0.77 ± 0.23 mL with a range of 0.3 - 1.0 mL, sperm concentration 278.7 ± 181.2 x 106 mL-1 cells (80 - 800 2 x 106 mL-1 cells); viability 57.2 ± 17.7% (27 - 92%) and; sperm with acrosomal integrity 81.1 ± 14.8% (30 - 98%). The seminal quality of NZ rabbits in tropical conditions shows a high variability, which is influenced by environmental conditions.

**Index words:** Concentration, ejaculate volume, sperm viability.

## INTRODUCCIÓN

La cunicultura en Yucatán es incipiente y a nivel comercial se restringe a unos cuantos productores, los cuales utilizan pocas razas con sus cruzas, donde la falta de sementales de alto mérito genético, además de la endogamia, dificultan disponer de animales más productivos. Además, la utilización

de la inseminación artificial (IA) como herramienta genética, tiene un uso limitado, a pesar de sus ventajas, ya que se estima que un solo semental podría ser utilizado en un centenar de hembras, sin afectar la fertilidad y prolificidad de las mismas (Seleem, 2005). Consecuentemente, una adecuada evaluación seminal de los futuros sementales es de vital importancia para el éxito de los programas de IA. La evaluación de los parámetros básicos de las características del semen, no representan un predictor confiable de su capacidad fecundante, a pesar de la introducción de tecnologías relativamente novedosas como el CASA (sistema computarizado de análisis espermático), por lo que, el desarrollo de métodos de evaluación que puedan predecir consistentemente la fertilidad de una muestra de semen es altamente deseable (Lavara *et al*., 2005). Se considera que la prueba de turgencia hipo osmótica (HOST) parece ser un buen indicador de la capacidad reproductiva de los sementales cunícolas. Con respecto a las características seminales de los conejos, se ha observado una gran variabilidad, en donde, están involucrados una gran cantidad de factores, algunos de los cuales pueden ser controlados y otros no (Theau-Clément *et al*., 2015); el porcentaje de espermatozoides móviles presenta la mayor heredabilidad (0.18) y, aparentemente la concentración espermática y la motilidad podrían ser los criterios de mayor peso para seleccionar el semen a utilizar en la IA.

La implementación de un programa de mejoramiento genético con la finalidad de reducir la endogamia en las explotaciones cunícolas, con semen criopreservado para la IA, implica diferentes procesos, entre los cuales se encuentran: reducción de la temperatura, deshidratación celular, congelación y descongelación. Todos ellos, afectan la viabilidad de las células espermáticas y, en consecuencia, se afecta su función y la capacidad fecundante (Medeiros *et al*., 2002). Así, el éxito en la criopreservación del semen depende de una gran variedad de factores, entre los cuales se encuentran: la composición del medio utilizado para la congelación; los agentes crioprotectores y, la concentración celular; condiciones de las temperaturas de enfriamiento y descongelación; así como las variaciones individuales (Mocé y Vicente, 2009). Por tanto la baja sobrevivencia del esperma después de la criopreservación es el principal inconveniente para el uso del semen congelado en la IA. Con base en lo anterior, se planteó como objetivo del presente ensayo fue la evaluación del semen de conejos en condiciones de clima tropical, con la finalidad de integrarlos a protocolos de criopreservación seminal.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la granja cunícola "Santa Cecilia", ubicada en el km. 14 de la carretera Mérida-Tizimín, con clima cálido tipo Aw0, de acuerdo a la clasificación de Köpeen, modificada por García (2004)

Se utilizaron 24 conejos machos de las razas California y Nueva Zelanda (16 y 8, respectivamente), de seis meses de edad, colocados en jaulas individuales provistas de comedero y bebedero de chupón, los cuales fueron sometidos a un proceso de entrenamiento para la colección de semen durante dos meses, se descartaron aquellos que no respondieron satisfactoriamente al entrenamiento en la eyaculación dentro de una vagina artificial. Para el proceso, se utilizó inicialmente una coneja en estro, que posteriormente fue sustituida por una piel impregnada con

hormonas. Cuando la piel y la vagina artificial son introducidas a la jaula del macho, éste se acerca con cautela y la olfatea. Una vez que el macho monta y expone el pene, tratando de localizar la vagina artificial, se le ayudó a la introducción del pene en la vagina artificial para obtener el eyaculado (Morrell, 1995).

Evaluación seminal: Una vez obtenida la muestra, se trasladó al laboratorio de tecnología de semen del INIFAP-Mocochá, donde se procedió a evaluar con el CASA. Para esto, se realizó la dilución de la muestra con la siguiente proporción 85 µl del diluyente TCG + 15 µl del semen puro, de esta dilución se tomaron 5 µl y se colocaron en la cámara Makler y se observó en el microscopio en campo claro de 10x.

Viabilidad: Se realizó una dilución con 50 µl del semen puro en 50 µl del diluyente TCG (1:1). De esta, se tomaron 5 µl de la tinción de Eosina/Negrosina + 10 µl del semen diluido en TCG. Se dejó reposar sobre el portaobjetos durante 30 segundos y se realizó un frotis, 24 h después, se procedió a la evaluación microscópica, utilizando el objetivo 40x; se contaron 100 células. Los espermatozoides vivos no se tiñen, mientras que los espermatozoides muertos que adquieren una coloración morada.

Integridad acrosomal: Se tomaron 10 µl del semen diluido en TCG a los cuales se les agregó 5 µl de la tinción de Rosa de Bengala. Se dejó reposar sobre el portaobjetos durante 30 segundos y se realizó un frotis, 24 h después se procedió a su evaluación microscópica, utilizando el objetivo 40x; se contaron 100 células. En los espermatozoides con el acrosoma intacto se observa una línea de coloración más oscura en la cabeza, exactamente donde está el acrosoma; caso contrario con los espermatozoides con daño acrosomal en donde la línea es poco perceptible o nula.

Para poder obtener la concentración espermática por ml de eyaculado, se realizó una dilución 1:100 con 495 µl de agua destilada + 5 µl de semen puro, se dejó reposar por 5 min. Posteriormente se colocaron 9 µl en la cámara Neubauer, se observó al microscopio, contando los espermatozoides localizados en 20 cuadros, considerando solamente aquellos que se encuentren dentro del cuadro y, donde la cabeza toque la línea superior y la línea izquierda.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se presentan las temperaturas ambientales previas al inicio del trabajo (durante el periodo de entrenamiento) y, las semanas correspondientes la obtención y evaluación de la calidad de los eyaculados; la temperatura media promedio fue 28.8 ± 1.8 °C, mientras que la máxima varió de 28.4 a 39.8 °C, temperaturas superiores a la temperatura de confort de los conejos, el estrés térmico es responsable del deterioro en su respuesta reproductiva y el estrés severo ocurre cuando la temperatura es superior a 28.9 °C (Marai *et al*., 2002).

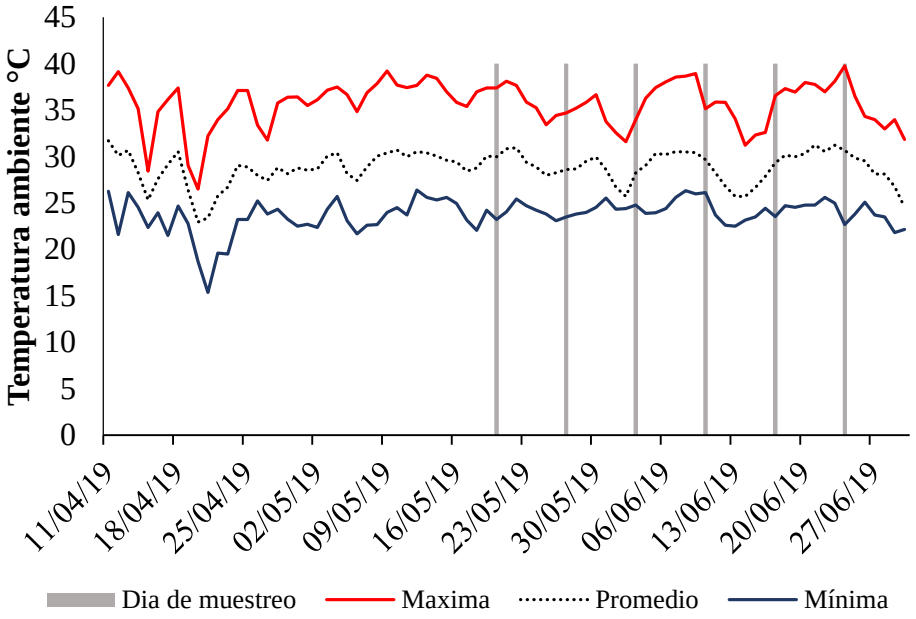
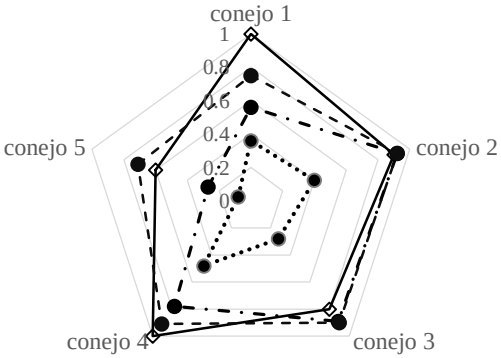



**Figura 1.** Temperatura ambiente observada durante el periodo experimental.

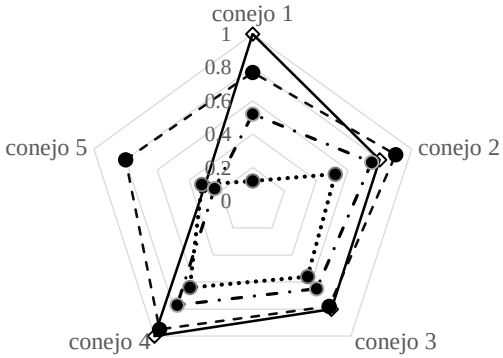
Con respecto a la evaluación seminal, solamente respondieron al estímulo del entrenamiento cinco conejos de la raza Nueva Zelanda, durante el periodo de evaluación se obtuvieron 30 muestras de semen, con un volumen promedio de 0.77 ± 0.23 mL, la concentración espermática 278.7 ± 181.2 x $10^6$ células $mL^{-1}$, viabilidad 57.2 ± 17.7 % y, espermatozoides con integridad del acrosoma 81.1 ± 14.8 %; con excepción del volumen, los valores de las otras variables observadas son inferiores a los encontrados por Safaa *et al.* (2010), pero similares a los encontrados en conejos bajo condiciones de estrés térmico (Sabés-Alsina *et al*., 2015). Con respecto a las variables cualitativas, 16 eyaculados fueron de color blanco, tres crema y el resto acuoso; 13 presentaron gel.

En la Figura 2 se presenta el efecto de la fecha de muestreo sobre la calidad seminal, las fechas con mayor temperatura (10 y 24 de junio), fue donde se observaron los valores más bajos en cuanto a calidad seminal, independientemente de la elevada variabilidad individual entre fechas para cada conejo (Figura 3). Marai *et al*. (2002) concluye en su revisión que las variables afectadas por el impacto del estrés térmico en conejos son el volumen del eyaculado, la motilidad, concentración y número de espermatozoides con anormalidades y muertos.

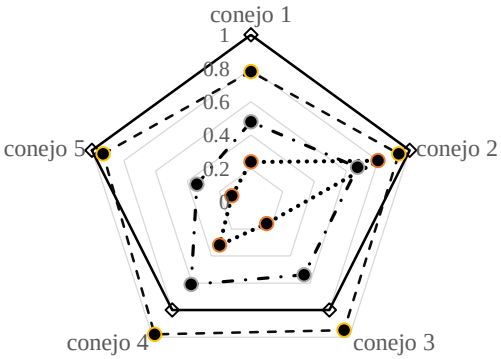
*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**



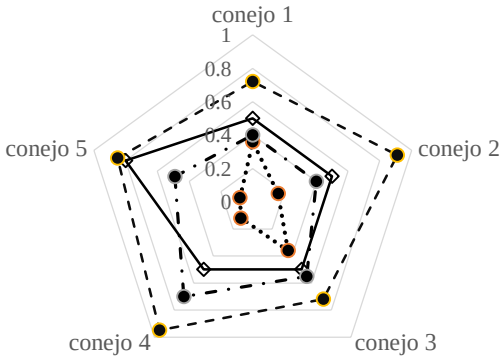

**20 de mayo**



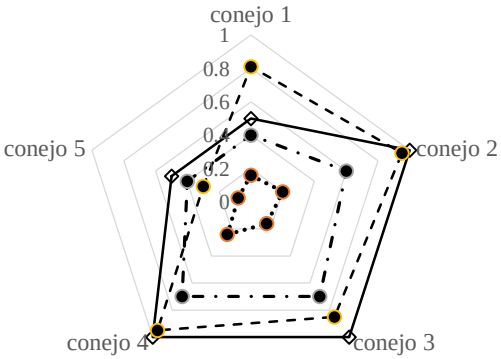

**27 de mayo**



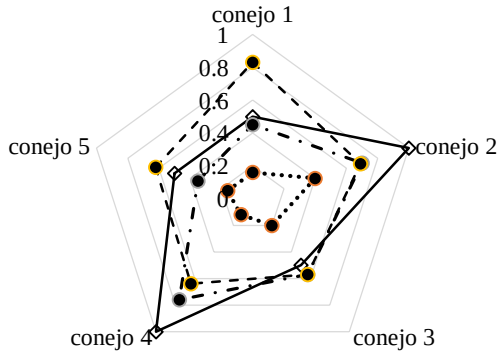

**3 de junio**




**10 de junio**




**17 de junio**




**24 de junio**

**Figura 2.** Efecto del macho en las diferentes fechas de muestreo sobre la calidad seminal de conejos criados bajo condiciones de clima tropical.

——— Volumen (mL) ..... Concentración (1 x $10^9$ cel/mL) — · — Espermatozoides vivos
— — — Integridad del Acrosoma

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

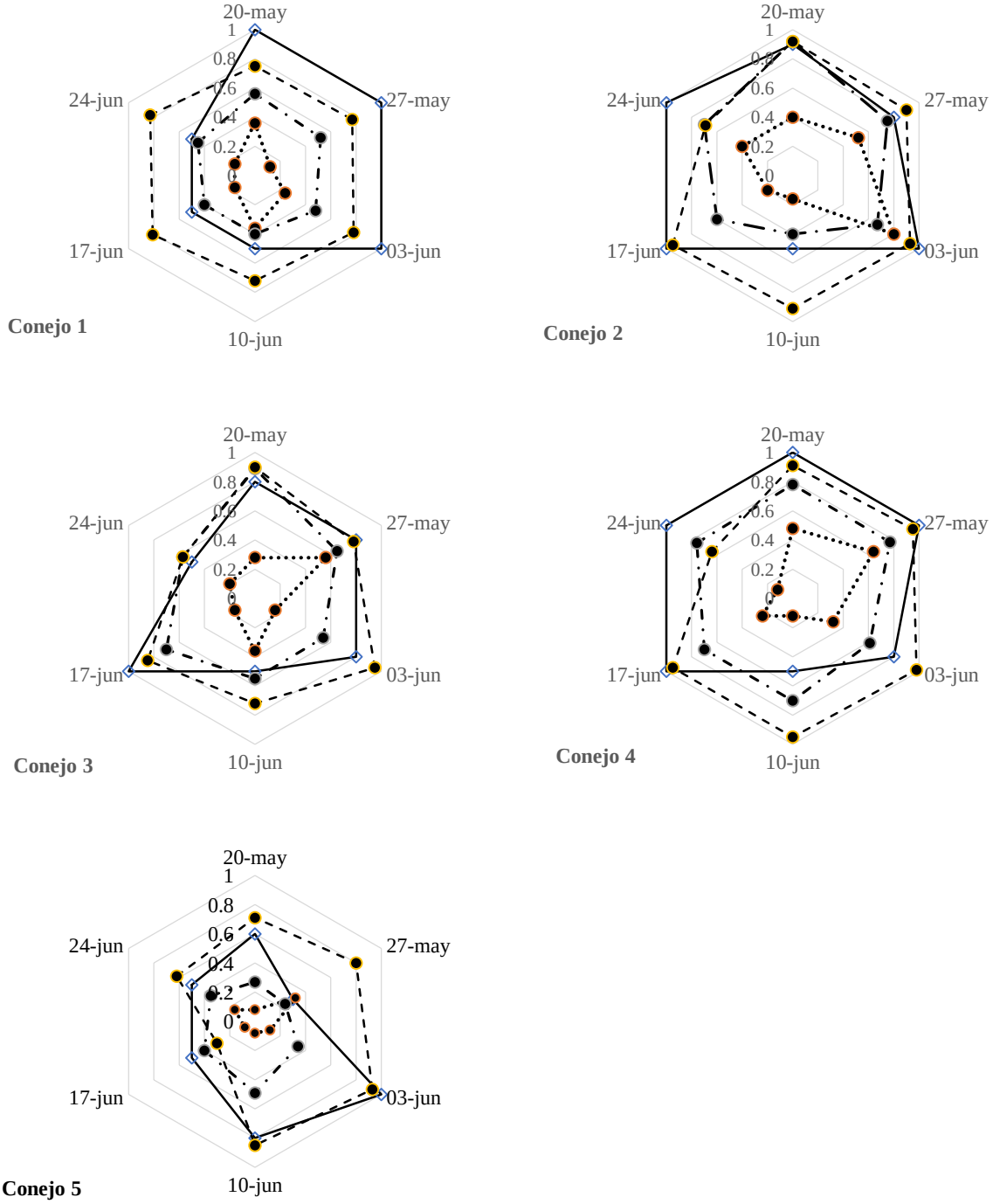



**Figura 3.** Efecto de la fecha de muestreo sobre la calidad seminal de conejos criados bajo condiciones de clima tropical.

——— Volumen (mL) ..... Concentración (1 x $10^9$ cel/mL) — · — Espermatozoides vivos
— — — Integridad del Acrosoma.

## CONCLUSIONES

La calidad seminal de conejos Nueva Zelanda criados bajo condiciones de clima tropical muestra una amplia variabilidad, tanto entre individuos como por fecha de colección del semen, la cual está influenciada por las condiciones ambientales que inducen al estrés térmico en los animales.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el financiamiento para la investigación bajo el proyecto "Criopreservación del semen de conejos: efecto de la osmolaridad del diluyente sobre su viabilidad y capacidad fecundante" Tecnológico Nacional de México No. 6665.19 p.

## LITERATURA CITADA

García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, UNAM 5ª ed.

Lavara, R., E. Mocé, F. Lavara, M. Viudes de Castro and J. Vicente. 2005. Do parameters of seminal quality correlate with the results of on-farm inseminations in rabbits? Theriogenology 64: 1130-1141.

Marai, I. F. M., A. A. M. Habeeb and A. E Gad. 2002. Rabbits' productive, reproductive and physiological performance traits as affected by heat stress: a review. Livestock Production Science 78(2): 71-90.

Medeiros, C. M. O, F. Forell, A. T. D. Oliveira and J. L. Rodrigues. 2002. Current status of sperm cryopreservation: why isn't it better? Theriogenology 57(1): 327-344.

Mocé, E. and J. S. Vicente. 2009. Rabbit sperm cryopreservation: a review. Animal Reproduction Science 110(1-2): 1-24.

Morrell, J. M. 1995. Artificial insemination in rabbits. British Veterinary Journal 151(5): 477-488.

Sabés-Alsina, M., N. Planell, E. Torres-Mejia, E. Taberner, M. J. Maya-Soriano, L. Tusell, J. Ramon, A. Dalmau, M. Piles, M. Lopez-Bejar. 2015. Daily exposure to summer circadian cycles affects spermatogenesis, but not fertility in an in vivo rabbit model. Theriogenology 83(2): 246-252.

Safaa, H. M., M. E. Emarah and F. A. Saleh N. 2010. Seasonal effects on semen quality in Black Baladi and White New Zealand rabbit bucks. World Rabbit Science 16(1): 13-20.

Seleem T.S.T. 2005. Some reproductive; productive and physiological aspects of purebred and crossbred Elander and New-Zealand White rabbits under Egyptian environmental conditions. In Proc: The 4th Inter. Con. on Rabbit Production in Hot Climate, Sharm El-Sheikh, Egypt,161-168

Theau-Clément, M., G. Bolet, A. Sanchez, G. Saleil and J. M. Brun. 2015. Some factors that influence semen characteristics in rabbits. Animal Reproduction Science 157: 33-38.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DE EXTRACTO DE ZACATE LIMÓN *(Cymbopogon citratus)* SOBRE PARAMETROS PRODUCTIVOS, CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE DE CONEJOS

# [EFFECT THE EXTRACT OF LEMON GRASS (*Cymbopogon citratus*) ON THE PRODUCTIVE PARAMETERS, CARCASS QUALITY AND MEAT OF RABBITS]

**Valeria Cordero-Caballero, Luisa Monserrat García-Vázquez, Maricela Ayala-Martínez, Sergio Soto-Simental, Rodrigo Salomón Hernández-Aco, Armando Zepeda-Bastida[§]**

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Av. Universidad s/n km 1. Ex-Hacienda de Aquetzalpa. Tulancingo, Hidalgo. México. CP. 43600. [§]Autor para correspondencia: (azepeda@uaeh.edu.mx).

## RESUMEN

*Cymbopogon citratus* es una gramínea conocida en México como zacate limón, la cual ha demostrado tener efecto antimicrobiano, antifúngico, antiviral y antioxidante, es por eso que en este trabajo se utilizó extracto acuoso de este forraje, como aditivo en la alimentación de conejos en engorda; con la finalidad de evaluar su efecto sobre los parámetros productivos, calidad de la canal y de la carne, para ofrecer una alternativa natural de aditivo. Se utilizaron 24 conejos de 35 d de edad de las razas Mariposa y California, los cuales se distribuyeron completamente al azar en 2 tratamientos (control y extracto de zacate limón); la duración de la engorda fue de 28 d, periodo en el que se evaluaron los parámetros productivos, al término de este periodo los animales fueron sacrificados para determinar la calidad de la carne y la canal. Los resultados mostraron que la inclusión del extracto de zacate limón en la alimentación de los conejos de engorda no afectó la calidad de la canal y de la carne ($p > 0.05$), así como la GDP, sin embargo, tendió a incrementar en las semanas 2 y 3, con menor consumo de alimento, mostrando una mejora en la conversión alimenticia al finalizar el periodo de engorda. Por lo cual se puede concluir que la inclusión de extracto acuso de zacate limón como aditivo en la alimentación de conejos no afecta los parámetros productivos, calidad de la canal y carne, sin embargo, se observa una mejora con respecto a la conversión alimenticia.

**Palabras clave:** Color, natural, pH, plantas, producción, rendimiento.

## ABSTRAC

*Cymbopogon citratus* is a grass known in Mexico as lemon grass, which has been shown to have an antimicrobial, antifungal, antiviral and antioxidant effect, that is why in this work an aqueous extract of this forage was used as an additive in the feeding of rabbits; in order to evaluate its effect on the productive parameters, quality of the carcass and meat, to offer a natural alternative additive. 24 rabbits of 35 d of age of the Mariposa and California breeds were used, which were distributed completely randomly in 2 treatments (control and lemongrass extract); the duration of the fattening was 28 d, period in when the productive parameters were evaluated, at the end of this period the

animals were sacrificed to determine the quality of the meat and the carcass. The results showed that the inclusion of lemon grass extract in the feeding of fattening rabbits did not affect the quality of the carcass and meat ($p > 0.05$), as well as the GDP, however, it tended to increase in the weeks 2 and 3, with lower food consumption, showing an improvement in food conversion at the end of the fattening period. Therefore, it can be concluded that the inclusion of lemongrass extract as an additive in the rabbit feed does not affect the productive parameters, carcass quality and meat, however, an improvement is observed with respect to the feed conversion.

**Index words:** Color, natural, pH, plants, production, yield.

## INTRODUCCIÓN

La carne de conejo ha tomado importancia en la sociedad por sus características organolépticas y su gran valor nutricional. México ocupa el vigésimo lugar mundial como productor de carne de conejo, con alrededor de 15 mil t año$^{-1}$ (SAGARPA, 2012). En la etapa de engorda, el principal problema que se presenta, son las enfermedades gastrointestinales siendo la enteropatía epizoótica del conejo la que más afecta (Arenas, 2008), causando pérdidas económicas a pequeña, mediana y gran escala, derivado de la falta de tratamiento (SAGARPA, 2016). Para minimizar esta problemática, se han utilizado fármacos en el tratamiento de enteropatías para esta especie, que no están probados y por ende no están autorizados. Es por eso que se han propuesto alternativas naturales para el tratamiento de casos diarreicos, como el aceite de girasol ozonizado probado en conejos para la enteritis diarreica con resultados positivos (Rodríguez *et al.*, 2012), lo que sugiere que extractos de fuentes botánicas tienen agentes bioactivos que en concentraciones adecuadas pueden tener efectos positivos en el animal ayudando a prevenir el estrés fisiológico, ambiental, y patógenos oportunistas, así como promotores de crecimiento en las dietas de animales, incluyendo la alimentación en conejos (Dalle Zotte *et al.*, 2016). En este contexto, el aceite del Zacate limón (*Cymbopogon citratus*) ha demostrado tener actividad antimicrobiana contra especies de *Staphylococcus, Salmonella, Escherichia y Listeria* (Bassolé, 2011). Además, esta planta presenta actividad antioxidante, la cual puede beneficiar la calidad de la carne. Es por eso que el objetivo de este trabajo fue evaluar los parámetros productivos, calidad de la canal y de la carne de conejos a los cuales se les incluyó extracto acuoso de zacate limón (*Cymbopogon citratus)* en el alimento durante la engorda.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para la obtención del extracto acuoso de zacate limón (*Cymbopogon citratus)*, la planta fue obtenida de un establecimiento comercial de la central regional de abastos de Tulancingo de Bravo, Hidalgo; se deshidrató protegida de la luz solar a temperatura ambiente, posteriormente fue molida. Se colocaron 100 g de material vegetal deshidratado y molido en 1 L de agua, manteniéndose a 50 °C con agitación, durante 24 h. Posteriormente se filtró a través de 3 capas de gasa para separar la parte sólida de la líquida, esta última fue utilizada como aditivo en la dieta del experimento. La prueba de comportamiento productivo se realizó en la Nave de Investigación de Producción de

conejo ciclo completo del Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, ubicada en Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México.

Se utilizaron 24 conejos de 35 d de edad de la raza Mariposa y California, con un peso vivo promedio de 571.25 g, los cuales se distribuyeron en dos tratamientos (control, zacate limón), con 3 repeticiones cada uno, asignados completamente al azar (*n*= 12 por tratamiento). Los animales se alojaron en jaulas (90 x 60 x 40 cm) provistas de comederos manuales de acero inoxidable y bebederos automáticos. En el cuadro 1 se muestra la dieta utilizada, la cual fue formulada con base a los requerimientos nutricionales de conejos de engorda (16 % PC, 12 % FC, 2.5 Mcal MS Kg-1 de energía digestible, 0.80 % Ca y 0.50 % de P) (Halls, 2010), se mezclaron y posteriormente peletizaron con ayuda de una maquina modelo SKJ120 (Shandong, China). Cabe mencionar que al tratamiento control se le agregaron 300 ml de agua y al tratamiento con zacate limón 300 ml de extracto acuoso del mismo, previo a la peletización.

**Cuadro 1**. Dieta integral utilizada en la alimentación de conejos durante la engorda.

| Ingrediente | Base húmeda (g) |
|---|---|
| Maíz molido | 242 |
| Sorgo blanco | 192 |
| Granos secos de destilería de cebada | 29 |
| Melaza de caña | 34 |
| Salvado de trigo | 20 |
| Cascarilla de soya | 70 |
| Paja de cebada | 166 |
| Pasta de soya | 201 |
| Pasta de canola | 20 |
| Premezcla mineral y vitamínica | 27 |

Durante el periodo de engorda (28 d), se registró el consumo de alimento diariamente, peso inicial, semanal y final de los animales con una balanza (modelo MTNUV-40, precisión 5 g), para determinar ganancia diaria de peso (GDP), ganancia de peso total y conversión alimenticia. Al finalizar el periodo de engorda, los animales fueron transportados al Taller de Cárnicos del Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, donde se les dio muerte, de acuerdo a la NOM-033-SAG/ZOO 2014. Para determinar el rendimiento de la canal, antes y después del sacrificio, se midió el largo del animal, circunferencia a nivel de las vértebras lumbares; posteriormente se pesó la canal caliente, al igual que hígado, riñones, bazo, corazón, pulmones, tracto gastrointestinal, vejiga, piel y patas, por separado. La canal se mantuvo en una cámara de refrigeración durante 24 h a 4 °C, posteriormente se pesó la canal fría y los cortes primarios, las piernas se diseccionaron para obtener la proporción hueso, grasa y carne, siguiendo las recomendaciones de Blasco and Ouhayoun (1993). En la parte correspondiente al músculo *Longisimus dorsi* se midió el pH de la carne por medio de un potenciómetro especial para carne Hanna model HI99163 (Hanna instruments, Cluj-Napoca, Romania); la capacidad de retención de agua (CRA) de acuerdo a las indicaciones de Honikel (1987) y el color se midió con un colorímetro Minolta CM-508d (Konica-Minolta, Tokio, Japón), siguiendo las recomendaciones de SAGARPA

(2011). Los resultados obtenidos se sometieron a un análisis de varianza de un factor para determinar diferencias entre los tratamientos probados.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El consumo de alimento, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia (Cuadro 2) no fueron diferentes entre tratamientos ($p > 0.05$), sin embargo, se puede observar que en las semanas 1 y 2, los animales de la dieta sin extracto, consumieron mayor cantidad de alimento, mientras que en la última semana la conversión alimenticia de los animales que consumieron extracto acuoso de zacate limón tendió a ser mayor. García *et al.*, 2017, también obtuvieron conversión alimenticia mayor al incluir en la dieta de conejos de engorda infusión de *Chenopodium ambrosioides*, así como al incluir *Tithonia tubaeformis* (Pérez-Martínez *et al.*, 2018).

**Cuadro 2.** Parámetros productivos de conejos de engorda que se alimentaron extracto acuoso de zacate limón como aditivo.

| | Dieta | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Sin extracto | | Con extracto acuso de zacate limón | |
| Semana | Consumo de alimento | GDP | Consumo de alimento | GDP |
| | G | | | |
| 1 | 2356.66 ± 265.76 | 44 ± 4.40 | 1885.00 ± 800.42 | 44.85 ± 5.39 |
| 2 | 2625.00 ± 255.34 | 36.54 ± 4.27 | 2205.00 ± 970.99 | 39.28 ± 4.85 |
| 3 | 2968.33 ± 402.31 | 31.55 ± 25.564 | 2251.66 ± 1058.32 | 38.97 ± 8.54 |
| 4 | 3483.33 ± 754.19 | 39.01 ± 34.25 | 2588.33 ± 1271.36 | 27.95 ± 21.06 |
| GDP global | 37.77 ± 7.30 | | 37.67 ± 6.93 | |
| Peso total ganado | 1057.63±204.60 | | 1055±194.18 | |
| Conversión alimenticia | 3.05±0.59 | | 3.23±0.78 | |

Los resultados del rendimiento de la canal, no mostraron diferencias estadísticas significativas $p > 0.05$ (Cuadro 3), sin embargo, hay una tendencia en aumento en la parte media de los cortes primarios (Cuadro 4), Herrera-Soto *et al.* (2018) mostraron valores similares en el rendimiento de la canal de conejos que se les incluyó plantas aromáticas en el alimento. Koné *et al.* (2015) agregaron extractos de plantas y aceites esenciales a la dieta de conejos sin afectar las características de la canal; por otro lado, Cardinali *et al.* (2015) aumentaron el peso vivo al sacrificio de conejos agregando extracto acuoso de orégano y romero.

El pH, la capacidad de retención de agua (CRA) y el color de la carne de conejos que consumieron extracto acuoso de zacate limón en el alimento (Cuadro 5), no fueron diferentes ($p > 0.05$), en comparación con la dieta control (sin extracto), similar a lo encontrado con Koné *et al.*, 2016 quienes incluyeron aceites esenciales de plantas y encontraron que esto no afecta los parámetros físico-químicos de la carne como son color y CRA; lo cual coincide con Kovitvadhi *et al.*, (2016) quienes alimentaron conejos con *Lythrum salicaria* como aditivo y tampoco encontraron efecto sobre la calidad de la carne.

**Cuadro 3**. Rendimiento de la canal de conejos que se les incluyó extracto acuoso de zacate limón como aditivo en el alimento.

| Variable | Dieta | |
|---|---|---|
| | Sin extracto | Con extracto acuoso de zacate limón |
| Canal fría (g) | 1068.00 ± 59.60 | 1038.28 ± 71.88 |
| Rendimiento (%) | 54.40 ± 0.95 | 53.40 ± 4.40 |
| PVC (g) | 1850 ± 99.21 | 1883 ± 238.04 |
| Piel (g) | 165.68 ± 7.87 | 156.37 ± 13.93 |
| Patas (g) | 27.80 ± 2.76 | 26.33 ± 2.92 |
| Pulmones (g) | 7.86 ± 2.73 | 7.23 ± 1.71 |
| Corazón (g) | 3.22 ± 0.71 | 3.85 ± 1.52 |
| TGI (g) | 88.09 ± 9.34 | 89.69 ± 5.52 |
| Bazo (g) | 0.54 ± 0.029 | 0.61 ± 0.20 |
| Hígado (g) | 47.05 ± 8.48 | 46.74 ± 3.20 |
| Vejiga (g) | 1.96 ± 0.46 | 2.10 ± 0.76 |
| Riñones (g) | 6.014 ± 0.38 | 6.53 ± 0.90 |

PVC= peso vacío del cuerpo, Media ± desviación estándar. TGI: Tracto gastrointestinal.

**Cuadro 4.** Cortes primarios y proporción de carne, hueso y grasa de piernas de conejos que se les incluyó extracto acuoso de zacate limón como aditivo en el alimento.

| Variable | Dieta | |
|---|---|---|
| | Sin extracto | Con extracto acuoso de zacate limón |
| | G | |
| Parte anterior | 237.72 ± 15.65 | 232.52 ± 10.64 |
| Parte media | 97.28 ± 5.11 | 102.78 ± 10.68 |
| Parte posterior | 190.95 ± 12.07 | 190.08 ± 8.72 |
| Cabeza | 104.22 ± 8.71 | 104.41 ± 5.87 |
| Piernas | 343.29 ± 13.48 | 347.34 ± 7.76 |
| Carne | 724.07 ± 16.43 | 720.65 ± 36.42 |
| Hueso | 258.06 ± 16.04 | 255.47 ± 23.71 |
| Grasa | 5.51 ± 2.23 | 7.63 ± 7.49 |

**Cuadro 5.** Calidad de la carne de conejos que consumieron extracto acuoso de zacate limón en el alimento.

| Variable | Dieta | |
|---|---|---|
| | Sin extracto | Con extracto acuoso de zacate limón |
| Ph | 5.91 ± 0.13 | 5.92 ± 0.09 |
| CRA % | 18.80 ± 5.07 | 18.85 ± 5.11 |
| L* | 46.61 ± 6.7 | 46.70 ± 4.9 |
| a* | 2.25 ± 2.66 | 2.09 ± 1.94 |
| b* | 9.19 ± 2.29 | 9.48 ± 1.31 |

CRA= Capacidad de retención de agua, Media ± desviación estándar.

## CONCLUSIONES

La inclusión de extracto acuoso de zacate limón en el alimento de conejos en engorda, no afecta los parámetros productivos, la calidad de la canal y de la carne, aunque se observó una tendencia de incremento en la conversión alimenticia. Lo que sugiere que es factible el uso de extracto acuoso de zacate limón en la alimentación de conejos, sin embargo, es necesario realizar más investigaciones para evaluar su efecto a nivel digestivo, así como las características sensoriales de la carne de animales que lo consuman.

## LITERATURA CITADA

Arenas, J. M. C. 2008. Resumen de las aportaciones en el bloque de patología en el 9º Congreso Mundial de Cunicultura. Boletín de cunicultura lagomorpha 157: 6-16.

Bassolé, I. H. N., A. Lamien-Meda, B. O. L. C. Bayala, L. C. Obame, A. J. Ilboudo and C. Franz and M. H. Dicko. 2011. Chemical composition and antimicrobial activity of Cymbopogon citratus and Cymbopogon giganteus essential oils alone and in combination. Phytomedicine 18(12): 1070-1074.

Blasco, A., J. Ouhayoun and G. Masoero. 1993. Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research: World Rabbit Science.

Cardinalli, R., M. Cullere, A. Dal Bosco, C. Mugnai, S. Ruggeri, S. Mattioli and A. Dalle Zotte. 2015. Oregano, rosemary and vitamin E dietary supplementation in growing rabbits: Effect on growth performance, carcass traits, bone development and meat chemical composition. Livestock Science 175: 83-89.

Dalle Zotte, A., C. Celia and Z. Szendrő. 2016. Herbs and spices inclusion as feedstuff or additive in growing rabbit diets and as additive in rabbit meat: A review. Livestock Science 189: 82-90.

Halls, A. E. 2010. Nutritional requirements for rabbits. Monogastric Nutritionist Shur-Gain, Nutreco Canada Inc. https://pdfs.semanticscholar.org/0985/0f88ae2a5af2ccd02d41456991b6128dfac0.pdf

Herrera-Soto, I., M. García-Flores, S. Soto-Simental, A. Zepeda-Bastida and M. Ayala-Martínez. 2018. Aromatic plants in the feeding of rabbits and their effect on meat. Abanico Veterinario *8*(2): 81-87.

Kone, A. P., D. Cinq-Mars, Y. Desjardins, F. Guay, A. Gosselin and L. Saucier. 2015. Effects of plant extracts and essential oils as feed supplements on quality and microbial traits of rabbit meat. World Rabbit Science 24(2): 107-119.

Kovitvadhi, A., L. Gasco, I. Ferrocino, L. Rotolo, S. Dabbou, V. Malfatto and L. Cocolin. 2016. Effect of purple loosestrife (Lythrum salicaria) diet supplementation in rabbit nutrition on performance, digestibility, health and meat quality. Animal 10(01): 10-18.

Norma oficial mexicana NOM-033-SAG/ZOO-2014, métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres.

Pérez-Martínez, K., S. García-Valencia, S. Soto-Simental, A. Zepeda-Bastida and M. Ayala-Martínez. 2018. Productive parameters rabbits fed with different parts of the Tithonia tubaeformis plant. Abanico Veterinario 8(2): 108-114.

Rodríguez-Romero, N., L. Abecia and M. Fondevila. 2012. Bacterial profile from caecal contents and soft faeces in growing rabbits given diets differing in soluble and insoluble fibre levels. Anaerobe 18(6): 602-607.

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2011 Manual de Análisis de Calidad en nuestras de carne. p 7-17.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2012. El estado de México primer lugar en producción y consumo de conejo. Blog informativo SAGARPA.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2016. "Todo sobre la producción de carne de conejo". Blog informativo SAGARPA.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DE COLINA HERBAL SOBRE RENDIMIENTO DE LA CANAL DE CONEJO

# [EFFECT OF HERBAL COLINE ON PERFORMANCE OF RABBIT CARCASS]

**M. Jaurez-Espinosa[1], E. Espinosa-Ayala[2§], P. A. Hernández-García[2], A. I. Osorio-Terán[2], G. D. Mendoza-Martínez[3], M. Z. Tapia-Rodríguez[2], O. Márquez Molina[2]**

[1]Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México, México. [2]Centro Universitario UAEM Amecameca, Universidad Autónoma del Estado de México, Amecameca, Estado de México. [3]Universidad Autónoma Metropolitana–Xochimilco, Departamento Producción Agrícola y Animal. Cd de México, México. [§]Autor para correspondencia: (enresaya1@hotmail.com).

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar efecto de la adición la fórmula herbal BioCholine® en dieta de conejos en crecimiento, los cuales se agruparon en tres tratamientos: tratamiento 1 con una adición de 0, tratamiento 2 con de 200 y tratamiento 3 conde 400mg de BioCholine® $kg^{-1}$ de un alimento balanceado. En este estudio se emplearon 39 conejos destetados (4 semanas) de la cruza de Nueva Zelanda x California, mismos que fueron distribuidos de manera aleatoria en jaulas individuales y considerándose cada uno como una unidad experimental, antes de la adición del compuesto herbal, se dio una semana de adaptación, con dieta control. Al término de un periodo de 35 días, los conejos se llevaron a matanza para obtener el peso de la canal. Se determinó el peso de la canal caliente y fría, órganos abdominales, torácicos y piel, posteriormente se obtuvo el rendimiento de la canal caliente y fría, órganos abdominales y piel. Los datos se analizaron mediante un diseño completamente al azar (ANOVA). La comparación de medias se hizo con prueba Tukey, con nivel de significancia de ($p \leq 0.05$). No se observaron cambios entre los tratamientos ($p > 0.05$), en peso final y rendimiento de la canal. Se concluye que la adición de Biocholine®, no mejoraron parámetros productivos, ni rendimiento de la canal en conejos durante la fase de crecimiento. Se requiere más investigación para establecer una posible dosis de esta fórmula herbal para mejorar dichos indicadores.

**Palabras clave:** Aditivos naturales, calidad de carne, plantas medicinales, vitaminas.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of the addition of the herbal formula BioCholine® on the diet of growing rabbits, which were grouped into three treatments: treatment 1 with an addition of 0.0 treatment 2 with 200 and treatment 3 with 400mg of BioCholine® $kg^{-1}$ of a balanced food. The study involved 39 rabbits weaned (4 weeks) from the New Zealand × California cross were used, which were randomly distributed in individual cages and each being considered as an experimental unit, before the addition of the herbal compound, a week of adaptation was given, with diet control. At the end of a period of 35 days, the rabbits were slaughtered to obtain the weight of the carcass. The weight of the hot and cold carcass, abdominal organs, thoracic organs

and skin was determined, subsequently the performance of the hot and cold carcass, abdominal organs and skin was obtained. Data were analyzed using a completely randomized design (ANOVA). The comparison of means was made with Tukey test, with a significance level of ($p \leq 0.05$).

**Index words:** Natural additives, meat quality, medicinal plants, vitamins.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha presentado un creciente interés por la presencia de sustancias biológicamente activas de origen naturales utilizados como aditivos en dieta para animales, con la intención de mejorar características productivas, de salud e incluso puedan enriquecer productos derivados de los mismos (Dabbou *et al.*, 2018), esto motivado por los diferentes efectos nocivos y secundarios para la salud como el que presentan los aditivos sintéticos y los antibióticos, lo cual ha ejercido presión sobre la industria ganadera para reducir o eliminar el uso de dichos aditivos, dando como resultado a una nueva generación de aditivos naturales, entre los que se incluyen hierbas, aceites esenciales y extractos (Salajegheh *et al.*, 2018).

Los aditivos naturales conocidos como fitoaditivos, han demostrado eficiencia al contener sustancias con propiedades antioxidante, antimicrobiana, antiparasitaria, antiviral, conservadores o estabilizador en la industria alimenticia, gracias a estas propiedades estos productos tiene potencial para favorecer los parámetros productivos e incluso se les atribuyen intervenir en procesos que mejoran respuesta inmune contra enfermedades agudas y crónicas mejorando la salud y el bienestar de los animales (Celia *et al.*, 2016; Waszkiewicz-Robak *et al*., 2017), en el mismo sentido, los productos poliherbales han presentado efecto sobre rendimiento de peso vivo y a la canal, siendo esto un factor benéfico ya que se optimizan los recursos y se produce mayor cantidad de carne (Pulido-Huertas *et al*., 2017). Una fórmula poliherbal con alto potencial como aditivo en la producción animal es la BioCholine® la cual es rica en colina en forma esterificada (fosfatidilcolina) y fosfolípidos (Koujalagi *et al.*, 2018) y esta formulado con diferentes plantas como: *Trachyspermum ammi*, *Achyranthes aspera* y *Azadirachta* indica y otros compuestos fitoquímicos ricos en nutrientes solubles, utilizados con el principal objetivo de sustituir el cloruro de colina sintético (Rodriguez-Guerrero *et al.*, 2018). Hasta el momento no se ha publicado información de los posibles efectos de la formula herbal BioCholine® sobre las características en parámetros productivos, de la canal o calidad de carne de conejo, es por esto que el objetivo de este trabajo se centra en evaluar sus efectos en variables productivas y el rendimiento de la canal.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en el Centro Universitario UAEM Amecameca de la Universidad Autónoma del Estado de México, empleando 39 conejos destetados y asignados de manera aleatoria a jaulas individuales, considerándose cada uno como una unidad experimental. Previo a la adición del compuesto se dio una semana de adaptación al medio y a la dieta. Los conejos se dividieron en 3 tratamientos (Tx) con 13 repeticiones cada uno, con dieta formulada con base a los

requerimientos nutricionales del conejo (NRC, 1997). Al término del periodo de adaptación, se ofreció el alimento balanceado más la adición en mg de Biocholine® $kg^{-1}$ de alimento, los niveles de adición fueron: Tx 1 (0.0 mg $kg^{-1}$), Tx 2 (200 mg $kg^{-1}$) y Tx 3 (400 mg $kg^{-1}$). El experimento tuvo una duración de 41 días. Una vez por semana, desde el primer día, se tomaron los pesos de cada unidad experimental, hasta el día previo al sacrificio, para determinar peso inicial y final. El día 40 del experimento los animales fueron sometidos a un ayuno de 24 horas previo a la matanza (NOM-033-SAG/ZOO-2014). La matanza y el faenado se realizó en apego a la normatividad vigente, se retiraron órganos abdominales y torácicos (Peiretti y Meineri, 2008), esto para obtener la canal a la cual se le dejó la cabeza, dicha canal fue considerada como canal caliente y se pesó inmediatamente (PCC). A las 24 horas *postmortem* se volvieron a pesar para obtener el peso de la canal fría (PCF), así como los rendimientos de la canal caliente (RCC) y fría (RCF) a través de la siguientes formulas:

$$RCC = \left(peso\ \ canal\frac{caliente}{peso}final\right) * 100$$

$$RCF = \left(peso\ canal\frac{fría}{pesos}final\right) * 100$$

Del mismo modo se obtuvo el peso de hígado, riñones y piel (Dalle Zotte *et al*., 2009).

El análisis de los datos se realizó mediante un diseño completamente al azar, en el caso de las variables declaradas en porcentaje se realizó un ajuste mediante la conversión de los porcentajes a valores de arco tangente, esto con la intención de poder analizar correctamente los datos, en el caso de haber diferencias estadísticas significativas se utilizó una comparación de medias mediante la prueba de Tukey a un nivel de significancia de $p \leq 0.05$. El análisis estadístico se realizó con el programa Statgraphics centurión XVI.

## RESULTADOS

Con respecto a las variables productivas (Cuadro 1) como son peso inicial y final, peso de la canal caliente y fría, peso de la piel, hígado y riñones, así como de todos los órganos abdominales y torácicos, no se presentaron diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$), tal situación se puede deber a que los animales seguían en un periodo de crecimiento y todavía no alcanzaban su peso como animales de finalización ya que al momento de la matanza tenían 9 semanas de edad, Rodríguez-Guerrero *et al*. (2018) al utilizar 0 y 4mg $d^{-1}$ de colina herbal en alimento para corderos en crecimiento tampoco observaron efecto sobre estos parámetros. En el mismo sentido, Celia *et al*. (2016) en un trabajo empleando una fórmula herbal rica en compuestos antioxidantes en conejos en finalización, tampoco encontraron diferencias significativas con respecto al grupo control.

Los rendimientos de las canales caliente y fría (Cuadro 2) no presentaron diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$). A pesar de esto las canales del tratamiento de 200 mg $kg^{-1}$ mostró un incremento del 1.4 % con respecto al control, lo cual puede ser favorable al momento de convertir el peso vivo en canal. Se observa que las canales calientes al ser pesadas a las 24 horas postmorten perdieron el 2 % de su peso, indicando que no se retuvo el agua, esta situación se relaciona

directamente con características no deseadas en calidad de carne, debido a que esta pérdida de peso podría deberse a falta de capacidad de la carne en mantener unidas sus moléculas de agua. Dichos resultados difieren con los encontrados por Celia *et al*. (2015), en conejos de 9 semanas alimentados con 300 mg $kg^{-1}$ de Digestarom®, obteniendo mejor rendimiento que la dieta control, situación que no se observó en este experimento.

**Cuadro 1:** efecto de la adición de colina en dieta para conejos sobre rendimiento en canal.

| | Biocholine® mg $kg^{-1}$ alimento | | | EEM | P |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 200 | 400 | | |
| PI (g) | 523.00 | 526.00 | 513.85 | 46.23 | 0.96 |
| PF (g) | 1458.00 | 1547.00 | 1477.00 | 104.41 | 0.81 |
| PCC (g) | 777.37 | 845.62 | 794.42 | 59.91 | 0.88 |
| PCF (g) | 749.73 | 816.12 | 764.71 | 59.28 | 0.88 |
| Piel (g) | 192.00 | 190.75 | 187.42 | 16.35 | 0.82 |
| OA (g) | 309.12 | 348.25 | 318.57 | 17.55 | 0.15 |
| OT (g) | 22.50 | 20.75 | 23.14 | 2.24 | 0.78 |
| Hígado (g) | 4.651 | 4.764 | 4.979 | 4.723 | 4.759 |
| Riñón (g) | 1.662 | 1.521 | 1.644 | 1.660 | 1.633 |

PI: peso inicial; PF: peso final; PCC: peso canal caliente; PCF: peso canal fría; OA; órganos abdominales; OT: órganos torácicos; RCC: Rendimiento canal caliente: RCC; Rendimiento canal fría; EEM: error estándar de la media; $p \leq 0.05$.

Con respecto al hígado no presentaron cambios en los tratamientos, aunque los hígados de los tratamientos con colina natural fueron ligeramente más pesados que los del grupo control, lo cual difiere con lo encontrado por Dabbou *et al*. (2018) al emplear alfalfa en conejos y obtener valores de 4.21 a 4.31 %. Se destaca que el hígado es el órgano de mayor interés para la utilización de colina debido a que en este es donde se llevan a cabo los procesos metabólicos de esta sustancia.

**Cuadro 2:** efecto de la adición de colina en dieta para conejo sobre rendimiento de la canal.

| | Biocholine® mg $kg^{-1}$ alimento | | | EEM | P |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 200 | 400 | | |
| RCC (%) | 53.16 | 54.55 | 53.74 | 1.27 | 0.44 |
| RCF (%) | 51.19 | 52.61 | 51.67 | 1.27 | 0.51 |
| Piel (%) | 24.77 | 22.50 | 23.38 | 0.91 | 0.24 |
| OA (%) | 40.62 | 42.07 | 40.70 | 2.05 | 0.51 |
| OT (%) | 2.95 | 2.47 | 2.96 | 0.24 | 0.39 |
| Hígado (%) | 4.65 | 4.76 | 4.97 | 0.18 | 0.79 |
| Riñón (%) | 1.66 | 1.52 | 1.64 | 0.08 | 0.74 |

RCC: rendimiento canal caliente: RCF: rendimiento canal fría; OA: órganos abdominales; OT: órganos torácicos; EEM: error estándar de la media: $p \leq 0.05$.

## CONCLUSIONES

La adición de Biocholine®, no mejoró los parámetros productivos, ni rendimiento en conejo durante la fase de crecimiento. Es preciso realizar más investigación para establecer una posible dosis de esta fórmula herbal para mejorar parámetros productivos y de rendimiento.

## LITERATURA CITADA

Celia, C., M. Cullere, Z. Gerencsér, Z. Matics, G. Tasoniero, A. Dal Bosco, V. Giaccone, Z. Szendro, and A. Dalle Zotte, A. 2016. Effect of pre-and post-weaning dietary supplementation with Digestarom® herbal formulation on rabbit carcass traits and meat quality. Meat Science 118: 89-95.

Celia, C. C., Zs. Szendrő, M. Cullere, G. Tasoniero and A. Dalle Zotte. 2015. Effect of digestarom® feed additive on rabbit carcass traits and meat sensory attributes. 61th International Congress of Meat Science and Technology, At Clermont Ferrand, France

Dabbou, S., L. Gasco, L. Rotolo, L. Pozzo, J. M. Tong, X. F. Dong and F. Gai. 2018. Effects of dietary alfalfa flavonoids on the performance, meat quality and lipid oxidation of growing rabbits. Asian-Australasian journal of animal sciences 31: 270-277.

Dalle Zotte, A., Z. Princz, Sz. Metzger, A. Szabó, I. Radnai, E. Biró-Németh, Z. Orova, Zs. Szendrő. 2009. Response of fattening rabbits reared under different housing conditions. 2. Carcass and meat quality. Livest. Sci. 122: 39-47.

Koujalagi, S., S. Chhabra, S. N. S. Randhawa and R. Singh. 2018. Effect of herbal bio choline supplementation on oxidative stress and biochemical parameters in transition dairy cows. The Pharma Innovation Journal 7: 842-847

Norma oficial mexicana NOM-033-SAG/ZOO-2014, métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres.

NRC. 1977. Nutrient Requirements of Rabbits. National Academy of Sciences, Washington, D.C.

Peiretti, P. G. and G. Meineri. 2008. Effects on growth performance, carcass characteristics, and the fat and meat fatty acid profile of rabbits fed diets with chia (*Salvia hispanica* L.) seed supplements. Meat Science 80: 1116-1121.

Pulido-Huertas, S., A. E. Espinosa, G. P.A. Hernández y G. D. Mendoza. 2017. Análisis productivo y económico de la adición de fórmula poliherbal en conejos en finalización. *In*: XLV Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria A.C. Morelia, Michoacán.

Rodríguez-Guerrero, V., A. C. Lizarazo, S. Ferraro, N. Suárez, L. A. Miranda and G. D. Mendoza. 2018. Effect of herbal choline and rumen-protected methionine on lamb performance and blood metabolites. South African Journal of Animal Science 48: 427-434.

Salajegheh, A., M. Salarmoini, M. Afsharmanesh and M. H. Salajegheh. 2018. Growth performance, intestinal microflora, and meat quality of broiler chickens fed lavender (Lavandula angustifolia) powder. Journal of Livestock Science and Technologies 6: 31-38.

Waszkiewicz-Robak, B., M. Obiedziński, E. Biller and A. Obiedzińska. 2017. Nutraceuticals in animal nutrition and their effect on selected quality characteristics of beef. A review article. Polish Journal of Applied Sciences 3: 73-77.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# ESTABILIDAD OXIDATIVA LIPIDICA DURANTE EL PERIODO DE REFRIGERACION EN CARNE DE CONEJOS ALIMENTADOS CON DIETAS ADICIONADAS CON PASTA DE AGUACATE DE DESECHO

# [LIPID OXIDATIVE STABILITY DURING THE REFRIGERATION PERIOD IN MEAT OF RABBITS FED WITH DIETS ADDITIONED WITH AVOCADO WASTE PASTE]

**J. P. Galeano-Díaz[1], J. E. Sánchez-Torres[§], I. A. Domínguez-Vara[1], E. Morales-Almaraz[1], J. G. Rodríguez-Carpena[2], F. G. Grageola-Núñez[2], M. Guerrero-Barcena[3], R. Quintero-Juárez[3]**

[1]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México, Campus Universitario "El Cerrillo", Toluca, Estado de México. [2]Ciencia de alimentos, Facultad de Veterinaria, Universidad Autónoma de Nayarit, Tepic, Nayarit, México, [3]Brigada de educación para el desarrollo rural No.92, Ixtlahuaca, México. [§]Autor para correspondencia: (edreie@yahoo.com.mx).

## RESUMEN

El uso de los subproductos o desechos agroindustriales como ingredientes de tipo no convencional en la alimentación animal puede otorgar un valor agregado al producto final de la producción, siendo una importante opción para un adecuado manejo a estos residuos. La inclusión de aguacate de desecho tiene como finalidad disminuir costos de producción, influir positivamente en la productividad cunícola e inhibir la oxidación de lípidos, extendiendo el periodo de anaquel de la carne. El objetivo del presente estudio fue analizar el impacto de la pasta de aguacate en la dieta de los conejos sobre la estabilidad oxidativa lipídica, por lo que, se alimentaron 120 conejos machos (Nueva Zelanda x California) en etapa de crecimiento-finalización con un peso inicial promedio de 945 ± 47 gramos, durante 28 días, siendo distribuidos al azar a uno de los cuatro tratamientos experimentales. Las dietas fueron: T1= Dieta testigo elaborada con Avena, Salvado, Pasta de canola, Sorgo y Alfalfa sin la adición de pasta de aguacate, T2= Dieta similar al tratamiento 1con la inclusión de 4.32 % de Pasta de aguacate, T3= Dieta similar al tratamiento 1 con la inclusión de 8.39 % y T4= Dieta similar al tratamiento 1con la inclusión de 12.25 % de Pasta de aguacate, finalizado el periodo experimental los conejos fueron sacrificados y eviscerados, posteriormente se refrigeraron a 4ºC por 24 h y transcurrido el tiempo, se elaboraron hamburguesas de conejo como sistemas modelo para evaluar la inclusión de la pasta de aguacate sobre la estabilidad oxidativa del producto cárnico, el grado de oxidación lipídica fue determinado a través de la prueba TBARS (substancias reactivas con ácido tiobarbitúrico), durante el proceso de refrigeración a los 0,4 y 8 días. Se observó que en los tratamientos en donde se adiciono la pasta de aguacate de desecho hubo una menor ($p < 0.05$) concentración de mg de MDA/kg en la carne de conejos, contrario al tratamiento testigo.

**Palabras clave:** Aguacate de desecho, calidad de la carne, conejos, oxidación lipídica.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## ABSTRAC

The use of sub products or agroindustrial waste as non-conventional ingredients in animal feed can give an added value to the final product of production, being an important option for an adequate management of these residues. The purpose of the inclusion of waste avocado is reduce to production costs, positively influence rabbit productivity and inhibit lipid oxidation, extending the shelf life of the meat. The objective of the present study was to analyze the impact of avocado paste on the diet of rabbits on lipid oxidative stability, so that, 120 male rabbits (New Zealand x California) were fed at the stage of growth-finalization with an initial weight average of 945 grams, for 28 days, being randomly distributed to one of the four experimental treatments. T1= Diet with Oats (27.14 %), wheat bran (22.55 %), canola meal (20.82 %), Sorghum (22.96 %) and Alfalfa (4.87 %), T2= Diet similar to treatment 1 and avocado paste (4,32 %), T3= Diet similar to treatment 1 and avocado paste (8,39 %), T4= Diet similar to treatment 1 and avocado paste (12,25 %), at the end of the experimental period which were slaughtered and eviscerated, later they were refrigerated at 4ºC by 24 h and after the is time, rabbit burgers were elaborated as model systems to evaluate the inclusion of the avocado paste on the oxidative stability of the meat product, the degree of lipid oxidation was determined through the TBARS test (substances reactive with thiobarbituric acid ), during the refrigeration process at 0,4 and 8 days. It was observed that in the treatments in which the avocado paste of waste was added there was a lower ($p < 0.05$) concentration of mg of MDA / kg in the meat of rabbits, contrary to the treatment 1.

**Index words:** Avocado waste, lipid oxidation, meat quality, rabbit.

## INTRODUCCIÓN

El aguacate es un fruto nativo del sur de México, la producción internacional de aguacate en el año 2017 fue de 5 millones 924 mil 398 toneladas y corresponde a México la mayor producción en el mundo, con el 34,21 % (FAOSTAT, 2018). El Estado de Nayarit ocupa el cuarto lugar Nacional con aproximadamente 49 mil 243 toneladas (SAGARPA, 2018), lo cual permite contar con aguacates de desecho que pueden ser utilizados para la alimentación animal, ya que por estándares de calidad para su respectiva comercialización, a estos aguacates no les destinan ningún uso para el consumo humano, evitando problemas ambientales de estos desechos. Grageola *et al.* (2010), resalta que las empresas empacadoras de aguacate en Nayarit para su exportación desechan el fruto por el tamaño o daños físicos, sin despreciar su composición nutricional que pueda aprovecharse en la implementación animal. El aguacate es una fuente rica de energía, ya que cuenta con gran cantidad de grasa vegetal, en la cual prevalecen principalmente ácidos grasos insaturados o esteroles de interés biológico por la presencia de compuestos fenólicos y pigmentos con actividad antioxidante (Wang *et al.*, 2012). La adición de aguacate en la alimentación de los animales solo se ha documentado en pocos artículos científicos, donde evalúan el efecto de incluirlo en la dieta sobre el balance de nitrógeno y energía en cerdos (Grageola *et al.*, 2010), la modificación en la composición de los músculos en los porcinos (Hernández *et al.*, 2016), digestibilidad in vitro y degradabilidad in situ en borregos (Skenjana *et al.*, 2006). Alvizouri *et al.* (2003), evaluaron en treinta conejos, dietas adicionando aceite de aguacate valorando el colesterol total, concluyendo

que la dieta con la inclusión de aceite de aguacate proporcionó una protección parcial, pero muy importante, en contra de la ateroesclerosis en los conejos alimentados.

La demanda de consumidores por productos de origen animal que brinden calidad para la salud humana ha aumentado el interés en la modificación del perfil de ácidos grasos de la carne de conejo y aumentar el periodo de anaquel en la carne. Esta modificación dietética es un método viable para dar un valor agregado a la carne del conejo, con el fin de brindar beneficios al consumidor (Hernández, 2007). Se considera que el valor nutritivo del aguacate de desecho ofrecido de manera completa (pulpa, cascara y semilla) en la alimentación de conejos podría incrementar el perfil de ácidos grasos y aumentar su vida de anaquel por sus compuestos fenólicos presentes en la cascara del aguacate, con el fin de mejorar la calidad de la carne y transmitir los efectos al humano, al producir un alimento cárnico funcional. La carne por su composición de ácidos grasos insaturados, sistemas miofibrilares y pro-oxidantes, la hace ser propensa a los procesos de oxidación (Monahan *et al.,* 2005). El contenido y composición de los lípidos presentes en la carne son los parámetros más influyentes sobre los aspectos sensoriales y tecnológicos de carne, la oxidación de los lípidos limita la calidad y la aceptabilidad de la carne, según Min y Ahn (2005), esto ocurre por la pérdida de agua, la producción de compuestos potencialmente tóxicos, alteraciones en el color, enranciamiento o putrefacción generando aromas anómalos en la carne. El objetivo del presente estudio fue evaluar el uso de aguacate de desecho en la alimentación de conejos para medir su estabilidad oxidativa lipídica durante el proceso de almacenamiento en refrigeración.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en el área experimental cunícola de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma del Estado de México, ubicada en el Cerrillo piedras blancas, Toluca, Estado de México. Los análisis de oxidación se realizaron en el CENIT2, Centro Nayarita de Innovación y Transferencia de Tecnología, A.C, Tepic, Nayarit, México.

Para la elaboración de la pasta de aguacate de desecho entero se utilizó aguacates maduros de la variedad "Hass", de desecho recolectados en empacadoras aguacate en el Estado de Nayarit. Una vez maduros fueron molidos en forma fresca, doble vez, con un molino móvil de martillos sin criba y accionado con motor de gasolina, para obtener una mezcla homogénea del aguacate completo (pulpa, semilla y cáscara). La pasta de aguacate de desecho se almaceno a temperatura ambiente en tambos de plástico para su uso posterior.

Ciento veinte conejos fueron distribuidos a uno de los cuatro tratamientos experimentales, con diferentes niveles de inclusión de aguacate de desecho, siendo: T1: el grupo testigo que no se adiciono pasta de aguacate de desecho, el T2, T3 y el T4 se adiciono: 4.32, 8.39, 12.25 % en base húmeda de aguacate de desecho, respectivamente. En cada tratamiento se distribuyeron 30 conejos machos, durante un periodo de 28 días, y recibieron separadamente una de las cuatro dietas experimentales. Al final del periodo de engorde, con un peso vivo promedio de 2036±119 gramos, los conejos fueron insensibilizados y sacrificados. La canal se mantuvo a 4ºC durante 24 horas. Se elaboraron hamburguesas de conejo de acuerdo a la siguiente formulación, Cuadro 1:

**Cuadro 1**. Composición de hamburguesa de conejo.

| | Cantidad (%) |
|---|---|
| Carne de conejo | 97.0 |
| Sal | 1.20 |
| Agua | 1.80 |

Por cada tratamiento se realizaron 5 muestras con tres repeticiones diferenciándolas con el día 0, 4 y 8, se elaboraron 25 hamburguesas de 66 gramos para cada tratamiento, los sistemas modelo fueron acabados utilizando un aro como molde convencional para hamburguesas con forma oval de aproximadamente 10 cm de diámetro y 1 cm de grosor, las hamburguesa del día cero se guardaron en congelación a -20ºC envueltos en papel de aluminio, y las hamburguesas restantes (día 4 y día 8) fueron dispuestas en bandejas de plástico y cubiertas con film transparentes, se sometieron a proceso de almacenamiento en refrigeración a 4ºC, durante 4 y 8 días, con luz fluorescente permanente las 24 horas esto con el fin de simular las condiciones de ventas de las comercializadores tradicionales.

El análisis de TBARS se realizó bajo la metodología descrita por y Ganhão *et al.* (2011) con modificaciones. Se homogenizaron 5 gramos de hamburguesa en tubos falcón adicionando 15 ml de ácido perclórico al 3.8 % y 0.5 ml de BHT al 4.2 % en etanol. Durante la homogenización, los tubos plásticos se mantuvieron inmersos en hielo para minimizar la producción de nuevas reacciones oxidativas durante la extracción de TBARS. Posterior a realizar el homogenizado, se centrifugaron los tubos a 3000 rpm, durante 4 min, a 4ºC. Se mezclaron alícuota de 2Ml que se mezcló con 2 ml de TBA (0.02M) en tubo de vidrio con tapa de rosca. Los tubos con la muestra y la curva patrón se colocaron en agua hirviendo a 100ºC durante 45 minutos. Trascurrido el tiempo se dejó enfriar los tubos de vidrio, y posteriormente se midió la absorbancia de la mezcla resultante a 532 nm. La curva estándar se preparó utilizando 1,1,3,3-tetraethoxypropane (TEP) a una concentración de 0.2282 g TEP/L. La oxidación lipídica de las muestras se midió a los 0, 4 y 8 días de almacenamiento de refrigeración.

La información del estudio para comparar el efecto de la inclusión de pasta de aguacate fue analizada bajo un diseño experimental completamente al azar, donde los datos recabados fueron procesados con análisis de varianza según el procedimiento de modelo lineal general con ayuda del programa estadístico SAS (2002). La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey (Steel *et al.* 1997).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en las concentraciones de mg MDA/Kg en la carne de conejo en refrigeración durante los días 0, 4 y 8 en los cuatro tratamientos, siendo el tratamiento 3 el de menores concentraciones de malondialdehído (MDA) en la carne de conejos, contrario al tratamiento 1. En la Figura 1 se observa la concentración de los TBARS en los días 0, 4 y 8 de refrigeración, en donde el valor mínimo y máximo obtenido en los tratamientos fue de 0,234 a 1,4135 mg MDA/Kg de carne de conejo. Los tratamientos con pasta de aguacate de desecho

tuvieron concentraciones más bajas ($p < 0.05$) que los conejos alimentados con el tratamiento 1. Este índice del ácido tiobarbiturico (TBA) ha sido la técnica más usada para determinar los compuestos secundarios de la oxidación de la carne, este método analítico evalúa la extensión de la oxidación lipídica en función de la cuantificación de malondialdehído (MDA), midiendo el contenido de MDA mediante la lectura espectrofotométrica del aducto MDA-TBA con absorbancia a 532 nm, que se propicia mediante el TBA con el MDA (Tarladgis *et al.*, 1964). Andersen *et al.* (2003) confirma que todos los procesos de oxidación lipídica son los principales factores que deterioran la calidad de la carne, debido a que reduce su vida útil, generando con esto un deterioro sensorial y baja calidad nutricional, produciendo una serie de compuestos principalmente tóxicos para la salud del consumidor. Los radicales libres producidos durante la oxidación de los lípidos favorecen la acumulación y formación de metamioglobina, que, según Gray *et al.* (1996) y Frankel (1998), no son deseables ya que modifica el color en la carne, siendo este uno de los principales atributos para la decisión de compra de los consumidores.

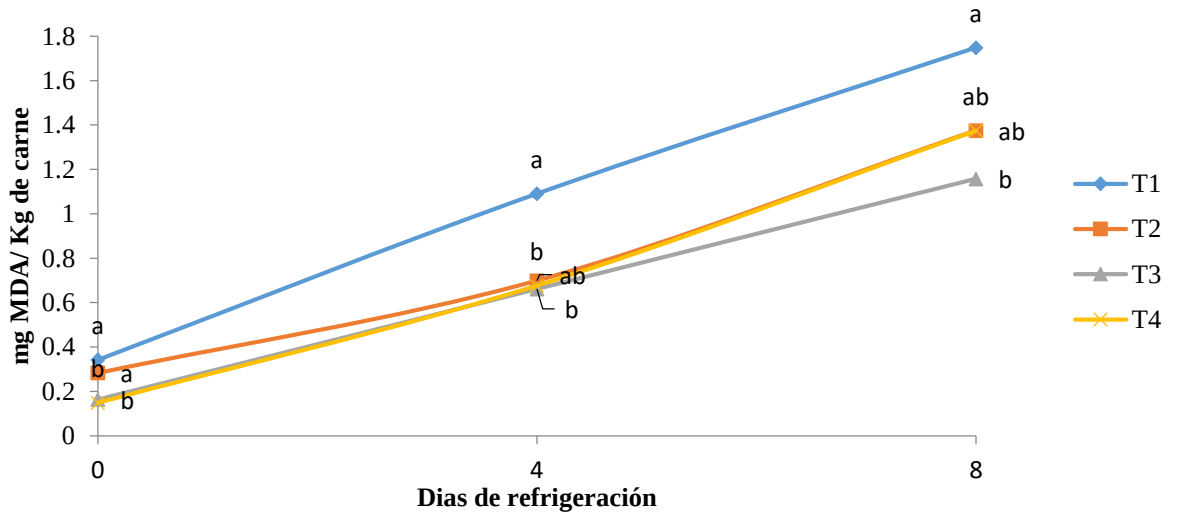



**Figura 1**. TBARS en carne de conejos crudas durante 0, 4 y 8 días de refrigeración. [a,b]Medidas con distinta literal dentro de un día de refrigeración son diferentes ($p < 0.05$).

Hernández *et al. (*2016), realizaron un estudio en cerdos de engorda alimentados con una dieta testigo y una dieta tratada con pasta de aguacate de desecho, en donde igualmente obtuvieron una acumulación continua de TBARS en sus dos tratamientos, la cantidad de TBARS en el músculos *Longisimus dorsi* de cerdos alimentados con pasta de aguacate fue significativamente más bajo que los músculos de los cerdos alimentados con la dieta testigo durante todo el almacenamiento de refrigeración de los días 0, 3, 6, 9 y 12, reportaron cantidades de 0.18 a 0.38 mg MDA/Kg de carne en cerdos. Los resultados del presente estudio muestran que el tratamiento uno, tuvo una mayor concentración de mg MDA/Kg, los valores superiores a 1.5 mg de MDA significan una consecuencia de enranciamiento en la carne, contrario a la carne de conejos alimentados con pasta de aguacate de desecho en sus dietas, lo que indica que sus componentes protegieron la carne contra la oxidación de lípidos, mejorando el producto final, expandiendo sus días de conservación en

refrigeración y poder así asegurar una calidad de la carne en términos de seguridad, calidad sensorial y nutricional.

## CONCLUSIONES

La adición de la pasta de aguacate de desecho en las dietas para conejos protege a la carne de los productos de la oxidación lipídica retardando su oxidación, generando un producto final con más días de vida de anaquel.

## LITERATURA CITADA

Alvizouri, M, C. Corral, B. Rodríguez y C. Chávez. 2003. El aceite de aguacate en la prevención de aterosclerosis experimental inducida con colesterol. Med Int Mex 19(2): 67-72.

Andersen, M. L., R. K. Lauridsen and L. H. Skibsted. 2003. Optimising the use of phenolic compounds in foods. In: Phytochemical functional foods. I. Johnson & G. Williamson (Eds.). Woodhead Publishing, Ltd. Cambridge. pp. 315-346.

FAOSTAT. 2018. FAO Statistical databases, agricultural data. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>

Frankel, E. N. 1998. Lipid Oxidation. The Oily Press Ltd. Dundee. pp. 1-303.

Ganhão, R, M. Estévez and D. Morcuende. 2011. Suitability of the TBA method for assessing lipid oxidation in meat system with added phenolic-rich material. Food Chem 126: 772-778.

Grageola, F., L. Sanginés, C. Díaz, A. Gómez, M. Cervantes, C. Lemus and J. Ly. 2010. The effect of breed and dietary level of avocado fat on the N and energy balance in young pigs. Journal of Animal and Feed Science 19: 37-49.

Gray, J. I., E. A. Gomaa and D. J. Buckley. 1996. Oxidative quality and shelf life of meats. Meat Science 43: 111-123.

Hernández, P. 2007. Carne de conejo, ideal para dietas bajas en ácido úrico. Revista científica de nutrición. Nº 8 Septiembre. Boletín de cunicultura 154: 33-36.

Hernández-López, S. H., J. G. Rodríguez-Carpena, C. Lemus-Flores, F. Grageola-Nuñez and M. Estévez. 2016. Avocado waste for finishing pigs: Impact on muscle composition and oxidative stability during chilled storage. Meat Science 116: 186-192. doi:10.1016/j.meatsci.2016.02.018

Min, B. and D. U. Ahn. 2005. Mechanism of lipid peroxidation in meat and meat products- a review. Food Science and Biotechnology 14: 1-12.

Monahan, F. J., L. H. Skibsted and M. L. Andersen. 2005. Mechanism of oxymyoglobin oxidation in the presence of oxidizing lipids in bovine muscle. Journal of Agricultural and Food Chemistry 53: 5734-5738.

SAS. 2002. SAS User´s Guide: Statistics. Ver 9.0. IN INSTITUTE, S. (Ed.). Cary, N.C.USA.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2018. Boletín mensual de la producción de aguacate. Disponible en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/290821/Boletin_mens__aguacate_cifras_a_dic2017.pdf. Página consultada el 04 de Septiembre de 2018.

Skenjana, A., J. B. J. Van Ryssen and W. A. Van Niekerk. 2006. In vitro digestibility and in situ degradability of avocado meal and macadamia waste products in sheep. South African Journal of Animal Science 36: (S5).

Steel, R, J. Torrie y D. Dickey. 1997. Bioestadistica: Principios y procedimientos. 2da ed., McGraw-Hill, Mexico.

Tarladgis, B. G., A. M. Pearson and L. R. Dugan. 1964. Chemistry of the 2- thiobarbituric acid test for determination of oxidative rancidity in foods. II. Formation of the TBAmalonaldehyde complex without acid-heat treatment. Journal of the Science of Food and Agriculture 15: 602-607.

Wang, M., Y. Zheng, T. Khuong and C. J. Lovatt. 2012. Effect of harvest date on the nutritional quality and antio xidant capacity in 'Hass' avocado during storage. Food Chemistry 135(2): 694-698.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CONSUMO DE DIETAS CON SORGO O MAÍZ Y DIFERENTES NIVELES DE FIBRA DETERGENTE NEUTRO EN CONEJOS EN ENGORDA Y SU EFECTO EN LA MORFOFISIOLOGÍA DIGESTIVA

# [INTAKE OF DIETS WITH SORGHUM OR CORN AND DIFFERENT LEVELS OF NEUTRAL DETERGENT FIBER IN FATTERING RABBITS AND THE EFFECT ON THE DIGESTIVE PHYSIOLOGY]

**E. R. Ramos-Olvera[1§], J. G. Gómez-Soto[1], M. Rocha-Solache[1], T. C. Reis-de Souza[1], G. Mariscal-Landín[2], K. Escobar-García[1], A. Aguilera-Barreyro[1], A. V. Córdoba-Torres[1]**

[1]Área Cunícola (ARCUN-UAQ) / Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. [2]CENID-Fisiología Animal / Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. [§]Autor para correspondencia: (eramos20@alumnos.uaq.mx).

## RESUMEN

Para evaluar el efecto de la alimentación de conejos en engorda con maíz o sorgo y diferentes niveles de fibra detergente neutro (FDN) sobre las variables morfofisiológicas, se elaboraron 4 dietas experimentales, las cuáles fueron isoproteicas (16% PC) e isoenergéticas (2.8 Mcal EM $kg^{-1}$): tratamiento (Tx) control elaborado con maíz y 33% de FDN (Tx1), y tres dietas a base de sorgo con 28, 33 y 38% de FDN (Tx2, Tx3 y Tx4, respectivamente). Se engordaron los conejos desde el destete (30d) hasta los 72 d de vida. Al finalizar la engorda, los conejos se mataron, se pesaron las canales y se calculó el rendimiento de canal en caliente y frío. A las canales en caliente y frío, también se les midió el pH de la carne a nivel de los músculos *Bíceps femoris*, *Bíceps brachii* y músculo *Longissimus lumborum*. Se obtuvieron los órganos gastrointestinales y se midió el pH de sus contenidos, se pesaron los órganos vacíos y se midieron en su longitud. Respecto al peso de la canal caliente, el consumo de un 38% de FDN ocasionó un menor peso que aquellos que consumieron 28% de FDN y sorgo (Tx 2) o 33% de FDN y maíz (Tx1). Al considerar el peso de la canal fría, el haber consumido un mayor nivel de FDN (Tx4) ocasionó un menor peso. El peso del estómago fue incrementándose conforme se incrementó el nivel de FDN consumido. En conclusión, el sorgo puede ser empleado como grano base en dietas para conejos al no afectar significativamente los parámetros productivos. Se debe considerar el nivel de inclusión de FDN ya que un elevado porcentaje de esta afecta negativamente el peso de la canal, así como el pH de los contenidos gastrointestinales.

**Palabras clave:** Fibra detergente neutro, isoenergéticas, isoproteicas, sorgo.

## ABSTRACT

To evaluate the effect of feeding of rabbits in fattening with corn or sorghum, and different levels of neutral detergent fiber (NDF) on morphphysiological variables, 4 experimental diets were prepared, which were isoproteic (16% PC) and isoenergetic (2.8 Mcal EM $kg^{-1}$): treatment (Tx) control elaborated with corn and 33% of NDF (Tx1), and three sorghum-based diets with 28, 33

and 38% of NDF (Tx2, Tx3 and Tx4, respectively). The rabbits were fattened from weaning (30 d) to the 72 d of life. At the end of fattening, the rabbits were slaughter, the carcasses were weighed, and the hot and cold carcass performance was calculated. in hot and cold carcasses, the pH of the meat was also measured at the level of the *Biceps femoris*, *Biceps brachii*, and *Longissimus Lumborum* muscles. The gastrointestinal organs were obtained and the pH of the contents were recorded, the empty organs were weighed and measured in length. Regarding the weight of the hot carcass, the consumption of 38% NDF caused a lower weight than those that consumed 28% of NDF and sorghum (Tx2) or 33% of NDF with corn (Tx1). Considering the weight of the cold carcass, having consumed a higher level of NDF (Tx4) caused in a lower weight. The weight of the stomach was increasing as the level of NDF consumed increased. In conclusion, sorghum can be used as a base grain in diets for rabbits because it does not significantly affect production parameters. The level of inclusion of NDF should be considered since a high percentage of it negatively affects the weight of the carcass, as well as the pH of the gastrointestinal contents.

**Index words:** Isoenergetic, isoproteic, neutral detergent fiber, sorghum.

## INTRODUCCIÓN

La producción cunícola en México es una actividad ganadera que aporta proteína de origen animal de calidad e ingresos económicos extras a muchas familias en el medio rural y urbano (Ruíz, 1993). La alimentación de los conejos corresponde hasta el 70% de los costos de producción totales, y en México el cereal más empleado para la alimentación de ganado es el sorgo (Mariscal-Landín *et al.*, 2004). Aunque la inclusión de cereales en las dietas para conejos es baja comparada con otros monogástricos como los cerdos y las aves, estos tienen una gran importancia debido a su valor energético. Además, el sorgo presenta una composición química muy parecida a la del maíz, por lo que se pueden añadir ambos cereales en las dietas para conejos (Carabaño, 1997). El conejo como monogástrico herbívoro presenta una fisiología digestiva adaptada al alto consumo de fibra, la cual es fermentada en el ciego y el colon proximal para la formación de ácidos grasos volátiles que le sirven como fuente principal de energía (Gidenne *et al.*, 2000). Debido a que el consumo de fibra en los conejos es mayor que en la mayoría de las especies pecuarias, se debe ofrecer el mínimo recomendado para evitar un incremento en la incidencia de patologías digestivas, siendo el nivel recomendado de 33% de FDN (De Blas *et al.*, 1999). En la presente investigación se analizó el efecto del consumo de dietas elaboradas con sorgo o maíz y diferentes niveles de fibra detergente neutro (FDN) sobre algunas variables morfofisiológicas en los órganos gastrointestinales, así como el comportamiento productivo en conejos en engorda.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El protocolo se sometió a revisión al Comité de Bioética de la Facultad de Ciencias Naturales, el cual fue aprobado (37FCN2018). El trabajo se realizó en tres etapas:

Formulación, elaboración y peletizado de cuatro dietas experimentales destinadas para la etapa de engorda, todas con un nivel de 16% de proteína cruda PC (Carabaño *et al*., 2000), considerando

los aminoácidos digestibles, y siendo isoenergéticas, conteniendo 2.8 Mcal/kg de energía metabolizable (NRC, 1977): dieta o tratamiento (Tx) control elaborada con maíz y 33% de FDN (Tx1), y tres dietas a base de sorgo con 28, 33 y 38% de FDN (Tx2, Tx3 y Tx4, respectivamente) (Cuadro 1). Para formular las dietas experimentales, los ingredientes fueron analizados químicamente, determinándoseles la materia seca (MS), PC, cenizas y extracto etéreo (EE) de acuerdo con los métodos 925.45, 976.05, 923.03 y 920.35 del AOAC (2002), respectivamente; energía bruta mediante calorimetría (Bateman, 1970) y FDN y fibra detergente ácido (Van Soest *et al.*, 1991).

Prueba de comportamiento productivo que se realizó en el módulo de conejos del Área Cunícola de la UAQ (ARCUN-UAQ), en el campus Amazcala, municipio de El Marqués, Querétaro, Qro. Se emplearon en total 48 conejos recién destetados de un mes de edad, de la raza Nueva Zelanda, los cuáles fueron distribuidos de forma aleatoria en 6 unidades experimentales (UE; 2 gazapos por UE) por tratamiento. Se ofreció alimento a libre acceso y semanalmente se pesaron los conejos durante la etapa de engorda (6 semanas), calculándose de esta manera la ganancia diaria de peso (GDP) por semana.

Al finalizar la engorda, los conejos se mataron, para lo cual se insensibilizaron según la NOM-062-ZOO-1999, Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales del laboratorio (DOF, 1999) y posteriormente se desangraron y se siguió lo indicado en la NOM-033-SAG/ZOO-2014, Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres (DOF, 2015).

**Cuadro 9.** Composición de las dietas experimentales.

| Ingredientes (%) | Tx1 | Tx2 | Tx3 | Tx4 |
|---|---|---|---|---|
| Maíz | 17.0 | --- | --- | --- |
| Sorgo | --- | 18.5 | 19.0 | 18.4 |
| Harina de alfalfa | 19.8 | 21.0 | 24.9 | 6.7 |
| Rastrojo de maíz | 20.1 | 20.6 | 12.8 | 32.8 |
| Pasta de soya | 13.8 | 14.7 | 20.4 | 2.7 |
| Pasta de canola | 20.7 | 19.6 | 13.2 | 32.9 |
| Melaza | 7.0 | 5.0 | 7.0 | 5.0 |
| Sal | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| Vitaminas[1] | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| Minerales[2] | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Fosfato bicálcico | --- | --- | 2.0 | --- |
| Carbonato de calcio | --- | --- | --- | 0.7 |

[1]Cada kg de producto contiene: vitamina A 10.20 unidades internacionales (UI), vitamina D 1.98 UI, vitamina E 0.06 UI, vitamina K 1.20 mg, riboflavina (B2) 7.20 mg, vitamina B12 (cianocobalamina) 0.04 mg, colina 968.58 mg, niacina 36 mg, ácido pantoténico 16.55 mg, tiamina (B1) 0.30 mg, piridoxina (B6) 0.31 mg, biotina 0.08 mg, ácido fólico 0.75 mg.[2]Cada kg de producto contiene: sulfuro 0.02 %, cobalto 0.72 mg, cobre 14.4 mg, hierro 120 mg, manganeso 36 mg, selenio 0.30 mg, yodo 0.96 mg, zinc 144 mg, cloro 0.03%.

Se diseccionó el estómago, intestino delgado (separándose el duodeno y el yeyuno-íleon), intestino grueso (separándose ciego y colon-recto) y se obtuvo el hígado y vesícula biliar. Se colectó el contenido del estómago y se midió el pH, se lavó el órgano y se pesó vacío (g). Al

duodeno, yeyuno-íleon, ciego y colon-recto, se les midió el pH del contenido, se lavaron los órganos, se pesaron (g) y midieron sus longitudes (cm). El hígado y vesícula biliar también se pesaron (g). Se calculó el porcentaje del peso de cada uno de los órganos gastrointestinales descritos en relación con el peso vivo del animal (%) o peso relativo (PR). Una vez finalizada la evisceración roja, se cortaron los miembros locomotores y la cabeza, y se procedió a lavar la canal. La canal lavada se secó y se pesó (peso canal caliente, g). A la canal caliente se le midió el pH en tres puntos distintos: brazuelo, músculo longuísimo dorsal y pernil. La canal se conservó en refrigeración a 4°C durante 24 h. Pasadas las 24 h de refrigeración, las canales nuevamente se secaron y se volvieron a pesar (peso de la canal fría, g) y nuevamente se midió el pH de la carne a nivel del brazuelo, músculo longuísimo dorsal y pernil. Al final, se calculó el rendimiento en canal fría y caliente ((peso de la canal fría o caliente*100) / peso vivo, %).

Las variables evaluadas se analizaron empleando el paquete estadístico SAS (2008) mediante un diseño completamente aleatorizado, comparando las medias mediante la prueba de Tukey (Steel y Torrie, 1980). Las diferencias estadísticas se consideraron con una significancia de ($p < 0.05$).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso relativo de duodeno, yeyuno-íleon y ciego, la longitud del intestino grueso, y el pH del estómago y colon-recto, así como el pH de la canal caliente a nivel del brazuelo, músculo longuísimo dorsal y pernil y pH de la canal fría a nivel del brazuelo, músculo longuísimo dorsal y pernil, no fueron afectados por los tratamientos experimentales (Cuadro 2 y 3).

**Cuadro 2.** Peso de la canal, longitud y peso de los órganos digestivos.

| Variables | Tratamiento | | | | *P* | EMM |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Tx1 | Tx2 | Tx3 | Tx4 | | |
| Peso canal (g) | | | | | | |
| Caliente | 969.5$^{a}$ | 989.8$^{a}$ | 930.4$^{ab}$ | 841.7$^{b}$ | <0.05 | 18.6 |
| Fría | 964.6$^{a}$ | 935.7$^{a}$ | 922.4$^{a}$ | 813.1$^{b}$ | <0.05 | 17.7 |
| Peso de órganos (%) | | | | | | |
| Estómago | 1.3$^{b}$ | 1.1$^{c}$ | 1.3$^{b}$ | 1.5$^{a}$ | <0.001 | 0.2 |
| Duodeno | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | NS | 0.0 |
| Yeyuno-íleon | 3.0 | 2.6 | 2.8 | 2.8 | NS | 0.6 |
| Hígado | 3.6$^{a}$ | 3.5$^{b}$ | 3.2$^{c}$ | 3.3$^{bc}$ | <0.05 | 0.5 |
| Ciego | 2.0 | 2.1 | 2.1 | 2.1 | NS | 0.4 |
| Colon-Recto | 1.9$^{b}$ | 1.9$^{bc}$ | 1.6$^{c}$ | 2.2$^{a}$ | <0.01 | 0.4 |
| Vesícula biliar | 0.02$^{b}$ | 0.02$^{b}$ | 0.04$^{a}$ | 0.02$^{b}$ | <0.01 | 0.0 |
| Longitud (cm) | | | | | | |
| Intestino delgado | 269.2$^{a}$ | 248.5$^{ab}$ | 224.2$^{b}$ | 262.3$^{a}$ | <0.05 | 5.7 |
| Intestino grueso | 110.5 | 111.9 | 106.1 | 107.2 | NS | 1.6 |
| Ciego | 51.1$^{a}$ | 45.1$^{b}$ | 46.8$^{b}$ | 45.4$^{b}$ | <0.01 | 0.5 |

$^{abc}$ Las letras diferentes en el mismo renglón para el mismo parámetro indican diferencias estadísticas. *P*: Probabilidad. NS: no significativo. EMM: Error estándar de la media.

El PR del estómago fue afectado por los tratamientos, observándose una tendencia al aumento conforme el nivel de inclusión de FDN incrementa. Gutiérrez *et al.* (2003) reporta pesos relativos del estómago que van del 1.45 al 1.56% del peso vivo, muy similares a los que se muestran en el Cuadro 2. Sin embargo, García *et al.* (2000) reporta datos ligeramente por debajo (0.86-1.35% del peso vivo) a los porcentajes que observados en el Cuadro 2. Por otra parte, Falcao-e-Cunha *et al.* (2004) menciona que el mayor porcentaje del PR del estómago vacío es debido al aumento del nivel de grasa en la dieta, propiciando un mayor tiempo de retención del alimento en el estómago y a la vez retrasando el paso de la alimentación a través del mismo y del intestino delgado, permitiéndole un mayor tiempo de exposición a las enzimas endógenas del conejo y a las enzimas microbianas sobre los cecotrofos, enfatizando que la actividad de degradación de fibra por parte de las bacterias ingeridas tienen efecto sobre los cecotrofos, en los que actúan durante un lapso de tiempo mayor, justificando porqué la grasa tiene un efecto positivo sobre la digestibilidad de las fracciones de fibra del alimento. Sin embargo, Gómez-Conde *et al.* (2009) menciona que el peso del estómago vacío tiende a descender conforme al nivel de inclusión de la fibra detergente neutro soluble aumenta.

Por otro lado, se observó un efecto sobre el PR del hígado, en el cual fue mayor en el Tx1 y menor en el Tx3, aunque se encuentran dentro de los porcentajes (3.38-3.67%) publicados por Simitzis *et al.* (2014). Falcao-e-Cunha *et al.* (2004) menciona que la naturaleza de la fibra tiene un efecto significativo sobre el peso del hígado, enfatizando que la dieta a base de alfalfa presentó los pesos más altos a diferencia de la dieta a base de pasta de remolacha que presentó los pesos más bajos. No obstante, Glass-Rodríguez *et al.* (2016) menciona que el PR del hígado fue mayor en los conejos alimentados con los suplementos de grasa utilizados en las dietas. En cuanto a la vesícula biliar, el peso relativo fue mayor en el Tx3 respecto a los demás tratamientos (Tx1, Tx2 y Tx4), pudiendo inferir que la naturaleza de la fibra tuvo un efecto sobre la producción de bilis y el tamaño de este órgano.

**Cuadro 3**. pH de los contenidos de los órganos digestivos según la dieta.

| Variables | Tratamiento | | | | *P* | EEM |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Tx1 | Tx2 | Tx3 | Tx4 | | |
| pH | | | | | | |
| Estómago | 1.5 | 1.6 | 1.5 | 1.4 | NS | 0.05 |
| Yeyuno-íleon | 7.46$^{bc}$ | 7.5$^{a}$ | 7.3$^{c}$ | 7.5$^{b}$ | <0.01 | 0.01 |
| Ciego | 6.5$^{a}$ | 5.9$^{b}$ | 6.4$^{a}$ | 6.4$^{a}$ | <0.05 | 0.06 |
| Colon-recto | 7.1 | 6.7 | 6.7 | 6.7 | NS | 0.06 |
| Canal caliente Bz* | 6.7 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | NS | 0.02 |
| Canal caliente Ll** | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | NS | 0.03 |
| Canal caliente pernil | 6.6 | 6.7 | 6.7 | 6.7 | NS | 0.02 |
| Canal fría Bz* | 5.9 | 6.0 | 6.0 | 5.9 | NS | 0.01 |
| Canal fría Ll* | 5.7 | 5.8 | 5.8 | 5.7 | NS | 0.01 |
| Canal fría Bf* | 5.9 | 5.9 | 5.9 | 5.8 | NS | 0.01 |

$^{abc}$ Las letras diferentes en el mismo renglón para el mismo parámetro indican diferencias estadísticas. *P*: Probabilidad. EMM: Error estándar de la media. NS: no significativo. *Bz: *Bíceps brachii* *Bf: *Bíceps femoris* **Ll: *Longissimus lumborum.*

Los conejos que consumieron la dieta a base de sorgo y con un 28% de FDN obtuvieron un incremento en el peso de la canal caliente comparado con los que consumieron el Tx4 con un 38% de FDN, que de acuerdo con lo que menciona De Blas *et al.* (1999) el nivel y el tipo de fibra son los principales factores que regulan en consumo de alimento y el tiempo de retención en el ciego por lo tanto las canales obtuvieron pesos diferentes respecto a las distintas dietas, tal como se muestran en el Cuadro 2. No obstante, Glass-Rodríguez *et al.* (2016) reportó pesos de 975 a 1089 g en canal caliente, resultados equivalentes a los observados en el Cuadro 2. Además, Hernández *et al.* (2015) reporta un peso promedio de 1110 g para las canales calientes y 1100g para las canales frías de conejos de raza Nueva Zelanda, datos ligeramente por encima a los obtenidos en el Cuadro 2.

## CONCLUSIONES

El sorgo al tener una composición química muy semejante a la del maíz y de ser el cereal más empleado en México para alimentación animal puede ser empleado como grano base en dietas para conejos al no afectar significativamente los parámetros productivos, al menos los evaluados en este experimento. Se debe considerar el nivel de inclusión de FDN en las dietas para conejos en engorda, ya que un elevado porcentaje de esta afecta negativamente el peso de la canal. Se deben continuar haciendo estudios para evaluar, según las condiciones de la cunicultura en el país, cuál es el contenido ideal de nutrientes que deben consumir los conejos en engorda, ya que variables morfofisológicas como pH de los contenidos gastrointestinales también se ven afectadas.

## LITERATURA CITADA

DOF (Diario Oficial de la Federación). 1999. Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales del laboratorio. México.

DOF (Diario Oficial de la Federación). 2015. NOM-033-SAG/ZOO-2014. Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres. México.

AOAC, Association Official Analytical Chemists. 2002. Official Methods of Analysis. 17th ed. Arlington, VA, USA: Association of Official Analytical Chemists.

Bateman, J. V. 1970. Nutrición animal: manual de métodos analíticos [Animal nutrition: manual of analytical methods]. México: Herrero Hnos., Sucesores, S.A.

Carabaño, R. 1997. Valor nutritivo de los cereales en conejos. XI Curso de Especialización FEDNA. Departamento de Producción Animal, U.P. Madrid.

Carabaño, R., C. De Blas and I. Garcia. 2000. Recent advance in nitrogen nutrition in rabbits. 7th World Rabbit Congress, World Rabibit Science 8(sup. 1C): 15-28

De Blas, J., J. García and R. Carabaño. 1999. Ann Zootech 48: 3-13.

Falcao-e-Cunha, L., H. Peres, P. B. Joao and L. Castro. 2004. Effects of alfalfa, wheat bran or beet pulp, with or without sunflower oil, on caecal fermentation and on digestibility in the rabbit. Animal Feed Science and Thechnology 117: 131-149.

García, J., R. Carabaño, L. Pérez-Alba and C. De Blas. 2000. Effect of fiber source on cecal fermentation and nitrogen recycled through cecotrophy in rabbits. Journal of Animal Science 8(3): 638. SciTech Premium Collection.

Gidenne, T., V. Pinheiro and L. Falcao. 2000. A comprehensive approach of the rabbit digestion: consequences of a reduction in dietary fibre supply. Livestock Production Science 64: 225-237.

Glass, S., V. Morales, C. Olaya, L. Solórzano, P. Randel y A. Rodríguez. 2016. Adición de dos suplementos de grasa a la dieta de conejos en la fase de engorde: efecto sobre el desempeño productivo, las características de la canal y el peso de órganos internos. J. Agric. Univ. P.R. 100 (1): 93-97.

Gómez-Conde, M., De-Rozas, A. Badiola, L. Pérez-Alba, C. De-Blas and R. Carabaño. 2009. Effect of neutral detergent soluble fibre on digestion, intestinal microbiota and performance in twenty five day old weaned rabbits. Livestock Science 125: 192-198.

Gutiérrez, I., A. Espinosa, J. García, R. Carabaño and C. De Blas. 2003. Effect of protein source on digestion and growth performance of early-weaned rabbits. Animal Research, EDP Sciences 52(5): 461-471.

Hernández, J., L. Aquino y O. Amós. 2015. Rendimiento de la canal, color de la carne y evolución del pH muscular de conejos. Nacameh 9(2): 66-76.

Mariscal-Landín, G., J. H. Avellaneda, S. T. C. Reis, B. A. Aguilera, G. A. Borbolla and B. Mar. 2004. Effect of tannins in sorghum on amino acid ileal digestibility and on trypsin (E.C.2.4.21.4) and chymotrypsin (E.C.2.4.21.1) activity of growing pigs. Anim Feed Sci Technol. 117: 245-264.

NRC, National Research Council. 1977. Nutrient requirements of rabbits fed. 2 ed. National Academy Press. Washington, D.C.

Ruíz, L. C. G. 1993. Aparición de la enfermedad vírica hemorrágica en México y su erradicación (EHVC). Departamento de Producción Agrícola y Animal. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. México.

SAS Institute Inc. 2008. SAS/STAT® 9.2 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc. SAS. 2008.

Simitzis, P. E., C. Babaliaris, M. A. Charismiadou, G. Papadomichelakis, M. Goliomytis. G. K. Symeon and S. G. Deligeorgis. 2014. Effect of hesperin dietary supplementation on grow performance, carcass traits and meat quality of rabbits. World Rabbit Sci. 22: 113-121.

Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. 2 ed. New York. McGraw-Hill.

van Soest, P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J Dairy Sci. 74: 3583-3597.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DE LA ADMINISTRACIÓN DE EXTRACTO ACUOSO DE AJO EN LA DIETA DE CONEJOS SOBRE INDICADORES PRODUCTIVOS, CALIDAD FÍSICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA CARNE

# [EFFECT OF THE ADMINISTRATION OF GARLIC WATER EXTRACT IN THE RABBIT DIET ON PRODUCTIVE INDICATORS, PHYSICAL AND MICROBIOLOGICAL QUALITY OF THE FLESH]

**H. D. Arzate-Serrano[1§], M. A. Mariezcurrena-Berasain[1], M. D. Garrido-Fernández[2], L. F. Vega-Castillo[1], Z. M. Salem A.[1]**

[1] Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Campus Universitario El Cerrillo. Toluca, México. C.P. 50090, México.[2] Universidad de Murcia. Departamento de Tecnología y Ciencia de los Alimentos y Nutrición Humana. Facultad de Veterinaria, Murcia. Campus de Espinardo 30071, España. [§]Autor para correspondencia: (arzate_uaem@hotmail.com).

## RESUMEN

El uso de antimicrobianos naturales, como el ajo, junto con sus propiedades nutracéuticas ha favorecido el bienestar animal y como consecuencia la inocuidad y la calidad de la carne. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar indicadores productivos, calidad física y microbiológica de la carne de conejos, engordados con la adición de extracto acuoso de ajo (EAA) en la dieta. Se realizó un diseño completamente aleatorio con tres tratamientos de 28 conejos cada uno (PV 1,1±0,4 kg) Nueva Zelanda/Chinchilla, grupo testigo, tratamiento 1 (0,9% de EEA) y tratamiento 2 (1,8% de EAA) asperjado en el alimento cada tercer día. Se cuantificaron Unidades Formadoras de Colonias de Mesófilos Aerobios, Coliformes Fecales, Psicrófilos, pH y color (L*, a*y b*) a 1, 3, 5 y 7 días, bajo condiciones de refrigeración en *Longissimus dorsi*. Se realizó un Análisis de Varianza Multivariado ($p \leq 0,05$) para las variables físicas y microbiológicas, más una prueba de Tukey 5%. Existieron diferencias significativas, para Psicrófilos y Mesófilos Aerobios en vida de anaquel. No hubo presencia de Coliformes Fecales en ninguna de las muestras. El efecto de la adición de extracto de ajo al 0,9% de EAA no afectó la calidad física de la carne, sin embargo, prolongó la calidad microbiológica del producto por dos días.

**Palabras clave:** *Allium sativum*, calidad de carne, vida de anaquel.

## ABSTRACT

Natural antimicrobial use as garlic together with its nutraceuticals properties has improved the animal welfare and as a consequence the meat safety and quality. Hence the main objective of this project was to evaluate productive indicators, physical and microbiological from rabbit meat fed with aqueous garlic extract (AGE) on diets. A complete randomized experimental design was done to three 28 rabbits (PV 1.1±0.4 kg) New Zealand/Chinchilla control group, treatment 1 (0.9% EEA) and treatment 2 (1.8 EAA%) sprinkled on food every third day. Mesophilic Aerobic Bacteria, Fecal Coliforms and Psychrophile counts, pH and colour (L*, a* y b*) were made for 1, 3, 5 and 7 days

over cooling conditions in Longissimus dorsi. A Multivariate Analysis of Variance ($p \leq 0.05$) was performed for physical and microbiological variables, plus a 5% Tukey test. There were significant differences, for Aerobic Psychophiles and Mesophiles in shelf life. There was no presence of Fecal Coliforms in any of the samples. The effect of adding 0.9% garlic extract of EAA did not affect the physical quality of the meat, however, it prolonged the microbiological quality of the product for two days.

**Index words:** *Allium sativum*, meat quality, shelf life.

## INTRODUCCIÓN

La industria cárnica emplea diversos métodos para retrasar los cambios deteriorantes y prolongar el periodo de aceptabilidad, mismos que se relacionan directamente con la presencia de microorganismos. En la actualidad, se busca la combinación de dos o más factores que interaccionen sinérgicamente, para controlar la población microbiana y evitar la aplicación de un solo factor de conservación, lo que mejora la calidad sensorial y nutrimental del alimento y permite la producción de alimentos mínimamente procesados (De Moura *et al*., 2005). El uso de antimicrobianos artificiales es común en la industria de la carne, sin embargo, actualmente son rechazados por parte de los consumidores. Por lo cual, ha surgido la necesidad de buscar otros antimicrobianos de origen natural.

El ajo (*Allium sativum*) es un antimicrobiano natural con una amplia gama de propiedades nutracéuticas, debido a su contenido de compuestos sulfurados secundarios, entre ellos la alicina. Igualmente, se ha demostrado el efecto benéfico del extracto de ajo sobre la salud de animales, como es el caso de los conejos y sobre la carne de éstos, en la cual, puede prolongarse la vida útil y, por consiguiente, la seguridad del consumidor. El deterioro de la carne de conejo en refrigeración, se debe a la actividad de enzimas endógenas junto con la actividad de microorganismos contaminantes del producto durante el proceso de faenado y despiece. Cuando el producto se distribuye en temperaturas de refrigeración, la carne tiene una vida de anaquel entre 6 y 8 días, tal como algunos reportes lo han mencionado (Rodríguez-Calleja *et al*., 2004). Aunque existen reportes de la utilización de extracto de ajo en carnes de diferentes especies, no se ha evaluado la carga microbiana al adicionar el extracto en la dieta en conejos. Derivado de lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la adición de extracto acuoso de ajo en la dieta de conejos, sobre la calidad física y microbiológica de la carne en vida de anaquel.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Granja del Estado de México. El extracto acuoso de ajo (EAA) se elaboró a partir de una dilución madre de 0,125 g $mL^{-1}$ (Salem *et al*., 2014). Para lo cual, los ajos sin cascara se licuaron por 5 min y dicho extracto se filtró dos veces con gasas. El EAA resultante se almacenó en refrigeración (4 °C) hasta su uso. Se utilizaron 84 conejos destetados (PV 1,1±0,4 kg) machos y hembras, en un sistema modular dispuesto en piso, equipado con bebederos automáticos tipo tetina y tolvas de alimentación. Los cuales, se dividieron en tres tratamientos; grupo testigo GT

(sin EAA añadido), tratamiento 1 (T1: 0,9 % EEA) y tratamiento 2 (T2: 1,8 % EAA). Los extractos fueron asperjados sobre el alimento comercial (Conejo plus unión Tepexpan; proteína bruta: 16,5%; grasa cruda: 3%; fibra cruda: 15%; cenizas: 9% y humedad: 12%) cada tercer día. Agua y alimento fueron proporcionados *Add libitum.*

Faenado los conejos fueron restringidos de alimento 12 h para ser faenados. Se aturdieron por dislocación atlanto-occipital (NOM-033-SAG/ZOO-2014). Las canales fueron identificadas y transportadas a temperatura de refrigeración al Laboratorio de Calidad de los Productos Agropecuarios, Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del Estado de México, para los análisis correspondientes. Semanalmente se pesaron registrando el consumo de alimento y la ganancia de peso

Análisis Físicos: Se tomó la primera lectura de pH (Hanna Instruments, modelo HI 99163) y color (Minolta Chromameter CR 400) in situ de muestras del músculo *Longissimus dorsi* derecho de las canales a los 45 min post mortem. Los análisis subsecuentes se realizaron en las muestras tomadas del mismo músculo durante los días 1, 3, 5 y 7 en vida de anaquel a 4 °C, por duplicado

Análisis microbiológicos: Se cuantificaron por duplicado las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de Coliformes Fecales, Mesófilos Aerobios y Psicrófilos. La AFNOR-NF-V0860-1996 se usó para la cuenta de Coliformes Fecales, ya que en México no hay Norma Oficial para estos microorganismos. Para Mesófilos Aerobios y Psicrófilos, se procedió con la NOM-092-SSA1-1994. Los análisis subsecuentes se realizaron en las muestras tomadas del mismo músculo durante los días 1, 3, 5 y 7 en vida de anaquel a 4 °C, por duplicado.

Análisis estadístico: A los resultados del estudio productivo y microbiológico obtenidos, se les aplicó un Análisis de Varianza Multivariado ($p \leq 0,05$) para determinar el efecto de los tratamientos y vida de anaquel, donde las variables de estudio fueron los tratamientos (GT, T1 y T2). Las variables respuesta: ganancia de peso, conversión alimenticia, UFC de Coliformes Fecales, Mesófilos Aerobios, Psicrófilos, pH, luminosidad, tonalidad de rojos y tonalidad de amarillos. Para los valores que presentaron diferencias significativas, se realizó la prueba de Tukey al 5%.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se observa en el Cuadro 1 no existieron diferencias significativas ($p \geq 0.05$) en el peso de los conejos de la semana 1 a la 4. Sin embargo, existe la tendencia a presentar la media más alta en relación a peso para el tratamiento GT.

**Cuadro 1.** Variable peso de los conejos por semana.

| Variable | GT | T1 | T2 | Valor P |
|---|---|---|---|---|
| Semana 1 | 1.14±0.02 kg | 1.09±0.03 kg | 1.03±0.04 kg | 0.2617 |
| Semana 2 | 1.37±0.03 kg | 1.3±0.04 kg | 1.29±0.05 kg | 0.5028 |
| Semana 3 | 1.59±0.03 kg | 1.50±0.04 kg | 1.53±0.05 kg | 0.1182 |
| Semana 4 | 1.84±0.04 kg | 1.75±0.05 kg | 1.81±0.06 kg | 0.1721 |

Como se observa en el Cuadro 2, no existieron diferencias significativas ($P \geq 0.05$) en la variable conversión alimenticia de la semana 1 a la 4 para los tres tratamientos. Sin embargo, existe la tendencia a presentar la media más alta en relación a conversión alimenticia para el tratamiento T2.

**Cuadro 2.** Variable conversión alimenticia por semana.

| Variable | GC | T1 | T2 | Valor P |
|---|---|---|---|---|
| Semana 1 | 2.5±0.16 | 2.76±0.21 | 4.42±0.49 | 0.3474 |
| Semana 2 | 3.15±0.56 | 3.14±0.73 | 5.21±1.52 | 0.9950 |
| Semana 3 | 2.89±0.73 | 4.62±0.95 | 5.28±0.47 | 0.1541 |
| Semana 4 | 2.88±0.34 | 2.96±0.44 | 3.95±0.72 | 0.8903 |
| Total | 2.84±0.1 | 3.1±0.13 | 4.29±0.47 | 0.1308 |

Después de realizar el Análisis de Varianza Multivariado se encontró que existieron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) para Mesófilos Aerobios y Psicrófilos en vida de anaquel y para pH en la combinación tratamiento por vida de anaquel. Al encontrar diferencias significativas para estas variables, se aplicó una prueba de Tukey 5% que se presenta en la Cuadro 3.

En Mesófilos Aerobios, existieron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) para vida de anaquel, únicamente en el GT, en el cual se formaron tres grupos estadísticamente diferentes (Cuadro 3). El rango con el que se inició la vida de anaquel en los tres tratamientos para esta población microbiana fué de 1,50 a 2,23 $\log_{10}$ UFC/cm$^2$. Aunque en la Norma Mexicana no se indica un valor de referencia para esta población microbiana en carnes crudas de otras especies, se sugiere considerar que la Unión Europea de acuerdo a la Directiva 2001/471/CE reporta valores aceptables menores a 3,50 $\log_{10}$ UFC/cm$^2$ y no existen reportes para la carne de conejo.

Todos los tratamientos se encontraron dentro de los límites permisibles, aunque no hubo diferencias significativas ($p \geq 0,05$) entre ellos. Los tratamientos concuerdan con los límites establecidos en el primer día en vida de anaquel. La presencia de Mesófilos Aerobios se usa como indicador general de higiene y de la población de microorganismos presentes, da una idea de la calidad del manejo y manipulación de la carne, incluye bacterias, mohos y levaduras capaces de desarrollarse a 30 °C. Otros estudios en carne de conejo sin ningún antimicrobiano, reportan valores más altos de Mesófilos Aerobios (5,87 $\log_{10}$ UFC/cm$^2$) que exceden el límite permisible (Briens *et al*., 2005).En el presente estudio, no hubo diferencia significativa ($p \geq 0,05$) al final de la vida de anaquel en esta variable, lo cual sugiere que el manejo e higiene fue el indicado en los tres tratamientos. Para el caso de los Psicrófilos hubo diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en vida de anaquel, pero no entre tratamientos.

El rango que se presentó al inicio de la vida de anaquel fue de 1,57 a 2,01 $\log_{10}$ UFC/cm$^2$. En la vida de anaquel la cinética de crecimiento mostró que el T2 comienza con una carga mayor (2,01 $\log_{10}$ UFC/cm$^2$) en comparación del GT y T1. Por lo que el crecimiento de Psicrófilos fue disminuido en el T1. En Mesófilos Aerobios y Psicrófilos, existe problemática para establecer límites máximos permisibles, ya que la carne es un producto que mayoritariamente, antes de ser consumido pasa por un proceso de cocción, donde se alcanzan altas temperaturas que eliminan

dichos microorganismos. Otros trabajos, mencionaron que el ayuno de 24 h mejora la calidad microbiológica ya que, al vaciarse el tracto digestivo, disminuye la presencia de microorganismos no deseables en la canal (Park y Chin, 2010).

No existió crecimiento de Coliformes Fecales en ninguno de los tratamientos. La carga inicial es proporcional a la población final que se alcance en una carne durante su vida útil. Las bacterias se reproducen exponencialmente, por lo que una población inicial alta, resultará en menor tiempo para alcanzar los niveles en que la carne se descomponga. El T2 se asemeja a los resultados de (Pereira y Malfeito, 2015), quienes evaluaron la capacidad antimicrobiana de extractos de ajo obtenidos por solventes adicionados a medallones de carne molida de cerdo.

Los resultados mostraron que todos los extractos inhibían el crecimiento de *Listeria Monocytogenes* y *Escherichia coli* 0157:H7. Así el crecimiento microbiano se comportó semejante a los resultados de Margüenda *et al*. (2014), con ajo fresco y en polvo y que también reportaron un retardo en crecimiento microbiano en la conservación de carne de camello. Otros estudios han probado la efectividad de extractos de ajo en la conservación de canales de aves frescas almacenadas en refrigeración y han obtenido una reducción significativa en la contaminación microbiana, inhibiendo el crecimiento de microorganismos Mesófilos y reduciendo el crecimiento de Coliformes Totales y Fecales (Gheisari y Ranjbar, 2012), mismos que concuerdan con la inhibición de Coliformes Fecales en este estudio. Así la solución acuosa de 1.2 mL de ajo adicionada a los conejos, se sugiere como un presunto paso prometedor para el presente experimento.

Para la variable de pH, tanto en tratamientos como en vida de anaquel hubo diferencias significativas ($p \leq 0,05$). El rango fue de 6,26 a 7,01 entre tratamientos al inicio de la vida de anaquel. El pH del músculo de animales sanos es de alrededor de 7,04 y 7,30, alcanzando valores de 5,50 a 5,70 a las 24 h post mortem (Albarracín y Sánchez, 2013; Braña *et al*., 2011). Como en otros alimentos proteicos mantenidos en refrigeración y en aerobiosis, el pH de la carne de conejo aumenta a medida que el almacenamiento progresaba debido a la actividad bacteriana. Lo cual, concuerda con los resultados de la presente investigación, donde los valores del pH presentaron un incremento conforme a la evolución de la vida de anaquel, en los tres tratamientos analizados. Para las variables luminosidad, intensidad de rojos e intensidad de amarillos, no existieron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre tratamientos ni en vida de anaquel (Cuadro 3). Finalmente, el color no se vio afectado por los tratamientos, lo que sugiere que la calidad de la carne pueda no causar cambios en la decisión de compra del consumidor.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

**Cuadro 3.** Prueba de Tukey (5%) sobre el perfil físico y microbiológico, durante la vida de anaquel de carne de conejo.

| | Tratamiento | | | *P* | EEM |
|---|---|---|---|---|---|
| | GT | 1 | 2 | | |
| MA ($log_{10}$ UFC/ $cm^2$) | | | | | |
| Día 1 | $1,50^{x}$ | 2,15 | 2,23 | 0,092 | 0,208 |
| Día 3 | $2,08^{xy}$ | 2,35 | 2,18 | 0,675 | 0,210 |
| Día 5 | $2,58^{xy}$ | 2,65 | 2,54 | 0,960 | 0,258 |
| Día 7 | $2,46^{xy}$ | 2,51 | 2,68 | 0,642 | 0,167 |
| P | 0,009 | 0,097 | 0,781 | | |
| PSI ($log_{10}$ UFC/ $cm^2$) | | | | | |
| Día 1 | $1,57^{x}$ | $1,65^{x}$ | $2,01^{x}$ | 0,348 | 0,207 |
| Día 3 | $2,43^{xy}$ | $2,30^{y}$ | $2,77^{xy}$ | 0,255 | 0,182 |
| Día 5 | $2,90^{y}$ | $2,85^{z}$ | $2,99^{y}$ | 0,805 | 0,156 |
| Día 7 | $2,01^{xy}$ | $2,21^{y}$ | $3,15^{y}$ | 0,064 | 0,286 |
| P | 0,015 | 0,000 | 0,016 | | |
| pH | | | | | |
| Día 1 | $6,64^{ab}$ | $6,26^{aw}$ | $7,01b^{x}$ | 0,0058 | 0,101 |
| Día 3 | 6,66 | $6,49^{x}$ | $6,97^{x}$ | 0,0995 | 0,101 |
| Día 5 | $6,86^{ab}$ | $6,55^{ay}$ | $7,01^{bx}$ | 0,0278 | 0,090 |
| Día 7 | $6,38^{a}$ | $7,11^{bz}$ | $6,21^{ay}$ | 0,0108 | 0,147 |
| P | 0,469 | 0,000 | 0,000 | | |
| L* | | | | | |
| Día 1 | 61,17 | 59,76 | 61,38 | 0,762 | 1,645 |
| Día 3 | 58,41 | 59,76 | 57,42 | 0,683 | 1,842 |
| Día 5 | 58,11 | 56,79 | 56,51 | 0,680 | 1,326 |
| Día 7 | 58,13 | 57,17 | 57,55 | 0,901 | 1,478 |
| P | 0,789 | 0,065 | 0,255 | | |
| a* | | | | | |
| Día 1 | 2,04 | 1,99 | 1,25 | 0,167 | 0,280 |
| Día 3 | 1,21 | 1,63 | 2,17 | 0,205 | 0,330 |
| Día 5 | 3,75 | 1,57 | 2,38 | 0,422 | 1,106 |
| Día 7 | 3,16 | 1,58 | 1,805 | 0,345 | 0,756 |
| P | 0,582 | 0,783 | 0,360 | | |
| b* | | | | | |
| Día 1 | 4,27 | 3,69 | 4,17 | 0,436 | 0,320 |
| Día 3 | 3,48 | 4,46 | 2,78 | 0,376 | 0,784 |
| Día 5 | 5,10 | 3,14 | 4,53 | 0,349 | 0,901 |
| Día 7 | 5,17 | 3,76 | 4,14 | 0,443 | 0,754 |
| P | 0,599 | 0,263 | 0,550 | | |

GT: Grupo testigo (sin EAA añadido), tratamiento 1 (0,9 % EEA) y tratamiento 2 (1,8 % EAA). $P < 0,05$ indica diferencias significativas, MA: Mesófilos Aerobios, PSI: Psicrófilos, L*: luminosidad, a*: intensidad rojos, b*: intensidad amarillos, EEM: Error Estándar de la Media. a,b,c Medias con diferente literal en un renglón indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$). x,y,z Medias con diferente letra en la misma columna son estadísticamente diferentes ( $p < 0,05$).

## CONCLUSIONES

La adición del 0.9 % de extracto acuoso de ajo en la dieta de conejos, tiene un efecto positivo en la vida de anaquel al mantener la calidad microbiológica de la carne a través del tiempo, al disminuir la cuenta de Psicrófilos y Mesofilos aerobios, sin afectar la calidad física del producto (pH y color).

## LITERATURA CITADA

Albarracín, H. W. y B. I. Sánchez. 2013. Ca racterización del sacrificio de cordero de pelo a partir de cruces con razas criollas colombianas. Revista MVZ Córdoba 18(1): 3370-3378.

Braña, V. D., R. E. Ramírez., L. M. S. Rubio, E. A. Sánchez, U. G. Torrescano, M. M. L. Arenas, P. J. A. Partida, A. E. Ponce y R. F. G. Ríos. 2011. Manual de Análisis de Calidad en Muestras de Carne. SAGARPA/INIFAP/CONACYT/COFUPRO/AMEXITEC. México. 89.

Briens, C., M. Arturo-Schaan, L. Grenet and F. Robert. 2005. Effect of plant extracts on antioxidant status of fattening rabbits. Proc. 11émes Journées de la Recherche Cunicole, 2005 November, Paris, France. 217-220.

De Moura, K., R. Santo, L. De Miranda and M. Vanetti, 2005. Aqueous garlic extract and microbiological quality of refrigerated poultry meat. Journal of Food Processing and Preservation 29: 98-108.

Gheisari, H. R. and V. R. Ranjbar. 2012. Antioxidative and antimicrobial effects of garlic in ground camel meat. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences 36: 13-20.

Margüenda, I., N. N. Martín, P. G. Rebollar, M. V. Robinson, L. S. Fernández, S. V. Machota, K. Nakyinsige, A. B. Fatimah, Z. A. Aghwan, I. Zulkifli, Y. M. Goh and A. Q. Sazili. 2014. Bleeding efficiency and meat oxidative stability and microbiological quality of New Zealand White rabbits subjected to halal slaughter without stunning and gas stun-killing. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 27(3): 406.

Park, S. Y. and K. B. Chin. 2010. Evaluation of preheating and extraction solvents in antioxidant and antimicrobial activities of garlic, and their application in fresh pork patties. International Journal of Food Science and Technology 45: 365-373.

Pereira, M., and M. Malfeito. 2015. A simple method to evaluate the shelf life of refrigerated rabbit meat. Food Control 49: 70-74.

Rodríguez-Calleja, J. M., J. A. Santos, A. Otero and M. L. García-López. 2004. Microbiological quality of rabbit meat. Journal of Food Protection 67(5): 966-971.

Salem, A. Z., A. C. Ryena, M. M. Elghandour, L. M. Camacho, A. E. Kholif, M. C. Salazar and M. A. Mariezcurrena. 2014. Influence of *Salix babylonica* extract in combination or not with increasing levels of minerals mixture on *in vitro* rumen gas production kinetics of a total mixed ration. Italian Journal of Animal Science13(4): 3110.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE DE CONEJOS SUPLEMENTADOS CON *Tenebrio molitor*

## [CARCASS AND MEAT QUALITY OF RABBITS FED WITH *Tenebrio molitor]*

**Iliana Aleli Herrera-Soto[§], Jairo Apaez- Barrios, Juan Ocampo-López, Maricela Ayala-Martínez, Armando Zepeda-Bastida, Sergio Soto-Simental**

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo / Instituto de Ciencias Agropecuarias. Av. Universidad s/n km 1. Ex Hacienda de Aquetzalpa. Tulancingo, Hidalgo. México. CP. 43600. [§]Autor para correspondencia: (sotos@uaeh.edu.mx).

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar el efecto de la inclusión de larva de *Tenebrio molitor* en la alimentación de conejos, sobre la calidad de la carne y de la canal. Se utilizaron 20 conejos de 35 d de edad, distribuidos completamente al azar en dos tratamientos (sin tenebrio, con tenebrio), con 5 repeticiones cada uno, en 28 d de engorda, en los cuales se evaluó la calidad de la canal y de la carne. Los resultados fueron analizados con ayuda de programa estadístico SPSS. Los datos obtenidos demostraron que no tiene efecto ($p > 0.05$) sobre la calidad de la canal y de la carne de conejos. Por lo cual se concluye que *T. molitor* insecto del orden Coleóptera, tiene potencial para ser incluido como fuente de proteína en la dieta de conejos sin presentar alteraciones en la calidad de la canal ni de la carne.

**Palabras clave:** Capacidad de retención de agua, coleóptero, insecto, pH.

## ABSTRACT

The present work was the objective to determinate the effect of *Tenebrio molitor* inclusion, in the feeding process of fattening rabbits on the quality of the carcass and meat. Were used 20 rabbits weaned at 35 d and were subjected to a fattening of 28 days. This work have two treatments were used (Without Tenebrio, with Tenebrio) with 5 repetitions. The results were evaluated with the help of the SPSS program. The results obtained with the two diets offered have similarities, so it is concluded that *T. molitor*, insect of the order Coleoptera, has potential to be included as a source of protein in the diet of rabbits without presenting alterations in the quality of the carcass or meat.

**Index words:** Coleoptero, insect, pH, water retention capacity.

## INTRODUCCIÓN

La carne de conejo es 20% más barata que la carne de res (SAGARPA, 2015), es de fácil digestión, posee bajo contenido de colesterol, alto nivel de aminoácidos y un 21.5% de proteína (Camps, 1996), A pesar de estas cualidades, no es consumida frecuentemente; por ejemplo en México, el consumo per cápita es menor a 100 g (Marin, 2017). Lo anterior probablemente se debe a que el

conejo es utilizado como mascota o a que la producción es orientada a la obtención de pieles, quedando como último lugar la producción de conejo para carne (Moreira, 2015). La producción de conejos se centra en los estados de Hidalgo, Puebla, Estado de México y Guanajuato, donde se produce alrededor del 95% bajo un sistema de producción de traspatio o pequeña escala (SAGARPA, 2015) y el problema primordial es el costo de la alimentación.

En los últimos años, se ha tenido un creciente interés en los insectos como posible alimento gracias a su alto contenido y calidad de proteína (Cutrignelli *et al*., 2018), a su sostenibilidad ambiental, económica y fácil manejo (Belluco *et al*., 2013). Uno de estos insectos es el *Tenebrio molitor*, que pertenece a la orden coleóptera, y se caracteriza por ser rico en proteína, además de contar con un aporte importante de minerales como Fe, Ca, Cu, Mg y Zn (Feng, 2018). Por lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar la calidad de la canal y de la carne de conejos alimentados con *T. molitor* durante 28 d.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de larva de *T. molitor*: Se obtuvieron las larvas de *T. molitor* del laboratorio de biología celular de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, se congelaron hasta su incorporación en la dieta integral.

Dietas y animales: Los conejos utilizados para la realización de este trabajo fueron obtenidos y alojados en la Nave de Investigación de Producción de Conejos de Ciclo Completo del Instituto de Ciencias Agropecuarias (Tulancingo, Hidalgo), perteneciente a la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. El manejo, cuidado y observación de los animales se realizó bajo las reglas y autorización del comité de ética de dicha institución. Los animales fueron alojados en jaulas (90 cm x 60 cm x 45 cm), manteniendo una temperatura y humedad relativa promedio de 20 °C y 65 % respectivamente, se les ofreció agua y alimento *Ad líbitum*. Se utilizaron 20 conejos de 35 d de edad; raza Mariposa y California, con un peso promedio de 808.6 g, los cuales fueron asignados al azar a dos tratamientos ($n$ = 10 por tratamiento), con 5 repeticiones cada uno. En el Cuadro 1 se muestra las dietas utilizadas (sin tenebrio y con larva de *T. molitor*, respectivamente), formuladas con base a los requerimientos nutricionales de conejos de engorda (Halls, 2010), las cuales fueron mezcladas y posteriormente peletizadas con ayuda de una maquina modelo SKJ120 (Shandong, China). Una vez cumplido el periodo de engorda (28 d), se realizó el sacrificio de los conejos conforme a la norma oficial vigente (NOM-033-SAG/ZOO-2015), en el taller de cárnicos del Instituto de Ciencias Agropecuarias (Tulancingo, Hidalgo).

Determinación de la calidad de la canal y de la carne: Antes y después del sacrificio se midió el largo del animal, circunferencia a nivel de las vértebras lumbares. Posteriormente se pesó la canal caliente, al igual que hígado, riñones, bazo, corazón, pulmones, tracto gastrointestinal, vejiga, piel y patas, por separado. La canal se mantuvo en una cámara de refrigeración durante 24 h a 4 °C, posteriormente se pesó la canal fría y los cortes primarios siguiendo la metodología de Blasco y Ouhayoun (1993). En la parte correspondiente al músculo *Longisimus dorsi* se midió el pH de la carne por medio de un potenciómetro especial para carne Hanna model HI99163 (Hanna

instruments, Cluj-Napoca, Romania); la capacidad de retención de agua de acuerdo a las indicaciones de Honikel (1987) y el color se midió con un colorímetro Minolta CM-508d (Konica-Minolta, Tokio, Japón). Los datos obtenidos, tuvieron un diseño completamente al azar y se les realizó un análisis de varianza por medio del programa SPSS (IBM-SPSS software, Armonk, NY, USA).

**Cuadro 1.** Integración y composición nutricional de las dietas utilizadas en la alimentación de conejos en etapa de engorda.

| | Dieta | |
|---|---|---|
| | Con *T. molitor* | Sin *T. molitor* |
| Ingrediente | Base húmeda (g) | |
| Maíz molido | 204.3 | 201.4 |
| Sorgo molido | 202.4 | 199.5 |
| DDGS cebada | 19.2 | 18.9 |
| Salvado de trigo | 100.7 | 99.3 |
| Melaza de caña | 12.1 | 12 |
| Pasta de canola | 79.7 | 78.6 |
| Pasta de soya | 150.2 | 137.3 |
| Cascarilla de soya | 39.9 | 39.3 |
| Paja de cereales | 173.4 | 170.9 |
| *Tenebrio molitor* | 0 | 24.9 |
| Pre mezcla Wisium® | 18.2 | 17.9 |
| Composición nutricional | | |
| Proteína cruda (%) | 16.00 | |
| Energía digestible Mcal MS $Kg^{-1}$ | 2.50 | |
| Fibra cruda (%) | 12.00 | |
| Ca (%) | 0.80 | |
| P (%) | 0.50 | |

Premezcla Wisium®: Ca-263 %, P- 25.70 %, Mg-620%, Cu-2000 ppm, Fe-3200 ppm, Zn-2999 ppm, Vit E-500 ppm, Colina -10000 ppm, Vit A-0.13 ppm, Vit D3- 0.01 ppm, Vit B-39.58 ppm, Vit B2-116.80 ppm, Vit B5- 363 ppm, Vit B6- 45.58 ppm

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se muestran las medidas morfométricas de conejos alimentados con *T. molitor*, donde se muestra que no existieron diferencias significativas ($p > 0.05$). Lo anterior da pauta a decir que la inclusión de *T. molitor* no es perjudicial para el conejo, ya que los animales que lo consumieron no presentaron disminución considerable en sus medidas morfométricas, lo cual coincide a lo obtenido, cuando se ofreció en la alimentación de bagres como fuente de proteína, *T. molitor*, ya que los alevines pudieron sostener su crecimiento (Roncarati *et al*., 2015). Por otro lado, otros autores, encontraron que la inclusión del 50% de *T. molitor* en alimento ofrecido a Trucha arcoíris no disminuyó el crecimiento de este pez; sin embargo, indican que se tuvo un ahorro en proteínas de otras fuentes, ello podría llevar a una disminución del costo de alimentación (Gasco *et al*., 2014). Con los resultados anteriores, se podría decir que la larva de *T. molitor* es una opción para suplementar proteína para la nutrición de conejos.

**Cuadro 2:** Medidas morfométricas del conejo y de su canal, alimentados con larva de *T. molitor.*

| Variable | Dieta Sin *T. molitor* | Con *T. molitor* | MEE |
|---|---|---|---|
| Largo del conejo vivo (cm) | 30.30 | 29.50 | 1.71 |
| Circunferencia lumbar vivo (cm) | 18.95 | 19.16 | 1.69 |
| Piel (g) | 284.40 | 255.16 | 94.72 |
| Patas (g) | 45.60 | 45.16 | 5.69 |
| Largo del conejo canal (cm) | 31.40 | 31.00 | 1.24 |
| Circunferencia lumbar canal (cm) | 15.20 | 15.58 | 16.68 |

MEE= Media del error estándar.

En el Cuadro 3, se muestran las variables contempladas en el análisis de la calidad de la canal de conejos, los tratamientos con y sin tenebrio no muestran diferencias significativas; sin embargo se puede apreciar una ligera diferencia numérica en cuanto a la grasa y variables de disección de la canal en aquel grupo de conejos que consumieron Tenebrio, ello hace suponer que la proteína y otros nutrientes que presenta la larva de Tenebrio fueron más disponibles para el crecimiento de los animales.

**Cuadro 3.** Calidad de la canal de conejos alimentados con *T. molitor.*

| Variable | Dieta Sin *T. molitor* | Con *T. molitor* 2 g | MEE |
|---|---|---|---|
| Cortes primarios | | | |
| Grasa escapular | 4.12 | 4.25 | 2.03 |
| Grasa riñonada | 7.00 | 11.75 | 3.75 |
| Cabeza | 93.62 | 99.00 | 10.70 |
| Parte anterior | 208.25 | 249.00 | 38.47 |
| Parte media | 87.50 | 102.50 | 19.09 |
| Parte posterior | 156.75 | 198.50 | 37.31 |
| Piernas | 304.50 | 359.00 | 54.74 |
| Carne | 210.25 | 249.50 | 42.69 |
| Grasa | 90.25 | 104.50 | 14.56 |
| Hueso | 2.20 | 3.60 | 1.42 |
| Vísceras completas | 455.00 | 434.80 | 20.02 |
| TGI Lleno | 340.20 | 324.00 | 16.05 |
| Vejiga llena | 7.60 | 8.20 | 2.14 |
| Corazón | 5.20 | 4.80 | 0.40 |
| Pulmones | 15.20 | 15.40 | 1.53 |
| Bazo | 1.60 | 1.40 | 0.33 |
| Hígado | 69.60 | 63.20 | 6.31 |
| Riñones | 10.00 | 9.20 | 1.08 |
| TGI Vacío | 152.10 | 148.00 | 14.47 |
| Vejiga vacía | 3.80 | 4.60 | 0.71 |

MEE= Media del error estándar. TGI= Tracto gastrointestinal.

Los resultados de este estudio concuerdan con lo descrito en un trabajo con pollos de engorda alimentados con o sin una dieta con *T. molitor* (Bovera *et al*., 2016). En los Cuadros 3 y 4 se identifican los parámetros relacionados con la calidad de la carne en conejos alimentados con *T. molitor* (T2) y sin *T. molitor* (T1). Las variables muestran similitudes entre tratamientos lo cual demuestra que la inclusión de larva de *T. molitor* en la alimentación de conejos de engorda no tiene efectos negativos. Resultados similares fueron descritos por Laconisi *et al*. (2017), en su investigación donde llevaron a cabo mediciones de color, capacidad de retención de agua (CRA) y pH sobre doradas (*Pagellus bogaraveo*).

**Cuadro 4.** pH y capacidad de retención de agua (CRA), de carne de conejo alimentado con larva de *T. molitor*.

| | Dieta | | |
|---|---|---|---|
| Variable | Sin *T. molitor* | Con *T. molitor* 2 | MEE |
| pH | 5.75 | 5.69 | 0.09 |
| CRA | 29.85 | 31.29 | 17.89 |
| L* | 62.44 | 44.64 | 43.74 |
| a* | 0.66 | 0.51 | 2.36 |
| b* | 8.94 | 6.51 | 8.39 |

MEE= Media del error estándar.

## CONCLUSIONES

La inclusión de larva de *T. molitor* a la dieta de conejos en etapa de engorda (28 d) como fuente de proteína no afecta la calidad de la canal y de la carne, por lo tanto, puede ser una alternativa para utilizarse como fuente de proteína en la dieta de conejos.

## LITERATURA CITADA

Belluco, L., M. C. Maggioletti y C. Alonzi. 2013. Insectos comestibles en una perspectiva de seguridad alimentaria y nutricional: una revisión crítica. Ciencia de los alimentos e inocuidad de alimentos, 28-34.

Bovera, F., R. Loponte, S. Marono, G. Piccolo, G. Parisi, V. Laconisi and A. Nizza. 2016. Use of Tenebrio molitor larvae meal as protein source in broiler diet: Effect on growth performance, nutrient digestibility, and carcass and meat traits. Journal of Animal Science 639-646.

Camps, J. 1996. Cárne de conejo: cualidades dietéticas y futuro. Boletín de cuniccultura 83: 44-50.

Cutrignelli, M., M. Messina, T. Francesca, B. Randazzo, I. Olivotto y L. Gasco, F. Bovera. 2018. Evaluación de una harina de insectos de la Mosca Soldada Negra (*Hermetia illucens*) como sustituto de la soja: morfometría intestinal, actividad enzimática y microbiana en gallinas ponedoras. Veterinary Science 117: 209-215.

Feng, S. 2018. Tenebrio molitor, entomophagy and processing into ready to use therapeutic ingredients. Journal of nutritional health y food engineering, 280-285.

Gasco, L., M. Belforti, L. Rotolo, C. Luissiana, G. Parisi, G. Terova and F. Gai. 2014. Mealworm (Tenebrio molitor) as a potential ingredient in practical diets for rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). Insects to feed the world, 69-74.

Laconisi, V., S. Marono, G. Parisi, L. Gasco, L. Genovese, G. Maricchiolo, G. Piccolo. 2017. Inclusión dietética de la harina de larvas de *Tenebrio molitor*: efectos en el rendimiento del crecimiento y en la calidad final de los bocadillos de dorada (Pagellus bogaraveo). Acuicultura Elsevier 49-58.

Marin, M. P. 2017. Efecto de la adición de cilantro en la dieta de conejos sobre la oxidación de la grasa y proteína durante la vida de anaquel de la carne. Tesis de maestria UAEM.

Moreira, R. A. 2015. Análisis de la situación pecuaria nacional, y la producción de cuyes y conejos a nivel provincial (examen complexivo). UTMACH, Unidad Académica de Ciencias Empresariales, Machala, Ecuador.

Roncarati, A., L. Gasco, G. Parisi and G. Terova. 2015. Growth performance of common catfish (Ameiurus melas Raf.) fingerlings fed mealworm (*Tenebrio molitor*) diet. Wageningen Academic Publishers, 233-240.

SAGARPA. 2015. Manual de buenas prácticas de producción de carne de conejo . Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/95448/Manual_de_Buenas_Pr_cticas_de_Producci_n_de_Carne_de_Conejo.pdf

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# ELABORACIÓN DE ARTÍCULOS CON PIEL-PELO DE CONEJO Y HÁBITOS DE CONSUMO DE CARNE DE CONEJO

## [ELABORATION OF ARTICLES WITH RABBIT'S SKIN AND FUR, AND HABITS OF RABBIT'S MEAT CONSUMPTION]

**Christian Israel Narváez-Briones[§], José Guadalupe Gómez-Soto, Laura Eugenia Escobar-Salazar, Dorian Paulina Martínez-Cruz, Mariana Rocha-Solache, Erick Rolando Ramos-Olvera, Manuel Alejandro Lugo-Rubio, Carlos Javier Gudiño-Lozano, lberto Godoy-Rosales**

[§]Autor para correspondencia: (chnarvaezb@hotmail.com).

## RESUMEN

México es un país que después de la presencia del virus hemorrágico del conejo, a finales de la década de los 80´s, ha hecho un esfuerzo por lograr que la cunicultura sea una actividad de importancia pecuaria. Al desarrollarse el día 27 de noviembre del 2018 el evento "Taller básico de confección de artículos con piel-pelo de conejo" se realizó una encuesta a los asistentes, con la intención de evaluar cómo son los hábitos generales de consumo de carne, y su apreciación sobre la carne de conejo. El 70% de los asistentes eran cunicultores y el resto comerciantes, veterinarios y/o estudiantes. Respecto a la frecuencia de consumo de carne en general, el 50% consumen de 1-2 veces por semana y la otra mitad de 3-5 veces. El principal factor que influye para elegir la carne y consumirla fue el sabor/textura (60%), seguido de la oferta (30%), por lo que el precio no es factor a considerar. La mayor parte ha consumido carne de conejo en forma asada (60%), el resto guisada (30%) y embutida (20%). Sobre los temas de interés que desearían hubiera más capacitación están: curtido de la piel (60%), transformación de la carne (20%), razas (10%) y elaboración de carnaza con despojos del conejo (10%). Con los resultados de esta encuesta, se observa que la gente interesada en la cunicultura desea seguir capacitándose, que el consumo de proteína de origen animal es frecuente semanalmente y que las personas interesadas en esta actividad pecuaria son heterogéneas, ya que existen tanto varones como mujeres de diversas edades. Existe aún desinformación sobre la cunicultura, sin embargo, hay interés de un sector de la población de actualizarse. Hay un área de oportunidad en la cunicultura para desarrollar investigación y extensión por parte de la Universidad Autónoma de Querétaro.

**Palabras clave:** Capacitación, cunicultura, encuesta, oportunidad, taller.

## ABSTRACT

Mexico is a country that, after the presence of the rabbit hemorrhagic virus, at the end of the 1980s, has made an effort to make rabbit breeding an important animal activity. When the event "Basic workshop for the preparation of articles with rabbit fur" was developed on November 27, 2018, a survey was made to the attendees, with the intention of evaluating the general habits of meat consumption, and their appreciation about rabbit meat. 70% of the attendees were veterinarians and / or students. Respect the frequency of meat consumption in general, 50% consumed 1-2 times

per week and the other half 3-5 times. The main factor that influences to choose the meat and the consumption was the flavor / texture (60%), followed by the offer (30%), so the price is not a factor to consider. The majority consumed rabbit meat in a roasted form (60%), the rest stewed (30%) and stuffed (20%). On the subjects of interest that would wish to have more training are: tanning of the skin (60%), transformation of the meat (20%), breeds (10%) and elaboration of dog meat with spoils of the rabbit (10%). With the results of this survey, it is observed that people interested in rabbit breeding want to continue training, that the consumption of protein of animal origin is frequent weekly and that people interested in this livestock activity are heterogeneous, since there are both men and women of different ages. There is still misinformation about rabbit breeding; however, there is interest from a sector of the population to be updated. There is an area of opportunity in rabbit breeding to develop research and extension.

**Index words:** Opportunity, rabbit breeding, survey, training, workshop.

## INTRODUCCIÓN

Desde tiempos antiguos la carne de conejo se ha utilizado con diversos fines zootécnicos, culturales, ya sea en platillos endémicos, religiosos o de compañía; los romanos fueron los primeros en incluirlo en sus platos de comida y lo llamaron *cuniculus*. El conejo se dispersó en el año 476, siendo llevado por el hombre a Alemania, Francia y Bélgica, aunque el legítimo lugar de origen es España. Hacia 1500 se extendió por todo el mundo. Los primeros intentos de domesticación datan de la época de Julio Cesar. Luego, en la época medieval, aparecen los primeros intentos de aulas en los monasterios, lo que da inicio a la verdadera domesticación, Francia fue uno de los países pioneros en el desarrollo de razas. También destacan como productores de diversos continentes algunos países como Egipto, Malta y Chipre (Kirchner, 2012).

En 2016, Asia produjo 1, 025, 453 toneladas de carne de conejo, alcanzando el 72% de la producción mundial colocándose como el primer productor cunícola, seguidos por Europa con 289, 884, África con 96, 031 y América con 16, 718. Aunque México se colocó en primer lugar en producción de esta carne con 4, 448 toneladas, sigue siendo una cifra aún muy baja, viéndose opacada por las 849, 150 toneladas producidas por China en el mismo año, e incluso viéndose carente frente a las 35, 971 toneladas de carne producidas en Alemania quien entra en el séptimo lugar de Europa (Olivia, 2018). Por su prolificidad llego a considerarse una plaga en Europa y Australia. La palabra España tiene sus orígenes en *Hispania*, que significa tierra o lugar de conejos, y parte de su cultura nos ha sido heredada. La urbanización ha hecho también que la mayoría de la población olvide cómo se consumía el conejo cuando el país era más rural y en las viviendas existían rústicos criaderos de este animal (Cruz, 2010).

Actualmente la necesidad de producir alimentos sanos y de calidad es muy importante, debido a que problemas como la obesidad y la desnutrición se presentan día con día en la sociedad. Del mismo modo, la sociedad demanda cada vez más empleos, lo que conlleva la necesidad de emprender un negocio bonito y rentable para cuando el desempleo sea una realidad, de forma que pueda ser la solución a este problema. La producción de conejos es la alternativa ideal, ya que se

obtiene carne baja en grasa, apropiada para estos tiempos en que la población se preocupa a vez más por cuidar lo que come, tanto en zonas urbanas como rurales pues en ambas la desnutrición es grave. Incluso organizaciones como la FAO recomiendan el conejo como una buena alternativa para producir alimento de alta calidad a bajo costo. Este pequeño animal es parte de nuestra historia, desde los tiempos de caza era y sigue siendo la presa por excelencia (Cruz, 2010).

Llegando a darse la cunicultura, siendo el proceso de reproducción, cría y engorda de conejos en forma económica orientada a obtener el máximo beneficio en la venta de sus productos y subproductos. Por la necesidad relativamente escasa de inversión inicial, la existencia de ciclos cortos rotatorios y el potencial mercado interno la explotación de conejos es una actividad pecuaria no tradicional muy interesante desde el punto de vista productivo-económico (Pérez y Sánchez, 1991). Dado a que en México la cunicultura es una práctica que se encuentra en desarrollo y que es poco conocida, es importante conocer y dar a conocer la percepción que se tiene sobre esta carne tan nutritiva y lo bondadosa que es con el humano, que inclusive de un mismo animal puede llegar a aprovecharse muchas otras cosas que vienen siendo los llamados subproductos de los mismos y ser utilizados en el beneficio de las personas interesadas en la confección de artículos de este tipo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para conocer la percepción que tienen las personas de que el conejo muchas veces solo puede ser utilizado como alimento, es decir, que solo la carne puede ser utilizada y aprovechada, se hizo una encuesta a las personas interesadas en el desarrollo de artesanías sobre sus hábitos alimenticios en general sobre el consumo de carne de diferentes animales, enfocándonos en las oportunidades que pueden haber en el consumo de carne de conejo.

La encuesta se realizó al término de las actividades correspondientes del taller que fue impartidoel día 27 de noviembre del 2018 llamado "Taller básico de confección de artículos con piel-pelo de conejo". Las preguntas se dividieron en 3 partes: opinión sobre el Taller, hábitos generales de consumo de carne y apreciación de la carne de conejo. La encuesta contó con 14 preguntas a los 15 productores y/o cunicultores presentes. De igual forma la encuesta se realizó de manera anónima por lo que los datos no se pudieron ver influenciados o afectados por motivos externos a lo que meramente se trata de dar a conocer con esta actividad que es buscar el incremento en el área de oportunidades que necesitan ser explotadas dentro de la cunicultura.

Y es que, nuestro objetivo siempre fue conocer cómo podemos ir mejorando en ayudar a nuestros compañeros cunicultores a llevar ésta práctica a cada rincón y dentro de sus vidas para que los diferentes productos de origen animal alternativo se vaya expandiendo para que haya más variedad en las opciones que se puedan ocupar.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la encuesta nos mostraron los siguientes puntos de interés social dentro de los temas que fueron expuestos y fueron abordados dentro del taller, siendo los que a continuación se

muestran de manera gráfica haciendo énfasis en los objetivos más importantes que pretendían darse en el taller:

**¿Cuál es la frecuencia de tu consumo de carne de cualquier especie a la semana?**

Los datos generales de este punto muestran que el consumo de carne es repetitivo en la vida diaria de una persona dedicada a estas actividad, recordando que se entrevistó un grupo selecto de cunicultores, siendo moderado este consumo de carne, sin llegar a consumirla diario pero si con un número considerable siendo semanalmente mayor a una vez por persona y como media de dos a tres veces.

Y es que el consumo de proteínas de origen animal es necesario en la dieta humana y no solo de origen vegetal como son la soya que es considerada la fuente más abundante y valiosa de proteínas vegetales, ya que además de ser de gran calidad, cuenta con un adecuado contenido de aminoácidos esenciales que representan beneficios importantes para la salud (Luna, 2006) u otros productos vegetales considerados proteicos, pero las proteínas animales funcionan de manera diferente sobre los organismos consumidores de alimentos de origen vegetal.

**¿Qué factores influyen para que elijas una carne para consumirla?**

A pesar de la alza en el precio de los productos de origen animal (con un 5.9% en los últimos años, desde el 2011 en la carne de conejo según la FAO), en este caso de la carne, parecen indicarnos estas muestras que los consumidores de carne dedicados a la cría de conejos se basan más en la textura y calidad de la misma o en su oferta, es decir, los consumidores comerán el tipo de carne que tengan más a la mano para su consumo, lo que nos dice que si hubiera más lugares donde se vendiera o pudiera adquirir carne o productos de conejo, las personas no tendrían problema en comprarlo y consumirlo, mostrado en el Figura 1.

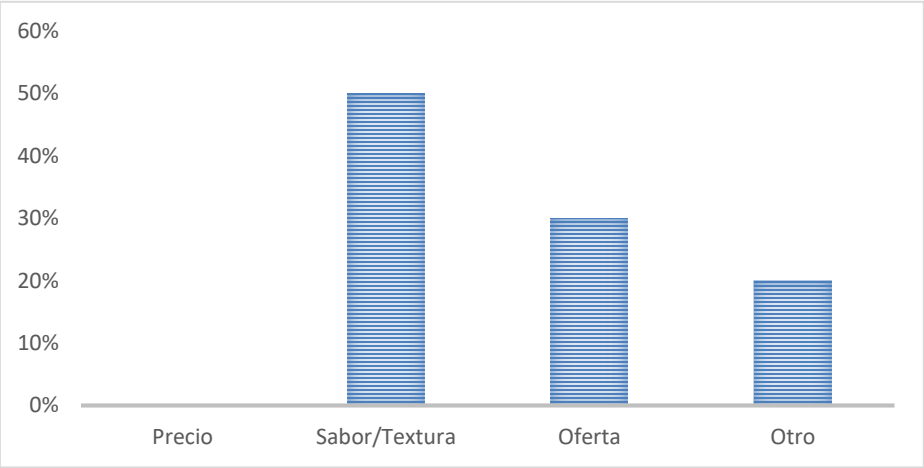



**Figura 1.** Opciones dadas a los encuestados sobre los factores que influyen para que eligieran una carne de otras en el mercado.

**¿En qué modalidad había consumido carne de conejo con anterioridad?**

Cada vez la diversidad de consumo en las carnes ha ido en aumento y más específicamente del conejo, el problema que continua hasta nuestros días podría ser las pocas maneras en las que la gente conoce como preparar este producto y en su mayoría optan por técnicas sencillas como el asado o los embutidos (como es referido en el Figura 2) ya preparados más que buscar nuevas recetas de su preparación lo que va reduciendo el área de mercado referido a la gente y cómo podemos notar incluso los cunicultores desconocen técnicas de preparación del producto que ellos mismos generan.

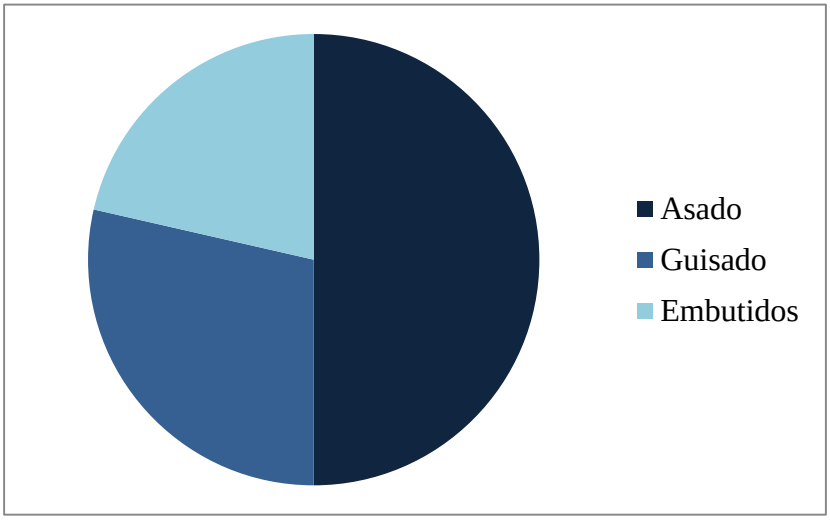



**Figura 2.** Modalidad en el que se ha consumido carne de conejo por los asistentes al taller.

**¿Qué piensa sobre la carne de conejo y sus productos?**

Como se dio a entender en preguntas anteriores, a los asistentes su principal preocupación es la falta de oferta dentro de los lugares conocidos para adquirir productos de origen animal como supermercados, mercados entre otros; en este caso las personas no consumen tanta carne de conejo por la falta de lugares que la venden en la que se pueda adquirir y no tanto por el precio de esta, que muchas veces aumenta en costo por la misma falta de oportunidad en su ventas o el desconocimiento de los beneficios de la carne de este animal.

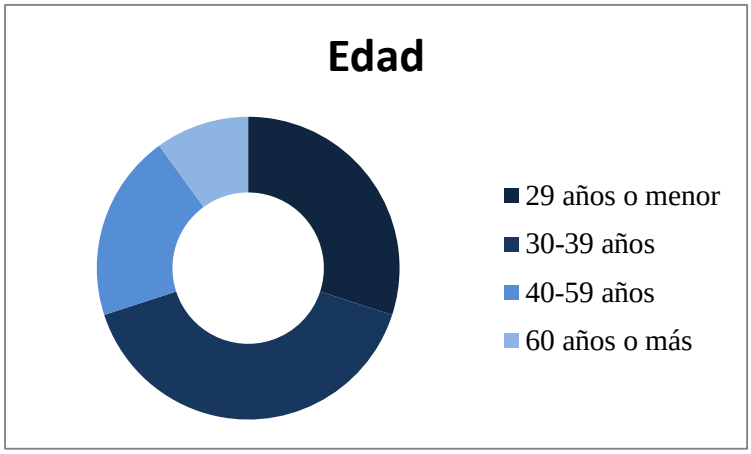
**Información general de los asistentes al curso y áreas de interés**

**Cuadro 1.** Sexo de los asistentes al curso de cunicultura.

| Sexo: | |
|---|---|
| Masculino | 60% |
| Femenino | 40% |

Como el Figura 3 nos indica, antes la cunicultura era una actividad que se consideraba de una actividad mayoritariamente para personas de vida sedentaria o de la tercera edad, pero con la necesidad de buscar productos de diferentes orígenes, cada vez hay nuevas generaciones interesándose en la cría de conejos, como aquí se observó en que la mayoría de los asistentes eran jóvenes y adultos menores de cuarenta años lo que nos afirma esta alza.

**Figura 3.** Dato gráfico sobre la edad porcentual de los asistentes al taller.




Pero, aunque haya un incremento en el número de personas que se dedican a esta actividad sigue habiendo grandes áreas de oportunidad a explotar y, es que, en éste escenario de crisis general económica y con una gran volatilidad en el mercado de materias primas, debemos de promover líneas de actuación encaminadas a la gestión más eficiente y optimizada de los costes de alimentación, ya que son éstos los que justifican el 53% de los costes de producción cunícola (Ozcos y Muguerza, 2014).

## CONCLUSIONES

En su mayoría los asistentes al evento se dedican a la cría de conejos con diferentes fines zootécnicos, y es que es una actividad sencilla de practicar y no se requiere mucha inversión inicial, simplemente con un inicio mínimo de nueve conejas y un semental, para el que se requieren nueve jaulas rectangulares para las hembras y una redonda de monta para el semental en total doce jaulas de alambre galvanizado con medidas de 0.90 de largo, 0.60 de fondoe y 0.40 M de altura dominando menos de once metros de espacio equipadas con comedero y bebedero de lamina galvanizada, cuatro a seis nidales para cría, (Garcirrojas, 2010) y con esto se puede iniciar una granja cunícula de uso familiar; por otra parte, fue bueno ver el interés de personas de otras ocupaciones dentro del taller como fueron los diferentes MVZ, comerciantes, productores o estudiantes interesados en el área. Inclusive muchos de estas personas asistieron con el objetivo de aprender o saber que hacer con las pieles de los conejos que crían y no desecharlas como estaban haciendo ya que saber realizar esto "es muy bueno ya que aprendemos a utilizar todas las partes del animal, no solamente su carne".

En general los asistentes dieron a expresar su interés por saber cómo, a demás de utilizar la piel, saber curtirla, es decir, saber el proceso desde que la piel es quitada del animal, hasta que esta se

pueda utilizar para la confección de artículos con piel por lo que se considera a futuro realizar un taller sobre ésta disciplina, de igual manera se propusieron talleres sobre embutidos, ya sea salchicha, jamón, chorizo, etcétera, para abrir el panorama, darle un valor agregado a los productos y subproductos de ésta crianza de conejos y las áreas de oportunidad de todos los productos que pueden salir del conejo o derivados de éste ya que las pieles de los animales domésticos silvestres hablando de mamíferos que se pueden conservar por tiempo prolongado y mejorar sus características físicas cambiando su composición química pero en general, el crecimiento de los participantes asistentes como productores es un indicador de que la difusión generada con estos cursos o talleres está siendo efectiva y que la cunicultura pronto será una actividad de importancia a nivel pecuaria y como opción de consumo en la carne de conejo.

## LITERATURA CITADA

Cruz, H. A. R. 2010. Conejo. Manual de Producción Comercial. México: Papiro Omega: 13-56.

Garcirrojas, R. R. 2010. Engormix: Propuesta para el incremento de cría y engorde de conejos en México.

Kirchner, F. R. 2012. Conejos. Quinta edición. México. Editorial Trillas.

Luna, J. A. 2006. Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Valor nutritivo de la proteína de soya. Redalyc. México. 29.

Oliva, E. 2018. Indicadores de cunicultura. Dirección de porcinos, aves de granja y no tradicionales. Ministerio de la Agroindustria Presidencia de la Nación. Argentina.

Oscoz, A. Á., y M. M. Á. Muguerz. 2014. Gestión Económica. Cunicultura Producción. Navarra Agraria. España. 48.

Pérez, P. A. S. y P. J. A Sánchez. 1991. Manual de Cunicultura. Primer Año Ciclo Básico Agrario. Dirección Provincial de Educación Técnico Profesional. Argentina. 8.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# PERCEPCIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA UAQ SOBRE LA CARNE DE CONEJO

# [PERCEPTION OF THE STUDENTS OF VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECNIA OF THE UAQ ON THE CARNE OF CONEJO]

**Alberto Godoy-Rosales[§], José Guadalupe Gómez-Soto, Mariana Rocha-Solache, Carlos Javier Gudiño-Lozano, Christian Israel Narváez -Briones, Erick Rolando Ramos-Olvera, Arturo Arnulfo Islas-Cadillo**

[§]Autor para correspondencia: (agodoy27@alumnos.uaq.mx).

## RESUMEN

Se encuestaron 100 estudiantes de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Facultad de Ciencias Naturales en la Universidad Autónoma de Querétaro, con la intención de conocer sus hábitos de consumo y conocimiento sobre la carne de conejo. Se elaboró una encuesta en la plataforma Google formularios y se compartió a través de WhatsApp el link para responderla. El 87% de los encuestados ya había consumido este la carne de conejo, el 14.3% la consume de 1 a 2 veces por semana, el 31% la ha ingerido en su hogar principalmente y un 22% en fiestas, el 68.5% la comió en forma de guisado y un 22.5% asado, el 74% sabe dónde conseguirla, el 69% conoce al menos un beneficio de esta y el 67% de los estudiantes encuestados están dispuestos a incluir la carne de conejo a su dieta mientras que el 29% están indecisos. De forma general la encuesta permitió conocer que hay estudiantes interesados en el consumo de esta carne ya que conocen los beneficios que les brinda, también por lo cual la consumen de una manera frecuente, además de ser una carne económicamente accesible, y en el caso de los estudiantes que no conocen sobre la carne de conejo están dispuestos a aprender sobre las bondades de la misma.

**Palabras clave**: Bondades, consumo, dieta, encuesta.

## ABSTRACT

100 students of Veterinary Medicine and Zootechnics of the Faculty of Natural Sciences in the Autonomous University of Querétaro were surveyed, with the intention of knowing their habits of consumption and knowledge about rabbit meat. A survey was developed on the Google forms platform and the link to answer it was shared through WhatsApp. 87% of respondents had already consumed this rabbit meat, 14.3% consumed 1 to 2 times a week, 31% had ingested at home mainly and 22% at parties, 68.5% ate it in the form of stew and 22.5% roast, 74% know where to get it, 69% know at least one benefit of this and 67% of the students surveyed are willing to include rabbit meat to their diet while the 29 % are undecided In general, the survey allowed to know that there are students interested in the consumption of this meat since they know the benefits that it offers them, also for which they consume it in a frequent way, besides being an economically accessible meat, and in the case of Students who do not know about rabbit meat are willing to learn about the benefits of it.

**Index words**: Consumption, diet, survey, goodness.

## INTRODUCCIÓN

Más del 90 % de la carne que se consume en el mundo es de cerdo, res y ave, y sólo el 0.5 % corresponde a la de conejo. Mientras que, en Italia, la demanda de carne de conejo per cápita es de 5.3 kg al año, en México sólo llega a alrededor de 40 g. México ocupa el décimo cuarto lugar mundial como productor, con 4 200 T anuales, muy inferior a China (500 mil T) e Italia (225 mil T) (FAO, 2002).

Pese a que la crianza y consumo del conejo son bajos, la cunicultura es una actividad favorable para campesinos pequeños y medianos en todo el mundo, debido a su fácil manejo, la rapidez para recuperar la inversión y a la posibilidad de generar ingresos modestos durante todo el año (Olivares, 2002). Debido a las características de su producción, la crianza de conejos podría ser la respuesta a los problemas de hambre, desnutrición y pobreza rural en los países en desarrollo (Ramírez, 2004), ya que una hembra reproductora puede producir más de 80 kg de carne por año. En México, hay una carencia de tradición culinaria con la carne de conejo; la ignorancia y los atavismos propios de nuestra población en relación con la crianza y el consumo del conejo; el desinterés de las industrias privadas (productoras de alimentos balanceados, de equipo y accesorios, etc.) en fomentar la cunicultura; la centralización política sexenal para la producción casi privativa de sólo algunas especies animales; la precaria, casi nula, disponibilidad de créditos bancarios y con tasas de interés razonables; la mínima intención de las instituciones educativas relacionadas con el ámbito pecuario para impulsar el desarrollo de la cunicultura, etc. Todo esto en conjunto ha propiciado que en México la mayor parte de su gente no consuma el conejo más que como platillo excéntrico de fin de semana, y puede asegurarse que una buena parte de su población nunca siquiera lo ha intentado paladear (Martínez, 2004).

Las escuelas de medicina veterinaria y zootecnia forman a los futuros profesionistas involucrados en la producción de alimentos, por lo que la encuesta fue planteada para saber si los estudiantes conocen sobre las bondades de la carne de conejo, si la consumen, etc. debido a que la carne de conejo es una opción como alimento, tanto por la forma en que se produce, así como por la cantidad y calidad proteica que aporta al consumidor (Serem *et al*., 2013). Es valorada por sus propiedades nutricionales y dietéticas, es una carne magra, con menor contenido en ácidos grasos saturados y colesterol en comparación con otras carnes. Cabe mencionar que es una carne blanca, fácil de cocinar, de buen sabor (Hernández, 2008).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una encuesta a través de Google Formularios sobre el consumo de carne de conejo a los estudiantes de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro, con el fin de conocer si los estudiantes consumían, conocían los beneficios de la carne de conejo y ver un grupo de interés para posteriores estudios.

La encuesta se dividió en tres partes, la primera parte eran preguntas de información general, la segunda parte eran preguntas sobre su consumo de carne y la última parte sobre el consumo de carne de conejo e información general como donde conseguirla, beneficios y cuantas veces la consumen.

Esta actividad se realizó del 9 de Mayo del 2019 al 21 de Julio del mismo año, se dio un tiempo muy largo ya que no se cubrían las 100 encuestas planteadas principalmente, se difundieron a partir de la plataforma de WhatsApp mediante un grupo donde se encuentran los jefes de cada grupo para que ellos compartieran el link con sus demás compañeros y la otra forma fue pasarlas a conocidos que estudien dentro de la facultad.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se obtuvieron de las preguntas de interés han sido representados de forma de gráfica para mostrar lo que los estudiantes piensan sobre la carne de conejo:

### Información general

En la encuesta se tomaron en consideración todos los estudiantes de cualquier grado incluso hasta egresado con el fin de obtener posteriormente un área o grupo de interés (Figura 1), y también se tomó en cuenta la edad (Figura 2), en este caso el mayor grupo fue de 19-20 años que corresponde al del grado que es el de segundo semestre; por lo tanto, este grupo es el de mayor interés.

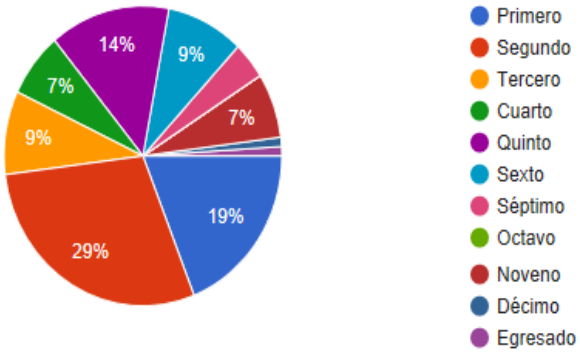



**Figura 1.** Semestre de los estudiantes.

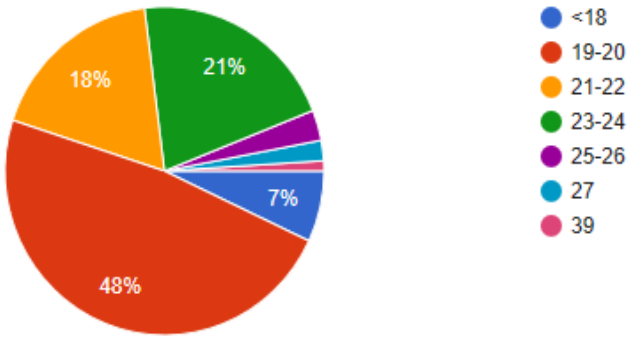



**Figura 2.** Edad de los estudiantes.

**¿Conoce algún beneficio que tenga el consumir la carne de conejo? (Mencione el o los beneficios que conoce)**

Los estudiantes coinciden con algunas de las bondades que describe Kirchner (2010) y Cruz (2010); dentro de los beneficios se encuentra de este tipo de carne se encuentran sus valores nutritivos a comparación de otros animales se observa en la tabla 1.

Los resultados de estas dos preguntas, la mayoría de los estudiantes conocen algunos beneficios de esta carne (Figura 3), dentro de sus respuestas sobre la canal son:

- Carne baja en grasas (24 / 67)
- Alta en proteínas (19 / 67)
- Tiene pocas calorías (1 / 67)
- Nutritiva (16 / 67)
- Es muy suave (2 / 67)
- Digestible (5 / 67)

Donde 67 son el total de respuestas de los estudiantes que conocen los beneficios de la carne de conejo.

La carne de conejo es un producto que, presenta características que resultan benéficas para su consumo, pues es rica en proteínas, representa una excelente fuente de hierro, zinc y magnesio, así como vitaminas del grupo B, cianocobalamina (B12), niacina (B3) y piridoxina (B6); es una carne de fácil digestibilidad por la poca grasa que contiene y el bajo contenido de colágeno, aportando proteínas de un alto valor biológico que son necesarias (Cruz *et al.*, 2010).

**Cuadro 1**: Calidad de la carne de conejo (Kirchner *et al*, 2010)

| Tipo | Peso canal Kg. | Proteína % | Grasa % | Agua % | Colesterol m/g 100g | Aporte energético Kcal/100 g | Contenido en hierro mg/100g |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Carne de ternera | 150 | 14-20 | 8-9 | 74 | 70-84 | 170 | 2.2 |
| Carne de vaca | 250 | 19-21 | 10-19 | 71 | 90-100 | 250 | 2.8 |
| Carne de cerdo | 80 | 12-16 | 30-35 | 52 | 70-105 | 290 | 1.7 |
| Carne de cordero | 10 | 11-16 | 20-25 | 63 | 75-77 | 250 | 2.3 |
| Carne de conejo | 1 | 19-25 | 3-8 | 70 | 25-50 | 160-200 | 3.5 |
| Carne de pollo | 1.3-1.5 | 12-18 | 9-10 | 67 | 81-100 | 150-195 | 1.8 |
| Huevo de gallina | 0.06 | 12-13 | 10-11 | 65-66 | 213 | 150-160 | 1.4 |

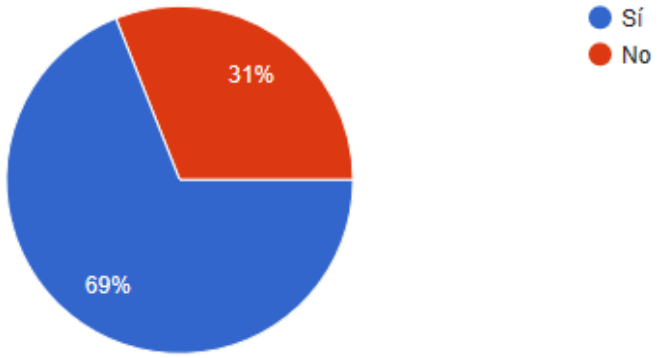



**Figura 3** Estudiantes que conocen sobre los beneficios sobre la carne de conejo.

**Si conociera los beneficios que tiene el consumir la carne de conejo. ¿La incluiría en su dieta?**

No hace mucho tiempo la carne de conejo era algo muy apetecible a la hora de la comida ya que se tenía un punto de vista algo malo para esta carne, ya que se desconocía totalmente los beneficios que esta nos brinda o simplemente al conejo se le veía y ve como una mascota y no como un animal de producción el cual nos brinda mejores cosas que otras carnes que se consumen a diario, sin considerar los precios. Incluir esta carne a la dieta por el bajo nivel de grasas saturadas, escaso contenido de sodio y alto de potasio de la carne de conejo la hacen apropiada para la dieta de personas con problemas cardiovasculares, hipertensión, colesterol o ácido úrico. (Cruz *et al.*, 2010)

En los resultados obtenidos por esta pregunta se mostró gran interés de los estudiantes por optar incluir la carne de conejo a su dieta, siempre y cuando se les de la información sobre los beneficios que les brinde la carne (Figura 4).

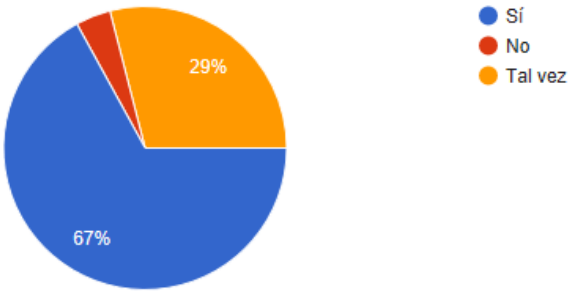



**Figura 4.** Estudiantes interesados en incluir el conejo en su dieta.

## CONCLUSIONES

La mayoría de estudiantes de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Querétaro ha consumido carne de conejo gracias a la difusión que se ha impartido en la universidad, pero en el país se sabe que las principales razones por las que esta canal no se consume por falta de difusión y cuestiones culturales, por lo que el punto de interés son los estudiantes de segundo semestre ya que estos pueden difundir los temas más fácilmente. Junto con los beneficios que esta tiene ya previamente mencionados, y también por su importancia económica: produce carne de buena calidad, produce pieles de alto valor, posee una asombrosa capacidad de reproducción, una hembra puede producir en un año 30 gazapos; y también subproductos.

## LITERATURA CITADA

Cruz, H. A. R., M. L. M. Huerta y R. V. Lugo. 2010. Conejo. Manual de producción comercial, Papiro Omega, México.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2002. consultado en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-39252009000300008 03 de Julio de2019.

Hernández, P. 2008. La carne de conejo como alimento funcional. Instituto de Ciencia y Tecnología Animal. Cunicultura Colombia 37(218): 21-24.

Kirchner, S. F. R. 2010 Manuales para educación agropecuaria Conejos. SEP trillas. México.

Martínez, C. M. A. 2004. Cunicultura. Segunda edición. Universidad Autónoma de México, México.

Olivares, P. R. 2002. Investigación de mercado y análisis de la comercialización de la carne de conejo en la Ciudad de México y zona conurbada. Tesis de maestría en Ciencias, UACH. México.

Ramírez, T. J. A. 2004, Características bioquímicas del músculo, calidad de la carne y de la grasa de conejos seleccionados por velocidad de crecimiento. Universidad Autónoma de Barcelona. España.

Serem, J. K, M. M. Wanyoike, C. K. Gachuiri, S. K. Mailu, P. K. Gathumbi, R. N. Mwanza, N. Kiarie and D.K. Borter. 2013. Characterization of Rabbit Production Systems in Kenya. Journal of Agricultural Science and Applications, Kenia 2(3): 155-159.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# PRODUCCIÓN DE HUEVO, CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS Y MALFORMACIONES DEL APARATO REPRODUCTOR DE GALLINAS RUSTICAS EN PASTOREO

# [PRODUCTION OF EGGS, MORPHOMERTICS PROPERTYS AND DISTORSIONS OF REPRODUCTIVE SYSTEM OF FREE RANCH COUNTRIFIED HENS]

**A. M. García-Hernández[1], M. P. Jerez-Salas[1§], D. López-Luis[1], O. Clemente-Herrera[1], M. A. Camacho-Escobar[2]**

[1] Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca,[2]Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido. Puerto Escondido, San Pedro Mixtepec, Oaxaca. [§]Autor para correspondencia: (gcriolla@hotmail.com).

## RESUMEN

El objetivo de este proyecto de investigación fue describir la producción de huevo, las características morfométricas y malformaciones del aparato reproductor de gallinas rústicas alimentadas con maíz azul más el complemento de pastoreo en quelites, dentro del módulo de Agricultura Alternativa del Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO). Se usaron cinco grupos de gallinas rústicas adquiridas en la incubadora INCUOAX, clasificadas de acuerdo a su alimentación, quedando organizadas de la siguiente manera: grupo testigo: alimento comercial PONEPAB 16% PC sin pastoreo, grupo 1: maíz azul + amaranto, grupo 2: maíz azul + chepil, grupo 3: maíz azul + huauzontle, grupo 4: maíz azul + verdolaga. El grupo de gallinas alimentadas con maíz azul más pastoreo en amaranto fue el que tuvo mayor producción de huevo. El grupo de gallinas alimentadas con alimento comercial superó por mucho la producción de huevo de las gallinas alimentadas con maíz azul y quelites, sin embargo, al hacer la medición y observación del aparato reproductor, se encontró un mayor número de malformaciones en el oviducto de las gallinas del grupo testigo, debido probablemente, a la alimentación con alimento comercial y a la falta de pastoreo.

**Palabras clave**: Alimentación alternativa, avicultura familiar, traspatio.

## ABSTRACT

The objective of this research project was to describe egg production, the morphometric characteristics and malformations of the reproductive system of rustic hens fed with blue corn plus the complement of grazing in quelites, within the module of Alternative Agriculture of the Technological Institute of the Valley of Oaxaca (ITVO) Five groups of rustic chickens acquired in the INCUOAX incubator were used, classified according to their diet, being organized as follows: Control group: commercial feed PONEPAB 16% CP without grazing, group 1: blue corn + amaranth, group 2: blue corn + chepil, group 3: blue corn + huauzontle, group 4: blue corn + purslane. The group of hens fed with blue corn plus grazing in amaranth was the one with the highest egg production. The group of hens fed commercial feed far exceeded the egg production of the hens fed blue corn and quelites, however, when measuring and observing the reproductive

system, a greater number of malformations were found in the oviduct of the eggs. hens of the control group, probably due to feeding with commercial feed and lack of grazing.

**Index words:** Alternative feeding, backyard, poultry farming.

## INTRODUCCIÓN

La investigación en gallinas ha sido enfocada a la avicultura comercial y ha tenido un gran desarrollo en varios países, incluyendo a México. La avicultura comercial tiene altos costos de producción ya que se realiza bajo condiciones controladas utilizando pollos o gallinas mejoradas genéticamente para la producción de carne o huevo, instalaciones y equipo especializado y manejo intensivo. En contraparte, existe la avicultura de traspatio o familiar, la cual se ha desarrollado bajo condiciones extensivas y está orientada principalmente hacia el autoconsumo de carne y huevo de las familias del área rural (Jerez, 2004).

La avicultura mexicana se encuentra en constante crecimiento debido a un aumento de la población humana, que a su vez se refleja en un incremento en el consumo de carne de pollo y huevo, por ser alimentos de bajo costo y alta calidad nutritiva (Covadonga *et al*., 2008).

Los bajos rendimientos de las gallinas de la avicultura de traspatio, comparados con los sistemas de avicultura comercial, pueden atribuirse tanto al sistema de crianza, alimentación deficiente y falta de prevención de enfermedades, lo cual resulta en una baja producción de carne y huevo y una alta tasa de mortalidad. Para que las gallinas de traspatio puedan producir mayor cantidad de carne y huevo, se tiene que manejar en condiciones más adecuadas como alimentación, en cuanto a la cantidad de proteína cruda y energía, instalaciones, equipo y medidas preventivas y sanitarias (Jerez, 2004).

Los sistemas de producción avícola de traspatio requieren cambios y mejoras para lograr un mayor rendimiento y productividad, donde los productores puedan obtener carne y huevo de calidad para su autoconsumo y generar ingresos extras con la venta de los excedentes de su producción. Es necesario dar a conocer alternativas en cuanto a instalaciones, equipo, manejo sanitario y alimentación, que sean a bajos costos, amigables con el ambiente y se conserven los recursos naturales, sociales y culturales. El valor percibido por el consumidor en cuanto a la calidad del huevo y carne es mayor debido al proceso de producción del cual provienen, donde las aves sufren menos estrés al tener acceso a un libre pastoreo, además, al incluirse los quelites en la alimentación de la gallina, se mejora la composición física y organoléptica tanto del huevo como de la carne. El objetivo fue describir la producción de huevo, las características morfométricas y malformaciones del aparato reproductor de gallinas rústicas dentro del módulo de agricultura alternativa del Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Módulo de Agricultura Alternativa dentro del Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO) ubicado a los 17°00' latitud norte y 96°46' longitud

oeste, a una altura de 1650 msnm, en la agencia de Jesús de Nazareno del municipio de Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca.

Se utilizó el modelo de producción denominado "caseta al centro" con una dimensión de 24$m^2$, con 6 m de largo, 4 m de ancho y 2.5 m de alto, dividida en cuatro, cada sección de 2 m de ancho por 3 m de largo, construida con polines de madera, tela de gallinero, techo de lámina y piso de tierra. Las gallinas del grupo testigo fueron alojadas en un corral de 2 m de ancho por 3 m de largo y 2.5 m de alto, con paredes de cemento y malla gallinera, con techo de lámina y piso de cemento. Cuatro grupos de gallinas contaron con dos parcelas para el pastoreo en los quelites: amaranto, chepil, huauzontle y verdolaga. Cada parcela fue previamente abonada con estiércol de bovino. Las semillas fueron adquiridas en la central de abastos. La siembra se realizó al voleo, únicamente para el huauzontle se estableció un almácigo y se hizo el trasplante en la parcela de pastoreo. Se realizaron los riegos en las parcelas según lo requería el cultivo.

Para la alimentación se utilizaron comederos tipo tolva de metal con capacidad de 9 kg, los cuales se colgaron al centro del corral. Los bebederos que se utilizaron fueron cazuelas de barro verde con capacidad de 6 l, el agua se cambiaba a diario y en ocasiones dos veces al día. Los nidos fueron canastos de carrizo con una cama de aserrín limpio para cada corral. Se usaron cinco grupos de gallinas rústicas (referidas así ya que fueron adquiridas en la incubadora comercial INCUOAX provenientes de una mezcla de razas), cada grupo contó con 12 gallinas y un gallo, de 21 semanas de edad. La alimentación se realizó por las mañanas, la cantidad de alimento comercial o maíz que se proporcionó fue de 100 g por ave. Las aves del grupo 0 Testigo fueron alimentadas con alimento comercial PONEPAB F-2 16% de proteína, los cuatro grupos restantes fueron alimentados con maíz azul y como complemento tres horas de pastoreo en los quelites (amaranto, chepil, huazontle y verdolaga).

La recolección de huevo de las gallinas se realizó diariamente por las mañanas y en las tardes, se identificaron marcándolos con un lápiz sobre el cascarón, anotando la fecha de puesta y el grupo del que proviene. Se registró diariamente la producción de huevo por grupo. Una vez terminada la etapa de producción de huevo de las gallinas, se procedió a obtener las muestras del aparato reproductor de seis gallinas de cada uno de los cinco grupos. Para el sacrificio se colgaron las gallinas y se procedió al degüello y desangrado de las gallinas, se sumergieron en agua caliente para facilitar el desplume y se retiraron las vísceras cuidadosamente para no dañar el aparato reproductor, las gallinas se identificaron por grupo, se pesaron y se midió el aparato reproductor utilizando vernier y cinta métrica, tomando como referencias las medidas que marca la literatura (Sauveur, 1992).

Se estableció un diseño completamente al azar con cinco tratamientos, cada gallina fue una unidad experimental. Los datos obtenidos de la producción de huevo y de las mediciones del aparato reproductor de la gallina fueron analizados estadísticamente mediante un análisis de varianza en el programa Statistical Analysis System (SAS), se realizó una comparación de medias de Tukey.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de huevo fue observada y registrada durante 12 meses, período comprendido del mes de diciembre 2017 al mes de noviembre del 2018. Se observaron diferencias significativas en la producción de huevo del grupo de gallinas alimentadas con alimento comercial (148 huevos/gallina) comparado con los grupos de gallinas alimentadas con maíz azul y pastoreo en quelites.

Para el total de huevos producidos por cada grupo de gallinas, el grupo de gallinas alimentadas con amaranto fue el que tuvo mayor producción de huevos (40 huevos/gallina) durante el periodo estudiado, seguido por el grupo de gallinas alimentadas con chepil (38 huevos/gallina), el grupo de gallinas alimentadas con huauzontle (37 huevos/gallina) y el grupo de gallinas alimentadas con verdolaga (32 huevos/gallina). El mes con menor producción fue el mes de septiembre, debido a que las gallinas fueron sometidas a una muda forzada, por lo que se restringió el consumo de alimento, únicamente se les proporcionó agua (Figura 1).

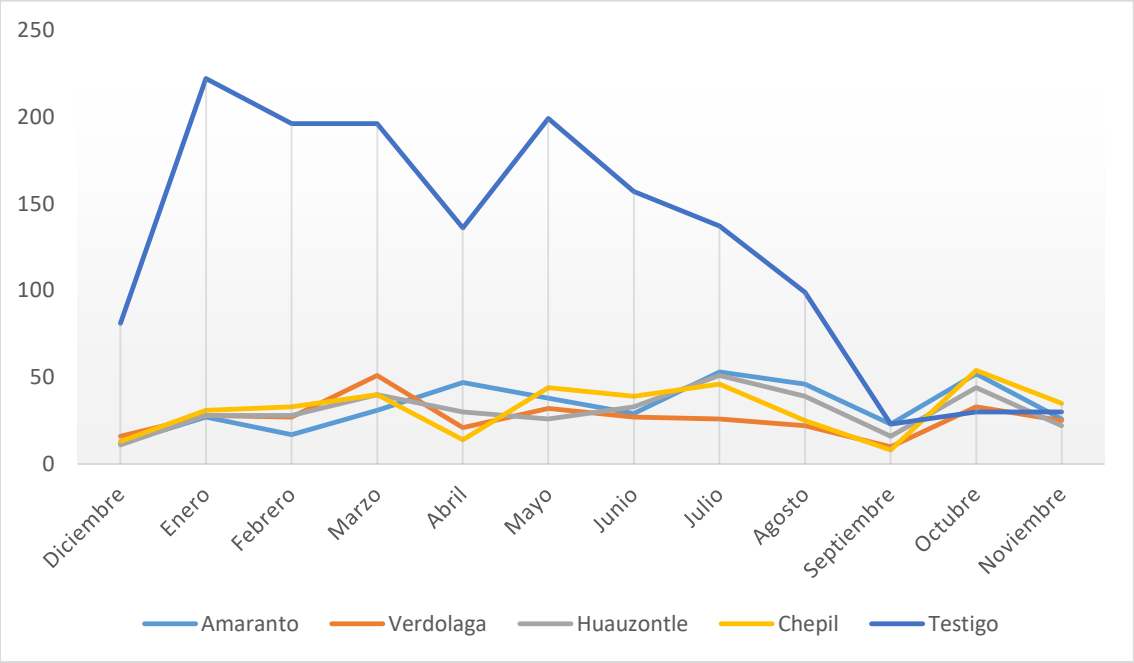



**Figura 1**. Comportamiento en producción de huevo de gallinas rústicas.

El oviducto de las gallinas estudiadas no mostró diferencias significativas entre sí, en el Cuadro 1 se muestran los resultados obtenidos de las mediciones del oviducto, las gallinas alimentadas con chepil mostraron el oviducto con mayor longitud (58.7 cm) y el oviducto con menor longitud fue de las gallinas alimentadas con amaranto (48.9 cm).

**Cuadro 1**. Medidas de las secciones del oviducto de gallinas rústicas.

| | 1 (cm) | 2 (cm) | 3 (cm) | 4 (cm) | 5 (cm) | 6 (cm) | 7 (cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Verdolaga | 55.4 | 5.0 | 5.3 | 24.9 $^{ab}$ | 6.8 | 6.8 | 6.5 |
| Amaranto | 48.9 | 4.5 | 7.4 | 19.3 $^{b}$ | 6.6 | 5.4 | 5.6 |
| Chepil | 58.7 | 5.5 | 6.5 | 26.9 $^{ab}$ | 7.0 | 6.4 | 6.5 |
| Huauzontle | 54.5 | 4.8 | 5.3 | 25.0 $^{ab}$ | 6.6 | 7.4 | 5.3 |
| Testigo | 69.2 | 5.9 | 8.0 | 30.8 $^{a}$ | 9.2 | 8.4 | 6.9 |

1: Longitud total del oviducto, 2: folículos, 3: infundíbulo, 4: magnum, 5: istmo 6: glándula cascarógena, 7: cloaca,Tukey ($p < 0.05$).

A pesar de que el oviducto de las gallinas alimentadas con maíz y quelites no midieron los 70 cm de longitud que marca la literatura (Buxadé, 1987), y de acuerdo con el análisis de medias aplicado, se obtuvieron buenos resultados, ya que al comparar la alimentación con alimento comercial y con el maíz azul y los quelites no afectó significativamente a las medidas del oviducto, lo que se puede asociar a que el alimento cumple con los requerimientos nutricionales de las gallinas lo que ayuda en el crecimiento y desarrollo del aparato reproductor. Sauveur (1992) señala que la medida estándar de los folículos es de 7 cm. En las medidas de los folículos no hubo diferencias significativas ($p < 0.05$), siendo de mayor tamaño los de las gallinas alimentadas con maíz azul y chepil (5.5 cm), por lo que este grupo de gallinas aún tenía potencial para producir más huevos, siendo los folículos de las gallinas alimentadas con amaranto los de menor medida (4.5 cm) esto debido a que este grupo de gallinas fue el que tuvo mayor producción.

Las medidas del infundibulum no mostraron diferencias significativas entre sí, el de mayor longitud fue de las gallinas alimentadas con maíz azul y con amaranto (7.4 cm), seguido por las gallinas alimentadas con chepil (6.4 cm). Los de menor tamaño fueron de las gallinas alimentadas con verdolaga y huauzontle (5.3 cm). Sauveur (1992) señala que la medida estándar del infundíbulo es de 9 cm, por lo tanto, las medidas se asemejan. Las medidas obtenidas del magnum si mostraron diferencias significativas, siendo el de mayor medida de las gallinas alimentadas con maíz azul y chepil (26.9 cm), seguido del grupo de gallinas alimentadas con huauzontle (25 cm) y verdolaga (24.9 cm), mientras que el de menor tamaño fue del grupo de gallinas alimentadas con amaranto (19.3 cm) que fue el que tuvo la mayor producción de huevos, sin embargo, Sauveur (1992) señala que la medida del magnum es de 33 cm.

En las mediciones del istmo no se mostraron diferencias significativas, siendo de mayor tamaño el de las gallinas alimentadas con maíz azul y chepil (7 cm), seguido de las gallinas alimentadas con verdolaga (6.8 cm) y el de menor tamaño de las gallinas alimentadas con amaranto y huauzontle (6.6 cm). Sauveur (1992) señala que la medida del istmo, útero, y sección final del oviducto miden 10 cm, por lo que las medidas obtenidas están dentro del parámetro conocido. Las medidas de la glándula cascarógena no mostraron diferencias significativas, siendo de mayor longitud el de las gallinas alimentadas con maíz azul y huauzontle (7.4 cm), seguido de las gallinas alimentadas con verdolaga (6.8 cm) y chepil (6.4 cm), mientras que la longitud menor fue de las gallinas alimentadas con amaranto (5.4 cm). Las medidas de la sección final del oviducto (cloaca) no mostraron

diferencias significativas, siendo las de mayor tamaño de las gallinas alimentadas con maíz azul y verdolaga y chepil (6.9 cm), seguido de las gallinas alimentadas con amaranto (5.6), mientras que las de menor longitud fue de las gallinas alimentadas con huauzontle (5.3 cm).

Al realizar las observaciones de los órganos del aparato reproductor de las gallinas se identificaron algunas malformaciones como obstrucción del oviducto e involución del aparato reproductor, cabe resaltar que las gallinas que mostraron un mayor número de malformaciones o complicaciones en el aparato reproductor, fueron aquellas a las que se alimentó con alimento comercial, situación que se puede atribuir a la genética de las gallinas rústicas utilizadas en este experimento y material que producen las incubadoras comerciales en la actualidad y por lo tanto no se reportan muchos trabajos por lo que hay que seguir haciendo investigación al respecto.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos durante el ciclo de producción de huevo con base en la alimentación de las gallinas, quienes dieron mejores resultados fue el grupo de gallinas alimentadas con maíz azul y el complemento en amaranto, esto debido a que las hojas de amaranto contienen mayor cantidad de proteína, sin embargo, todos los grupos dieron respuesta favorable, algunas de las razones por las cuales no mostraron mayor puede ser debido a que hubo mortalidad causada por depredadores nocturnos e incluso a algunos episodios de canibalismo por parte de este tipo de gallinas comerciales. En la identificación de las características morfométricas del aparato reproductor de las gallinas rústicas no hubo diferencias significativas, sin embargo, en la sección del oviducto denominada magnum sí hubo diferencias significativas, ya que el magnum de las gallinas alimentadas con amaranto fue el de menor longitud, esto debido probablemente a que al ser el grupo de gallinas que tuvo mayor producción, los pliegues y paredes se mantuvieron en constante movimiento, lo que evitó la atrofia y flacidez de esta sección del oviducto.

Se identificaron malformaciones del aparato reproductor de las gallinas rústicas, sin embargo, las gallinas alimentadas con alimento comercial fueron las que presentaron mayor número de complicaciones o malformaciones en el oviducto, debido probablemente al mejoramiento genético al que fueron sometidas y a la alimentación ya que este grupo de gallinas no tuvo acceso al pastoreo, lo que provocó una acumulación de grasa.

## LITERATURA CITADA

Buxadé, C. C. 1987. La gallina ponedora. Primera Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. p 519.

Covadonga, T. M. M., P. M. Fonseca y L. J. A. Quintana. 2008. El huevo; Mitos, realidades y beneficios. Segunda Edición. Instituto Nacional Avícola. 118 p.

Jerez, S. M. P. 2004. Características productivas y reproductivas de gallinas Plymouth rock barrada x Rhode Island roja y criollas en condiciones semiintensivas. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México.

Sauveur, B. 1992. Reproducción de las aves. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp 37-47.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# LA VERDOLAGA *Portulaca oleracea* L. COMO MEJORADOR ALIMENTICIO DE LA DIETA DE GALLINAS PONEDORAS

## [PURSLANE *Portulaca oleracea* L. AS A FOOD IMPROVER OF THE DIET OF PONEDORAS GALLINAS]

**Carlos García-Acedo, Martín Gabriel Polanco-Ruelas, Noel Antonio González-Valdivia, Alicia Eugenia Puertovannetti-Arroyo, Enrique Arcocha-Gómez[§], Álvaro Guido Hernández-Gamboa, Elías de Jesús Echavarría-Góngora, Miguel Arcángel Burgos-Campos**

Instituto Tecnológico de Chiná / Tecnológico Nacional de México, San Francisco de Campeche, Campeche. [§]Autor para correspondencia: (e_arcocha@hotmail.com).

## RESUMEN

La verdolaga *Portulaca oleracea* L. es el quelite con mayores cualidades nutricionales. Se probaron inclusiones en la dieta diaria en gallinas ponedoras Plymouth Rock Barred, en un diseño completamente al azar con tres tratamientos y seis repeticiones (aves). Los tratamientos incluyeron: T1) 100g/animal de concentrado comercial, T2) 100 g concentrado comercial más 30 g de verdolaga fresca y, T3) 70 g de concentrado más 30 g de verdolaga fresca por animal/día. El tamaño promedio y peso del huevo individual fueron similares entre tratamientos, pero hubo diferencias en el total de huevos puestos/día, el total de huevos/semana, el peso semanal y el total de huevos puestos. El índice morfológico (IM) y el de yema resultan mejores bajo dieta con verdolaga. Las aves no difirieron en su peso corporal. La inclusión de verdolaga fresca es recomendable para mejorar la dieta del ave y la cantidad y calidad de huevos a producir.

**Palabras clave:** Alimentación animal, Campeche, forraje verde, hierbas silvestres alimenticias, recursos locales.

## ABSTRACT

Purslane *Portulaca oleracea* L. is the quelite with the highest nutritional qualities. Inclusions in the daily diet were tested in Plymouth Rock Barred laying hens, in a completely randomized designwith three treatments and six repetitions (birds). Treatments included: T1) 100g / animal of commercial concentrate, T2) 100g commercial concentrate plus 30g of fresh purslane and, T3) 70g of concentrate plus 30g of fresh purslane per animal / day. The average size and weight of the individual egg were similar between treatments, but there were differences in total eggs laid / day, total eggs / week, weekly weight and total eggs laid. Themorphological index (MI) and the yolk are better under diet with purslane. The birds did not differ in their body weight. The inclusion of fresh purslane is recommended to improve the diet of the bird and the quantity and quality of eggs to produce.

**Index words:** Animal feed, Campeche, greenfodder, wild foodherbs, local resources.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## INTRODUCCIÓN

La verdolaga (*Portulaca oleracea* L.: Portulacaceae), es una herbácea anual ampliamente difundida en el mundo (Aziz et al., 2016). Su cultivo es promovido por su valor medicinal y nutricional (Alam *et al*., 2014; El Aziz *et al*., 2014), dado que contiene propiedades antioxidantes (Dkhil *et al*., 2011), vitaminas y ácidos grasos (linoleico y omega 3); necesarios para un adecuado desarrollo y funcionamiento del sistema nervioso, la vista y el cerebro. Su consumo es recomendado para humanos, pero también para animales (Ángeles-Coronado *et al.*, 2013) y se ha detectado una influencia positiva en el crecimiento, desarrollo y productividad en aves de patio; además, parece permitir una mejora nutraceúticaen los huevos (Elhussein *et al.*, 2015; Evaris *et al*., 2015).

En el estado de Campeche, México, la Verdolaga es una planta común, considerada por los habitantes de las comunidades y los pueblos como una maleza en patios o terrenos de cultivo. Representa, entonces, un recurso vegetal en espera de ser aprovechado. Reconocida comúnmente como verdolaga, también es conocida en el idioma maya como "xucul" o "xana macuy"en los municipios de Holpechen y Calkiní, mientras en Carmen, Candelaria, Calakmul y Escárcega la denominan mañanitas, hierba de pollo y quelite (Sarmiento-Franco *et al*., 2016).

La verdolaga es una especie ruderal cosmopolita, resistente y con plasticidad adaptativa (Proctor, 2013), que puede producir forrajes de alto valor nutricional para el manejo pecuario en regiones con limitaciones para otros forrajes (Ghorbani *et al*., 2014). Este aspecto resulta importante en zonas con déficit hídrico, propensas a sequías por efecto del cambio climático, como Campeche.Se puede considerar que el uso de la verdolaga como fuente de alimento en gallinas ponedoraspuede tener un efecto positivo en la mejora de la producción y calidad nutricional del huevo para el consumo humano; por tanto, requiere atención e investigación para determinar hasta donde puede emplearse como suplemento alimentario.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en el Instituto Tecnológico de Chiná, que se localiza en el estado de Campeche, México. Las unidades experimentales fueron aves pertenecientes a la línea doble propósito Plymouth Rock Barred, de entre12 a 13 semanas de edad aproximadamente, las cuales son frecuentemente distribuidas en los principales centros de insumos agropecuarios en la zona de estudio. Estasfueron inicialmente pesadas y confinadas en corrales techados y cerrados con malla para su aislamiento en lotes para recibir la dieta experimental que constituiría su alimento diario durante 26 semanas consecutivas (182 días). De esta manera se estableció un diseño completamente al azar, en el cual lotes de seis gallinas (repeticiones) cada uno recibieron, exclusivamente, uno de tres tratamientos experimentales: T1) 100 g/animal de concentrado comercial para postura peletizado con 16.5% de Proteína, T2) 100 g concentrado comercial más 30 g de verdolaga fresca por animal/día y, T3) 70 g de concentrado más 30 g de verdolaga fresca por animal/día.La verdolaga se ofreció fresca y picada de manera que la gallina podía consumirla directamente de su comedero y separada del alimento concentrado.

Diariamente se contabilizaron los huevos puestos por cada lote y se anotaba el dato en hojas de Excel (Microsoft ®). Cada dos semanas se tomó el peso individual de todas las gallinas y al final se totalizaron las posturas de huevos por lote, estimándose además, los promedios por ave. Adicionalmente se tomaron al azar diez huevos cada semana por tratamiento, a los cuales se les hicieron análisis de Índice Morfológico (IM), que es la razón del ancho entre el largo del huevo, de manera que mientras más esférico más se acercase a 1 como máximo valor (Khalafalla y Bessei, 1995; Narushin y Romanov, 2002; Rodríguez-Mengod, 2016). A partir de estos mismos huevos, se estimó el Índice de Yema (IY), como la razón entre la altura que alcanza la yema al ser depositada en una superficie lisa y el diámetro de esta en esa misma situación. El parámetro normal aceptado como estándar es $IY \geq 0.35$ (Navarro-Uribe, 2000).

Los datos organizados fueron utilizados para establecer diferencias significativas mediante ANAVA y se distinguieron las categorías estadísticas mediante la prueba de Tukey. En los casos en que los datos no cumplieron los supuestos del ANAVA paramétrico, entonces se utilizó el análisis no paramétrico de Kruskal -Wallis (Zar, 1999).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Huevos puestos por día. No se presentaron diferencias entre el número de huevos que los lotes de gallinas ponían diariamente *($p > 0.05$)*, pero se observó una tendencia a un promedio más alto al alimentar a las aves con la mezcla 100 g de concentrado más 30 g de verdolaga (T2), alcanzando casi cuatro huevos al día. Los otros tratamientos fueron ligeramente menores con poco más de tres huevos diarios por lote de aves (Cuadro 1).

Promedio de huevos producidos por semana. Se presentaron efectos altamente significativos debidos a las dietas experimentales (F=10.240, $p < 0.001$). La mayor producción de huevos en promedio por semana se obtiene de aves alimentadas con el tratamiento 2(27.81 huevos), que supera a los otros dos tratamientos que se comportan de manera similar entre sí, con 23. 39 huevo/semana para T1 y 21.81 huevos/semana para T3. Este resultado se relaciona con el total de la producción acumulada de huevos para cada tratamiento, respectivamente que muestra la mayor producción bajo una alimentación que suplementa con 30 g de verdolaga fresca a la dosis de 100 g de concentrado comercial (Cuadro 1).

Producción de huevos por ave. Las seis aves que constituían el lote experimental por tratamiento, acumularon un total de 613, 724 y 577 huevos para T1, T2 y T3. En el mismo orden, se estimó que en promedio cada ave promedió una postura de 102.2, 120.7 y 96.2 huevos/ave.

Peso promedio de huevo. No se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) según el ANAVA realizado para esta variable (F=0.180, p=0.835), no obstante, el mayor peso promedio de huevo se tuvo bajo el concentrado como único alimento diario (T1) con un valor de 64.17 g, seguido por el suplemento de 30 g de verdolaga a los 100 g de alimento concentrado (T2), con un peso promedio de 61.95 g. El menor peso se presentó al disminuir la cantidad de

concentrado en la combinación 70 g de concentrado más 30 g de verdolaga (T3) con 61.38 g (Cuadro 2).

**Cuadro 1.** Variables de producción de huevos por día, semana y total obtenidos en el experimento de inclusión de verdolaga fresca en la dieta diaria de gallinas ponedoras Plymouth Rock Barred.

| Tratamientos | Variables sobre el número de huevos producidos | | |
|---|---|---|---|
| | Promedio de huevos diarios | Promedio de huevos por semana | Total de huevos |
| T1 | 3.36a | 23.57b | 613b |
| T2 | 3.97a | 27.84a | 724a |
| T3 | 3.17a | 22.19b | 577b |

Tratamientos o dietas diarias: T1= Alimento comercial concentrado 100%, T2= Alimento concentrado (100 g) más 30 g de verdolaga fresca, T3= Alimento concentrado (100 g) más 30 g de verdolaga fresca.

Peso promedio de huevos por semana. El peso total de huevos que se acumulan por semana difiere muy significativamente entre tratamientos (F=8.411, *p*=0.001). El mayor peso por semana lo alcanza T2 (1725.19g) que supera a los demás tratamientos. Los tratamientos T3 y T1 se ubican en la misma categoría estadística, alcanzando respectivamente 1362.25g y 1503.41g de huevo por semana (Cuadro 2).

Índice morfológico de huevos. El IM muestra una tendencia a huevos más redondos conforme disminuye la cantidad de concentrado en la dieta y se incorpora la verdolaga como suplemento, de manera que el menor IM se presentó en aquellos huevos producidos de aves alimentadas solamente con concentrado (IM= 76.28), incrementado la redondez al administrar la verdolaga manteniendo la base de alimento concentrado (IM= 76.82) e incrementándose al disminuir la proporción del concentrado respecto a la verdolaga (IM=77.09).El análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis demuestra que existen diferencias significativas para el promedio del IM con base en el promedio de este índice presentado por semana ($\chi^2$=18.102, $p < 0.001$).

Índice de Yema. No se presentaron diferencias respecto al IY entre tratamientos (ANOVA, F= 0.117, *p*= 0.890) mostrando valores de 36.19, 36.21 y 37.28 bajo los efectos de T1, T3 y T2. La mezcla ofrecida con 100 g de concentradocomercial base más la verdolaga muestran la tendencia a superar a los demás tratamientos.

Peso de gallinas. El peso de las aves bajo los diferentes tratamientos ofrecidos no presentó diferencias significativas (F=1.636, *p*=0.235). Los promedios de pesos finales obtenidos de las aves en el experimento fueron en orden descendente mostrados por T1, T2 y T3 (Cuadro 2). El comportamiento del peso de las aves se mantuvo con pocas variaciones a lo largo de las 26 semanas de observación.

El alimento diario con 100 g concentrado más 30 g de verdolaga fresca, picada y ofrecida en el comedero (T2), produjo más de huevos en total, durante el experimento y también en promedio puesto por ave. El incremento en la producción total de huevos se estimó en poco más del 18% al compararse T1 con T2. Este último superó al T3, en cerca de 16% del rendimiento. La reducción, del alimento concentrado diario, implicó pérdidas, aunque se sustituyese con verdolaga. Esto

evidencia que el efecto en el incremento de la producción se obtiene manteniendo la alimentación base con el alimento comercial, pero mejorada con el vegetal fresco diariamente.

**Cuadro 2.** Variables sobre el peso y el índice morfológico (IM) de los huevos producidos por día y semana, en el experimento de inclusión de verdolaga fresca en la dieta diaria de gallinas ponedoras Plymouth Rock Barred.

| | Variables del peso de huevos producidos | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Tratamientos | Peso promedio del huevo (g) | IM | Peso promedio huevos producidos por semana (g) | IM (promedio semanal)* | Peso promedio de ave (kg) |
| T1 | 64.17a | 76.28a | 1503.41b | 73.94b | 2.24a |
| T2 | 61.95a | 76.82a | 1725.19a | 76.67a | 2.21a |
| T3 | 61.38a | 77.09a | 1362.25b | 74.81a | 2.19a |

Tratamientos o dietas diarias: T1= Alimento comercial concentrado 100%, T2= Alimento concentrado (100 g) más 30 g de verdolaga fresca, T3= Alimento concentrado (100 g) más 30 g de verdolaga fresca

*Promedio de los IM obtenidos como promedio por semana, durante las 26 que duró el experimento.

La tendencia a una mayor magnitud del IM en huevos producidos con menos concentrado y la suplementación con verdolaga, indican que los dos tratamientos que incluyen verdolaga en su dieta favorecen huevos más redondos. Si esta situación se asocia con el resultado observado respecto al peso del huevo, que no presentó diferencias entre tratamientos, manteniéndose todos dentro de límites promedio de las razas ponedoras (Durán-García, 2017), entonces, todas las dietas experimentadas evitan el fenómeno conocido como prolapso cloacal. Esto es importante para la producción y el manejo de gallinas ponedoras, puesto que disminuye el riesgo de pérdidas del ave productiva y con ello las de producción.

Respecto a los resultados obtenidos sobre el índice de yema, se puede afirmar que todas las dietas experimentales estudiadas producen huevos con IY que se encuentran dentro del rango de calidad (valores entre 35-65), según García et al. (2014).Aunque el IY observado en general se ubicó en el extremo más bajo aceptable, al considerarse junto con otros aspecto, como una mayor productividad observada considerando el potencial de la raza Plymouth Rock de 200 huevos anuales (Durán-García, 2017), se evidencia que la adición de verdolaga puede incrementar los índices de producción avícola. Por ejemplo, en el experimento, el T3 logra una producción promedio de poco más de 120 huevos por ave en un periodo de 26 semanas, lo que puede significar, si no se consideran otros factores limitantes, que la producción anual podría superar los 200 huevos por animal.

A lo anteriormente explicado debe agregarse, que los resultados mostraron que las aves no perdían peso durante el tiempo en que fueron estudiadas, manteniendo su vigor estable, mientras el peso promedio de los huevos que ponían, se encontró siempre dentro del rango de 60 a 70 g, que es común y representa buena calidad entre razas ponedoras (Martínez-Cañada, 2014).

La inclusión de 30 g de verdolaga por animal al día, que representó entre 20 y 30% de la dieta, puede explicar los aceptables resultados obtenidos. Al respecto, Elhussein *et al*. (2015) determinan que inclusiones menores a 8% de verdolaga son insuficientes para manejar la dieta adecuadas de pollos de engorda, mientras; Ángeles-Coronado *et al.* (2013), encontraron que pollos de engorda mejoraron su peso al ser suplementados con pastoreo de verdolaga.

Es razonable considerar que el tipo de ave responde de maneras distintas a la inclusión de verdolaga, las ponedoras no acumulan peso, pues están seleccionadas para invertir una importante proporción de su energía en la conversión a huevos, lo que no ocurre en aves de engorda (Navarro-Alcocer y Dávila, 2005). Lo importante, es aves ponedoras es que no se debiliten durante el ciclo productivo y mantengan su capacidad ovopositora sin mayores cambios. Esto es lo que se observó en el experimento y constituye uno de los aportes que pueden ser de interés para la promoción del uso de la Portulacaoleracea como un alimento alternativo, fácil de producir y que mejore la calidad productiva de las aves en el trópico mexicano.

## CONCLUSIONES

La inclusión de verdolaga fresca en la dieta diaria de aves ponedoras puede ayudar a mejorar la calidad del huevo y del ave, durante el ciclo productivo, incrementando el número de huevos a obtener por animal, manteniendo la calidad del mismo dentro de límites aceptables para su consumo. Las gallinas ponedoras parecen mantener un mejor comportamiento productivo cuando la dieta base de 100 g de concentrado comercial peletizado se suplementa con 30 g diarios de verdolaga fresca, ofrecida en el comedero.

## AGRADECIMIENTO

Al TecNM por apoyar esta investigación con fondos asignados al proyecto 6739.19-P "El uso de la verdolaga *Portulaca oleracea* L. como alternativa de alimentación en aves de traspatiopara mejorar la producción de carne."

## LITERATURA CITADA

Alam, A., A. S. Juraimi, M. R. Yusop, A. A. Hamid and A. Hakim. 2014. Morpho-physiological and mineral nutrient characterization of 45 collected Purslane (*Portulacaoleracea* L.) accessions. Bragantia 73(4): 426-437.

Ángeles-Coronado, I. A., M. P. Jerez-Salas, M. I. Pérez-León y Y. Villegas-Aparicio. 2013. Efecto de *Portulaca oleracea* y *Lolium perenne* en la carne de gallina criolla. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 6: 1221-1229.

Aziz, D. M., S. G. Taher and J. R. Hama. 2016. Isolation and identification of new alkaloids from Purslane (*Portulaca oleracea* L.) leaves using HPLC/ESI-MS. MOJ Food Process Technol 2(4): 00047. DOI: 10.15406/mojfpt.2016.02.00047

Dkhil, M. A., A. E. A. Moniem, S. Al-Quraishy and R. A. Saleh, 2011. Antioxidant effect of purslane (*Portulaca oleracea*) and its mechanism of action. Journal of Medicinal Plants Research 5(9): 1589-1563.

Durán-García, F. 2017. Proyecto de una granja de gallinas ponedoras ecológicas situada en el término municipal de Peñaflor (Sevilla). Memoria de Proyecto, Sevilla, España. 445 p.

El-Aziz, H. A. A., M. H. Sobhy, K. A Ahmed, A. K. A. El Hameed, Z. A. Rahman, W. A. Hassan. 2014. Chemical and remedial effects of purslane (*Portulaca oleracea*) plant. Life Science Journal 11(6): 31-42.

Elhussein, E. H., K. A. Abel Atti, E. A. Ibrahim and K. M. Elamin. 2015. Nutritional Evaluation of Dried Purslane (*Portulaca oleracea* L.) in Broiler Performance. Global Journal of Animal Scientific Research 3(2): 583-589.

Evaris, E., L. A. Sarmiento-Franco, J. C. Segura-Correa and C. M. Capetillo-Leal. 2015. Effect of dietary inclusion of purslane (*Portulaca oleracea* L.) onyolk omega-3 fatty acids content, egg quality and productive performance of Rhode Island Red hens. Tropical and Subtropical Agroecosystems 18: 33-38.

García-Trujillo, R., J. Berrocal, L. Moreno y G. Ferrón. 2014. Producción ecológica de gallinas ponedoras. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Junta de Andalucía, España. 116 p.

Ghorbani, M.R., M. Bojarpur, M. Mayahi, J. Fayazi, R. Fatemitabatabaei, S. Tabatabaei and L. Zulkifli. 2014. Effects ofpurslane extract on performance, immunity responses and cecal microbial population ofbroiler chickens. Spanish Joumal of Agricultural Research 12(4): 1094-1098.

Khalafalla, M. K. and W. Bessei. 1995. Reliability of quasi-static compression as an indicator of egg shell quality. Proceedings of the 6th European symposium on the quality of egg and egg products. Zaragoza. WPSA, 67-75.

Martínez-Cañada, A. 2014. Plan de empresa para una granja de gallinas ecológicas. Trabajo de Fin de Grado en Administración y Dirección de Empresas, Escuela de Ciencias Empresariales y del Trabajo de Soria, Universidad de Valladolid, Valladolid, España. 82 p.

Narushin, V. G. and M. N. Romanov. 2002. Egg physical characteristics and hatchability. World's Poultry Science Association 58: 297-303.

Navarro-Alcócer, C. y G. Dávila. 2005. Manual de entrenamiento en avicultura. Escuela Internacional de Agricultura y Ganadería de Rivas, Rivas, Nicaragua. 57 p.

Navarro-Uribe, M. G. 2000. Estudio de factores de calidad de huevos en ponedoras Isa Brown y Shaver Cross sometidas a diferentes dosis de Esparteína y alcaloides totales del lupino. Tesis Licenciado en Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 68 p.

Proctor, C. A. 2013. Biology and Control of Common Purslane (*Portulaca oleracea* L.). Ph.D. Thesis in Agronomy and Horticulture, Agronomy and Horticulture Department, University of Nebraska-Lincoln, Nebraska, United States of America 76 pp.

Rodríguez-Mengod, A. 2016. Tipificación de lacalidad del huevo de gallina ecológico y convencional. Tesis, Universitat Politécnica de Valencia, Valencia, España. 259 p.

Sarmiento-Franco, L. A., O. Barrera-Ramos, W. Carrasco-Espinoza y J. Bautista-Ortega. 2016. *Portulaca oleracea*, un recurso vegetal versátil en espera de ser aprovechado en el trópico. Agroproductividad 9(9): 61-66.

Zar, J. 1999. Biostatistical Analysis. 4th. Edition. Prentrice Hall, UnitedStates of America. 663 pp.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE VERDOLAGA *Portulaca oleracea* L., EN EL PESO DE POLLOS DE ENGORDA EN SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE PATIO

# [EFFECT OF THE INCLUSION OF PURSLANE *Portulaca oleracea* L., ON THE WEIGHT OF BROILERS IN YARD PRODUCTION SYSTEM]

**Carlos García-Acedo, Alicia Eugenia Puertovannetti-Arroyo, Gaspar Efraín González-Canales, Noel Antonio González-Valdivia, Enrique Arcocha-Gómez[§], Álvaro Guido Hernández-Gamboa, Elías de Jesús Echavarría-Góngora, Miguel Arcángel Burgos-Campos**

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Chiná, Campeche. [§]Autor para correspondencia: (e_arcocha@hotmail.com).

## RESUMEN

El estudio se llevó a cabo en el Instituto Tecnológico de Chiná, localizado en la comunidad de Chiná, municipio de Campeche, Campeche, México; en el periodo de enero a julio 2019. Previo a este proyecto se estableció una parcela de producción de verdolaga, que se destinó para la alimentación de los pollos. El experimento consistió en la evaluación de dos niveles de inclusión de verdolaga en la alimentación diaria de pollos de engorda, comparados con solo alimento comercial, para ello se utilizaron 48 pollos de engorde, donde las dos primeras semanas se manejaron bajo el alimento comercial, a la tercera semana de vida, se dividieron en tres lotes de 16 aves cada uno, donde se tomó como testigo al tratamiento 1, alimentado con el 100% alimento comercial, en el tratamiento 2, se ofreció un 80% de alimento comercial y 20% de verdolaga, en el tratamiento 3, se ofreció un 70% de alimento comercial y 30% de verdolaga. La mejor respuesta en rendimiento se obtuvo con el testigo comercial, que promedio de peso final de 2.43 kg/pollo y 1.96 kg en ganancia de peso, y superó a los niveles de inclusión de verdolaga 20% y 30%, que ocuparon la segunda y tercera categorías estadísticas con diferencias significativas ($F = 295.5$, $p < 0.0001$), con promedios de pesos finales de pollos de 2.42 y 2.33 kg/pollo así como ganancias de peso de 1.81 kg y 1.79 kg., respectivamente. Aunque no superaron al testigo comercial, las inclusiones de verdolaga en la dieta lograron promedios aceptables desde el punto de vista del rendimiento en pollos de engorda, en el estado de Campeche, reduciendo la dependencia de insumos externos.

**Palabras clave:** Alternativa alimentaria, forrajes, México, producción de aves, trópicos.

## ABSTRACT

The study was carried out in the Technological Institute of Chiná, located in the community of Chiná, municipality of Campeche, Campeche, Mexico; In the period of January to July 2019. Prior to this project, a production plot of purslane was established, which was used to feed the chickens. The experiment consisted of the evaluation of two levels of inclusion of purslane in the daily feeding of broilers, compared with only commercial feed, for this purpose 48 broilers were used, where the first two weeks were handled under commercial feed, to the third week of life, they were

divided into three batches of 16 birds each, where treatment 1 was taken as a control, fed with 100% commercial food, in treatment 2, 80% of commercial food was offered and 20% of purslane, in treatment 3, 70% of commercial food and 30% of purslane was offered. The best performance response was obtained with the commercial control, which average final weight of 2.43 kg / chicken and 1.96 kg in weight gain, and exceeded the levels of purslane inclusion 20% and 30%, which occupied the second and third statistical categories with significant differences ($F = 295.5$, $p < 0.0001$), with average final chicken weights of 2.42 and 2.33 kg / chicken as well as weight gains of 1.81 kg and 1.79 kg., respectively. Although they did not surpass the commercial witness, the inclusion of purslane in the diet achieved acceptable averages from the point of view of the performance in broilers, in the state of Campeche, reducing the dependence on external inputs.

**Index words:** Fodder, food alternative, Mexico, poultry production, tropics.

## INTRODUCCIÓN

La verdolaga es una herbácea que merece ser aprovechada (Sarmiento-Franco *et al.,* 2016), como forraje para que mejore la nutrición animal, particularmente de aves. Puede constituir una forma eficiente de manejar la nutrición pecuaria en regiones donde hay limitaciones para producir forrajes verdes, de alto valor para la alimentación animal (Dkhil *et al*., 2011; Ángeles-Coronado *et al.*, 2013; Alam *et al.,* 2014; Ghorbani *et al.,* 2014). Por otro lado, considerando que la verdolaga es una especie ruderal globalmente distribuida, resistente y con plasticidad adaptativa (Proctor, 2013), puede ser una alternativa en zonas con déficit hídrico, propensas a sequías por efecto del cambio climático.

Se puede considerar el uso de la verdolaga como fuente de alimento en aves, por su rico contenido de Omega 3 y 6 (Elhussein *et al*.,2015; Esmaillzadeh *et al.*,2015; Evaris *et al.,* 2015), estas dos sustancias son útiles para la crianza de aves, como gallinas, patos, codornices, pollos de engorda, entre otras, ya que promueven el desarrollo sano y rápido de aves de corral convirtiéndola en una alternativa de alimento para estos animales, ya que puede tener un efecto positivo en la mejora de la producción de carne, así como la calidad nutricional de esta. Por tanto, requiere atención e investigación para determinar hasta donde puede emplearse como recurso alimentario. El objetivo de este estudio fue evaluar la respuesta en el rendimiento en pollos de engorda, alimentados con dos niveles de inclusión de verdolaga en el concentrado comercial de base, y compararlos con los resultados obtenidos de un alimento comercial.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el Instituto Tecnológico de Chiná, localizado en la comunidad de Chiná, municipio de Campeche, Campeche, México; en el periodo de enero julio 2019. Previo a este proyecto se estableció una parcela de producción de verdolaga, que se destinó para la alimentación de los pollos. El experimento consistió en la evaluación de dos niveles de inclusión de verdolaga, un quelite o herbácea comestible en México (Bye 1981), en la alimentación diaria de pollos de engorda Plymouth Rock, comparados con solo alimento comercial, para ello se utilizaron

48 pollos de engorde, donde las dos primeras semanas se manejaron bajo el alimento comercial, a la tercera semana de vida, se dividieron en tres lotes de 16 aves cada uno, donde se tomó como testigo al tratamiento 1, alimentado con el 100% alimento comercial, en el tratamiento 2, se ofreció un 80% de alimento comercial y 20% de verdolaga, en el tratamiento 3, se ofreció un 70% de alimento comercial y 30% de verdolaga. Se hicieron análisis descriptivos sobre el comportamiento del peso de los pollos, así como análisis de varianza y separación de medias por Tukey ($\alpha$ =5%) utilizando el programa PAST 3.25 (Hammer *et al*. 2001).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El comportamiento del peso de los pollos bajo las distintas opciones de alimentación estudiadas, muestra una tendencia semejante entre estas (Figura 1), pero, consistentemente durante el periodo de siete semanas de manejo de los lotes experimentales, el alimento comercial siempre indujo mayor peso en las aves. Al finalizar el experimento, este fue significativamente diferente entre todas las opciones ($F = 295.5$, $p < 0.0001$). La prueba de Tukey, demuestra que el mayor peso final ($p \leq 0.05$) en promedio es alcanzado por aves que solamente se alimentaron con concentrado (2.64 kg), En segundo lugar se ubicó la inclusión de 20% de verdolaga (2.42 kg) y en el último puesto se ubicó a la mayor inclusión de esta planta como forraje fresco (2.33 kg).

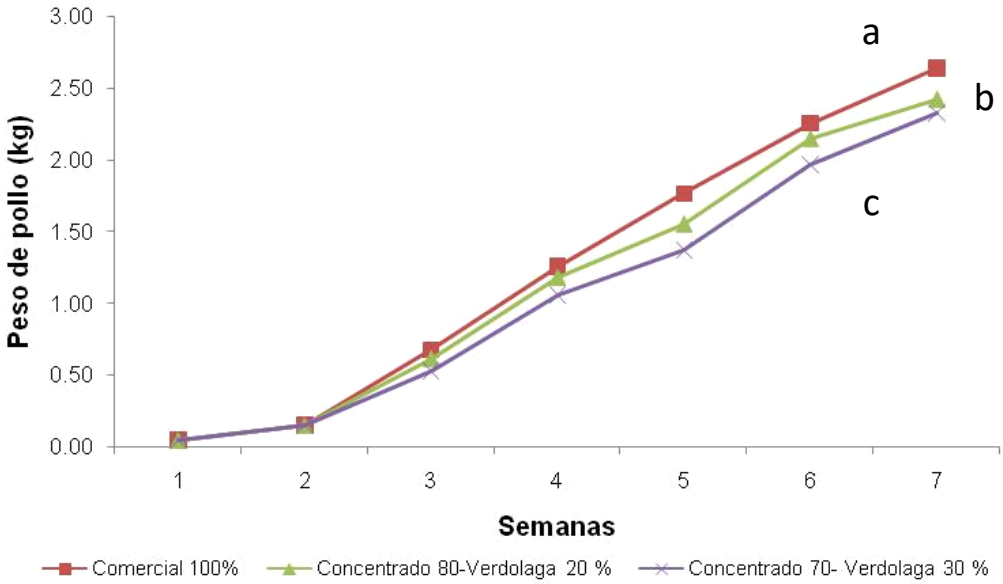



**Figura 1.** Comportamiento del peso promedio de pollos de engorda, bajo tres tipos de alimentación diaria: a) 100% concentrado comercial, b) 80% concentrado + 20% verdolaga y, c) 70% concentrado + 30% verdolaga incluida como forraje fresco. Letras diferentes indican promedios en el peso final de los pollos estadísticamente distintos entre sí.

La ganancia de peso, la conversión alimenticia y la eficiencia en conversión (Cuadro 1), muestran nuevamente al concentrado comercial como la mejor opción, seguido esta vez por la

menor inclusión de verdolaga. Ambas superan al nivel de 30% de verdolaga en casi todos los promedios.

**Cuadro 1.** Ganancia de peso, conversión alimenticia y eficiencia en la conversión de alimento observados en lotes experimentales (n = 16 pollos) sometidos a tres dietas, con 0, 20 y 30 % de inclusión de verdolaga.

| Dieta | Alimento ofrecido por lote (kg) | Consumo por ave (kg) | Ganancia de peso (kg) | Conversión alimenticia | Eficiencia en la conversión |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 106.4 AC (106.4 AC+0 V) | 6.65 | 1.96 | 3.38 | 0.29 |
| 2 | 106.4 (85.12 AC+21.28 V) | 6.65 | 1.81 | 3.68 | 0.27 |
| 3 | 106.4 (74.48 AC+31.92 V) | 6.65 | 1.79 | 3.70 | 0.26 |

Códigos: Dietas: 1 = 100% alimento comercial, 2 = 80% de alimento comercial y 20% de verdolaga, 3 = 70% de alimento comercial y 30% de verdolaga. AC = Alimento comercial, V = Verdolaga.

Aunque el peso promedio alcanzado al finalizar los pollos a una edad de 7 semanas, así como la ganancia de peso y la conversión y eficiencia alimenticia, fueron mejores bajo el concentrado comercial, respecto a los tratamientos de inclusión con verdolaga, es importante observar que en todas las variables, los resultados expresan niveles bastante cercanos entre sí, en términos numéricos, que pueden considerarse aceptables para los niveles de tecnología que se observan en condiciones de patio, e incluso se acercan a los rendimientos de producción de granjas avícolas (Morales-Ibarra, 1998).

Es razonable considerar que el tipo de ave responde de maneras distintas a la inclusión de verdolaga, de manera que las de engorda al acumular peso dirigen una importante proporción de su energía a la conversión del alimento en tejidos (Quishpe-Sandoval, 2006). En el caso de los pollos engordados en este estudio, resulta importante destacar que no alcanzaron el tamaño de los pollos producidos en granjas especializadas, pero que si pudieron alcanzar un tamaño que permitió su sacrificio a un peso consumible por la familia dueña de un patio, en el trópico cálido y húmedo de México.

## CONCLUSIONES

La inclusión de verdolaga (*P. oleracea*) en la dieta de pollos de engorda no supera al uso del concentrado comercial en los distintos aspectos de la producción, pero puede aproximar una solución a quienes necesitan producir aves en sistemas de patio, con poco acceso a recursos financieros para adquirir insumos externos. Los parámetros productivos resultan cercanos a los obtenidos por el uso de concentrado.

## AGRADECIMIENTO

Al TecNM por apoyar esta investigación con fondos asignados al proyecto 6739.19-P "El uso de la verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) como alternativa de alimentación en aves de traspatio para mejorar la producción de carne."

## LITERATURA CITADA

Alam, A., A. S. Juraimi, M. R. Yusop, A. A. Hamid and A. Hakim. 2014. Morpho-physiological and mineral nutrient characterization of 45 collected Purslane (*Portulaca oleracea* L.) accessions. Bragantia 73(4):.426-437.

Ángeles-Coronado, A., M. P. Jerez-Salas, M. I. Pérez-León y Y. Villegas-Aparicio. 2013. Efecto de Portulaca oleracea y Lolium perenne en la carne de gallina criolla. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 6: 1221-1229.

Bye, R. 1981. Quelites-ethnoecology of edible greens - past, present and future. Joumal of Ethnobiology 1(1): 109-123.

Dkhil, M. A., A. E. A. Moniem, S. Al-Quraishy and R. A. Saleh. 2011. Antioxidant effect of purslane (*Portulaca oleracea*) and its mechanism of action. Joum al of Medicinal Plants Research 5(9): 1589-1563.

Elhussein, E. H., K. A. Abel Atti, E. A. Ibrahim and K. M. Elarnin. 2015. Nutritional evaluation of driedPurslane (*Portulaca oleracea* L.) in Broiler Perfonnance. Global Journal of Animal Scientific Research 3(2): 583- 589.

Esmaillzadeh, A., E. Zakizadeh, E. Faghihirnani, M. Gohari and S. Jazayeri. 2015. The effect ofpurslaneseeds on glycemic status and lipid pretiles of persons with type 2 diabetes: A randomized controlled cross-over clinical trial. Joumal ofResearch ofMedical Sciences 20(1): 47-53.

Evaris, E., L. A. Sarmiento-Franco, J. C. Segura-Correa and C. M. Capetillo-Leal. 2015. Effect of dietary inclusion of purslane (*Portulaca oleracea* L.) on yolk omega-3 fatty acids content, egg quality and productive performance ofRhode Island Red hens. Tropical and Subtropical Agroecosystems 18: 33-38.

Ghorbani, M. R., M. Bojarpur, M. Mayahi, J. Fayazi, R. Fatemitabatabaei, S. Tabatabaei and L. Zulkifli. 2014. Effects ofpurslane extract on performance, immunity responses and cecal microbial population ofbroiler chickens. Spanish Joumal of Agricultural Research 12(4): 1094-1098.

Hammer, Ø., D. A. T. Harper and P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Paleontología Electrónica 4: 1-9.

Morales-Ibarra, D. 1998. Manual de cría y manejo del pollo de engorda para productores agropecuarias y alumnos de DGETA. Tesis Maestría, Universidad Autónoma de Nuevo Leon, Monterey, Nuevo León, México. 136 p.

Proctor, C. A. 2013. Biology and control of common purslane (*Portulaca oleracea* L.). Ph.D. Thesis in Agronomy and Horticulture, Agronomy and Horticulture Department, University ofNebraska-Lincoln, Nebraska, United States of America. 76 pp.

Quishpe-Sandoval, G. J. 2006. Factores que afectan el consumo de alimento en pollos de engorda y postura. Tesis Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana "El Zamorano", Francisco Morazán, Honduras. 38 p.

Sarmiento-Franco, L. A., O. Barrera -Ramos, W. Carrasco-Espinoza y J. Bautista-Ortega. 2016. *Portulaca oleracea*, un recurso vegetal versátil en espera de ser aprovechado en el trópico. Agroproductividad 9(9): 61-66.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE EXTRACTO DE SUSTRATO GASTADO DE *Pleurotus ostreatus* SOBRE LA CALIDAD DEL HUEVO Y DE LA CANAL DE CODORNIZ JAPONESA

# [FFECT OF INCLUSION EXTRACT OF SPENT SUBSTRATE OF *Pleurotus ostreatus* ON EGG AND CARCASS QUALITY OF JAPANESE QUAIL]

**Darinka Miroslava Saavedra-Castillo, Cristian López-Padilla, Rodrigo Salomón Hernández-Aco, Sergio Soto-Simental, Maricela Ayala-Martínez, Armando Zepeda-Bastida[§]**

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo / Instituto de Ciencias Agropecuarias / Av. Universidad s/n km 1. Ex Hacienda de Aquetzalpa. Tulancingo, Hidalgo. México. CP. 43600. [§]Autor para correspondencia: (azepeda@uaeh.edu.mx).

## RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de la inclusión de extracto de sustrato gastado de *Pleurotus ostreatus* como ingrediente en la formulación de un alimento para codornices productoras de huevo y carne, se utilizaron 84 codornices japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) de 8 semanas de edad, las cuales fueron distribuidas completamente al azar en 3 tratamientos (sin extracto, con extracto baja cantidad de fibra y con extracto alta cantidad de fibra). El extracto de sustrato gastado de *P. ostreatus* fue incluido en el alimento de las codornices, las cuales fueron expuestas a las mismas condiciones ambientales y de manejo. Con lo cual se obtuvo que el incluir extracto de sustrato gastado de *P. ostreatus*, en dietas con alta cantidad de fibra, no afecta la calidad y producción de huevo, sin embargo, tiene efecto ($p < 0.05$) positivo en la canal de las codornices, por tanto, es una alternativa para disminuir costos y mejorar la calidad de la canal.

**Palabras clave:** Aves, carne, comestibles, fibra, hongos, producción.

## ABSTRACT

To evaluate the effect of inclusion of spent substrate extract of *Pleurotus ostreatus* as an ingredient in the formulation a food for quail producing eggs and meat, we used 84 Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) of 8 weeks of age, which were distributed completely randomly in 3 treatments (no extract, extract low quantity of fiber and extract high quantity of fiber). The spent substrate extract of *P. ostreatus* was included in the diet of quail, which were exposed to the same environmental and management conditions. With which it was obtained that the inclusion of spent substrate extract of *P. ostreatus*, in diets with a high amount of fiber, does not affect eggs quality and production, however, it has a positive effect ($p < 0.05$) on the carcass quail, therefore it is an alternative to reduce costs and improve the carcass quality.

**Index words**: Fiber, fungi, meat, mushroom, poultry, production.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## INTRODUCCIÓN

En México se cultivan cerca de 47,468 t de *Pleurotus ostreatus*, comúnmente llamado hongo seta. Siendo este el mayor productor de Latinoamérica, generando alrededor de 80.8% de la producción total de la región. Cabe destacar que el género *Pleurotus* es la segunda seta más cultivada; constituye el 19% de la producción mundial. El estado de Hidalgo se posiciona como el tercer productor de hongos comestibles a nivel nacional, sin embargo, durante su cultivo se generan residuos post-cosecha (sustrato degradado) que no son aprovechados. El consumo de hongos ha ganado popularidad por ser nutritivos y saludables. Presentan proteínas de buena calidad, bajo contenido de grasa y alto contenido de fibra, vitaminas, minerales y enzimas hidrolíticas que ayudan a la digestión Romero *et al*. (2018). Actualmente la demanda de carnes y productos cárnicos más saludables va en aumento, y con ello la necesidad de producir alimentos para ganado. Una alternativa es el aprovechamiento del sustrato gastado por *P. ostreatus* para ser utilizado como ingrediente en una formulación para codornices y con ello ofrecer una alternativa para la disposición de estos residuos. El objetivo del presente estudio fue evaluar los parámetros productivos de codornices alimentadas con extracto de sustrato gastado de *Pleurotus ostreatus*, para dietas con diferente cantidad de fibra.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en la Nave de Docencia e Investigación Avícola que se localiza en el Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, en el municipio de Tulancingo, Hidalgo. El extracto enzimático se obtuvo del sustrato gastado de *Pleurotus ostreatus*, para ello se homogeneizaron 500 g del sustrato con 1 L de agua destilada, se molió en una licuadora, para posteriormente filtrarlo a través de una gasa (con la finalidad de eliminar las partículas del sustrato gastado) la parte líquida se almacenó a -20 °C (Trejo, 2017)Se utilizaron 84 codornices hembra de 8 semanas de edad, las cuales se distribuyeroncompletamente al azar en tres tratamientos (sin extracto, con extracto baja cantidad de fibra y con extracto alta cantidad de fibra), con dos repeticiones y cada una con 7 codornices.

La alimentación se realizó dos veces al día, a las 7 h y a las 18 h, se les ofreció agua a libre acceso. Las dietas se elaboraron de acuerdo a las necesidades nutricionales reportadas en las Tablas Brasileiras para Aves y Cerdos (2017), las dietas fueron isoprotéicas e isoenergéticas, como se muestra en el Cuadro 1., Las aves fueron pesadas cada semana por las mañanas antes de ofrecer alimento Utilizando una balanza Ohaus (Pine Brook, NJ, EUA). Diariamente se registró la cantidad de alimento ofrecido y rechazado, para obtener el consumido. Semanalmente, se midió peso, altura y ancho del huevo, para ello se utilizó un calibrador digital Truper CALDI-6MP (CDMX, México). Se registró peso del cascaron, yema y albumina, se midió la altura de la albumina densa con la finalidad de calcular las unidades Haugh. Después de seis semanas de tratamiento se midió además el color de la yema, con un colorímetro Minolta CM-508d (Tokio, Japón), utilizando la escala de CIELab, con el iluminante D65 y 2° del observador.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

Después del periodo de producción de huevo (6 semanas), las codornices fueron pesadas en una balanza digital Ohaus (Pine Brook, NJ, EUA), y las aves fueron sacrificadas de acuerdo a la NOM-033-SAG/ZOO-2014, posteriormente se realizó la evaluación de la canal, para ello se pesaron las vísceras, plumas y molleja, con ello se calculó el rendimiento de la canal. Posteriormente, la canal se diseccionó en cabeza, pechuga, huacal, piernas, patas y alas.

Para el análisis estadístico de las variables medidas se utilizó un análisis de varianza bajo un diseño completamente al azar, cuando se detectaron diferencias significativas se realizó una comparación de medias de Tukey ($p < 0.05$).

**Cuadro 1:** Integración y composición nutricional de las dietas utilizadas en la alimentación de codorniz con inclusión de extracto de sustrato gastado de *Pleurotus ostreatus.*

| Ingrediente | Dieta | | |
|---|---|---|---|
| | Sin extracto de sustrato gastado de *P. ostreatus* | Con extracto de sustrato gastado de *P. ostreatus* y baja cantidad de fibra | Con extracto de sustrato gastado de *P. ostreatus* y alta cantidad de fibra |
| | | Kg | |
| Sorgo molido | 1.96 | 1.48 | 1.86 |
| Pasta de soya | 3.23 | 3.12 | 2.71 |
| Cascarilla de soya | 0.45 | 0.39 | 0.08 |
| Maíz molido | 1.70 | 2.43 | 2.48 |
| DDGS Cebada | 0.35 | 0.34 | 0.46 |
| Pasta de canola | 0.89 | 0.78 | 0.85 |
| Premezcla mineral y vitamínica | 0.27 | 0.17 | 0.25 |
| Aceite de canola | 0.55 | 0.43 | 0.25 |
| Carbonato de calcio | 0.60 | 0.60 | 0.59 |
| Agua (ml) | 0.00 | 0.00 | 0.21 |
| Extracto del sustrato gastado de *P. ostreatus* | 0.00 | 0.26 | 0.26 |
| Composición calculada* | | | |
| Proteína cruda (%) | 24.00 | 23.98 | 23.35 |
| Energía metabolizable Mcal/kg MS | 2.70 | 2.72 | 2.68 |
| Fibra cruda (%) | 5.00 | 4.80 | 6.70 |
| Lisina (%) | 1.17 | 1.17 | 1.17 |
| Metionina (%) | 0.42 | 0.42 | 0.43 |
| Mg (%) | 0.21 | 0.21 | 0.22 |
| P (%) | 0.52 | 0.50 | 0.55 |
| Ca (%) | 3.39 | 3.25 | 3.48 |

*FEDNA 2010.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 no se observan diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$), entre los tratamientos en lo que se refiere a producción de huevo para consumo en todas las variables productivas analizadas. Los resultados obtenidos coinciden con lo referido por Hurtado *et al*. (2013). Si bien el parámetro con mayor impacto fue la Luminosidad (L), mostrando diferencias con respecto a los animales que no consumieron extracto de sustrato gastado de *P. ostreatus* que a los que sí lo hicieron con baja cantidad de fibra en la dieta, indicando que tiende al color blanco (Casas *et al*., 2016).

Se destaca en particular que la inclusión de cantidades elevadas de fibra en la dieta de las codornices no modificó de manera considerable los parámetros productivos y no repercutió en la salud y el bienestar del ave.

**Cuadro 2:** Calidad de huevo de codorniz alimentadas con extracto de sustrato gastado de *Pleurotus ostreatus*.

| | Dieta | | | |
|---|---|---|---|---|
| Ingrediente | Sin extracto de sustrato gastado de *P. ostreatus* | Con extracto de sustrato gastado de *P. ostreatus* y baja cantidad de fibra | Con extracto de sustrato gastado de *P. ostreatus* y alta cantidad de fibra | MEE |
| Peso huevo (g) | 11.4606 | 11.1882 | 11.6479 | 0.177 |
| Largo del huevo (mm) | 32.0089 | 31.8318 | 32.0795 | 0.221 |
| Ancho del huevo (mm) | 25.3989 | 25.5535 | 25.9147 | 0.156 |
| Peso del Cascarón (g) | 2.0728 | 1.7824 | 1.7505 | 0.084 |
| Altura de la albumina (mm) | 5.6306 | 5.4935 | 5.6211 | 0.152 |
| Altura de la yema (mm) | 9.8333 | 9.9706 | 10.3053 | 0.139 |
| Peso de la yema (g) | 3.7111 | 3.3182 | 3.7611 | 0.108 |
| Peso de la albumina (g) | 5.6767 | 6.0876 | 6.1363 | 0.139 |
| L* | 39.3000 | 42.0506 | 40.7163 | 1.029 |
| a* | 1.6672 | 2.0312 | 1.9889 | 0.241 |
| b* | 20.8694 | 21.4941 | 19.7463 | 0.663 |

Existen diversos factores que pueden afectar el desempeño productivo y las características de la canal de la codorniz, entre ellos el sexo y la edad (Castro *et al*., 2012), es por ello que las codornices se separan de acuerdo a estas dos características, de acuerdo al fin que serán destinadas, ya sea engorda o postura, sin embargo, las aves que se desechan al término de la postura pueden ser sacrificadas para obtener carne. En este estudio se utilizó este tipo de animales.

Fuentes (2017) menciona que enzimas producidas por hongos del género *Pleurotus*, alcanzan una degradabilidad de hasta el 80% de lignina, celulosa y hemicelulosa. Lo cual explica que en esta investigación el peso de la molleja y la pechuga haya sido mayor ($p < 0.05$) (Cuadro 3) al incluir extracto de sustrato gastado de *P. ostreatus*, debido a que el uso de materiales degradados

biológicamente por hongos resulta favorable, los cuales tienen un mecanismo enzimático único, capaz de degradar selectivamente la lignina, ya que durante el crecimiento del cuerpo fructífero, el nitrógeno de la biomasa lignocelulosica se incorpora a la proteína fúngica incrementando la concentración de proteína cruda, mejorando consigo la calidad nutricional del material vegetal, como consecuencia de esta degradación se aprovechan mejor los monosacáridos y disacáridos (Velázquez de Lucio, 2018). Por tanto, el nitrógeno y los carbohidratos son aprovechados en la formación del músculo, lo cual se refleja en un mayor peso de la pechuga y la molleja, mientras que en otras partes de la canal en donde no se cuenta con músculos prominentes, como las patas, no se obtuvieron incrementos de pesos significativos, de manera que se obtuvieron valores similares a los reportados por Moron *et al*. (2008), quienes utilizaron harina de lombriz.

**Cuadro 3.** Calidad de la canal de codornices después de 6 semanas de producción de huevo alimentadas con diferentes proporciones de extracto de sustrato gastado de *Pleurotus ostreatus.*

| | Dieta | | | |
|---|---|---|---|---|
| Ingrediente | Sin extracto de sustrato gastado de *P. ostreatus* | Con extracto de sustrato gastado de *P. ostreatus* y baja cantidad de fibra | Con extracto de sustrato gastado de *P. ostreatus* y alta cantidad de fibra | MEE |
| Peso vivo (g) | 242.88 | 242.36 | 251.79 | 3.73 |
| Plumas (g) | 32.79[b] | 38.41[a] | 33.34[b] | 0.92 |
| Canal caliente (g) | 178.00 | 182.12 | 185.45 | 2.75 |
| Vísceras (g) | 50.34 | 54.65 | 58.17 | 1.62 |
| Molleja (g) | 6.61[a] | 7.46[a] | 5.45[b] | 0.31 |
| Piernas (g) | 37.20 | 36.80 | 37.00 | 0.61 |
| Pechuga (g) | 61.29 | 63.47 | 62.59 | 1.18 |
| Alas (g) | 12.79[a] | 13.28[a] | 10.04[b] | 0.49 |
| Huacal (g) | 48.83 | 47.76 | 51.68 | 1.07 |
| Cabeza (g) | 9.50 | 9.90 | 10.09 | 0.14 |
| Patas (g) | 4.62[a] | 4.33[ab] | 3.90[b] | 0.11 |
| Rendimiento (%) | 73.48 | 75.35 | 73.66 | 0.56 |
| Pechuga: Canal (%) | 34.39 | 34.46 | 33.88 | 3.73 |
| Piernas: Canal (%) | 20.92 | 20.28 | 19.95 | 0.92 |

[ab] Literales diferentes entre columnas indican diferencias significativas. Tukey ($p$ <0.05).

## CONCLUSIONES

Al incluir niveles elevados de fibra en la dieta de las codornices, adicionando extracto de sustrato gastado de *Pleurotus ostreatus*, no se afecta la calidad del huevo y de la canal, por ende la utilización de este producto puede ser una buena opción para disminuir costos de alimentación sin demeritar la calidad de los productos.

## AGRADECIMIENTOS

A la empresa Setas Monarca, ubicada en Tulancingo, Hidalgo, México, por la donación del sustrato gastado de *Pleurotus ostreatus.*

## LITERATURA CITADA

Casas, F. N., D. C. Moncayo, S. P. Cote, A. Cárdenas Ospitia y L. S. Espitia. 2016. Evaluación de la estabilidad del huevo de codorniz en conserva con sales y conservantes orgánicos. Scientia Agropecuria 7: 231-238.

Castro, T. C. B., L. J. J. Portillo y R. F. G. Ríos. 2012. Efecto de la separación por sexo en la respuesta productiva y composición de las canales de codorniz japonesa (*Coturnix coturnix* japonica) en engorde intensivo sacrificadas a diferentes edades. Revista científica FCV-LUZ. 22: 252-258.

De Blas, C., G. G. Mateos y P. G. Rebollar. 2010. FEDNA (Fundación Española Desarrollo Nutrición Animal). Normas FEDNA para la Formulación de Piensos Compuestos 3ª. Ed., Fund. Esp. Desarro. Nutr. Anim., Madrid, España.

Fuentes, V. E. J. 2017. Obtención de extractos acuosos con actividad celulolítica y ligninolítica a partir de la colonización del hongo *Pleurotus ostreatus* en sustrato de pseudotallo de plátano. Quevedo, Los Ríos, Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Hurtado, V. L., D. M Torres y L. L. Acuña. 2013. Evaluación de algunas características de calidad del huevo de condornices utilizando alimento energéticos en sustitución al maíz. Livestock Research for Rural Development 25(12): 5.

Morón, F. O. E., D. Díaz, S. Pietrosemoli, R. Barrera, N. Gallardo, J. Peña y M. Leal. 2008. Efecto de la inclusión de harina de lombriz sobre el rendimiento en canal, en cortes y calidad fisico-químca de la carne de codorniz (Coturnix coturnix japonica). Rev. Fac. Agron (LUZ): 674-685.

Romero, A. O., M. Á.Valencia De Ita, T. I. Rivera, B. O. A. Villareal-Espino y M. Á. Damián-Huato. 2018. Capacidad productiva de Pleurotus ostreatus utilizando alfalfa deshidratada como suplemento en diferentes sustratos agrícolas. Scielo. 145-160.

Trejo, M. T. L. 2017. Efecto del uso de extracto enzimático de *Pleurotus ostreatus* sobre los componentes de la leche y quesos de cabras. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Velázquez de Lucio, B. S. 2018. Caracterización fisicoquímica del sustrato degradado por Pleurotus ostreatus para ser utilizado como ingrediente en la formulación de un alimento para ovejas lactantes. Zempola, Hidalgo, México: Universidad Politécnica de Pachuca.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DE LA MORINGA (*Moringa oleifera*) SOBRE LA CALIDAD DEL HUEVO DE CODORNIZ *(Coturnix coturnix japónica)*

## [EFFECT OF MORINGA (*Moringa oleifera*) ON THE QUALITY QUAIL EGG (*Coturnix coturnix japonica*)]

**Mireya Alonso-Mora, Jesús Eduardo González-Pastrana, Maricela Ayala-Martínez, Armando Zepeda-Bastida, Sergio Soto-Simental[§]**

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Av. Universidad s/n km 1. ExHacienda de Aquetzalpa. Tulancingo, Hidalgo. México. CP. 43600. [§]Autor para correspondencia: (sotos@uaeh.edu.mx).

## RESUMEN

La moringa (*Moringa oleifera*), es una planta que presenta elevado contenido de carotenos y tocoferoles, por tal motivo, es posible que, al incluirse en la alimentación de las aves, se tenga un efecto favorable sobre la calidad del huevo. El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad del huevo de codornices alimentadas con diferentes proporciones de moringa. Para ello, se utilizaron 84 codornices, las cuales se distribuyeron en 3 tratamientos (0%, 2.5% y 5% de moringa en la dieta), con la finalidad de analizar la calidad del huevo. Al incluir moringa en el alimento, no se observaron diferencias estadísticas ($p > 0.05$) en el caso del peso y tamaño del huevo de codorniz, sin embargo, incrementó la pigmentación de la yema en las aves que consumieron moringa. Se concluye que la moringa influye positivamente sobre la calidad del huevo de codorniz.

**Palabras clave:** Alimentación, moringa, pigmentación, yema.

## ABSTRACT

Moringa (*Moringa oleifera*) is a plant that has a high level of carotenes and tocopherols, so it is possible, it can be included in the diet of the birds, if it has a favorable effect on the egg quality. The objective of this trial was to evaluate the quality of the quail egg feeding with different quantities of moringa. For this, 84 quails were used, birds were assigned to three treatments (0%, 2.5% and 5% of moringa in the diet), in order to analyze the egg quality. No statistical differences were observed ($p > 0.05$) in the case of the weight and size of the quail egg, however, the pigmentation of the yolks was higher ($p < 0.05$) in birds feeding with moringa. It was concluded that the moringa has a positive influence in the egg quail quality.

**Index words:** Feeding, moringa, pigmentation, yolk.

## INTRODUCCIÓN

La cría de codorniz en México ha incrementado durante los últimos años, la especie más importante es la codorniz japonesa *(Coturnix coturnix japónica)*, la cual se caracteriza por ser un ave que

puede llegar a producir más de 300 huevos al año. Una de las características del huevo es que puede pesar hasta el 8% del peso vivo del ave. Como en otras especies, la calidad del huevo está dada por diversos factores entre ellos, el peso, color de la cáscara y de la yema, grosor del cascarón, entre otras. Estos factores de calidad son afectados por la nutrición, genética, época del año, entre otros. La alimentación es de los costos más elevados en la producción de codorniz, además de ello es el principal factor que afecta la calidad del huevo, como es el color de la yema, por ende, se buscan alternativas que puedan influir sobre ésta (OEIDRUS, 2009).

La moringa (*Moringa oleífera* Lam) es una planta que puede usarse como forraje y se puede utilizar en la alimentación animal, ya sean las hojas, brotes o semillas. Las hojas de esta planta, además de presentar un nivel alto de proteína y de aminoácidos esenciales (Aye y Adegun, 2013), contienen diversos compuestos bioactivos, como carotenos, flavonoides, poli fenoles y vitaminas (Ahmad, 2017), que podrían mejorar la calidad del huevo de codorniz, ya que se ha demostrado que esos fitoquímicos tienen efecto positivo en la salud de las aves (Sánchez *et al.*, 2016), por tal motivo la utilización de moringa en la dieta de codorniz, sería una alternativa en la alimentación. Por esta razón el objetivo de esta investigación fue determinar el efecto sobre la calidad del huevo al incluir moringa en la dieta para codorniz.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en la Nave de Docencia e Investigación Avícola entre los meses de febrero a mayo de 2019, con una temperatura media de 20 °C y 65% de humedad relativa. La nave se localiza en el Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, en el municipio de Tulancingo de Bravo, Hidalgo. Se utilizaron 84 codornices hembra, distribuidas completamente al azar en tres tratamientos (0%, 2.5% y 5% de moringa en la dieta), con dos repeticiones cada uno. Las aves se alimentaron dos veces al día (07:00 y 17:00 h), con acceso libre a agua limpia y fresca, durante 6 semanas. Las dietas fueron isoprotéicas, isoenergéticas e isofibrosas (Cuadro 1), se formularon considerando las necesidades nutricionales recomendadas en las tablas Brasileiras para aves y cerdos (2017). Las aves fueron pesadas cada semana por las mañanas antes de ofrecer alimento utilizando una balanza Ohaus (Pine Brook, NJ, EUA); diariamente se registró la cantidad de alimento ofrecido y rechazado.

**Cuadro 1**. Integración y composición nutricional de las dietas utilizadas en alimentación de las codornices.

| Ingrediente | 0% | 2.5% | 5% |
|---|---|---|---|
| | | Base húmeda (kg) | |
| Sorgo molido | 1.963 | 1.480 | 1.869 |
| Harina de soya | 3.211 | 3.124 | 2.719 |
| Cascarilla de soya | 0.446 | 0.392 | 0.085 |
| Maíz molido | 1.704 | 2.437 | 2.481 |
| DDGS Cebada | 0.357 | 0.348 | 0.467 |
| Pasta de canola | 0.892 | 0.783 | 0.850 |
| Premezcla mineral y vitamínica | 0.268 | 0.174 | 0.255 |
| Aceite de canola | 0.535 | 0.435 | 0.255 |
| Carbonato de calcio | 0.624 | 0.609 | 0.595 |
| Moringa, hojas | 0.000 | 0.218 | 0.425 |
| *Composición nutricional* | | | |
| Proteína cruda (%) | 22.03 | 22.40 | 22.22 |
| Energía metabolizable Mcal $kg^{-1}$ MS | 2.60 | 2.66 | 2.67 |
| Fibra cruda (%) | 5.24 | 5.42 | 5.15 |
| Lisina (%) | 1.03 | 1.06 | 1.01 |
| Metionina (%) | 0.42 | 0.42 | 0.43 |
| Mg (%) | 0.21 | 0.21 | 0.22 |
| P (%) | 0.52 | 0.50 | 0.55 |
| ACa (%) | 3.39 | 3.25 | 3.48 |

DGS: Granos secos de destilería.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2, se puede observar que al incluir moringa en la alimentación de las codornices no se afectó ($p > 0.05$) la calidad del huevo a través del tiempo. Sin embargo, cuando se compara el peso del huevo de la primera semana (10.2, 9.5 y 11.28 g, para 0 %, 2.5 % y 5 % de moringa, respectivamente) con las siguientes semanas se observó que el peso fue menor, lo anterior se debe al inicio de la postura como lo indica Yannakopoulos y Tserveni-Gousi (1986) quienes observaron que el huevo producido durante la primera semana de postura es de menor peso. El peso promedio en las últimas 5 semanas de postura de las codornices coincide con diversos autores, quienes obtuvieron 12 g cuando se alimentaron codornices con desechos de ensilados de pescado (Tanuja et al., 2018), harina de tomillo y canela (Vali y Mottaghi, 2016) o jengibre (Tchoffo *et al*., 2017).

En el Cuadro 3, se muestra que la ganancia de peso no fue diferente ($p > 0.05$) entre los grupos que consumieron diferente concentración de moringa en la dieta, derivado de que las dietas fueron isoproteicas, isoenergéticas e isoproteicas, además de que las aves estaban en etapa de producción, en la cual el peso no debería de incrementarse, ya que los nutrientes consumidos se dirigen principalmente a la producción de huevo. Cabe señalar que el peso vivo que mantuvieron estas codornices están dentro del reportado por otros autores los cuales alimentaron con enebro (Inci *et al.*, 2016).

En el Cuadro 4, se puede observar que la medida y el peso del huevo, como de las diferentes partes de este (cascaron, yema y albumen) no fueron afectadas al incluir moringa en la dieta. En cambio, en los valores de L*, a* y b*, los cuales indican la pigmentación de la yema, se observa un efecto positivo sobre éstos, lo que da como consecuencia una mejor calidad de huevo. Con relación a las unidades Haugh no existe diferencia ($p > 0.05$) sin embargo, se puede apreciar un ligero incremento en las unidades, eso es un indicativo, como se menciona anteriormente, de una mayor calidad del huevo.

La harina de moringa contiene pigmentos que favorecen su deposición en la yema y con ello un incremento en los valores de a* y b*. Coppin *et al*. (2015) indican que la cantidad de carotenos y tocoferoles en hojas de moringa varían por la zona geográfica, medio ambiente y genética de la planta. Ahmad *et al*. (2017) encontraron que la moringa incrementa el contenido de carotenos en la yema de huevo de gallina, a medida que se incrementa la cantidad de moringa (hasta 1% de la dieta).

**Cuadro 2**. Medias de mínimos cuadrados (Media ± promedio del error estándar) de la calidad del huevo a través de las semanas de postura de codornices alimentadas con diversas proporciones de moringa.

| Variable | % de Inclusión de moringa en la dieta | Tiempo (Semanas) | | | | | MEE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Peso del huevo (g) | 0 | 10.20[b] | 12.96[a] | 12.79[a] | 12.29[a] | 12.71[a] | 0.69 |
| | 2.5 | 8.52[b] | 11.72[a] | 12.51[a] | 12.02[a] | 12.68[a] | 0.69 |
| | 5 | 11.28[b] | 13.36[a] | 12.83[a] | 12.52[a] | 12.05[a] | 0.69 |
| Alto del huevo (mm) | 0 | 31.50 | 32.40 | 33.42 | 32.81 | 32.48 | 0.77 |
| | 2.5 | 32.97 | 32.52 | 32.76 | 32.93 | 32.57 | 0.77 |
| | 5 | 31.73 | 33.57 | 33.25 | 33.06 | 32.49 | 0.77 |
| Ancho del huevo (mm) | 0 | 24.80 | 27.19 | 26.58 | 26.27 | 26.72 | 0.56 |
| | 2.5 | 25.95 | 26.23 | 26.40 | 26.47 | 26.59 | 0.56 |
| | 5 | 25.69 | 27.07 | 26.87 | 26.63 | 27.25 | 0.56 |
| Altura albumen (mm) | 0 | 3.89 | 3.60 | 3.89 | 3.98 | 4.21 | 0.49 |
| | 2.5 | 4.45 | 4.46 | 4.23 | 3.67 | 4.42 | 0.49 |
| | 5 | 3.00 | 4.55 | 3.36 | 4.02 | 3.72 | 0.49 |
| Peso cascaron (g) | 0 | 1.68 | 2.04 | 1.89 | 1.90 | 1.93 | 0.14 |
| | 2.5 | 1.05 | 1.96 | 1.95 | 1.80 | 1.83 | 0.14 |
| | 5 | 1.75 | 1.89 | 2.02 | 1.88 | 1.81 | 0.14 |
| Peso yema (g) | 0 | 3.60 | 3.72 | 3.85 | 3.57 | 3.67 | 0.29 |
| | 2.5 | 3.29 | 3.80 | 3.70 | 3.66 | 3.53 | 0.29 |
| | 5 | 3.27 | 4.09 | 3.75 | 3.47 | 3.31 | 0.29 |
| Peso albumina | 0 | 4.92 | 7.21 | 7.06 | 6.82 | 7.11 | 0.49 |
| | 2.5 | 5.24 | 5.96 | 6.86 | 6.57 | 7.32 | 0.49 |
| | 5 | 6.26 | 7.39 | 7.06 | 7.17 | 6.93 | 0.49 |

**Cuadro 3**. Medias de mínimos cuadrados (media ± media del error estándar) del peso (g) de las codornices durante las seis semanas del experimento.

| Tiempo (semanas) | Inclusión de moringa en la dieta 0 % | 2.5 % | 5 % | MEE |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 245.39 | 234.79 | 233.33 | 4.58 |
| 2 | 246.61 | 239.07 | 238.37 | 2.65 |
| 3 | 246.89 | 243.86 | 243.93 | 4.7 |
| 4 | 272.86 | 271.86 | 267.26 | 5.53 |
| 5 | 269.18 | 270.82 | 269.78 | 5.95 |
| 6 | 276.43 | 282.89 | 272.89 | 8.25 |

**Cuadro 4.** Medias de mínimos cuadrados (media ± media del error estándar) de las variables de calidad del huevo en codornices que consumieron moringa.

| Calidad del Huevo | Inclusión de moringa en la dieta 0 % | 2.5 % | 5 % | MEE |
|---|---|---|---|---|
| Alto | 12.37 | 12.88 | 12.74 | 0.48 |
| Ancho | 33.17 | 32.94 | 33.28 | 0.49 |
| Altura | 26.60 | 26.81 | 26.53 | 0.33 |
| Cascaron | 1.82 | 1.82 | 1.85 | 0.09 |
| Yema | 3.57 | 3.81 | 3.59 | 0.23 |
| Clara | 6.98 | 7.26 | 7.30 | 0.30 |
| L* | 49.75 | 49.82 | 48.01 | 1.16 |
| a* | $2.42^{b}$ | $5.87^{a}$ | $6.32^{a}$ | 0.40 |
| b* | $24.61^{b}$ | $29.03^{a}$ | $27.83^{a}$ | 0.83 |
| Unidad Haugh | 81.60 | 84.16 | 86.85 | 2.30 |

[ab]Literales diferentes indican diferencias significativas *($p < 0.05$).*

## CONCLUSIONES

Al incluir moringa en la dieta de codornices, se obtiene mayor pigmentación a la yema, lo que influye positivamente sobre la calidad del huevo, dando como resultado una mayor aceptación en el mercado.

## LITERATURA CITADA

Aye, P. and M. Adegun. 2013. Chemical Composition and some functional properties of Moringa, Leucaena and Gliricidia leaf meals. Agriculture and Biology Journal of North American 4: 71-77. https://pdfs.semanticscholar.org/3aa8/e5a92bf42def2a4bd5943aa95bf4451bef47.pdf.

Coppin, J. P., H. R. Juliani, Q. Wu and J. E. Simon. 2015. Variations in Polyphenols and Lipid Soluble Vitamins in *Moringa oleifera. In:* V. Predy (Eds). Processing and Impact on Active Components in Food. Academic Press. London, UK. pp. 655-663. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-404699-3.00079-2.

Inci, H., G. Ozdemir, A. Y. Sengul, B. Sogut, H. Nursoy and T. Sengul. 2016. Using juniper berry (Juniperus communis) as a supplement in Japanese quail diets. Revista Brasileira de Zootecnia 45(5): 230-235. http://dx.doi.org/10.1590/S1806-92902016000500004.

OEIDRUS. 2009. Encuesta y consulta bibliográfica sobre la codorniz. Secretaria de Fomento Agropecuario. Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable. http://www.nacionmulticultural.unam.mx/empresasindigenas/docs/1925.pdf.

Sánchez, K. Y, A. F. Cuadros y M. Y. Peña. 2016. Impacto que genera la utilización de Moringa Oleifera en la producción de pollo. Mundo Fesc 12: 98-108.

Tanuja, S., A. Kumar, S. K. Nayak, S. K. Behera and A. Sarkar. 2018. Effect of dietary supplementation of acid ensiled fish waste on production performance, egg quality and serum biochemistry in layer Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). Indian Journal of Animal Research 52: 740-743. https://arccjournals.com/uploads/Final-attachment-published-B-3276.pdf.

Tchoffo, H., F. Ngoula, J. R. Kana, A. Kenfack, V. H. Ngoumtsop and N. B. Vemo. 2017. Effects of Ginger (*Zingiber officinale*) Rhizomes Essential Oil on Some Reproductive Parameters in Laying Japanese Quail (*Coturnix coturnix japonica*). Advances in Reproductive Sciences 5: 64-74. https://doi.org/10.4236/arsci.2017.54008.

Vali, N. and S. Mottaghi. 2016. The effect of using different levels of cinnamon and thyme powder on egg characteristics and fatty acids profile in japanese quails. Journal of Zoology 5: 40-47. http://www.cibtech.org/cjz.htm.

Yannakopoulos, A. L. and A. S. Tserveni-Gousi. 1986. Quality characteristics of quail eggs. British Poultry Science 27(2): 171-176. https//:doi.org/10.1080/00071668608416870.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# RENDIMIENTO Y CALIDAD DE CARNE DE GUAJOLOTE ALIMENTADO CON DIETAS ALTERNATIVAS EN PASTURAS

# [PERFORMANCE AND QUALITY OF GUAJOLOTE MEAT FEEDED WITH ALTERNATIVE DIETS IN PASTURAS]

**K. S. García-Melo[1], M. P. Jerez-Salas[2], J. Hernández-Bautista[3], M. A. Camacho-Escobar[4], M. A. Vásquez-Dávila[2], D. López Luis[2]**

[1]Alumna del Programa de Maestría en Ciencias en Productividad en Agroecosistemas del ITVO-TecNM. Ex-Hacienda de Nazareno, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México. C.P.71230. [2]Profesora-investigadora, ITVO-TecNM. [3]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Benito Juárez de Oaxaca, [4]Universidad del Mar – Campus Puerto Escondido (UMAR). Puerto Escondido, San Pedro Mixtepec, Juquila, Oaxaca, México. C.P. 071980. [§]Autor para correspondencia: (agrosey_15@hotmail.com).

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue medir el rendimiento y calidad de carne de guajolote (Meleagris gallopavo) alimentado con dietas alternativas en pasturas. Se estableció cuatro diferentes tipos de quelites (pasturas) que se utilizan como alimento para el guajolote (*Meleagris gallopavo*), y se evaluaron variables de rendimiento y calidad de carne. Las canales se despiezaron y se determinó rendimiento de pechuga, pierna, muslo y otros cortes, así como rendimiento músculo, hueso y piel. Se tomaron medidas de colorimetría del musculo de la pechuga y pierna. Se realizó análisis de varianza con ($p < 0.05$), para las variables productivas se realizó comparación múltiple de medias con el método Tukey y para las variables de la canal y cortes de carne el método de Duncan. El tratamiento que tuvo acceso a la verdolaga obtuvo los mejores resultados en peso de toda la canal, caliente y fría, así como pH y capacidad de retención de agua ($p > 0.05$); respecto al rendimiento de la canal, de pechuga, pierna y muslo, el tratamiento con tuvo pastoreo del huaje obtuvo los valores más altos ($p > 0.05$); en cuanto a la producción de músculo y color más adecuado de la carne, lo obtuvo el tratamiento que consumió verdolaga ($p > 0.05$).

**Palabras clave:** Pavo, amaranto, huaje, pastoreo, verdolaga.

## ABSTRACT

The objective of this work was to measure the yield and quality of turkey meat (Meleagris gallopavo) fed with alternative diets in pastures. Four different types of quelites (pastures) that are used as food for turkey (Meleagris gallopavo) were established, and performance and meat quality variables were evaluated. The channels were awakened and breast, leg, thigh and other cuts performance was determined, as well as muscle, bone and skin performance. Colorimetry measurements of the breast and leg muscle were taken. Variance analysis was carried out with ($p < 0.05$), for the productive variables multiple comparison of means with the Tukey method was performed and for Duncan's method of the carcass and meat cuts. The treatment that had access to purslane obtained the best results in weight of the entire canal, hot and cold, as well as pH and

water retention capacity ($p > 0.05$); regarding the performance of the carcass, breast, leg and thigh, the treatment with grazing of the huaje obtained the highest values ($p > 0.05$); As for the production of muscle and the most adequate color of the meat, it was obtained by the treatment that consumed purslane ($p > 0.05$).

**Index words**: Turkey, amaranth, huaje, grazing, purslane.

## INTRODUCCIÓN

En México se desarrollaron técnicas de crianza de guajolote hace cinco mil años, de éstas provienen todas las variedades actuales y la producción de guajolote. Para alimentar a las aves de corral los sistemas silvopastoriles ofrecen una producción total de biomasa usualmente mayor que los monocultivos (Camacho *et al*., 2011). En sistemas silvopastoriles se pueden aprovechar los quelites como forraje. El término calidad se refiere a la constitución o propiedades que un producto posee, de estas características dependerán su aceptación por parte del consumidor. Las características naturales en la carne fresca que determinan la calidad son las propiedades físico-químicas (pH, capacidad de retención de agua, color y textura), organolépticas (suavidad, consistencia, olor y sabor y microbiológicas (Hernández *et al.* 2013).

Existen alternativas alimenticias en la producción de aves con la finalidad de obtener carne de calidad. La alimentación de algunas especies monogástricos como cerdos y aves, se han empezado hacer uso de fuentes fibrosas como alternativa alimentaria de bajo costo que no compiten con los destinados por el hombre (Savón, 2002). Particularmente en la avicultura ha surgido una alternativa de la producción en comparación al método convencional de cría, denominado sistema con acceso a pastura (Free-range), el cual tiene como principales características permitir acceso de las aves al exterior y a forrajes verdes, los que les concede un medio ambiente más saludable que contribuyen a reducir la tensión (Fanatico, 2007).

Alonso (2011) señala que para alimentar especies de aves de corral los sistemas silvopastoriles ofrecen una producción total de biomasa usualmente mayor que en los monocultivos, definiendo a los estos sistemas como parcelas en dónde se desarrollan armónicamente árboles o arbustos, pastos y animales en interacción con el suelo. Sin embargo, las interacciones que se producen entre los componentes de estos sistemas durante la explotación pueden determinar su capacidad productiva. Estos forrajes están representados principalmente por gramíneas y leguminosas que han sido utilizados para la alimentación de rumiantes; sin embargo, poco se ha estudiado la utilización de estos recursos alimenticios en aves en traspatio (Aguilar-Ramírez *et al*., 2000).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Esta fase del experimento se llevó a cabo en el laboratorio de análisis de productos de origen animal de la Facultad de Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca con dirección en Av. Universidad S/N. Ex – Hacienda 5 Señores, Oaxaca, México. Se seleccionaron 4 aves de cada tratamiento (2 hembras y 2 machos), las cuales fueron puestas en ayuno por 24 h, pasando este periodo se pesaron y se registró el peso final. Se utilizaron 10 mL de

mezcal vía oral para desensibilizar a las aves y después de 10 min, se les inmovilizó en conos y se les sacrificó por degüello según la Norma Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995 (Diario Oficial de la Federación, 2014), Una vez desangradas, se escaldaron sumergiéndolos en agua a 60 C durante 45 s para desplumarlos de forma manual. Posteriormente se procedió a determinar el peso de canal caliente, al corte de patas, cabeza, eviscerado y lavado (Figura 4) según la marca la norma NOM-033-ZOO-1995 (DOF, 2014). Las vísceras se pesaron directamente después de ser extraídas de cada ave sacrificada y escaldada. Una vez obtenidas las canales, se escurrieron y se guardaron en refrigeración a 4 C, y al cumplir 24 h de refrigeración, se pesaron en una báscula digital (TorRey® modelo L-EQ), para después separarlas por cortes tipo americano y pesarlas por componentes cárnicos (piernas, muslos, pechuga, alas, rabadilla y huacal), los rendimientos no cárnicos y cárnicos se obtuvieron con base en el peso de la canal.

Estas variables se obtuvieron después del periodo de refrigeración (24 h) y en la parte superior derecha de cada pechuga (musculo *pectoralis major*) tras eliminar la piel, para ello se realizó un corte superficial de forma que el músculo se expusiera por 15 min. La lectura de color fue tomada en el espacio L*, a* y b* (luminosidad, coordenadas rojo/verde y coordenadas amarillo/azul; respectivamente); también conocido como el espacio de color CIELAB, con un equipo de Konica-Minolta® (espectrofotómetro) de tipo móvil con disposición perpendicular, adecuado para dimensiones exactas.

Tras el análisis de color, se procedió a realizar el análisis de pH mediante el potenciómetro de marca Conductronic®, con una resolución de 0.01 pH y rango de medición de -2.00 a 16.00 pH, el electrodo se introdujo 2 cm en la misma área donde se obtuvo el color. Ambas variables se tomaron por triplicado.

Para estimar la capacidad de retención de agua (CRA), se pesó con una balanza de precisión (Denver Intrument®, EUA, modelo MXX – 412 con sensibilidad de 0.01 g), 1 g de la carne de guajolote de cada tratamiento, se realizaron tres repeticiones por cada muestra a 24 h *post-mortem*. Cada muestra se colocó entre dos papeles filtro, los cuales a su vez se ubicaron entre papeles filtro y se ejerció una presión constante de 10 kg durante 5 min, posteriormente se volvió a pesar la muestra y se estimó la CRA por diferencia de peso en las muestras antes y después de la presión.

El experimento se estableció de acuerdo a un diseño completamente al azar, con 5 tratamientos y 4 repeticiones por tratamiento, en total 20 unidades experimentales. La unidad experimental fue equivalente a un ave. A las variables evaluadas se les realizó análisis de varianza (ANOVA) con ($p < 0.05$), posteriormente, para las variables productivas se realizó comparación múltiple de medias con el método Tukey ($p < 0.05$), y para las variables de la canal usando la comparación de medias de Duncan ($p < 0.05$); todos ellos mediante el uso del paquete estadístico SAS (1999) versión 8.0 para Windows.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan las principales variables de la canal de los guajolotes experimentales. Los guajolotes de los tratamientos que tuvieron acceso al consumo de amaranto, hierba mora y verdolaga, presentaron mayor peso de canal entera, al compararlos con el tratamiento testigo alimento comercial únicamente. Estas diferencias fueron estadísticamente diferentes ($p > 0.05$).

**Cuadro 1**. Medias de las variables de la canal de guajolotes nativos criados en condiciones semi intensivas con acceso a pastoreo de diferentes forrajes.

| Variable | Amaranto | Huaje | Hierba mora | Verdolaga | Testigo |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso Canal Entera (g) | 4,623$^{a}$ | 4,215$^{ab}$ | 4,641$^{a}$ | 4,540$^{a}$ | 3,842$^{b}$ |
| Peso Canal Caliente (g) | 3,450$^{b}$ | 3,999$^{ab}$ | 4,020$^{a}$ | 4,229$^{a}$ | 2,829$^{c}$ |
| Peso Canal Fría (g) | 3,368$^{ab}$ | 3,650$^{ab}$ | 3,369$^{ab}$ | 4,103$^{a}$ | 2,120$^{b}$ |
| pH | 6.02$^{b}$ | 6.19$^{a}$ | 6.11$^{a}$ | 5.93$^{c}$ | 6.02$^{b}$ |
| CRA[1] | 0.28$^{b}$ | 0.53$^{a}$ | 0.27$^{b}$ | 0.34$^{ab}$ | 0.25$^{b}$ |

[1]Capacidad de retención de agua.
$^{a,b,c}$Diferente literal en la misma línea indica diferencia estadística ($p$ >0.05).

Juárez (2004) reportó que el peso de la canal caliente representa 78.94% del peso vivo; mientras que la canal fría 75.91%. Respecto al pH, la carne de guajolote alimentado con verdolaga, resultó estadísticamente más ácida que las de los otros tratamientos ($p$ >0.05). Cori *et al.* (2014) reportan que existe diferencia en el pH de los músculos de la pechuga y de la pierna; siendo más ácido el músculo de la primera. De manera similar, la carne proveniente del tratamiento con acceso al huaje, presentó la mayor ($p > 0.05$) capacidad de retención de agua, disminución de esta característica se relaciona con la desnaturalización de la proteína de la carne y su consecuente baja en la calidad para su consumo (Cori *et al*., 2014).

Respecto a los otros dos cortes de mayor valor comercial, piernas, muslos y alas, los guajolotes provenientes de los tratamientos huaje, hierba mora y verdolaga presentaron los cortes más pesados ($p > 0.05$) al compararlos con los cortes de las aves provenientes del tratamiento testigo (Cuadro 2).

**Cuadro 2**. Rendimiento de la canal en cortes de guajolotes nativos criados en condiciones semi intensivas con acceso a pastoreo de diferentes forrajes

| Variable | Amaranto | Huaje | Hierba mora | Verdolaga | Testigo |
|---|---|---|---|---|---|
| Pechuga (g) | 1,079$^{ab}$ | 1202$^{a}$ | 1100$^{a}$ | 998$^{b}$ | 770$^{c}$ |
| Piernas (g) | 432$^{ab}$ | 459$^{a}$ | 493$^{a}$ | 472$^{a}$ | 394$^{b}$ |
| Muslo (g) | 484$^{b}$ | 561$^{a}$ | 599$^{a}$ | 558$^{a}$ | 389$^{c}$ |
| Alas (g) | 346$^{a}$ | 354$^{a}$ | 362$^{a}$ | 390$^{a}$ | 301$^{b}$ |
| Huacal (g) | 365$^{a}$ | 294$^{b}$ | 283$^{b}$ | 344$^{a}$ | 305$^{ab}$ |
| Rabadilla (g) | 471$^{a}$ | 430$^{a}$ | 433$^{a}$ | 442$^{a}$ | 454$^{a}$ |
| Cuello (g) | 203$^{a}$ | 212$^{a}$ | 199$^{a}$ | 200$^{a}$ | 161$^{b}$ |

$^{a,b,c}$Diferente literal en la misma línea indica diferencia estadística ($p > 0.05$).

Al determinar el rendimiento en carne de los tres cortes de mayor valor comercial (pechuga, pierna y muslo), se encontró que los cortes de guajolotes alimentados con verdolaga y amaranto, tuvieron la mayor cantidad de carne magra y fueron estadísticamente diferentes ($p$ >0.05) que el

resto de los tratamientos (Cuadro 3). Contrariamente, los cortes provenientes de las aves alimentadas exclusivamente con alimento comercial, tuvieron los huesos más pesados; siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($p$ >0.05).

**Cuadro 3**. Rendimiento en carne de pechuga, muslo y pierna de guajolote.

| Variable | Amaranto | Huaje | Hierba mora | Verdolaga | Testigo |
|---|---|---|---|---|---|
| Carne magra (g) | 960[a] | 703[b] | 624[b] | 1,280[a] | 772[b] |
| Hueso (g) | 500[ab] | 477[ab] | 426[b] | 401[b] | 572[a] |
| Piel (g) | 352[a] | 315[a] | 346[a] | 308[a] | 320[a] |
| 7Grasa (g) | 236[a] | 218[a] | 221[a] | 235[a] | 210[a] |
| Tejido conectivo (g) | 70[a] | 79[a] | 94[a] | 84[a] | 71[a] |

a,b,cDiferente literal en la misma línea indica diferencia estadística ($p$ >0.05).

Los valores colorimétricos se presentan en el Cuadro 4. Las pechugas y piernas de los guajolotes de los tratamientos con acceso a amaranto, huaje y únicamente alimento comercial (testigo), presentaron la mayor luminosidad respecto a los otros tratamientos ($p$ > 0.05). Respecto a la tonalidad amarilla (a*) y roja (b*), las pechugas provenientes de guajolotes alimentados con hierba mora y verdolaga presentaron las coloraciones estadísticamente más intensas ($p$ > 0.05), al compararlas con las pechugas de las aves de otros tratamientos.

**Cuadro 4**. Medias de valores de cromatografía en pechuga y pierna de guajolotes nativos criados en condiciones semi intensivas con acceso a pastoreo de diferentes forrajes.

| Variable | Amaranto | Huaje | Hierba mora | Verdolaga | Testigo |
|---|---|---|---|---|---|
| Pechuga | | | | | |
| L*[1] | 44.13[a] | 43.75[a] | 27.14[b] | 17.01[c] | 43.34[a] |
| a*[2] | 5.93[b] | 5.47[b] | 17.04[a] | 16.89[a] | 6.28[b] |
| b*[3] | 8.06[b] | 8.15[b] | 17.00[a] | 16.90[a] | 9.17[b] |
| Pierna | | | | | |
| L*[1] | 71.30[a] | 72.25[a] | 57.50[b] | 25.50[c] | 70.89[a] |
| a*[2] | 0.41[c] | -0.97[c] | 9.51[b] | 24.88[a] | -1.47[c] |
| b*[3] | 8.90[bc] | 5.51[c] | 14.25[b] | 24.89[a] | 8.00[bc] |

[1]Luminosidad. [2]Coordenadas rojo/verde. [3]Coordenadas amarillo/azul. [a,b,c]Diferente literal en la misma línea indica diferencia estadística ($p$ > 0.05).

## CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio hacen evidente que las interacciones de los diferentes metabolitos secundarios de los forrajes evaluados, interactúan de diferente manera en los guajolotes, provocando diferentes respuestas productivas y de calidad de la carne. Es evidente que los guajolotes nativos mejoran su desempeño productivo al tener acceso al consumo de forraje fresco; sin embargo, es necesario seguir haciendo más investigación sobre el estado fenológico más propicio para las aves, así como los forrajes que les son más favorables para el interés zootécnico del productor.

## LITERATURA CITADA

Aguilar-Ramírez, J., R. Santos-Ricalde, V. Pech-Martínez y R. Montes-Pérez. 2000. Utilización de la hoja de Chaya (Cnidoscolus chayamansa) y de Huaxín (Leucaena leucocephala) en la alimentación de aves criollas. Revista Biomédica 11(1): 17-24. Disponible en: http://www.medigraphic.com/pdfs/revbio/bio-2000/bio001c.pdf

Alonso, J. 2011. Los sistemas silvopastoriles y su contribución al medio ambiente. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 45(2). Disponible en: http://www.redalyc.org/html/1930/193022245001/

Camacho-Escobar, M. A., I. Lira-Torres, L. Ramírez-Cancino, R. López-Pozos y J. L. Arcos-García. 2006. La avicultura de traspatio en la Costa de Oaxaca, México. Ciencia y Mar 10(28): 3-11.

Camacho-Escobar, M. A., P. R. Lezama-Nuñez, M. P. Jerez-Salas, J. Kollas, M. A. Vásquez-Dávila, J. C. García López, J. Arroyo-Ledezma, N. Y. Ávila-Serrano y F. Chávez-Cruz. 2011. Avicultura indígena mexicana: sabiduría milenaria en extinción. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal 1: 375-379.

Cori, M. E., C. Michelangeli, V. DeBasilio, R. Figueroa y N. Rivas. 2014. Solubilidad proteíca, contenido de mioglobina, color y pH de la carne de pollo, gallina y codorniz. Arch. de Zootec. 63(241): 133-143.

Fanatico, A. 2007. Sistemas Avícolas Alternativos con Acceso a Pastura. ATTRA. National Sustainable Agriculture Information Service. 28 p.

Hernández, B. J., J. L. Aquino L y R. F. G. Ríos. 2013. Efecto del manejo pre-mortem en la calidad de carne. Revista NACAMEH 7(2): 41-64.

Juárez, C. A. 2004. Efecto del peso corporal en el rendimiento de la masa muscular en el pavo nativo mexicano. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 38(4): 405-409.

Savón, L. 2002. Alimentos altos en fibra para especies monogástricas. Caracterización de la matriz fibrosa y sus efectos en la fisiología digestiva. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 36(2): 91-102.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CÁSCARA DE PIÑA (*Ananas comosus*) COMO UNA ALTERNATIVA DE ANTIOXIDANTE NATURAL EN UN PRODUCTO CÁRNICO FRESCO

# [PINEAPPLE PEEL (*Ananas comosus*) AS AN ALTERNATIVE NATURAL ANTIOXIDANT IN A FRESH MEAT PRODUCT]

**Evelin Trujillo-Santiago[1], Luz Hermila Villalobos-Delgado[1§], Joaquin Tenoch Santiago-Castro[1], Dalia Itzel Zafra-Ciprián[2], Erika López-Rodríguez[2], Ludmila Elisa Guzmán-Pantoja[1]**

[1]Instituto de Agroindustrias y División de Estudios de Posgrado. [2]Universidad Tecnológica de la Mixteca, Carretera a Acatlima Km. 2.5. C.P. 69000. Huajuapan de León, Oaxaca, México. [§]Autor para correspondencia (vidluz@mixteco.utm.mx).

## RESUMEN

En la presente investigación, se realizaron extracciones sólido-líquido de cáscara de piña (en polvo y en trozos) utilizando como solventes agua y etanol potable con el objetivo de evaluar su efecto antioxidante sobre carne molida de cerdo almacenada durante 9 días a 4 ± 2 °C. El análisis se realizó bajo los siguientes tratamientos: carne sin extracto (CTL), carne molida con extractos acuosos (usando cáscaras troceadas [EACT] y [CASAR]), carne molida con extractos hidroetanólicos (usando polvo [EHEP] y cáscaras troceadas [EHEC]), carne molida con extractos etanólicos (usando polvo [EPE] y cáscaras troceadas [ECE]) y carne molida con una solución de ascorbato de sodio como control positivo (ASC). Los valores de TBARS y el porcentaje de metamioglobina se determinaron al día 0, 3, 6 y 9 del periodo de almacenamiento. Los tratamientos EHEP y EHEC presentaron los valores de TBARS (mg de malonaldehído/kg de carne) más bajos. Con respecto a la metamioglobina, CASAR presentó valores entre 40-47%, mientras que el CTL y ASC mostraron valores entre 38 y 46 %, a través del periodo de almacenamiento. Se concluye que la cáscara de piña presenta potencial para ser usada como antioxidante natural en productos cárnicos.

**Palabras clave**: Subproducto agroindustrial, oxidación lipídica, metamioglobina.

## ABSTRACT

In the present investigation, solid-liquid extracts of pineapple husk (powder and chunks) are used using water and drinking ethanol as solvents with the objective of evaluating their antioxidant effect on ground pork stored for 9 days at 4 ± 2 °C. The analysis was carried out under the following treatments: meat without extract (CTL), ground meat with aqueous extracts (using sliced shells [EACT] and [CASAR]), ground meat with hydroetanolic extracts (using powder [EHEP] and shells chopped [EHEC]), ground beef with ethanol extracts (using powder [EPE] and chopped shells [ECE]) and ground beef with a solution of sodium ascorbate as a positive control (ASC). TBARS values and the percentage of metamioglobin were determined at day 0, 3, 6 and 9 of the storage period. EHEP and EHEC treatments. The lowest TBARS values (mg of malonaldehyde / kg of meat). With respect to metamioglobin, CASAR presented values between 40-47%, while CTL and

ASC values between 38 and 46%, throughout the storage period. It is concluded that pineapple peel has potential to be used as a natural antioxidant in meat products.

**Index words:** Agroindustry by-product, lipid oxidation, metmyoglobin.

## INTRODUCCIÓN

Es posible re-utilizar los residuos agroindustriales y convertirlos en aditivos alimentarios (Mallek-Ayadi *et al*., 2017), ya que contienen compuestos bioactivos con actividad antioxidante y antimicrobiana. En las frutas, la cáscara y las semillas son los componentes que contienen cantidades importantes de antioxidantes (Morais *et al*., 2015). La piña es la fruta que más se produce en el Estado de Oaxaca y los productos generados de su industrialización son rebanadas y trozos en almíbar enlatados, purés y jugos, La cáscara representa alrededor del 10% del peso total del fruto (Hajar *et al*., 2012; SAGARPA, 2017) y ha sido utilizada como fertilizante, alimento para ganado, como sustrato para la producción de metano, etanol, ácido cítrico y compuestos antioxidantes (Ketnawa *et al*., 2012). La cáscara de piña contiene compuestos polifenólicos y ácidos orgánicos que le confieren actividad antioxidante (Martínez *et al.*, 2012; Morais *et al.*, 2015; Saraswaty *et al*., 2016); no obstante, existe poca información de su uso en la aplicación de los alimentos; solo se ha utilizado como concentrado de fibra y en forma de polvo como ingrediente prebiótico en la elaboración de yogurth (Sah *et al*., 2015).

En México, la carne de cerdo y bovino son las más consumidas, principalmente molida y en hamburguesas (Braña *et al*., 2012). Existen dos problemas que deterioran su calidad, los procesos oxidativos (oxidación lipídica y proteica) y el crecimiento microbiano. La deterioración oxidativa decolora el producto, desarrolla malos sabores, pérdida de nutrientes y formación de compuestos indeseables como el malonaldehído (MAD), que ha sido catalogado como carcinogénico y mutagénico En la carne fresca la oxidación genera la formación de metamioglobina generando colores oscuros. Los procesos oxidativos parecen estar ligados y la oxidación de uno de ellos conduce a la formación de especies químicas que pueden exacerbar la oxidación de otros compuestos (Falowo *et al*., 2014; Villalobos-Delgado *et al*., 2019b).

Para conservar la calidad e inocuidad de la carne es indispensable protegerla de procesos oxidativos durante el almacenamiento. El uso de antioxidantes sintéticos está limitado a ciertas cantidades ya que han sido asociados a riesgos potenciales en la salud del consumidor (Shah *et al*., 2014). Lo anterior, ha llevado a la investigación de aditivos naturales derivados de hierbas culinarias, especias, vegetales y residuos agroindustriales de frutas y productos oleaginosos, los cuales contienen biocompuestos con uso potencial como antioxidantes y antimicrobianos naturales (Falowo *et al.*, 2014; Villalobos-Delgado *et al*., 2019b). De hecho, existen estudios que sugieren el uso de residuos agroindustriales como fuente de antioxidantes naturales en la preparación de carne y productos cárnicos (Villalobos-Delgado *et al.*, 2019b). El objetivo de estudio fue evaluar el efecto del uso de la cáscara de piña seca (en polvo y en trozos) en la estabilidad lipídica y la formación de metamioglobina en carne cruda molida de cerdo preservada en refrigeración.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las cáscaras de piña se adquirieron en un mercado local en Huajuapan de León, Oaxaca, México., para luego ser transportadas al Taller de Procesamiento de Alimentos de la Universidad Tecnológica de la Mixteca. Las cáscaras se lavaron con agua purificada (1:1 p:v) a una temperatura de 30 °C y luego se secaron en un horno de convección (Horno ahumador UL listed, EUA) a 60 °C durante 96 h. Después del secado, la mitad de las cáscaras secas se molieron en una licuadora industrial (Tornado, México) durante 2 min. Luego, el polvo obtenido se pasó a través de un tamiz (malla 40; Montinox, México), para obtener un tamaño de partícula de 420 μm. La otra mitad de las cáscaras, se troceo a 0.5 $cm^2$. El polvo y cáscaras de piña troceadas se almacenaron en contenedores de plástico sellados y protegidos de la luz a una temperatura de 4±1 °C, hasta su uso.

Un total de seis extractos se obtuvieron utilizando como solventes etanol grado alimenticio (96 °G.L.) y agua potable. Los extractos se prepararon como se indica a continuación con algunas modificaciones según la metodología original: a) Extracto acuoso de cáscaras troceadas (EACT), las cáscaras troceadas se molieron con agua (1:10 p/v) y la mezcla se acidificó agregando vinagre (como ácido acético) hasta alcanzar un pH de 3.03. Posteriormente, la mezcla se homogeneizó a 60 °C durante 2.5 h con agitación continua (IKA, EUA). La mezcla se filtró con papel filtro Whatman # 1 y se centrifugó (Eppendorf 5804 R, Alemania) a 9,200 rpm durante 10 min. Después se recuperó el sobrenadante y se concentró en un rotavapor (Yamato RE300, Japón) a 40 °C. El concentrado obtenido se almacenó protegido de la luz y en refrigeración (Andrés *et al.*, 2017); b) Extracto de cáscaras troceadas a reflujo de agua (CASAR), las cáscaras troceadas se mantuvieron a reflujo de agua (1:10 p/v) durante 1 h. La mezcla se filtró con una gasa y el líquido se reservó. Las cáscaras se llevaron nuevamente a reflujo bajo las mismas condiciones y se volvió a filtrar. El filtrado se centrifugó a 10,000 rpm durante 20 min, recuperándose el sobrenadante, el cual se concentró y se almacenó usando el mismo procedimiento que para el extracto EACT (Turgut *et al*., 2016); c) Extracto hidroetanólico del polvo de piña (EHEP), se preparó una mezcla de etanol:agua (70:30% v/v) y se agregó al polvo de la cáscara (2:10 p/v). La mezcla, se agitó durante 2 h evitando la exposición a la luz. Luego, se filtró a vacío con papel filtro Whatman No. 1, durante 30 min.

El filtrado se concentró y se almacenó como en la metodología del extracto EACT (Conde-Hernández *et al*., 2014); d) Extracto hidroetanólico de las cáscaras de piña (EHEC), en una licuadora convencional, la cáscara troceada se homogenizó con una mezcla etanol:agua (70:30% v/v) durante 40 seg. Posteriormente, la mezcla se centrifugó a 2,500 rpm durante 5 min a 4 °C. Se separó el sobrenadante con papel filtro Whatman No. 4 y se realizó una re-extracción del residuo siguiendo la misma metodología. Se recolectaron ambos filtrados y se concentraron en un rotavapor (Yamato RE300, Japón) a 35 °C. El concentrado obtenido se almacenó protegiéndolo de la luz y en refrigeración (Rodríguez-Carpena., 2011); e) Extracto de polvo en etanol (EPE), el polvo de la cáscara se mezcló con etanol (1:20 p/v) durante 2 h a 40 °C. Se filtró con papel filtro Whatman No. 1 para luego realizar 2 re-extracciones más. Los filtrados se combinaron y se concentraron en un rotavapor (Yamato RE300, Japón) a 40 °C. El extracto se almacenó en viales color ámbar a temperaturas de refrigeración, hasta su uso (Han y Rhee, 2005); f) Extracto de cáscara en etanol (ECE), la cáscara troceada de piña se mezcló con etanol (1:10 p/v), se agitó a 75 rpm a temperatura

ambiente (28 °C ± 2 °C) durante 2 h y se filtró con papel filtro Whatman No. 1. El residuo se lavó con etanol grado alimenticio (1:5 p/v) y se combinó con el filtrado. Luego, se concentró en rotavapor a 40 °C y se almacenó protegiéndolo de la luz y bajo refrigeración (Woijaciak y Dolatowski, 2016).

La carne molida de cerdo se adquirió en un mercado local. En un primer experimento, la carne molida se estudió bajo los siguientes tratamientos: carne molida sin extracto o control (CTL) y carne molida con la incorporación de los siguientes extractos EACT, CASAR y EHEP. En el segundo experimento, a la carne molida se le incorporaron los siguientes extractos: EHEC, EPE y ECE. Asimismo, se consideró un CTL (sin extracto) y un control positivo (ASC) preparado a partir de una solución de ascorbato de sodio (0.01 g/ml). Tanto la carne con la incorporación de los extractos como el CTL y ASC, se incorporaron en una proporción de 50 ml por 1,000 g de carne molida, mezclando manualmente durante 5 min. El total de la carne de cada tratamiento se dividió en 4 proporciones que fueron colocadas sbre bandejas de poliestireno cubiertas con una película plástica de PVC, almacenadas durante 9 días a 4±1 °C. Los análisis de TBARS y formación de metamioglobina se llevaron a cabo los días 0, 3, 6 y 9.

Se homogenizaron 2 gramos de muestra de carne con 20 mL de agua destilada en un ultraturrax T18 (IKA, EUA) a 13,000 rpm durante 1 minuto en un baño de hielo. Se tomó 1 mL del homogeneizado y se mezcló 30 µL de BHT (7.2% en etanol) y 2 mL de solución de ácido tiobarbitúrico (TBA) (20 mM de TBA en ácido tricloroacético al 15%). La mezcla se agitó en un vortex (IKA, EUA) durante 30 segundos y se incubó en agitación (70 rpm) en baño María (JEIOTECH, Corea) a 80 °C durante 20 minutos. Inmediatamente después, se enfrió en agua fría durante 10 minutos y se centrifugó (Eppendorf 5804R, Alemania) a 2,500 rpm a 4 °C durante 10 minutos. Se recogió el sobrenadante y se midió la absorbancia a 531 nm. Los valores de TBARS se calcularon utilizando una curva estándar de 1,1,3,3-tetraetoxipropano (TEP) y los resultados se expresaron como mg de malonaldehído/kg de carne cruda molida (mg MDA/kg carne molida) (Villalobos-Delgado *et al.*, 2017). El porcentaje de metamioglobina se determinó de acuerdo a la metodología reportada por Kim et al. (2013) con algunas modificaciones. Cinco gramos de muestra de carne, se homogeneizaron con 50 mL de una solución buffer de fosfatos 0.04 M (pH 6.8) fría (0-4 °C) en un ultraturrax T18 (IKA, EUA) a 10,800 rpm durante 15 segundos. Posteriormente, el homogeneizado se centrifugó a 9,000 rpm durante 20 minutos a 5 °C. Luego, se filtró el sobrenadante con papel filtro Whatman No. 1 y en un espectrofotómetro se midió la absorbancia a 525, 572, 700 y 730 nm. Finalmente, el porcentaje de metamioglobina se calculó de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\%MetMb = \left[1.395 - \left((A_{572} - A_{700})/(A_{525} - A_{700})\right)\right] * 100$$

Se evaluaron un total de ocho tratamientos con dos repeticiones considerando los seis extractos, un control negativo (CTL) y un control positivo (ASC). En cada ensayo, a los valores de las variables en estudio (TBARS y el porcentaje de metamioglobina) se les calculó la media y la desviación estándar, realizando un análisis descriptivo a partir de los datos observados en los gráficos de barras.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 y 2, se muestran los resultados de la oxidación lipídica (valores de TBARS) y el porcentaje de metamioglobina en carne cruda molida de cerdo. Para el primer experimento, durante los primeros tres días, todos los tratamientos mostraron valores de TBARS similares al CTL (Fig.1a). No obstante, a partir del día 3 y hasta el final de periodo de almacenamiento, se observó que el tratamiento EHEP, presentó valores por debajo de 0.5 mg de MAD/kg de carne. Mientras que el CTL presentó los valores más altos a partir del día 6. Feiner (2006) reporta que la rancidez oxidativa inicia cuando en la carne existe una concentración de 0.4-0-6 mg de MAD/kg de carne, mientras que Lorenzo *et al.* (2014) reportan que, en productos cárnicos, el sabor rancio se detecta con valores de TBARS por encima de 0.6 mg de MAD/kg. Por otro lado, a pesar de que la mayoría de los tratamientos con la incorporación de extractos de cáscara de piña presentaron valores bajos en los TBARS, la mayoría presentó valores por encima del 40% para el porcentaje de metamioglobina (Fig. 1b). Lorenzo *et al*. (2014) y la AMSA (2012) reportaron que valores por encima del 40% de metamioglobina provoca el rechazo de la carne por parte de los consumidores, mientras que otros autores han reportado que la metamioglobina se detecta visualmente a un porcentaje del 50% o en un rango entre 30 al 40%. Lawrie y Ledward (2006) encontraron porcentajes más altos y argumentan que el color marrón de la metamioglobina es notable cuando se encuentra presente al 60%. Considerando lo anterior, el tratamiento CASAR presentó bajos porcentajes de metamioglobina (rango de 40 al 47%) a través del tiempo de almacenamiento.

El segundo experimento, se observó que al día 0, todos los tratamientos presentaron valores de TBARS por debajo de 0.5 mg de MAD/kg de carne (Fig. 2 c), siendo el tratamiento EHEC el que mostró valores por debajo de 0.51 mg de MAD/kg de carne, hasta el día final del periodo de almacenamiento. No obstante, a partir del día 3, el tratamiento CTL presentó los valores más altos en comparación con el resto de los tratamientos. Con respecto al porcentaje de metamioglobina, a los días 0 y 3, se observó que, a excepción del tratamiento ASC, la mayoría de los tratamientos presentaron valores por encima del 40 %. Para el resto de los días de almacenamiento, se observó el mismo comportamiento en la mayoría de los tratamientos a excepción del tratamiento CTL, el cual presentó valores aproximados o por debajo del 40% de metamioglobina.

Así, en ambos experimentos, los extractos hidroetanólicos, EHEP y EHEC, presentaron valores de TBARS más bajos, lo cual pudiera atribuirse a la combinación de los solventes usados, los cuales pudieron haber extraído mayor contenido de compuestos fenólicos. Shah *et al.* (2014) reportan que la eficiencia de la extracción de biocompuestos es afectada por la naturaleza química de los fitoquímicos, el método de extracción usado, el tamaño de la partícula, el solvente usado, así como la presencia de sustancias interferentes. Asimismo, estos autores refieren que los solventes más adecuados son mezclas acuosas conteniendo etanol, metanol, acetona y etil acetato; siendo el etanol conocido como un buen solvente para la extracción de los polifenoles. En el caso del tratamiento EHEP, sus bajos valores en los TBARS, se pudieran atribuir al tamaño de partícula del polvo, que al estar más expuesto a los solventes pudo haber extraído mayor número de compuestos antioxidantes como polifenoles (ácidos fenólicos y flavonoides) y ácidos orgánicos tales como el ácido málico y el ácido cítrico, este último considerado como antioxidante (Martínez *et al*., 2012;

Morais *et al.*, 2015). Bucić-Kojić *et al*. (2007) mencionan que la superficie de contacto y la trayectoria de difusión de los poros aumentan al disminuir el tamaño de partícula, y conduce a una permeabilidad o difusividad más fácil del disolvente dentro del material. Con respecto a la formación de metamioglobina, solo el tratamiento CASAR (Extracto de cáscaras troceadas a reflujo de agua) presentó valores por debajo del 50%.

## Primer experimento

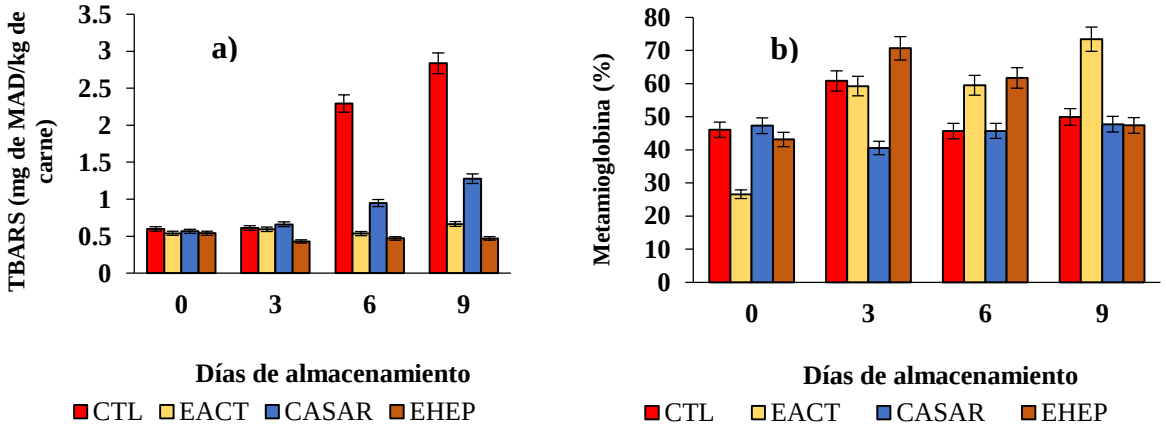



**Figura 1.** Efecto de la incorporación de cáscara de piña (EACT, CASAR y EHEP) sobre la oxidación lipídica (a) (TBARS, mg de MAD/kg de carne) y porcentaje de formación de metamioglobina (b) en carne cruda molida de cerdo, almacenada durante 9 días a 4 °C.

## Segundo experimento

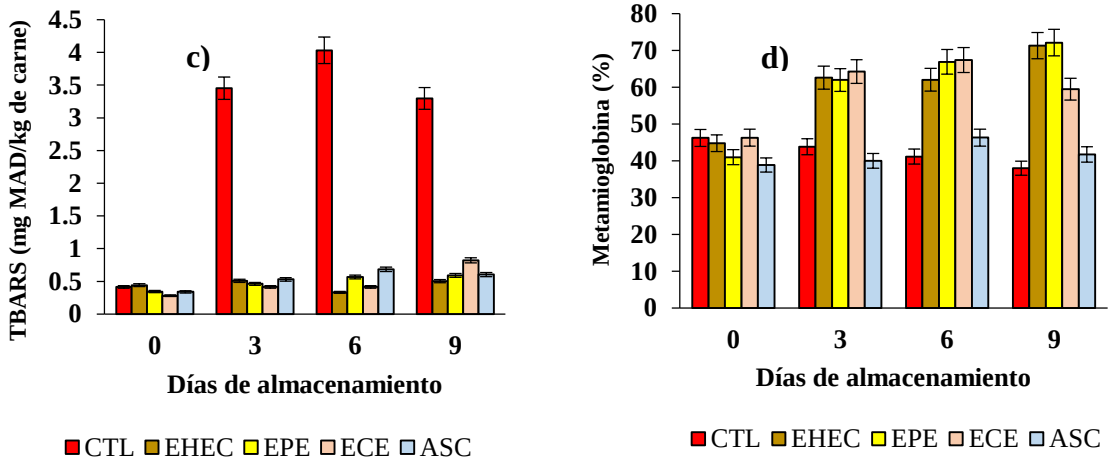



**Figura 2**. Efecto de la incorporación de cáscara de piña (EHEC, EPE y ECE) sobre la oxidación lipídica (TBARS, mg de malonaldehído/kg de carne) (c) y porcentaje de formación de metamioglobina (d) en carne cruda molida de cerdo, almacenada durante 9 días a 4 °C.

## CONCLUSIONES

Se concluye que los extractos hidroetanólicos disminuyeron la oxidación lipídica en carne cruda molida de cerdo, mientras que no se observó claramente una disminución en la formación de la metamioglobina por parte de los extractos preparados con cáscara de piña, a excepción del tratamiento CASAR. Se recomienda realizar un análisis sensorial para determinar si existe un rechazo por parte de los consumidores teniendo en cuenta los porcentajes de la metamioglobina observados en este estudio.

## LITERATURA CITADA

AMSA. 2012. Guidelines for meat color evaluation. American Meat Science Association, Champaign, IL, USA.

Andrés, A. I., M. J. Petrón, J. D. Adamez, M. López and M. L. M. Timón. 2017. Food by-products as potential antioxidant and antimicrobial additives in chill stored raw lam patties. Meat Science 129. 62-70.

Braña, V. D., I. A. Vélez, G. J. A. Espinosa, L. G. Moctezuma, D. M. M. Pérez, B. J. L. Jolalpa, T. G. Martínez y C. A. L. Esparza. 2012. Calidad en puntos de venta de carne. Folleto Técnico No. 22. INIFAP.

Bucić-Kojić, A., M. Planinić, S. Tomas, M. Bilić and D. Velić. 2007. Study of solid-liquid extraction kinetics of total polyphenols from grape seeds. Journal of Food Engineering 81: 236-242.

Conde-Hernández, L. A. and J. A. Guerrero-Beltrán. 2014. Total phenolics and antioxidant activity of *Piper auritum* and *Porophyllum ruderale*. Food Chemistry 142: 455-460

Falowo, A. B., P. O. Fayemi and V. Muchenje. 2014. Natural antioxidants against lipid-protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review. Food Research International 64: 171-181.

Feiner, G. 2006. The protein and fat content of meat. Meat products handbook: Practical science and technology. Woodhead Publishing Limited, CRC Press, Cambridge. pp. 1-32.

Hajar, N., S. Zainal, K. Z. Nadzirah, A. M. Siti Roha, O. Atikah and E. T. Z. M. Tengku. 2012. Physicochemical Properties Analysis of Three Indexes Pineapple (*Ananas Comosus)* Peel Extract Variety N36. APCBEE Procedia 4: 115-121.

Han. J. and K. S. Rhee. 2005. Antioxidant properties of selected oriental non-culinary/nutraceutical herb extracts as evaluated in raw and cooked meat. Meat Science 70: 25-33.

Ketnawa, S., P. Chaiwut and S. Rawdkuen. 2012. Pineapple wastes: a potential source for bromelain extraction. Food and Bioproducts Processing 90: 385-391.

Kim, F. J., S. C. Min, Y. S. Choi, J. H. Choi, H. Kim, K. E. Hwang, D. H. Song, S. Y. Lee, M. A. Lee and C. J. Kim. 2013. Antioxidant effects of soy sauce on color stability and lipid oxidation of raw beef patties during cold storage. Meat Science 95: 641-646.

Lawrie, R. A. and D. A. Ledward. 2006. The eating quality meat. Lawrie´s meat science. Woodhead Publishing Limited, England. pp. 279-337.

Lorenzo, J. M., J. Sineiro, I. R. Amado and D. Franco. 2014. Influence of natural extracts on the shlef life of modified atmosphere-packaged pork patties. Meat Science 96: 526-534.

Mallek-Ayadi, S., N. Bahloul and N. Kechaou. 2017. Characterization, phenolic compounds and functional properties of *Cucumis melo L.* peels. Food Chemistry 221: 1691-1697.

Martínez, R., P. Torres, M. A. Meneses, J. G. Figueroa, J. A. Pérez-Álvarez and M. Viuda-Martos. 2012. Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of the dietary fiber concentrate of mango, guava, pineapple and passion fruit. Food Chemistry 135: 1520-1526.

Morais, R. D., M. E. Rotta, C. S.Sargi, M. E. Schmidt, G. E. Bonafe, N. M. Eberlin *et al.* 2015. Antioxidant activity, phenolics and UPLC-ESI(-)-MS of extracts from different tropical fruits parts and proccessed peels. Food Research International 77: 392-399.

Rodríguez-Carpena, J. G., D. Morcuende and M. Estevez. 2011. Avocado by-products as inhibitors of color deterioration and lipid and protein oxidation in raw porcine patties subjected to chilled storage. Meat Science 89: 166-173.

Sah, B. N. P., T. Vasiljevic, S. McKechnie and O. N. Donkor. 2015. Effect of refrigerated storage on probiotic viability and the production and stability of antimutagenic and antioxidante peptides in yogurth supplemented with pineapple peel. Journal of Dairy Science 98: 1-12.

SAGARPA. 2017. Planeación Agrícola Nacional, 2017-2013.

Saraswaty, V., C. Risdian, I. Primadona, R. Andriyani, D. G. S. Andayani and T. Mozef. 2016. Pineapple peel wastes as a potential source of antioxidante compounds. IOP Conference Series Earth and Environmental Science 60: 012013.

Shah, M. A., S. J. Don Bosco and S. A. Mir. 2014. Vegetable extracts as natural antioxidants in meats and meat products. Meat Science 98: 21-33.

Turgut, S. S., A. Soyer and F. Işlkçl. 2016. Effect of pomegranate peel extract on lipid and protein oxidation in beef meatballs during refrigerated storage. Meat Science 16: 126-132.

Villalobos-Delgado, L. H., E. G. González-Mondragón, A. Y. Salazar Govea, J. R. Andrade and J. T. Santiago-Castro. 2017. Potential application of epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.) as natural antioxidant in raw ground pork. LWT Food Science and Technology 84: 306-313.

Villalobos-Delgado, L. H., M. G. V. Nevárez, I. Caro, E. J. Quinto and J. Mateo. 2019a. Natural antimicrobials agents to improve foods shelf life. En: Galanakis, C.M. (Ed.). Food quality and shelf life. Academic Press, U.K. pp. 125-149.

Villalobos-Delgado, L. H., J. Mateo, I. Caro, M. L. Ramos-Yarely, N. G. Méndez, R. G. Cansino and E. G. González-Mondragón. 2019b. Natural antioxidants in fresh and processed meat. En: Galanakis, C.M. (Ed.). Sustainable Meat Production and Processing. Academic Press, U.K. pp. 207-236.

Wójciak, K. M. and Z. J. Dolatowski. 2016. Shelf life of organic roast pork enriched with acid whey-plant extracts combination. Journal of Food Quality 39: 171-180.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON METIONINA O HIDROXIANÁLOGO DE METIONINA EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CERDOS EN ESTRÉS POR CALOR

# [EFFECT OF SUPPLEMENTAL METHIONINE OR HIDROXYANALOG OF METHIONINE ON PRODUCTIVE PERFORMANCE OF HEAT STRESSED PIGS]

**Davidson Micanor, Arturo Villalobos Ortega, Salvador Espinoza Santana, Ernesto Avelar Lozano, Reyna Lucero Camacho Morales, Miguel Cervantes Ramírez, Adriana Morales Trejo[§]**

Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali. [§]Autor para correspondencia: (adriana_morales@uabc.edu.mx).

## RESUMEN

La temperatura ambiental elevada provoca estrés por calor (EC) en los animales, quienes reducen su consumo de alimento e incrementan la producción celular de radicales libres (ROS). Metionina es un aminoácido esencial con actividad antioxidante que podría reducir la acumulación de ROS. Se evaluó el efecto de suplementar metionina (DL-Met) o hidroxianálogo de metionina (HAM) en ganancia diaria de peso (GDP), consumo y eficiencia alimenticia (EA) de cerdos en EC. Se realizó un estudio de 21-d en verano en Mexicali, B.C. con 30 cerdos (23±1 kg PV) asignados a tres tratamientos: T1, dieta testigo (trigo-pasta de soya, aminoácidos, vitaminas y minerales); T2, testigo con 0.20% de DL-Met; T3, testigo con 0.31% de HAM (equivalente a 0.20% DL-Met). Los cerdos recibieron agua y alimento *ad libitum*. Se registró temperatura ambiental y humedad relativa; frecuencia respiratoria y temperatura corporal. Los cerdos y alimento se pesaron semanalmente para calcular GDP, consumo y EA. La temperatura ambiental y humedad relativa fluctuaron diariamente (28-35°C y 34-82%, respectivamente). La temperatura corporal incrementó 1.6°C y la frecuencia respiratoria fue el triple (90 *vs* 34 pulsos/min) a las 1600h comparada con las 0700h ($p < 0.01$); esto confirmó que los cerdos estuvieron en EC. El consumo (1.175 kg $d^{-1}$) fue similar entre tratamientos ($p \geq 0.13$). La GDP fue 0.299, 0.393 y 0.499 kg/d para T1, T2 y T3 respectivamente. Comparados con el testigo, la GDP fue mayor en los cerdos con HAM ($p=0.001$), y tendió a incrementar con DL-Met ($p = 0.09$); la GDP en los cerdos con HAM tendió ser mayor ($p = 0.06$) que con DL-Met. La EA (0.272, 0.320 y 0.428 para T1, T2 y T3 respectivamente) fue mayor en los cerdos con HAM que en los testigo o con DL-Met ($p \leq 0.02$). En conclusión, suplementar con HAM o DL-Met mejora la GDP y EA de cerdos en crecimiento en EC.

**Palabras clave**: Cerdos, estrés por calor, metionina.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# APLICACIÓN INDUSTRIAL DE ULTRASONIDO COMO TECNOLOGÍA ASISTIDA EN EL CURADO DE PIERNAS DE CERDO

## [INDUSTRIAL ULTRASOUND-ASSISTED BRINING OF PORK LEG MEAT]

**H. F. Armendáriz-Zavala[1], I. A. García-Galicia[1], M. Huerta-Jiménez[2], L. Carrillo-López[2], M. R. Reyes-Villagrana[2], A. D. Alarcón-Rojo[1§]**

[1]Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. [2]Catedrático CONACyT. Universidad Autónoma de Chihuahua. [§]Autor para correspondencia: (igarciag@uach.mx).

## RESUMEN

Se evaluaron los cambios fisicoquímicos de piernas de cerdo tratadas con ultrasonido de alta intensidad (UAI, F = 37 kHz, I = 90 W / $cm^{2)}$ por 30 o 10 m, durante el proceso industrial. Diez piernas fueron seleccionadas aleatoriamente y seccionadas en cinco porciones (0.7 a 2.9 *kg* de peso), de acuerdo al proceso cotidiano en la empresa: pulpa negra ( *Adductor-Semimembranosus*), bola (*Gluteus medius*), inner shank (*Vastus-Rectus femoris*), cuete (*Semitendinosus*) y contra (*Biceps femoris*). Las porciones fueron inyectadas con salmuera de NaCl al 10%, masajeadas por 10 s y asignadas a alguno de tres tratamientos; control o ultrasonicadas (30 o 10 min). La ultrasonicación se realizó en un baño Elmasonic®, S60 (F= 37 *kHz*, I= 90 *W/*$cm^{2)}$ a una temperatura de 10°C. La carne control no fue sonicada. En ambos tratamientos se sumergió la carne en salmuera igual a la inyectada. Las piezas fueron mantenidas a 4°C durante 24 H. Posteriormente fueron pre-congeladas, congeladas y almacenadas durante 7 d. Las piezas fueron descongeladas a temperatura ambiente. El análisis de los datos se llevó a cabo por medio de ANOVA y pruebas de Tukey. Hubo un mejoramiento sobresaliente por el UAI. La carne ultrasonicada incrementó su pH y capacidad de retención de agua (CRA), por lo que mantuvo más peso durante el congelamiento-descongelamiento. Esto es de importancia, pues representa una mayor cantidad de producto para el mercado. Adicionalmente, el UAI redujo la fuerza máxima y total del corte, lo cual indica reducción de la dureza. No se observaron cambios negativos en el color de la. Se concluye que el UAI puede ser una tecnología de gran utilidad en la incorporación de sales en la carne de cerdo, incluso dentro del proceso industrial, con la ventaja que la carne sonicada puede retener más líquidos y mejorar su suavidad.

**Palabras clave:** Pierna de cerdo, salmuera, terneza, ultrasonido de alta intensidad.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DEL CONTENIDO DE PROTEÍNA EN LA DIETA SOBRE LA TEMPERATURA CORPORAL DE CERDOS EN ESTRÉS POR CALOR

# [EFFECT OF DIETARY PROTEIN CONTENT ON BODY TEMPERATURE OF GROWING PIGS EXPOSED TO HEAT STRESS]

**Adriana Morales-Trejo, José Alla Valle-Fimbres, Gilberto Castillo-Luna, Ana Muñoz-Romero, Ernesto Avelar-Lozano, Reyna Lucero Camacho-Morales, Lorenzo Buenabad-Carrasco, Miguel Cervantes-Ramírez[§]**

Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali. [§]Autor para correspondencia: (miguel_cervantes@uabc.edu.mx).

## RESUMEN

Los cerdos en estrés por calor (EC) incrementan su temperatura corporal (TC) y reducen su consumo de alimento y nutrientes. El menor consumo de aminoácidos provocado por EC puede corregirse elevando el contenido proteínico en dietas, pero podría elevar adicionalmente la TC. Se emplearon 9 cerdos canulados en íleon (61.7±2.7 kg) para evaluar el efecto de dos niveles de proteína en dietas trigo-pasta de soya en la TC: Bajo, 10.8%, (BP); Alto, 21.6%, (AP). El estudio se condujo durante dos periodos de 10-d; d1-d6 de adaptación, d7-d9 recolección de datos. Los cerdos recibieron la misma cantidad (400-g) de alimento a 0600-h-mañana, 1400-h-tarde, 2200-h-noche. La temperatura ambiental diaria fluctuó entre 30.1 y 35.4 °C; la TC de los cerdos también se modificó siguiendo patrones semejantes. La TC de cerdos AP posterior a comida la matutina y vespertina fue 0.07°C superior que en cerdos BP ($p < 0.05$), pero el tamaño del incremento no fue diferente. En ambos grupos, la TC postprandial incrementó 0.69 a 1.53°C y fue más grande y duradero posterior a comida matutina ($p < 0.05$) que posterior a la vespertina o nocturna. Aparentemente, la capacidad de cerdos para disipar calor postprandial depende de la carga térmica acumulada recibida antes de cada comida debido a que esta fue superior antes de la comida vespertina. La contribución estimada del calor postprandial (0.42 a 0.87°C) en el incremento total de la TC fue mayor ($p < 0.05$) que la atribuida a la temperatura ambiente (0.27 0.66°C). En conclusión, el nivel de proteína en la dieta afectó ligeramente la TC de cerdos en EC, independiente de la hora de alimentación. Además, la alimentación y temperatura ambiente impactan la TC de cerdos aunque el efecto de la alimentación es mayor. Esta información puede ser útil para diseñar mejores estrategias de alimentación de cerdos en EC.

**Palabras clave:** Cerdos, estrés térmico, producción de calor, proteína en dieta.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE UNA FRACCIÓN RICA EN MANANOS DE LA PARED CELULAR DE LA LEVADURA *Saccharomyces cerevisiae* SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN LECHONES DURANTE LA ETAPA DE DESTETE

# [EFFECT OF THE INCLUSION OF A RICH FRACTION IN HANDLES OF THE CELLULAR WALL OF THE YEAR *Saccharomyces cerevisiae* ON PRODUCTIVE PARAMETERS IN PIGLETS DURING THE WEANING STAGE]

**Teresita de Jesús Hijuitl Valeriano[1], Jesús Manuel Cortéz Sánchez[2§]**

[1]Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica – FMVZ -UNAM. [2]Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Porcina – FMVZ -UNAM. [§]Autor para correspondencia: **(**cortez.ceiepp.unam@gmail.com).

## RESUMEN

En la actualidad las regulaciones alimentarias de varios países prohíben el uso de antibióticos en la producción pecuaria, como alternativa se han estudiado los mananoligosacáridos (MOS); probados en varias especies animales, su efecto en cerdos como promotor del crecimiento es muy variable. El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de la adición a la dieta de una fracción rica en mánanos de la pared celular de levadura *Saccharomyces cerevisiae* en lechones durante la etapa de destete. Se utilizaron 48 lechones de 21 días de edad con peso de 8.52 kg ± 0.93, asignados aleatoriamente a 3 tratamientos con 4 repeticiones cada uno, considerando como unidad experimental (UE) la corraleta integrada por 4 animales. Los tratamientos establecidos fueron: 1) AB = alimento + antibiótico oxitetraciclina 50g/25kg; 2) AB+MOS = alimento + (antibiótico oxitetraciclina 26g + MOS 19.5g) /25kg y 3) MOS = alimento + MOS 37.5g/25kg. No se encontró respuesta significativa para la fase 1 (días 1-11) y 3 (días 26-35), sin embargo, para la fase 2 (días 12-25) se encontró efecto *($p < 0.05$).* Se concluye que el uso de mananoligosacáridos solos o combinados no ejercen efecto significativo sobre consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y la incidencia de diarrea en los lechones.

**Palabras clave:** Fibra insoluble, manano oligosacárido, prebióticos.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DEL USO DE MONTMORILLONITA DE CALCIO, GLUTAMATO MONOSÓDICO Y *Pichia guilliermondii* SOBRE VARIABLES PRODUCTIVAS EN CERDOS DE DESTETE

# [EFFECT OF THE USE OF MONTMORILLONITE OF CALCIUM, MONOSTODIC GLUTAMATE AND *Pichia guilliermondii* ON PRODUCTIVE VARIABLES IN WEANING PIGS]

**Aracely Silva Reyes[1], Jesús Manuel Cortéz Sánchez[2§]**

[1]Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. [2]Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Porcina – FMVZ -UNAM. [§]Autor para correspondencia: (cortez.ceiepp.unam@gmail.com).

## RESUMEN

El destete limita el contacto con la madre y genera estrés, trayendo como consecuencia un breve periodo de ayuno alteraciones al tracto digestivo, tanto en estructura, cantidad y composición de la flora intestinal. Este efecto es causado por el cambio de dietas liquidas a sólidas, estas últimas no siempre son formuladas acorde a las necesidades de un aparato digestivo inmaduro lo que ocasiona pobres rendimientos productivos. El objetivo del estudio fue evaluar el uso de montmorillonita de calcio, glutamato monosódico y *Picia guilliermondii* sobre variables productivas. Se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Porcina. Se utilizaron 100 lechones línea terminal de 21 días con peso 6±0.5 asignados a 2 tratamientos (1= testigo, 2=Dieta con mezcla de aditivo a razón de 1.5kg por tonelada. Cada tratamiento conto con 10 unidades experimentales de 5 animales c/u. El sistema de alimentación considero tres fases y se ofreció poco y frecuente. Se utilizó una prueba de *t de Suden* para datos independientes. La ganancia de peso a los 28 días fue similar, al 35 se observó separación entre tratamientos 7.84 ± 0.35 testigo vs 8.16 ± 0.99 problema, pero no significancia *($p > 0.05$)*, al 56 y termino de la prueba el peso fue de 18.67 ± 1.95 testigo vs 19.84 ± 1.27 problema, con significancia *($p < 0.05$)*. Lo que indica que la mezcla genero 1.17kg más de peso por lechón, lo que representa un aumento del 6.27% factor de importancia para el ganadero. El consumo de alimento, no resulto significativo en ninguno de los cortes y el total consumido fue de 75.37kg para testigo y 76.16kg en problema *($p > 0.05$)*, con una conversión 1.16:1 vs 1.11:1 respectivamente *($p > 0.05$)*. Se concluye que el uso de montmorillonita de calcio, glutamato monosódico y *Picia guilliermondii* es un aditivo alternativo en la alimentación de destete.

**Palabras clave:** Ayuno, estrés, inmaduro.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# IDENTIFICACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE Ca Y Zn EN ALIMENTO Y PEZUÑAS DE CERDAS REPRODUCTORAS

# [IDENTIFICATION OF Ca AND Zn CONCENTRATION IN FEED AND CLAW OF SOWS]

**K. N. Córdoba-García[1], R. G. Piña-Pérez[1], I. Y. Martínez-Velasco[1], M. I. López-López[1], A Castañeda-Ovando[2], Y. De Loera-Ortega[3], A. García-Contreras[1§]**

[1]UAM-Xochimilco. [2]UAEH. [3]UNAM, FES-Cuautitlán. [§]Autor para correspondencia: (adelfa@correo.xoc.uam.mx).

## RESUMEN

Las lesiones podales en una unidad de producción porcina, tienen una prevalencia media del 15 al 20%, siendo motivo de desecho en hembras y machos reproductores; dentro de estas lesiones destaca la fragilidad de la pezuña, la cual se debe principalmente a la deficiencia mineral de Ca y Zn, lo que desencadena claudicación, postración del animal, afectando la productividad y aumento de los costos de producción. En este estudio se determinó la concentración de Ca y Zn de la dieta consumida por cerdas reproductoras, la cual estaba basada en sorgo y soya mezclados con un núcleo vitamínico-mineral comercial. Además, se tomaron muestras (5g) de pezuñas de 25 hembras. Las muestras fueron analizadas con un espectrofotómetro de absorción atómica (EAA), determinando Ca y Zn. Los resultados se analizaron con un ANOVA. Se encontró que el alimento contenía .058% de Ca y 58.6 ppm de Zn, lo cual indica que los niveles suministrados están por debajo de lo recomendado para estas cerdas, ya que el requerimiento de Ca es de 0.9 a 1.2 % $kg^{-1}$ de dieta y 100 ppm de Zn. La prevalencia de lesiones en pezuñas en la granja analizada fue de 80%, es probable que la concentración menor de Ca y Zn de la dieta consumida, esté relacionado con dichas lesiones. Por su parte, la concentración mineral en pezuña fue de 10.3 ppm de Ca y 10.6 ppm de Zn. La realización de un análisis mineral en la dieta y pezuñas, empleando la técnica EAA se vuelve una herramienta eficaz para identificar el contenido mineral, logrando con ello establecer un diagnóstico pertinente que sugiera si las lesiones pódales son consecuencia de una deficiencia mineral. Además, con este tipo de análisis se evitaría el uso inapropiado de minerales en la dieta, evitando con ello la excreción de los minerales al ambiente, aunado al aumento de costos de producción.

**Palabras clave:** Patas, porcinos, minerales, nutrición.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DE LA FUENTE Y NIVEL DE ZINC EN LA DEPOSICION EN CARNE DE CONEJOS NUEVA ZELANDA BLANCO

# [EFFECT OF THE SOURCE AND LEVEL OF ZINC ON DEPOSITION IN MEAT OF NEW ZEALAND WHITE RABBITS]

**Hector Luis-Chincoya[1], Jóse Guadalupe Herrera-Haro[1], Arturo Pró-Martínez[1], Amalio Santacruz-Varela[2], Marta Patricia Jerez-Salas[3§]**

[1]Colegio de Postgraduados, RGP- Ganadería, Campus Montecillos. Carretera México-Texcoco Km. 36.5,Montecillo, Texcoco 56230, Estado de México. [2]Colegio de Postgraduados, RGP– Genética, Campus Montecillos. Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco 56230, Estado de México. [3]Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, Xoxocotlán, Oaxaca, México. [§]Autor para correspondencia: (haro@colpos.mx).

## RESUMEN

El zinc es un mineral traza esencial para la vida, interviene como cofactor en más de 300 enzimas y está involucrado en el crecimiento normal del animal. Por lo anterior, se establece la hipótesis que la suplementación de zinc mejora las características de la canal y la carne de conejos Nueva Zelanda Blanco (NZB). El objetivo fue comparar el efecto de dos fuentes de Zn y su deposición en musculo en conejos NZB durante la etapa de engorda. Se usaron 100 conejos NZB de ambos sexos, destetados a los 40 días de edad. Los tratamientos consistieron en: T1= DB sin Zinc, T2= DB+ 25 ppm Zn ($ZnSO_4$), T3= DB+ 75 ppm Zn ($ZnSO_4$), T4= DB+ 25 ppm Zn (Zn-Metionato) y T5= DB+ 75 ppm Zn (Zn-Metionato), se usaron 20 animales/tratamiento. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar con arreglo de tratamientos factorial 2x2+1 (2 fuentes x 2 niveles zinc + testigo). La fase experimental de engorda tuvo una duración de 30 días postdestete, posteriormente fueron sacrificados los animales a los 70 días de edad. La determinación de Zn se realizó en el lomo y pierna en cada unidad experimental, usando Espectrofotometría de Absorción Atómica. El lomo es la pieza más importante económicamente, sin embargo, los resultados no mostraron diferencias entre fuentes de Zn *($p > 0.05$)*, pero sí existieron diferencias entre los niveles de Zn ($p$=0.02), favoreciendo al nivel de suplementación 25 ppm. En la carne de la pierna no se encontraron diferencias *($p > 0.05$)* entre fuentes y niveles de Zn. La importancia de determinar un nivel de Zn que mejore su deposición en carne de conejo, puede contribuir a satisfacer los requerimientos diarios de Zn en personas adultas.

**Palabras clave:** Conejos Nueva Zelanda Blanco, contenido de Zn en carne.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# AMINAS BIOGÉNICAS Y PROLIFERACIÓN DE BACTERIAS EN CARNE DE CONEJO CONSERVADA EN REFRIGERACIÓN CON TRES TIPOS DE EMPAQUES

# [BIOGENIC AMINES AND BACTERIAL PROLIFERATION IN RABBIT MEAT PRESERVED IN REFRIGERATION WITH THREE TYPES OF PACKAGING]

**R. G. Cruz-Monterrosa[1§], M. Díaz-Ramírez[1], A. A. Rayas-Amor[1], I. Guerrero-Legarreta[2§]**

[1]Universidad Autónoma Metropolitana. Dpto. de Ciencias de los Alimentos. Unidad Lerma. Av. Hidalgo Poniente 46, Col. La Estación, 52006 Lerma de Villada, Edo. de México. [2]Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. San Rafael Atlixco 186, Iztapalapa, Vicentina, 09340 Ciudad de México. México. [§] Autor para correspondencia: (cruzmonterrosa@hotmail.com).

## RESUMEN

La carne es uno de los alimentos más perecederos debido a su alto contenido de agua y nutrientes disponibles; pero cuando hay cambios físicos en el color, olor, textura, oxidación y crecimiento de microorganismos, hay rechazo de la carne por los consumidores. Durante el proceso de descomposición de la carne, se causa la formación y acumulación de aminas biogénicas (AB); éstas son bases orgánicas de bajo peso molecular, caracterizadas por la presencia de un grupo amina. El objetivo del estudio fue identificar la producción de aminas biogénicas (AB) en 63 muestras de carne de conejo (musculo *Longissimus thoracis et lumborum*) usando 3 tipos de empaques: Control (EC), envuelto en bolsa de plástico; semipermeable (ES), en bandeja de polietileno con película semipermeable y empaque al vacío (EV). Las muestras se distribuyeron aleatoriamente y se analizaron con el PROC Mixed, considerando las variables de tratamientos y el tiempo. La comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey. Resultados: El pH en la carne disminuyó desde 0 hasta 21d en los 3 grupos. La luminosidad (L*) disminuyó *($p < 0.05$)* mientras las variables a* y b* aumentaron *($p < 0.05$)* hasta el 21d para los todos grupos. Histamina y cadaverina se mantuvieron bajos y similares en los 3 grupos *($p > 0.05$).* Putrecina (PU) incrementó drásticamente *($p < 0.05$)* desde los 7d hasta 21d en los grupos EC y ES *vs.* EV. En conclusión, el tiempo de almacenamiento cambió las variables de color, pH, contenido de AB y conteo bacteriano. Al final de la evaluación (21 d) hubo diferencias en el tiempo de conservación y el tipo de empaque. La cantidad de enterobacterias no se alteró por el tiempo de conservación. El tipo de empaque y el tiempo de refrigeración influyeron en la concentración de AB; principalmente el EV tuvo la más baja concentración de PU y bacterias mesófilos, hasta los 21 días de almacenamiento.

**Palabras clave:** Aminas, carne, conservación.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# REPRODUCCIÓN DE CONEJOS DOMÉSTICOS (*Oryctolagus cuniculus*) BAJO CONDICIONES TROPICALES

# [REPRODUCTION OF DOMESTIC RABBIT (*Oryctolagus cuniculus*) UNDER TROPICAL CONDITIONS]

**Alfredo Trejo Córdova[1§], María del Carmen Navarro-Maldonado[1], Barbara Vargas Miranda[2], Roberto Vásquez Avendaño[1], Demetrio Ambriz García[1]**

[1]Laboratorio de Reproducción Animal Asistida, Departamento de Biología de la Reproducción Animal Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. [2]Departamento de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. [§]Autor para correspondencia: (atrejo109@hotmail.com).

## RESUMEN

En México, la producción de conejos se concentra principalmente en los Estados con clima templado y temperatura promedio anual de 20 °C. La temperatura óptima en la cual se desarrollan los conejos varía entre 12 y 18 °C. La producción de conejos en climas tropicales *(> 25°C)* es una alternativa para la producción cárnica, debido a su bajo costo, sencillo manejo y la capacidad para consumir forraje. En este trabajo se analizaron los registros reproductivos de las conejas en dos granjas productoras ubicadas en la región de Tuxtepec, Oaxaca (temperatura media anual 28 ºC). Se analizaron 341 registros (183 granja A y 158 granja B) de los años 2010 y 2011. En la granja A, se observó una tasa de fertilidad de 71.3% que fue significativamente mayor en comparación con la granja B (67.8, $p < 0.05$*).* En el periodo comprendido entre mayo y junio (primavera) se presentó la menor incidencia de partos, mientras que en invierno se presentó el mayor número (8.7 y 41.9%, $p < 0.05$*).* La cantidad de hembras en las crías fue significativamente mayor *(*$p < 0.05$*)* en ambas granjas (granja A: 54.94%; granja B: 56.14%). Se concluye que, a pesar de las condiciones ambientes adversas del clima tropical para el conejo, especialmente en primavera, es posible lograr producciones aceptables.

**Palabras clave:** Fertilidad, gazapos, proporción de sexos, tamaño de camada, temperatura.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# BIOESTIMULACIÓN Y COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO EN CONEJAS LACTANTES INSEMINADAS E INDUCIDAS PARA LA OVULACIÓN CON GONADORELINA Y FERTIRELINA

# [BIOSTIMULATION AND REPRODUCTIVE PERFORMANCE IN LACTATING RABBIT DOES INSEMINATED AND INDUCED FOR OVULATION WITH GONADORELINE AND FERTIRELINE]

**María Jetzabel Cisneros Prado[1], Raymundo Rodríguez De Lara[1,2], Demetrio Alonso Ambriz García[§], Rodolfo Ramírez Valverde[1], Marianella Fallas-López[2]**

[1]Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo México, C.P. 56230, México. [2]Centro de Investigación Científica del Estado de México A.C., Coatlinchán Estado de México, C.P. 5625, México. [c] Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, 09340 Ciudad de México, CDMX. [§]Autor para correspondencia: (jetcip@gmail.com).

## RESUMEN

Se evaluaron los efectos de tres estrategias de manejo (EM) antes de la inseminación artificial (IA) y de dos tipos de análogos de Gn-RH en la receptividad sexual, la tasa de partos y el tamaño de camada al parto, en conejas lactantes. Se asignaron aleatoriamente 72 conejas puberales Nueva Zelanda Blanco a los siguientes tratamientos: 1) sin bioestímulo (SB) y con inducción ovulatoria aplicando 20 µg i.m. de acetato de gonadorelina (AG) (Fertagil, Intervet); 2) con cambio de coneja a diferente jaula 8 H antes de la IA (CJ) y aplicación de AG; 3) con lactación restringida durante 36 h (LR) y aplicación de AG; 4) SB y con inducción ovulatoria aplicando 20 µg i.m. de acetato de fertirelina (AF) (Natalise, Shering-Plough); 5) con CJ y aplicación de AF; y 6) LR y aplicación de AF. El diseño experimental fue completamente al azar con 12 réplicas por tratamiento, la unidad experimental fue una coneja. La IA se inició cuando las conejas alcanzaron 3.5 Kg de peso vivo y fueron servidas 11 días *post-partum* durante siete meses. Se analizaron 199 inseminaciones y 149 partos, utilizando el procedimiento MIXED de SAS. La receptividad sexual fue influenciada ($p$=0.0001) por la EM y esto debido a diferencias entre conejos SB (0.52±0.06) vs. CJ (0.82±0.05) y LR (0.86±0.05). La tasa de partos fue 0.75±0.05 y no fue influenciada ($p > 0.05$) por la EM o el tipo de análogo. Los tamaños de camada al parto en conejas con cambio de jaula (8.5±0.29) y lactación restringida (8.5±0.30) fueron similares pero mayores ($p$=0.007) que sin bioestímulo (7.2±0.32). El tamaño de camada al parto fue ($p$=0.01) mayor con AF (8.5±0.24) que con AG (7.6±0.25). Los CJ y la LR mejoran la receptividad sexual y la prolificidad; las ventajas en prolificidad usando fertirelina son mayores que con el uso de gonadorelina.

**Palabras clave:** Conejos, estrategias de manejo, Gn-RH análogos, reproducción.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# UTILIZACION DE UN EXTRACTO ETANOLICO DE *Enterolobium cyclocarpum* PARA EL CONTROL DE COCCIDIOSIS EN POLLOS

# [UTILIZATION OF *Enterolobium cyclocarpum* ETHANOLIC EXTRACT TO CONTROL COCCIDIAL INFECTION IN CHICKENS]

**R. Urtecho-Novelo[1], R. H. Santos-Ricalde[1], L. A. Sarmiento-Franco[1], J. F. J. Torres-Acosta[1], R. Borge Argae[2§]**

[1]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, Km 15.5 carretera Mérida-Xmatkuil, Mérida, Yucatán, México. [2]Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo; CP 97205, Mérida, Yucatán, México. [§]Autor para correspondencia: ( rsantos@correo.uady.mx).

## RESUMEN

El objetivo fue evaluar el efecto anticoccidial de un extracto etanólico del fruto de *Enterolobium cyclocarpum* (EC) incluido en el alimento de pollos Leghorn. El EC reducirá la excreción de ooquistes, sin afectar el consumo y el peso vivo. Se infectaron 1000 pollos de un día de edad con 11,000 ooquistes esporulados atenuados de *Eimeria spp.* (Autocox®). Hubo cinco tratamientos; tres con EC (150, 300 y 450mg/kg de alimento), con decoquinato (C) y sin anticoccidial (SC). El extracto se obtuvo remojando un kilogramo de frutos de *E. cyclocarpum*, en 5 litros de etanol durante 24 horas. Se filtró y secó el sobrenadante con un rotoevaporador. Los tratamientos se ofrecieron del día cinco al catorce post-infección. Se tuvieron 4 corrales por tratamiento con 50 pollitos cada uno. Se tomaron tres muestras de heces de cada corral para conteo de ooquistes por McMaster los días 7, 9, 12 y 14 post infección. Se estimó el consumo de alimento y peso final. Se utilizó un diseño completamente al azar. Los datos de número de ooquistes fue transformado a $\log^{10}$ para su análisis estadístico con el procedimiento PROC MIXED del programa SAS para los datos obtenidos con mediciones repetidas por corral. El consumo de alimento y peso final se analizaron con un Modelo Lineal Generalizado. La excreción de ooquistes los días 7, 9 y 12 fue similar entre tratamientos *($p > 0.05$).* Sin embargo, el día 14 los tratamientos con EC eliminaron menos ooquistes que el tratamiento SC *($p < 0.05$).* El consumo de alimento no se afectó por los tratamientos *($p > 0.05$),* pero, el peso vivo fue menor en los tratamientos con EC *($p < 0.05$).* Los resultados indican que el EC disminuyó la excreción ooquistes el día 14 post-infección, sin afectar el consumo de alimento, pero reduciendo el peso vivo final.

**Palabras clave:** Consumo de alimento *Eimeria spp*., peso vivo, pollos leghorn.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# FITOTERAPIA DE NOSOLOGÍAS VETERINARIAS EN UNA ZONA DEL NORTE DE NICARAGUA

# [PHYTOTHERAPY OF VETERINARY NOSOLOGIES IN AN AREA FROM THE NORTH OF NICARAGUA]

**N. A. González-Valdivia[1§], A. M. Blandón Guerrero[2], C. García-Acedo[1], E. Arcocha-Gómez[1], J. L. García-Lanz[1]**

[1]Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Chiná, Campeche, México [2]Universidad Católica Agropecuaria del Trópico Seco, Estelí, Nicaragua. [§]Autor para correspondencia: (siankaan2003@gmail.com).

## RESUMEN

Las enfermedades, en animales domésticos, se maneja con el uso de fármacos de alto costo. Es posible el uso de plantas con propiedades terapeúticas, capaces de aliviar o curar al animal de manera satisfactoria. El objetivo fue recabar información sobre el uso terapéutico de plantas en padecimientos veterinarios. Se planificó un estudio en 10 comunidades del municipio de Palacagüina, Madriz, Nicaragua; determinando una muestra representativa de la población, mediante el método de asignación proporcional. Se realizaron entrevistas con un cuestionario semi-estructurado (preguntas abiertas y cerradas); así como, una gira de reconocimiento con recolección de plantas. La información se recabó en fichas etnobotánicas y se estimaron los porcentajes de respuestas (estadística descriptiva). Se encontró que los productores pecuarios (85% hombres, 15% mujeres), reconocen al menos 49 especies útiles en la fitoterapia, dentro de las cuales destacan el guácimo (*Guazuma ulmifolia*) reportado por el 72% de los entrevistados, la lengua de suegra (*Sanseviera guineensis*) por 33% y la pitahaya (*Hylocererus undatus*) por 26%. Más del 54% de los usuarios mencionan que las plantas curativas son eficaces; de hecho, el 74% las utilizan. Las nosologías atendidas incluyen quebraduras, golpes, problemas gastrointestinales, respiratorios, diversas dermatosis y problemas relacionados con el parto. Las plantas son parte del conocimiento tradicional de la ganadería y el nivel de conocimiento permanece alto en todas las comunidades, donde el menor porcentaje de conocimiento es del 50% de los entrevistados y hasta el 92% como máximo. El guácimo es la especie que ha sido reportada por al menos la mitad de los entrevistados, considerándose la especie fitoterapéutica veterinaria mejor establecida. En conclusión, los productores, de la zona de estudio, utilizan diferentes plantas en el tratamiento de nosologías en distintos tipos de ganado. Una de estas plantas, *G. ulmifolia*, fue consistentemente utilizada en la terapia de nosologías veterinarias.

**Palabras clave:** América Central, Etnobotánica, flora útil, trópicos, Veterinaria alternativa.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# FORRAJES

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL FORRAJE TRITICALE (*X Triticosecale wittmack)* UTILIZANDO CUATRO FUENTES DE FERTILIZACIÓN

# [PERFORMANCE AND QUALITY OF TRITICAL FORAGE (*X Triticosecale wittmack*) USING FOUR SOURCES OF FERTILIZATION]

**Gylia Sylene Toledo-Zarate[1§], Ramiro Escobar- Hernández[2], Numa Pompilio Castro-González[2], Raúl Berdeja-Arbeu[2], Martin Carmona-Victoria[3], Edgar Valencia-Franco[2], Jesús Jarillo-Rodríguez[4]**

[1,2]Facultad de Ingeniería Agrohidráulica, BUAP, Teziutlán, Puebla, [3]Facultad de Ingeniería Agronómica y zootecnia, BUAP, Tecamachalco, Puebla. [4] Facultad de Medicina y Veterinaria UNAM, Tlapacoyan Veracruz. [§]Autor para correspondecia: (zarategs15@mail.com.).

## RESUMEN

En Puebla se desconocen características forrajeras del Triticale que pudiera ser una alternativa de producción para áreas de temporal. El objetivo del trabajo fue evaluar el rendimiento y la calidad nutritiva del forraje triticale (*X Triticosecale wittman*) bajo cuatro fuentes de fertilización. Se realizó en el campo experimental agrícola y pecuario "OCOTA" en el municipio Tlatlauquitepec, Puebla, el diseño fue bloques completamente al azar con cuatro repeticiones utilizando parcelas de 7 x 7m y una densidad de siembra de 150 kg $ha^{-1}$. Las variables fueron tomadas en dos cortes, a los 76 y 122 días. La fecha de siembra fue el 25 de mayo del 2018 y la fertilización fue con inoculante a la semilla, lixiviado de lombricomposta, estiércol de ovinos y una mezcla física con la fórmula 120-100-100. Se analizaron las variables: Producción de materia seca por hectárea (Ms $ha^{-1}$) porcentaje de proteína bruta (PB), porcentaje de fibra detergente neutra (FDN), porcentaje de fibra detergente ácida (FDA) y porcentaje de cenizas (Cz). El análisis de la información se realizó con base en un modelo lineal que consideró el efecto de los tratamientos y bloques. Los resultados para las variables de producción no mostraron diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) al igual que en las variables de calidad nutricional. Esta situación puede atribuirse a un desbalance nutricional en el suelo y el corto tiempo de investigación que no permitió el desempeño de los nutrientes disponibles en el suelo a través de los tratamientos aplicados.

**Palabras clave**: Fertilizante, forraje, sequía, suelos pobres.

## ABSTRACT

In Puebla, forage characteristics of Triticale that could be a production alternative for rained areas are unknown. The objective of the work was to evaluate the yield and nutritional quality of the Triticale forage (X *Triticosecale wittman*) under four fertilization sources. It was carried out in the experimental agricultural and livestock field "OCOTA" in the Tlatlauquitepec municipality, Puebla, the design was completely random blocks with four repetitions using plots of 7 x 7m and a density of seeding of 150 kg ha-1. The variables were taken in two sections, at 76 and 122 days. The sowing date was May 25, 2018 and the fertilization was with inoculant to the seed, leaching from vermicomposting, sheep manure and a physical mixture with the formula 120-100-100. The

variables were analyzed: Dry matter production per hectare (Ms $ha^{-1}$) percentage of crude protein (PB), percentage of neutral detergent fiber (NDF), percentage of acid detergent fiber (ADF) and percentage of ash (Cz). The analysis of the information was made based on a linear model that considered the effect of the treatments and blocks. The results for the production variables did not show significant statistical differences ($p > 0.05$) as in the nutritional quality variables. This situation can be attributed to a nutritional imbalance in the soil and the short time of investigation that did not allow the performance of the nutrients available in the soil through the treatments applied.

**Index words**: Fertilizer, forage, poor soil, drought.

## INTRODUCCIÓN

El Triticale (*X Triticosecale Wittmack.)* es una especie que surgió del cruzamiento entre el trigo (*Triticum sp.)* y centeno (*Secale sp*.), su intención fue combinar los mejores atributos entre estas dos especies, su productividad es mayor al de la avena (*Avena sativa L.)*, trigo (*Triticum aestivum L.)*, centeno (*Secale cereale L.*) y cebada (*Hordeum vulgare L.)* lo anterior de acuerdo con Varughese *et al.* en su libro "Triticale" (CIMMYT. 1987). Rodríguez y Moreno (1994) lo mencionan como alternativa de producción en áreas de temporal. El Triticale prospera en suelos franco-arenosos, franco-arcillosos e incluso compactos, tolera climas subtropicales hasta moderadamente fríos (-10 A 33°C), y responde a aplicaciones de nutrientes, especialmente nitrógeno y fósforo. Mellado *et al.* (2008) recomiendan para la dosis de estos elementos debe realizarse un análisis previo del suelo agrícola.

Bemhaja (1996) describe al Triticale como una planta autógama de tipo anual que forma entre 5 y 15 brotes y posee un sistema radicular resistente y fibroso, el tallo es una caña hueca de hasta 120 cm de altura, 150 cm en variedades forrajeras, con 5 o 6 entrenudos. La espiga y el grano presentan características intermedias entre el trigo y el centeno con elevada producción de biomasa, resistente al vuelco y tolerante a suelos ácidos. Su siembra se realiza en los meses de marzo a junio para variedades de ciclo primavera-verano (Merino *et al.*, 1981); puede sembrarse de forma manual o con maquinaria, se recomienda utilizar de 100 a 150 kg $ha^{-1}$ en sembradora y de 140 a 180 kg $ha^{-1}$ al voleo, con un mínimo de germinación del 85% (ICAMEX, 2015).

La fertilización está en función del contenido nutricional del suelo, los requerimientos de la especie y la disponibilidad de humedad. La fertilización del Triticale depende de la zona de producción y calidad del suelo. Como referencia, el Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal (ICAMEX) recomienda las siguientes dosis con base en la precipitación anual de la zona: zonas con 300 a 400 mm utilizar fórmula 69-46-70, zonas de 400 a 600 mm utilizar fórmula 92-46-30 y zonas mayores a 600 mm utilizar fórmula 161-46-60. Finalmente se recomienda aplicar los nutrientes en dos etapas, fósforo (P), potasio (K) y la mitad de nitrógeno (N) durante la siembra, posteriormente el nitrógeno restante durante la época de encañe.

En 2017 Puebla destinó 8,293 ha a la producción de avena (*Avena sativa.)*, maíz (*Zea mays L.)* y sorgo (*Sorghum L.),* principales fuentes de forraje de temporal, de las cuales se cosechan 8,254 ha con un volumen de producción de 124,141 t, es decir 15.04 t $ha^{-1}$ de forraje verde (SIAP, 2017). Actualmente no se tienen reportes estatales de producción en especies alternativas de forraje, como el triticale. Ammar (2013) menciona que alguno de los factores que limita la expansión de este cultivo son: falta de promoción, escases en producción de semilla certificada y la inexistencia de un mercado controlado y organizado. Sin embargo, en México se han destinado 16,168.7 ha para la siembra de Triticale forrajero, de las cuales 3,707.5 fueron sembradas bajo condiciones de temporal, siendo los estados de: Guanajuato, Hidalgo, Ciudad de México y San Luis Potosí los de mayor volumen de producción, con un total de 64,623.28 t y un rendimiento promedio de 14.67 t $ha^{-1}$ (SIAP, 2017).

De acuerdo con Rodríguez *et al.* (2015) el N es el elemento más limitante en cultivos forrajeros y de grano, su baja disponibilidad se debe al manejo inapropiado de suelos y pérdidas por lixiviación, por lo que no es aprovechable en los estados fenológicos demandantes, por lo tanto, el productor se ve obligado a compensar este elemento agregando otras fuentes nitrogenadas como abonos orgánicos o fertilizantes nitrogenados; por lo que en consecuencia la implementación de tecnologías para el manejo de suelos e insumos fertilizantes se han vuelto esenciales en la actualidad (Parodi, 2003). Es por tal motivo que el presente trabajo evaluó la respuesta del cultivo triticale utilizando diversas fuentes de fertilización para medir: la calidad nutritiva, mediante análisis químico proximal (AQP) y el rendimiento de producción, en materia seca por hectárea (Ms $ha^{-1}$), bajo la hipótesis de que al menos uno de los tratamientos ayudará a mejorar uno o ambos aspectos de la evaluación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en el campo experimental Agrícola y Pecuario "Ocota" de la Facultad de Ingeniería Agrohidráulica (BUAP), ubicada en el municipio de Tlatlauquitepec, Puebla, se localiza en la parte noreste del estado en las coordenadas: 19º50'17.082" latitud norte y 97º27'8.772" longitud oeste, se encuentra a 1,950 msnm, el clima predominante de la región es templado húmedo con lluvias todo el año, temperaturas promedio de 15.1 °C y precipitación anual de 1,264 mm (INEGI, 2016). El análisis de suelo previo al experimento reporto clase textural franco arenosa, pH de 6.06, riesgo bajo de compactación, conductividad eléctrica de <70.0 µS/cm y 7.01% de materia orgánica.

El experimento se realizó bajo un modelo estadístico de bloques completamente al azar en 20 parcelas de 7m x 7m, donde se distribuyeron cinco tratamientos con cuatro repeticiones. La siembra se realizó el 25 de mayo del 2018 con semilla de triticale variedad bicentenario y una densidad de siembra de 150 kg $ha^{-1}$, los tratamientos de fertilización constaron de 3 kg de semilla inoculada con el producto comercial Grammit TS®, 40 kg de estiércol de ovejas previamente secado a sombra durante 15 días, 40 l de lixiviado de lombricomposta y agua en proporción (1:1), la dosis 120-100-100 con Nitrato de Amonio como fuente de Nitrógeno y Fosfato diamónico como fuente de fosforo y un testigo. Se realizaron dos cortes, a los 75 y 122 días respectivamente para estimar: rendimiento

de materia seca (Ms), porcentaje de proteína bruta (PB), fibra detergente ácido (FDA), fibra detergente neutro (FDN) y cenizas (Cz).

Cada muestreo de rendimiento de materia seca se realizó cortando el forraje a una altura de 2 cm sobre la superficie del suelo, de acuerdo a la metodología Nollet de 1996, se utilizó un cuadrante 0.5 m x 0.5 m de forma aleatoria en cada parcela obteniendo una muestra de 0.25 $m^2$ en cada unidad experimental. Se pesó el forraje fresco y se llevó a estufa a 65° C por 72 horas para estimar materia seca, convirtiendo posteriormente a toneladas por hectárea (t $ha^{-1}$). Después de cada muestreo el lote experimental se cosecho manualmente.

En las muestras de forraje seco de los tratamientos se evaluaron los parámetros de calidad nutritiva homogeneizando las cuatro repeticiones de cada tratamiento en cada corte, se determinó el porcentaje de proteína cruda (PB), fibra detergente Ácida (FDA), fibra detergente neutra (FDN) y cenizas, mediante las metodologías Kjendal (1883); Van Soest (1991); (Pearson, 1993) respectivamente. Dichos análisis se realizaron en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ingeniería Agrohidráulica (BUAP). El análisis estadístico de la información generada por las variables se realizó con el procedimiento GLM (Modelos Lineales Generales) del programa SAS versión 9.0 y la prueba de comparación de medias con ayuda de la prueba de Tukey a una significancia de 95% ($p \leq 0.05$).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis de varianza por corte no mostraron diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0.05$) en cuanto a rendimiento de materia seca ni en las variables de calidad nutricional (Cuadro 1). Sin embargo, durante el corte 1 se observó el mayor rendimiento en materia seca en el tratamiento 1, correspondiente al inoculante Grammit TS, el mejor porcentaje en proteína en el tratamiento 4 con la mezcla física, porcentajes bajo de FDA y FDN en el tratamiento 2 con estiércol de oveja y tratamiento 4, el porcentaje de cenizas se mantuvo en promedio en todos los tratamientos.

**Cuadro 1.** Rendimiento de materia seca, porcentaje de Proteína, FDA, FDN y cenizas de Triticale variedad bicentenario evaluadas en el campo experimental y pecuario Ocota, Tlatlauquitepec, Puebla.

| | Corte 1 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | MS (t $ha^{-1}$) | Proteína (%) | FDA (%) | FDN (%) | Cz (%) |
| T1 | 12.58[a] | 10.71 [a] | 39.50[a] | 59.11[a] | 6.37[a] |
| T2 | 11.15[a] | 11.40 [a] | 37.59[a] | 56.73 [a] | 6.60 [a] |
| T3 | 11.04[a] | 10.60 [a] | 35.00[a] | 59.85 [a] | 6.21 [a] |
| T4 | 10.37[a] | 11.77 [a] | 34.70[a] | 56.24 [a] | 6.94 [a] |
| T5 | 10.75[a] | 11.44 [a] | 39.45[a] | 60.20 [a] | 6.67 [a] |

Ms= Materia seca; FDA= Fibra Detergente Ácida; FDN= Fibra Detergente Neutra; T= Tratamiento; no existieron diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0.05$).

Por otra parte, durante el corte 2 (Cuadro 2) podemos observar que tampoco se presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) en cuanto a rendimiento de materia seca ni variables de calidad nutricional, no obstante, la producción de materia seca (Ms) aumentó en comparación al corte anterior, siendo el tratamiento 2 el de mayor rendimiento en cuanto a proteína bruta, se presentó

un descenso en el porcentaje, el tratamiento testigo presentó mejor porcentaje de proteína. Sin embargo, los porcentajes de fibras, tanto neutro como ácido aumentaron considerablemente traduciéndose en menor consumo de materia seca y menor digestibilidad del forraje, esto también explica el alto porcentaje de cenizas presentado en las muestras.

Cuadro 10. Rendimiento de materia seca, porcentaje de Proteína, FDA, FDN y Cenizas de Triticale variedad bicentenario evaluadas en el campo experimental y pecuario Ocota, Tlatlauquitepec, Puebla.

| | Corte 2 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | MS (t $ha^{-1}$) | Proteína (%) | FDA (%) | FDN (%) | Cz (%) |
| T1 | 13.69[a] | 8.56 [a] | 44.51[a] | 58.68 [a] | 6.96 [a] |
| T2 | 16.40[a] | 9.87 [a] | 43.20[a] | 44.55 [a] | 6.02 [a] |
| T3 | 14.00 [a] | 10.69 [a] | 48.59[a] | 57.90 [a] | 7.22 [a] |
| T4 | 12.60 [a] | 10.04 [a] | 33.90[a] | 50.52 [a] | 8.63 [a] |
| T5 | 13.42 [a] | 10.79 [a] | 36.34[a] | 49.48 [a] | 6.89 [a] |

Ms= Materia seca; FDA= Fibra Detergente Ácida; FDN= Fibra Detergente Neutra; T= Tratamiento; no existieron diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0.05$).

## CONCLUSIONES

Estadísticamente los tratamientos de fertilización no mostraron diferencias significativas en rendimiento, sin embargo, su calidad nutritiva si se ve afectada por la fuente, podemos ver que reducen los porcentajes de fibras durante el primer corte aumentando así el consumo y la digestibilidad, pero estos porcentajes aumentan en el segundo, esto pude deberse en gran medida al tiempo de cosecha y la reducción de eficiencia de los fertilizantes. Ahora que se demostró que todos los tratamientos pueden funcionar homogéneamente se debe investigar fertilizaciones mixtas para comprobar la respuesta en rendimiento y calidad nutricional.

## LITERATURA CITADA

Ammar, K. 2013. Promoción y mejoramiento genético del Triticale. Revista Enlace16: 27-29.

Bemhaja, M. 1996. INIA CARACE Triticale. Unidad de Difusión e Información Tecnológica del INIA. ISBN: 9974-38-061-8. Montevideo Uruguay. pp. 1-8.

CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). 1987. Promoción y mejoramiento genético del triticale. Revista Enlace Más Agro 16: 27-29.

ICAMEX (Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal). 2015. Secretaria de Desarrollo Agropecuario. Cultivo de Triticale. Rescatado de http://icamex.edomex.gob.mx/tricale.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2016. Censo de población y vivienda.

Kjendal. 1883. Agro-Industrial Waste Materials as Substrates for the Production of Poly (3-Hydroxybutyric Acid)

Mellado, Z. M., T. I. Matus y B. R. Mandariaga. 2008. Antecedentes sobre el triticale en chile y otros países. Chillán, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA 183: 5-22.

Merino, R. F., B. A. Amaya, G. A. Villareal, O.O. Valdez, S. A. Villa y B. F. Rocha. 1981. Guía para cultivar Triticale de temporal en México, Hidalgo, Tlaxcala y Puebla. Recuperado de http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/handle/123456789/1737.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2017. Anuario estadístico de la producción agrícola. Rescatado de http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php

Parodi, P. 2003. Mayor eficiencia en el uso del nitrógeno puede aumentar la rentabilidad del trigo y hacerlo más amigable hacia el ambiente. In: Kohli, M. M.; Díaz, M. y Castro, M. (Eds.). *In*: Seminario internacional estrategias y metodologías utilizadas en el mejoramiento de trigo, La Estanzuela, Uruguay. 8-11 de octubre de 2001. CIMMYT-INIA, Colonia, Uruguay. pp. 275-283

Pearson, D. 1993. Técnicas de laboratorio para el análisis de alimentos; Acribia, S.A. Zaragoza (España).

Rodríguez, P. J. y G. R. Moreno. 1994. Secano, variedades de Triticale para áreas de temporal. *In:* Memorias del 11° Congreso Latinoamericano de genética (área vegetal) y XV Congreso de Fitotecnia Sociedad Mexicana de Fitogenética. A. C. México. 109 p.

Rodríguez, B. E., R. J. Morales, M. O. Franco, C. E. Santoyo, C. G. Estrada y R. F. Gutiérrez. 2015. Manejo de fertilización nitrogenada sobre los componentes de rendimiento del Triticale. Instituto Naciones de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias 6: 21-733.

Van Soest, J. 1991. The detergent system for analysis of foods and feeds. Cornell University, USA.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS Y BACTERIAS PGPB EN EL PATRÓN DE REBROTE DE PASTO OVILLO (*Dactylis glomerata* L.), EN CONDICIONES DE INVERNADERO

# [EFFECTS OF ORGANICS FERTILIZER AND PGPR BACTERIA ON THE YIELD DYNAMICS OF COCKSFOOD (*Dactylis glomerata* L.) UNDER GREENHOUSE CONDITIONS]

**G. Aguilar B.[1], R. Castro R.[2§], V. López G.[1]**

[1]Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, Universidad Autónoma de San Luís Potosí, San Luis Potosí. [2]Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada, Tlaxcala. [§]Autor para correspondencia: (rcastror@ipn.mx).

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar la curva de acumulación de forraje, tasa de crecimiento, altura de forraje, y unidades SPAD (contenido de clorofila) en la época de primavera, en macollos de pasto ovillo bajo condiciones de invernadero. La hipótesis planteada es que al menos un tratamiento tendrá diferencias en alguna de las variables evaluadas. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con siete tratamientos y cuatro repeticiones. El mayor rendimiento de materia seca, tasa de crecimiento y altura de forraje se registró ($p < 0.05$) a la semana siete en todos los tratamientos; sin embargo, los mayores valores los registró el tratamiento con compost y digestato, mientras que las bacterias PGPB (Plant Growth Promoting Bacteria) no registraron diferencias ($p > 0.05$), y el testigo (suelo sin fertilizar) registró los menores valores en todas las variables evaluadas. Las bacterias PGPR pueden ser una alternativa de fertilización ya que sus registros superaron al suelo solo y se igualaron a la fertilización química; sin embargo, los dos fertilizantes orgánicos (compost) y el digestato, representan la mejor alternativa de fertilización.

**Palabras clave:** *Bacillus simplex, Brevibacterium frigotolerans, Pseudomonas putida.*

## ABSTRACT

The aim of the present study was to determine the yield forage accumulation curve, growth rate, height, and SPAD units in the spring season, in cocksfood under greenhouse conditions. The hypothesis is that at least one treatment will have differences in some of the evaluated variables. An experimental design was used completely at random with seven treatments and four repetitions. The highest dry matter yield, growth rate and forage height were recorded ($p < 0.05$) at week seven in all treatments; however, the highest values were recorded by treatment with compost and digestate, while PGPB bacteria did not record differences ($p > 0.05$), and the negative control (unfertilized soil) recorded the lowest values in all evaluated variables. The PGPR bacteria can be a fertilization alternative since their registration surpassed the soil alone and equaled chemical

fertilization; however, the two organic fertilizers (compost) and digestate represent the best fertilization alternative.

**Index words:** *Bacillus simplex, Brevibacterium frigotolerans, Pseudomonas putida.*

## INTRODUCCIÓN

Los forrajes constituyen una parte importante en la dieta de los rumiantes y representan un alto costo en la producción animal (Pérez *et al*., 2002). En diferentes zonas del país se tienen procesos de producción que tienen como componente importante el establecimiento de praderas para la alimentación animal. Los forrajes constituyen una fuente importante de energía y proteína en la dieta de rumiantes.

El establecimiento, evaluación y manejo de praderas, pastizales y cultivos forrajeros ya sean pastos, leguminosas, hierbas, arbustos o arboles requieren de estudios de adaptación, comportamiento, manejos técnicos y marcos productivos de la especie a cultivar. Sin embargo, las praderas están sujetas a un patrón de crecimiento estacional que determina la cantidad de biomasa por ciclo de producción, (Clavero *et al*., 2000; Velasco *et al*., 2001; Moliterno, 2002; Ganderats y Hepp, 2003). Entre los factores que determinan la velocidad y magnitud de crecimiento de una planta forrajera están: clima (radiación, total de horas luz, temperatura, humedad y precipitación), suelo (características físicas, químicas y topográficas), especie (potencial genético de las diferentes familias, especies y variedades), manejo (fertilización y frecuencia de defoliación); Factores que no actúan por separado, y el crecimiento de la planta responde a una interacción entre ellos (Jiménez y Martínez, 1984; Hernández-Garay *et al*., 1997; Moliterno, 2002).

Una alternativa a la aplicación de fertilizantes, son los abonos orgánicos (compost, biosólidos, digestato entre otros) u órgano-minerales, que presentan parte del N en formas orgánicas como proteínas y aminoácidos, más o menos estables, que paulatinamente van mineralizándose y pasando a disposición de las plantas. En este mismo sentido, se indica que la fertilización orgánica sustituye en gran medida el uso de fertilizantes minerales (Ramos y Terry, 2014). Los biofertilizantes o bacterias promotoras de crecimiento vegetal (PGPB), son otra alternativa orgánica y natural de fijar nitrógeno al suelo, solubilizar fósforo y producir sideroforos, lo que permite que las plantas reduzcan el efecto adverso del medio ambiente, favoreciendo su crecimiento y producción (Pérez-Montaño *et. al*., 2014). Es por esto que el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de los diferentes tipos de fertilización orgánica sobre el patrón de rebrote de pasto ovillo durante la época de primavera, bajo condiciones de invernadero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en un invernadero del Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada del Instituto Politécnico Nacional, ubicado a 19°16'50.3" N, 98º21'58.1" O, a 2,221 msnm. La siembra de pasto ovillo se realizó colocando 15 semillas en el sustrato que contenía 1.5 kg de suelo en macetas de plástico (unidad experimental). Al emerger las plántulas, se realizó un aclareo manual, para dejar sólo 10 tallos por maceta, y se dejó un periodo de establecimiento de

45 días después de la siembra, posteriormente se realizó un corte de uniformización a cinco cm de altura, para reducir el efecto de covariable, y se aplicaron las bacterias PGPB y los fertilizantes orgánicos.

Se utilizó un diseño completamente al azar, y cuatro repeticiones por tratamiento, los cuales fueron concentración de digestato (60%), compost (10%), bacterias PGPB: *Brevibacterium frigotolerans*, *Bacillus simplex*, *Psudomonas putida*, control positivo (triple 17) y el control negativo (suelo sin fertilización). Las cepas identificadas como *Pseudomonas putida*, *Bacillus simplex* y *Brevibacterium frigoritolerans*, se hicieron mediante análisis metagénomico y amplificación del 16S rARN. Las semillas fueron donadas por el Laboratorio de Forrajes del Posgrado en Ganadería del Colegio de Postgraduados, el digestato líquido se obtuvo de la Granja Experimental del Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, la composta fue donada por la unidad de composteo Zacatenco del Instituto Politécnico Nacional y el suelo utilizado como sustrato se obtuvo de la parcela experimental de CIBA IPN Unidad Tlaxcala.

El rendimiento de biomasa se determinó cortando todo el forraje por unidad experimental a una altura de cinco cm. El material vegetal cosechado se lavó y se pesó en fresco, para posteriormente secarlo en una estufa de aire forzado a 70 $^{o}$C, por 48 h. Antes de cada corte se registró la altura del forraje con una regla graduada de cincuenta centímetros y una precisión de 0.1 cm, en plantas elegidas al azar, con la regla colocada completamente vertical desde la base de la planta hasta la hoja superior más joven (Castillo *et al*., 2009; Castro *et al*., 2011). La tasa de crecimiento (TC) se calculó con los datos de rendimiento de materia seca por corte mediante la siguiente fórmula:

$$TC = \frac{FC}{t}$$

Donde FC = forraje cosechado (g MV maceta), t = días transcurridos entre un corte y el siguiente.

La relación hoja: tallo se obtuvo dividiendo el rendimiento de hoja por corte entre el rendimiento de tallo. Unidades SPAD, antes de cada corte en la hoja superior expuesta con la lígula bien diferenciada, se tomaron las unidades SPAD, con el medidor de clorofila, Apogee instruments MC-100.

Los valores agrupados por semana de crecimiento se graficaron mediante el software estadístico SigmaPlot V.10 y se analizó con el procedimiento factorial ANOVA y PROC MIXED del Software estadístico SAS® (2002). Las medias de tratamientos se estimaron con Tukey ($\alpha = 0.05$).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la altura de la planta Figura 1A, el compost, fue el que registró las mayores alturas desde la primera semana de rebrote hasta la séptima ($p < 0.05$), mientras que en el resto de los tratamientos no hubo diferencias ($p > 0.05$) a excepción de la semana seis y siete, donde las bacterias *Pseudomonas putida* y el digestato, fueron superiores ($p < 0.05$), pero inferiores a la composta. Las unidades SPAD, que están altamente correlacionadas con la actividad fotosintética de la

planta, mostraron valores oscilatorios entre semana (Figura 1B), pero aun así se puede observar que la composta y el digestato, mostraron los mayores valores, lo que se reflejaba en un verde más intenso en esos tratamientos.

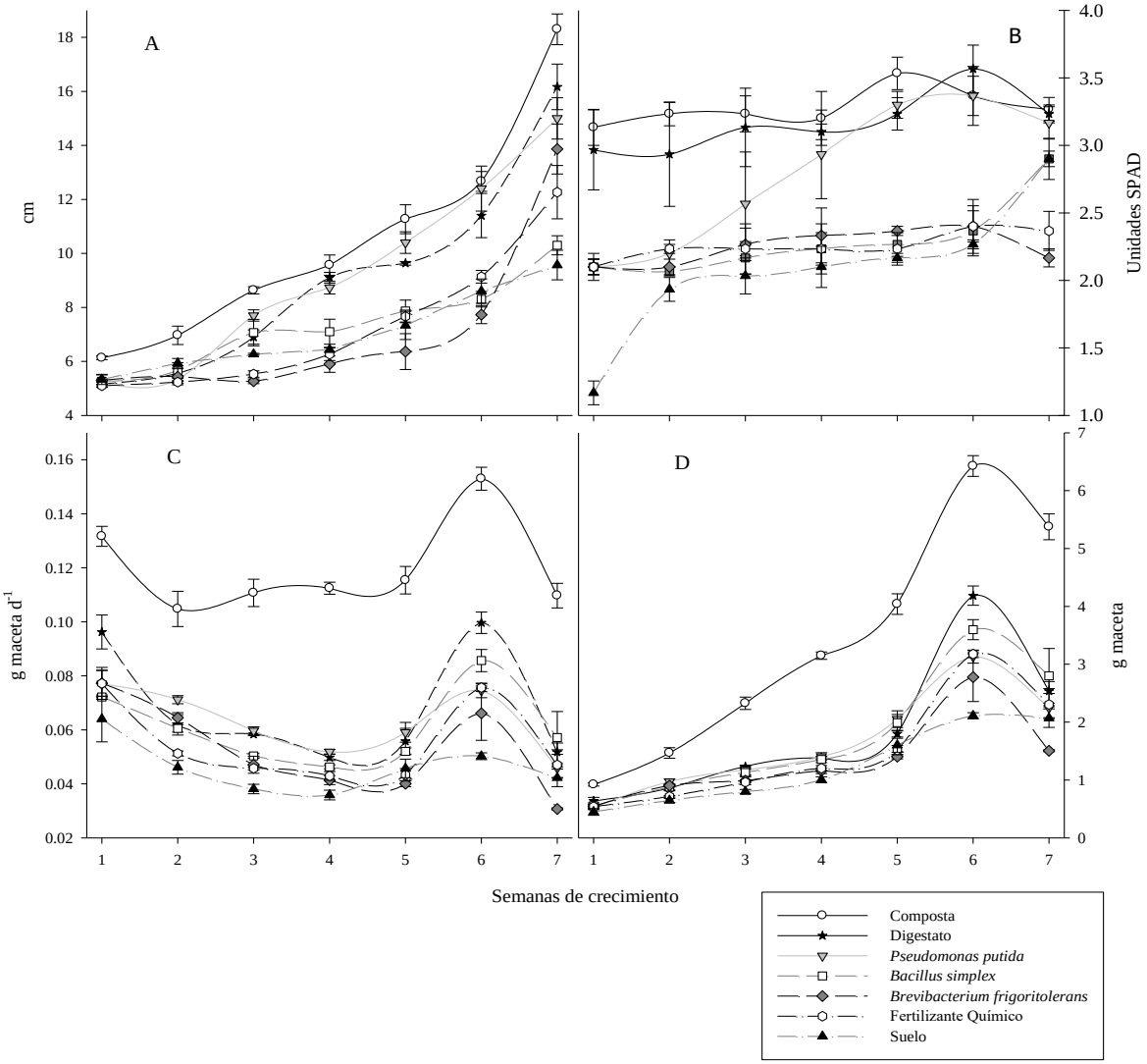



**Figura 1.** Altura (A), capacidad fotosintética en unidades SPAD (B), Tasa de crecimiento del cultivo (C) y rendimiento de materia seca por semana (D) de pasto ovillo, con diferentes esquemas de fertilización, durante la época de primavera de 2018.

Los beneficios del compost han sido evidenciados en diversos estudios con hortalizas, sin embargo, casi no hay trabajos reportados en pastos de clima templado; sin embargo, se ha reportado que la adición de compost provoca un mejor desarrollo de las raíces, incrementa la microfauna, intensifica la asimilación de minerales, mayor fotosíntesis y por ende mayor

rendimiento, aunado a esto, mantiene la fertilidad del mismo, mejoran la infiltración del agua, la estructura y conductividad hidráulica, reduce la densidad aparente y la tasa de evaporación, lo que conlleva a un mejor estado sanitario de las plantas (Ramos y Terry, 2014; Liu *et al.*, 2016).

Los resultados obtenidos muestran que para la variable rendimiento de materia seca, la mayor acumulación de biomasa y tasa de crecimiento ($p < 0.05$) se dio en la semana siete independientemente del tratamiento evaluado; sin embargo, los valores más altos ($p < 0.05$) en ambas variables fueron obtenidos en tratamiento con compost (3.38 g MS maceta y 0.11 g MS $d^{-1}$ maceta), seguido del tratamiento con digestato (1.89 g MS maceta), mientas que, el suelo solo y el tratamiento con *Brevibacterium frigotolerans* registraron los valores más bajos ($p > 0.05$) de materia seca (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Rendimiento de forraje (g MS maceta), y tasa de crecimiento del cultivo (g MS $d^{-1}$ maceta) de pasto ovillo a diferentes semanas de crecimiento después de la defoliación en la época de primavera.

| Tratamientos | Materia seca (g MS maceta) Semanas de crecimeinto | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Prom. Trat | EEM | Sig. |
| *Pseudonomas putida* | 0.52 BCe | 0.9 Bd | 1.2 Bcd | 1.4 Bc | 2.1 Bb | 2.2 BCb | 3.1 Ca | 1.67 C | 0.091 | ** |
| *Bacillus simplex* | 0.55 BCg | 0.87 Bde | 1.3 Bde | 1.3 BCcd | 1.9 Bc | 2.8 Bb | 3.6 BCa | 1.59 C | 0.22 | ** |
| *Bravibacterium frigotolerans* | 0.54 BCc | 0.90 Bbc | 0.9 BCbc | 1.1 CDbc | 1.4 Cb | 1.5 Cb | 2.8 CDa | 1.32 D | 0.21 | |
| Compost | 0.92 Ag | 1.46 Af | 2.3 Ae | 3.14 Ad | 4.03 Ac | 5.37 Ab | 6.4 Aa | 3.38 A | 0.13 | ** |
| Digestato | 0.67 Bd | 0.86 Bd | 1.23 Bcd | 1.39 BCcd | 1.95 BCc | 2.96 BCb | 4.18 Ba | 1.89 B | 0.22 | ** |
| Químico | 0.54 BCd | 0.71 Bd | 0.9 BCcd | 1.2 BCDcd | 1.5 BCc | 2.3 BCb | 3.2 Ca | 1.58 C | 0.20 | ** |
| Suelo | 0.44 Ce | 0.65 Bde | 0.8 Ccd | 1.0 Dc | 1.6 BCb | 2.1 BCa | 2.1 Da | 1.23 D | 0.09 | ** |
| Promedio semana | 0.59 g | 0.91 f | 1.22 e | 1.52 d | 2.05 c | 2.69 b | 3.68 a | | 0.044 | ** |
| EEM | 0.053 | 0.093 | 0.090 | 0.064 | 0.15 | 0.30 | 0.26 | 0.06 | | |
| Sig. | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | | |
| | Tasa de crecimiento del cultivo | | | | | | | | | |
| *Pseudonomas putida* | 0.08 BCa | 0.07 Bab | 0.059 Bbc | 0.051 Bc | 0.059 Bc | 0.055 BCc | 0.061 CDbc | 0.07 B | 0.003 | ** |
| *Bacillus simplex* | 0.07 Ca | 0.05 CDbcd | 0.05 BCDcd | 0.046 CDd | 0.052 BCDbcd | 0.054 CBabc | 0.069 BCab | 0.05 D | 0.004 | ** |
| *Bravibacterium frigotolerans* | 0.08 BCa | 0.06 BCab | 0.047 CDEbcd | 0.041 Ecd | 0.040 Ecd | 0.035 Cd | 0.056 CDbc | 0.054 DE | 0.005 | ** |
| Digestato | 0.09 Ba | 0.06 BCc | 0.058 BCc | 0.049 BCc | 0.055 BCc | 0.071 Bbc | 0.085 Bab | 0.06 C | 0.006 | ** |
| Compost | 0.13 Aa | 0.10 Ab | 0.11 Ab | 0.11 Ab | 0.11 Ab | 0.12 Aa | 0.13 Aa | 0.11 A | 0.003 | ** |
| Químico | 0.08 BCa | 0.05 CDbc | 0.045 EDbc | 0.042 EDc | 0.043 EDc | 0.054 BCbc | 0.064 Cab | 0.054 DE | 0.005 | ** |
| Suelo | 0.06 Ca | 0.04 Dab | 0.037 Eb | 0.035 Fb | 0.046 CDEb | 0.049 BCab | 0.043 Db | 0.051 E | 0.005 | ** |
| Promedio semana | 0.085 a | 0.065 b | 0.058 c | 0.054 c | 0.058 c | 0.064 b | 0.083 a | | 0.0011 | ** |
| EEM | 0.006 | 0.004 | 0.003 | 0.001 | 0.003 | 0.006 | 0.005 | | | |
| Sig. | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | | |

Diferentes literales minúsculas en hilera son estadísticamente diferentes Tukey ($\alpha = 0.05$), diferentes literales mayúsculas en columnas son estadísticamente diferentes Tukey ($\alpha = 0.05$), significancia (Sig.); * $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$.

Los resultados observados en el presente trabajo concuerdan con lo expuesto por Rancane *et al.* (2015) y Walsh *et al.* (2012), quienes observaron un incremento en el rendimiento del forraje con

la adición de digestato; sin embargo, estos autores solo exponen las diferencias en el rendimiento total y no describen los componentes del rendimiento, que son referentes básicos para un programa adecuado de manejo. Así mismo se ha reportado que el uso de bacterias promotoras del crecimiento vegetal mejora la absorción de nutrientes, solubilizando fósforo, fijando nitrógeno, y produciendo sideroforos, y pueden actuar como biofertilizantes, fitoestimuladores (auxinas, giberilinas, cito quininas) o controladores del estrés (control biológico por medio de la actividad antagónica contra microorganismos fitopatógenos) en la planta (Bashan y Holguin, 1997; Bashan, *et. al.*, 2007).

## CONCLUSIONES

Las bacterias PGPB pueden ser una alternativa de fertilización ya que sus registros superaron al suelo solo y se igualaron a la fertilización química; sin embargo, los dos fertilizantes orgánicos (compost) y el digestato, representan la mejor alternativa de fertilización.

## LITERATURA CITADA

Bashan, L. E., G. Holguin, B. R. Glick y Y. Bashan. 2007. Bacterias promotoras de crecimiento en plantas para propósitos agrícolas y ambientales. Microbiología Agrícola 1: 170-224. doi: https://doi.org/10.1111/1750-3841.12855.

Bashan, Y. and G. Holguin. 1997. Azospirillum plant relationships: environmental and physiological advances (1990-1996). Canadian Journal of Microbiology 43(2): 103-121. doi: https://doi.org/10.1139/m97-015.

Castillo, E. G., M. B. Valles y R. J. Jarillo. 2009. Relación entre materia seca presente y altura en gramas nativas del trópico mexicano. Técnica Pecuaria en México 47(1): 79-92.

Castro, R. R., G. A. Hernández, B. G. Aguilar y R. O. Ramírez. 2011. Comparación de métodos para estimar rendimiento de forraje en praderas asociadas. Naturaleza y Desarrollo 9(1): 38-46.

Clavero, T., L. Caraballo y R. González. 2000. Respuesta del pasto elefante enano *Pennisetum purpureum* cv Mott. Al pastoreo. Producción de biomasa y características de crecimiento. Revista Facultad de Agronomía (LUZ) 17: 71-77.

Ganderats, F. S. y K. C. Hepp. 2003. Mecanismos de crecimiento de *Lulium perenne*, *Festuca arundinacea* y *Dactylis glomerata* en la zona intermedia de Aysén. Agricultura Técnica 63(3): 259-265.

Hernández-Garay, A., C. Matthew and J. Hodgson. 1997. Effect of spring grazing management on perennial ryegrass and ryegrass-white clover pastures. 1. Tissue turnover and herbage accumulation. New Zealand Journal of Agricultural Research 40: 25-35.

Jiménez, M. A. y H. P. A. Martínez. 1984. Utilización de praderas. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 85 p.

Liu, T., X. Chen, F. Hu, W. Ran, Q. Shen, H. Li and J. K. Whalen. 2016. Carbon-rich organic fertilizers to increase soil biodiversity: Evidence from a meta-analysis of nematode communities. Agriculture, Ecosystems and Environment 232: 199-207. doi: https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.07.015.

Moliterno, E. A. 2002. Variables básicas que definen el comportamiento productivo de mezclas forrajeras en su primer año. Agrociencia 6(1): 40-52.

Pérez, B. M. T., G. A. Hernández, P. J. Pérez, H. J. G. Herrera y G. R. Bárcena. 2002. Respuesta productiva y dinámica de rebrote del ballico perenne a diferentes alturas de corte. Técnica Pecuaria en México 40(3): 251-263.

Pérez-Montaño, F., C. Alías-Villegas, R. A. Bellogín, P. Del Cerro, M. R. Espuny, I. Jiménez-Guerrero and T. Cubo. 2014. Plant growth promotion in cereal and leguminous agricultural important plants: From microorganism capacities to crop production. Microbiological Research 169(5-6): 325-336. doi: https://doi.org/10.1016/j.micres.2013.09.011.

Ramos, D. and E. Terry. 2014. Review Generalities of the organic manures : Bocashi´s importance like nutritional alternative for soil and plants.

Rancane, S., A. Karklins, D. Lazdina and P. Berzins. 2015. Biomass yield and chemical composition of perennial grasses for energy production. Engineering for rural development. (20): 546-551.

SAS. 2002. User´s Guide: Statistics (Version 9.0 ed.). Cary NC, USA: SAS Inst. Inc.

SigmaPlot. User´s Guide (Versión 10.0). Systat software 2015.

Velasco, Z. M. E., G. A. Hernández, H. V. A. González, P. J. Pérez, H. H. Vaquera, S. A. Galvis. 2001. Curva de crecimiento y acumulación estacional del pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.). Técnica Pecuaria en México 39(1): 1-14.

Walsh, J. J., D. L. Jones, G. Edwards-Jones and A. P. Williams. 2012. Replacing inorganic fertilizer with anaerobic digestate may maintain agricultural productivity at less environmental cost. Journal Plant Nutrition Soli Science (175): 840-845.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DE LA DEFOLIACIÓN EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE TRÉBOL PATA DE PÁJARO (*Lotus corniculatus* L.)

# [EFFECT OF DEFOLIATION ON THE PRODUCTIVE BEHAVIOR OF BIRD'S FOOT TREFOIL (*Lotus corniculatus* L.)]

**P. Álvarez V.[1§], L. S. G. García D.[2], S. I. Mendoza P.[2], A. R. Rojas G.[3], J. A. Encinas D.[1]**

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, 25315 Saltillo, Coahuila. [2]Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km. 36.5, Montecillo, Texcoco. CP 56230, Estado de México. [3]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Núm. 2-Universidad Autónoma de Guerrero. Cuajinicuilapa, Guerrero. CP. 41940. [§]Autor para correspondencia: (alvarez.perpetuo@colpos.mx).

## RESUMEN

El estudio fue llevado a cabo en el Colegio de Postgraduado, Campus Montecillo, Texcoco, México. El objetivo fue determinar el mejor comportamiento productivo de trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus* L.), genotipo 260012, sometido a diferentes intervalos de cosecha (IC), bajo la hipótesis de que el comportamiento productivo de una especie forrajera se ve favorecida bajo un IC a un 95 % de luz interceptada (LI). Los tratamientos (IC) fueron distribuidos en un diseño de bloques completamente al azar, con tres repeticiones. El rendimiento de forraje (RF) bajo un corte fijo (CF), definido por estación, fue 26 % inferior a los IC del 90 y 95 % LI con 20,710 *vs* 28,092 kg MS $h^{-1}$, promedio, respectivamente. De lo anterior, solamente el tallo y material muerto presentaron aportes significativos al RF anual, registrando mayores valores al 90 y 95 % LI, y menores en el CF, respectivamente. Estacionalmente, primavera e invierno presentaron el mayor y menor RF con 8,265 y 4,899 kg MS $ha^{-1}$, respectivamente. En consecuencia, la mayor presencia de los componentes botánicos-morfológicos, fue en primavera respecto a las otras estaciones. La hoja fue el componente de mayor aporte al RF con 4,918 kg MS $ha^{-1}$, seguido por el tallo, el material muerto y la maleza. Dado lo anterior, la hoja siempre supero al tallo en peso (Relación: Hoja/Tallo = 1.7 promedio), donde el CF fue mayor 35 % al resto de los tratamientos, siendo en otoño e invierno los de mayor valor (1.9 y 2.0) respecto a, primavera –verano (1.4 y 1.5). En conclusión, trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus* L.), genotipo 260012, no tiene un buen comportamiento productivo manejada bajo un CF definido por estación, y se ve favorecido cuando es cosechado al 90 o 95 % de LI.

**Palabras clave:** Composición botánica y morfológica, intercepción luminosa, intervalo de cosecha.

## ABSTRACT

The study was carried out at the Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco Mexico. The objective was to determine the best productive performer of bird´s foot trefoil (*Lotus corniculatus* L.), genotype 260012, subjected to different harvest intervals (HI), under the hypothesis that the productive behavior of a forage species is favored under an HI to 95 %

intercepted light (IL). The treatments (HI) were distributed in a completed randomized block design, with three repetitions. The yield forage (YF) under a fixed cut (FC), defined by station, was 26 % lower than the HI of 90 and 95 % IL with 20,710 vs 28,092 kg DM $ha^{-1}$, average, respectively. From the above, only the steam and dead material had significant contributions to the annual YF, registering higher values at 90 and 95 % IL, and lower values at FC, respectively. Seasonally, spring and winter showed the highest and lowest YF with 8,265 and 4,899 kg DM $ha^{-1}$, respectively. As a result, the greatest presence of the botanical-morphological components was in spring compared to the other seasons. The leaf was the component of greater contribution to the YF with 4,918 kg DM $ha^{-1}$, followed by the stem, the dead material and the weeds. Given the above, the leaf always exceeded the stem in weight (Ration: Leaf/stem=1.7, average), where the FC was 35 % higher than the rest of the treatments, being in autumn and winter the highest value (1.9 and 2.0) respect to spring and summer (1.4 and 1.5). In conclusion, the bird´s foot trefoil (*Lotus corniculatus* L.), genotype 260012, does not have a good productive behavior managed under a FC defined by season, and in favored when it is harvested at 90 or 95 % of IL.

**Index words:** Botanical and morphological composition, light interception, harvest interval.

## INTRODUCCIÓN

Trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus* L.) es un cultivo forrajero con un alto potencial productivo y con una amplia variedad de cultivares (Naydenova *et al*., 2015). Es la especie de mayor importancia agronómica de su género, dado su alto valor nutricional similar o mayor a la alfalfa (*Medicago sativa* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.) (Escaray *et al*., 2012), aunado a que no genera timpanismo cuando es pastoreado por rumiantes y que puede ser utilizado como henificado o ensilado (MacAdam *et al*., 2013). Sin embargo, no ha sido ampliamente caracterizada en México (Álvarez *et al.*, 2018). Por lo que, la generación del conocimiento sobre su productividad y cambios morfológicos, se vuelve importante para generar estrategias de manejo que resalten sus bondades. Además, como la mayoría de las especies forrajeras, su respuesta a defoliación va a depender de la intensidad y frecuencia de remoción de la biomasa aérea, etapa de crecimiento y reserva de nutrientes en el suelo (Da Silva y Hernández, 2010). Por tanto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de diferentes estrategias de defoliación, sobre la producción de forraje y composición botánica y morfológica de trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus* L.), genotipo 260012.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en el Colegio de Postgraduados (COLPOS), Campus Montecillo, México ($19^0$29 ´N, $98^0$54 O y 2250 msnm). La región climática es clasificada como templada subhúmeda con régimen de lluvias en verano, con un promedio de precipitación anual de 645 mm y una temperatura media anual de 15 $^0$C. (García, 2004). La textura es del suelo es franca arenosa, ligeramente alcalina con un pH de 7.8 (Delgado *et al.*, 2014). Las condiciones climáticas de temperatura media anual y de precipitación fueron de 24 $^0$C y 877 mm, respectivamente.

La especie estudiada fue trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus* L.) genotipo 260012, obtenida de una selección de adaptabilidad de 12 genotipos en el COLPOS. El área experimental fue de 240 $m^2$ (12 x 20 m), la cual fue dividida en tres bloques de cinco parcelas de 16 $m^2$ (4 x 4), establecidas en marzo de 2014, a una distancia entre planta de 33 cm. La especie fue sometida a una intensidad de corte de 7 cm sobre el nivel del suelo con una oz y cuatro intervalos de corte (tratamientos): tres en función del porcentaje de luz interceptada (90, 95 y 100 % LI) y un corte fijo (CF) definido por estación (primavera – verano 28, otoño 35 e invierno cada 42 días entre corte). La pradera fue manejada bajos los tratamientos en el ciclo de crecimiento de otoño a verano de 2015-16. En el promedio anual, los intervalos de cortes generados bajo el criterio de luz interceptada (LI) fueron: 90 % (55 d), 95 % (60 d), 100 % (64 d) y CF (33 d).

El porcentaje de LI fue diagnosticada una vez que se notaba un dosel cerrado usando un AccuPAR LP-80 Ceptometer (Decagon Devices, Pullman, WA, USA), cinco mediciones al azar por parcela, hasta alcanzar el 90, 95 y 100 % LI en cada tratamiento. Estas mediciones se realizaron alrededor de las 11:30 – 12:30 pm. Las variables evaluadas fueron rendimiento de forraje (RF), composición botánica – morfológica (CBM) y relación hoja:tallo (R:H/T). El RF se determinó cosechando la biomasa presente en dos cuadros fijos de 0.25 $m^2$ por repetición y sometido a un secado a 60 $^0$C hasta peso constante en una estufa de aire forzado (Felisa, Modelos FE-243A). Del forraje cosechado se tomó una sub-muestra de aproximadamente 10 % y fue separada en hoja (H), tallo (T), material muerto (MM) y maleza (M), para determinar la CBM. De los datos de H y T de la CBM, se calculó la relación hoja: tallo, al dividir la H/T. Para investigar el efecto de los tratamientos (intervalos de cosecha), los datos fueron agrupados de forma estacional. Estos se analizaron conforme a un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones, mediante el procedimiento PROC GLM del SAS (2009). La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Rendimiento de forraje

El menor rendimiento anual se observó en el intervalo de cosecha CF con 20,710 kg MS $ha^{-1}$, representando el 26 % menos de los que produjeron la mayor cantidad de forraje (90 y 95 % LI; Cuadro 1), lo que nos indica que la especie es menos productiva cuando la manejemos bajo el intervalo de cosecha de un CF definido estacionalmente. Lo anterior, puede estar relacionado con un intervalo de cosecha menor al resto de los tratamientos (33 d). En el cultivar 202700, estudiado en Texcoco edo. de México, se reportaron menores rendimientos a un intervalo de 33 d, promedio al año, similar al de este estudio, aun 29 % por debajo de lo presentado a estrategias basadas en el porcentaje de LI de 90, 95 y 100 % (Álvarez *et al.,* 2018).

Por otra parte, hubo efecto de estación en los intervalos de cosecha, la mayor producción de forraje se presentó en primavera en todos los tratamientos (8,265 kg MS $ha^{-1}$, promedio), y los menores rendimientos en invierno (4,899 kg MS $ha^{-1}$). Este comportamiento puede ser explicado por la relación estrecha y directa del rendimiento de forraje de las especies forrajeras con las condiciones del clima como: temperatura y precipitación (Rojas *et al.,* 2016).

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

**Cuadro 1.** Rendimiento de forraje (kg MS $ha^{-1}$) de trébol pata de pájaro (Lotus corniculatus L.), genotipo 260012 en función del intervalo de cosecha (90, 95 y 100% LI y CF*) y la estación del año.

| IC[1] | Otoño | Invierno | Primavera | Verano | Anual | EEM |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 90 | 6256 Ab | 5640 Ab | 9215 Aa | 7111 ABab | 28222 A | 896 |
| 95 | 5947 Ab | 5799 Ab | 8669 Aa | 7547 Aab | 27962 A | 738 |
| 100 | 5729 Abc | 4716 ABc | 7510 Aa | 5929 BCb | 23884 AB | 421 |
| CF* | 4581 Ab | 3441 Bb | 7664 Aa | 5024 Cb | 20710 B | 782 |
| $\bar{x}$ | 5628 bc | 4899 c | 8265 a | 6403 b | 25194 | 498 |
| EEM | 687 | 533 | 1037 | 553 | 5442 | |

Medias con la misma letra mayúscula en cada columna y misma letra minúscula en cada hilera, no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). IC[1] = Intervalo de cosecha; EEM = Error estándar medio; CF* = otoño: 5, invierno: 6, y primavera -verano: 4 semanas entre corte. [1]Efecto de la interacción tratamiento (LI) x Estación del año ($p \leq 0.05$).

## Composición botánica y morfológica

Hubo efecto del tratamiento en el componente tallo y material muerto (Cuadro 2). Cuando la pradera fue cosechada a una IL del 90 % se produjo más tallo que en el resto de los intervalos de cosecha (10,548 kg MS $ha^{-1}$) y al 95 % LI más material muerto. En la hoja y en la maleza no hubo diferencias estadísticas en los diferentes intervalos de cosecha ($p > 0.05$). Una mayor edad de rebrote del 90 % LI *vs* CF (55 *vs* 33 d) pudo provocar una mayor producción de tallos en este intervalo de cosecha (Gomide *et al.,* 2014). Sin embargo, un menor peso al 95 y 100 vs 90 % LI, puede deberse a la etapa de crecimiento de la especie con un comportamiento asintótico (Da Silva y Hernández, 2010). En los promedios por componente, se observó que la hoja fue la que mayor aporte al rendimiento de forraje hizo (12,908 kg MS $ha^{-1}$), lo que representó el 51 % del rendimiento promedio anual (25,194 kg MS $ha^{-1}$; Cuadro 1), la maleza fue la que menor aporte tuvo (2,639 kg MS $ha^{-1}$) con un 10% al rendimiento total promedio anual. Al respecto, Álvarez *et al.* (2018) reportan un 4 % presencia de maleza en el genotipo 202700 de *Lotus corniculatus.,* 58 % de hoja, 31 % de tallo y 7 % de material muerto.

**Cuadro 2.** Rendimiento de forraje (kg MS $h^{-1}$) por componente botánico y morfológico de trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus* L.), genotipo 260012, en función del intervalo de cosecha (90, 95 y 100 % LI y CF*) y la estación del año.

| IC[1] | Hoja | Tallo | MM | Maleza | EEM |
|---|---|---|---|---|---|
| 90 | 15087 Aa | 10548 Ab | 711 BC**c** | 1908 A**c** | 1523 |
| 95 | 13291 Aa | 9408 ABb | 2376 A**c** | 2933 A**c** | 841 |
| 100 | 11600 Aa | 7905 Bb | 2180 AB**c** | 2223 A**c** | 1028 |
| CF* | 11654 Aa | 4923 Cb | 687 Cb | 3494 A**c** | 749 |
| $\bar{x}$ | 12908 a | 8196 b | 1489 c | 2639 d | 439 |
| EEM | 1102 | 757 | 570 | 750 | |

Medias con la misma letra mayúscula en cada columna y misma letra minúscula en cada hilera, no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). IC = Intervalo de cosecha; EEM = Error estándar medio; CF* = otoño: 5, invierno: 6, y primavera -verano: 4 semanas entre corte. [1]Efecto de la interacción tratamiento (IC) X estación del año ($p \leq 0.05$).

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

Estacionalmente, se observa en la figura 1, que el mayor rendimiento de todos los componentes morfológicos y maleza se presentó en primavera, sobresaliendo la hoja con promedio de los tratamientos de 4,918 kg MS ha$^{-1}$, seguida por el tallo, material muerto y maleza, no obstante, en primavera respecto a las demás estaciones, la maleza fue mayor al material muerto con 1,507 vs 761 kg MS ha$^{-1}$, respectivamente. En otoño y primavera el 90 % LI fue mayor ($p < 0.05$) en la producción de hoja y tallo, al resto de los tratamientos. Estos valores pueden ser el resultado de las condiciones ambientales presentes en cada estación, ya que la producción de tallos está en función de las variaciones estacionales en la cantidad y calidad de luz, precipitación y temperatura, incidentes sobre la pradera (Sbrissia *et al.*, 2010).

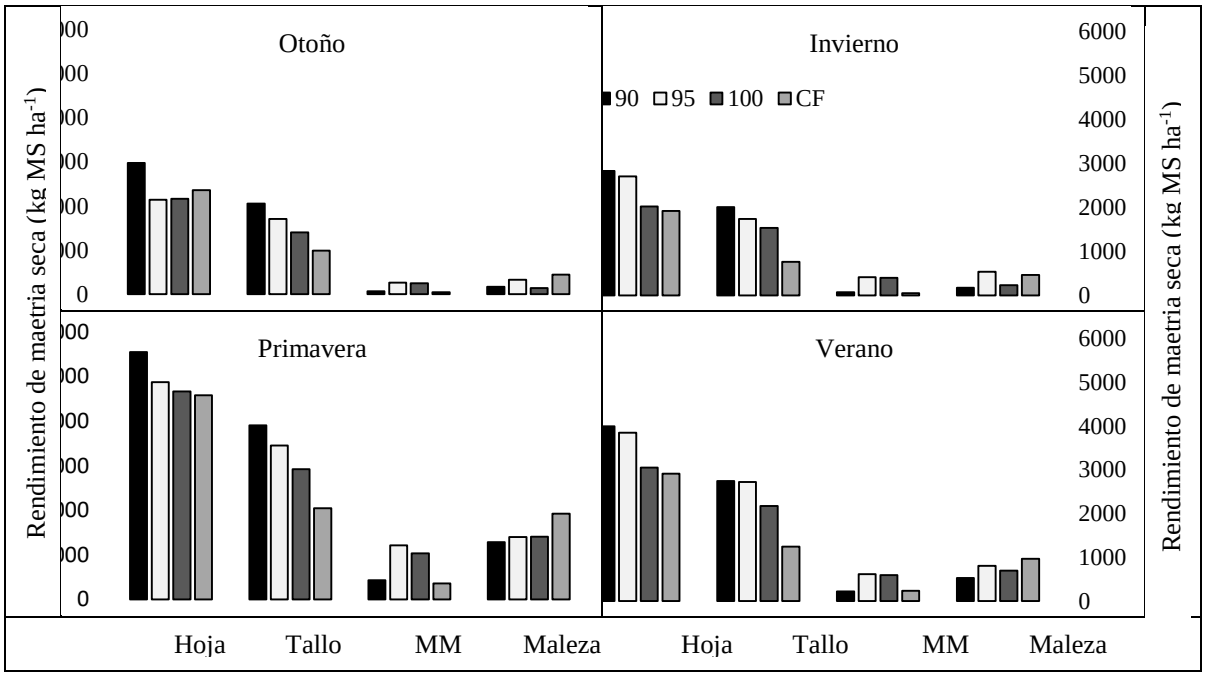



**Figura 1.** Composición botánica y morfológica de trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus* L.), genotipo 260012 en función del intervalo de cosecha (90, 95 y 100 % LI y CF) y la estación del año.

## Relación hoja/tallo (R:H/T)

Se presentó un efecto altamente significativo de la estación e intervalos de corte ($p < 0.0001$). La mayor R:H/T promedio del año se registró en el CF (2.3), respecto al resto de los tratamientos (Cuadro 3), superándolos en un 35 %. Estos resultados, puede ser el resultado de cosechas más frecuentes en el CF (33 d), lo que permitió que la especie fuese cosechada en la fase crecimiento acelerado, donde se encuentra el mayor porcentaje de hojas jóvenes respecto al tallo (Barbosa *et al*., 2011). Estacionalmente, los promedios muestran que la mayor cantidad de hoja respecto al tallo, se presentó en otoño e invierno ($p < 0.05$), y la menor en primavera y verano. En especies forrajeras se ha reportado este comportamiento, debido a que, en épocas de condiciones ambientales adversas como otoño e invierno, la planta produce una mayor cantidad de tallos, pero

de menor peso respecto a la hoja, a lo que se le ha denominado ley de compensación tamaño/densidad (Da Silva y Hernández, 2010).

**Cuadro 3.** Relación de hoja:tallo (R:H/T) de trébol pata de pájaro (Lotus corniculatus L.), genotipo 260012, en función del intervalo de cosecha (90, 95 y 100 % LI y CF*) y la estación del año.

| IC[1] | Otoño | Invierno | Primavera | Verano | $\bar{x}$ | EEM |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 90 | 1.9 Ba | 1.5 Bb | 1.1 Bc | 1.4 Bbc | 1.5 B | 0.11 |
| 95 | 1.7 Ba | 1.7 Ba | 1.4 ABab | 1.0 Cb | 1.5 B | 0.25 |
| 100 | 1.4 Bb | 2.2 Aa | 1.1 Bb | 1.2 BCb | 1.5 B | 0.14 |
| CF* | 2.6 Aa | 2.4 Aa | 1.7 Ab | 2.5 Aa | 2.3 A | 0.17 |
| $\bar{x}$ | 1.9 a | 2.0 a | 1.4 b | 1.5 b | 1.7 | 0.08 |
| EEM | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | |

Medias con la misma letra mayúscula en cada columna y misma letra minúscula en cada hilera, no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). IC = Intervalo de cosecha; EEM = Error estándar medio; CF* = otoño: 5, invierno: 6, y primavera - verano: 4 semanas entre corte. [1]Efecto de la interacción tratamiento (LI) X estación del año ($p \leq 0.05$).

## CONCLUSIONES

Trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus* L.), genotipo 260012, no presenta un buen comportamiento productivo manejado bajo un corte fijo definido por estación, y se ve favorecido cuando es cosechado al 90 o 95 % de LI. El mayor rendimiento lo presenta en primavera, donde la hoja es la que mayor aporte hace, no obstante, en otoño e invierno se presenta la mayor relación hoja respecto al tallo.

## LITERATURA CITADA

Álvarez, V. P., D. S. G. García, R. J. D. Guerrero, P. S. I. Mendoza, C. M. E. Ortega y G. A. Hernández. 2018. Comportamiento productivo de *Lotus corniculatus* L. dependiente de la estrategia de cosecha. Revista Agrociencia 52(8): 1081-1093.

Barbosa, R. A., J. D. Nascimiento, H. H. Vilela, C. S. Da Silva, P. V. Batista-Euclides, F. A. Sbrissia and S. B. Da-Lana. 2011. Morphogenic and structural characteristics of guinea grass pastures submitted to three frequencies and two defoliation severities. Brazilian Journal of Zootechnics 40: 947-954.

Da Silva, S. C. y G.A. Hernández. 2010. Manejo del pastoreo en praderas tropicales. *In*: Velazco ZME *et al*. editores. Los forrajes y su impacto en el trópico. 1ra. ed. Universidad Autónoma de Chiapas, México. pp. 63-95.

Delgado, R., J. Escalante, R. Díaz, S. A. Trinidad, E. Morales y E. Sosa. 2014. Defoliación en maíz y su efecto sobre el rendimiento de frijol-maíz en asociación. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 5(6): 1015-1027.

Escaray, F. J., A. B. Menendez, A. Garriz, F. L. Pieckenstain, M. J. Estrella, L. N. Castagno, P. Carrasco, J. Sanjuan and O. A. Ruiz. 2012. Ecological and agronomic importance of the plant genus Lotus. Its application in grassland sustainability and the amelioration of constrained and contaminated soils. Plant Science 182: 121-133.

García, E. 2004. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. 4ta ed. Instituto de Geografía, Universidad Autónoma de México 217 p.

Gomide, A. M. C., S. C. Chavesb, K. G. Ribeiroc, E. L. Sollenbergerd, S. C. D. Paciulloa and T. P. Pereirae. 2014. Structural traits of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) genotypes under rotational stocking strategies. African Journal of Range & Forage Science 32(1): 51-57.

MacAdam, J. W., J. Bruner, A. Islam and A. Shewmaker. 2013. The benefits of tannin-containing forages. Plants, Soils and Climate, Utah State University AG/Forages; 03: 4 p.

Naydenova, G., V. Vasileva and D. Mitev. 2015. Productivity of Bulgarian pasture ecotypes perennial legumes. Journal of Mountain Agriculture on the Balkans 18(6): 972-982.

Rojas, G. A. R., G. A. Hernández, C. S. Joaquín, P. M. A. Maldonado, P. S. I. Mendoza y V. P. Álvarez. 2016. Comportamiento productivo de cinco variedades de alfalfa. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 7(8): 1855-1866.

SAS Institute. 2009. SAS/STAT® 9.2. User Guide Release. Cary, NC: SAS Institute Inc. USA.

Sbrissia, A. F., C. S. Da-Silva, D. O. L. Sarmento, L. K. Molan, M. F. Andrade, C. A. Goncalves. 2010. Tillering dynamics in palisadegrass swards continuously stocked by cattle. Plant Ecology 206(2): 349-359.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# PRODUCCIÓN DE ALIMENTO CONCENTRADO PROTEICO DE NOPAL (*Opuntia spp*) MEDIANTE FERMENTACIÓN SEMISÓLIDA

# [OPUNTIA PROTEIN CONCENTRATED FODDER PRODUCTION BY SEMI-SOLID FERMENTATION]

**A. Flores-Hernández[1§], J. Macías-Rodríguez[2], C. Meza-Herrera[1], G. García-Herrera[1], O. Esquivel-Arriaga[1], J. Ortiz-Salaza[1], C. A. Romero-Rodríguez[1]**

[1]Universidad Autónoma Chapingo, Unidad de Zonas Áridas (URUZA), Carretera Gómez Palacio- Chih. KM. 40, C.P. 35230. Bermejillo, Dgo. México. [2]Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Centro Norte (CRUCEN) Km. 20.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, C.P. 98100. Calera, Zacatecas. [§] Autor para correspondencia: (aflores@chapingo.uruza.edu.mx).

## RESUMEN

La escasez de forraje y el alto costo de fuentes proteicas en las zonas semiáridas de México, son motivo de este estudio con nopal sin espinas (*Opuntia spp*) procesado en un biodigestor (Cap. 300 kg), mediante la fermentación semisólida aeróbica con levadura *Sacharomyces cereviceae* (1%), urea (0.5%cactus,) y sulfato de amonio (0.05%), durante 6 horas; con intervalos de movimiento (30 min) y reposo (30 min), en condición natural en Villa Unión, Poanas, Dgo., para la alimentación de bovino criollo de engorda. El análisis estadístico de proteína cruda (PC), energía metabolizable (EM) y carbohidratos no fibrosos (CNF) se realizó con el procedimiento GLM del Programa SAS (9.1) y la prueba de comparación de medias Tukey, en un diseño al azar en fechas: 5 marzo, 24 mayo y 19 junio del 2018 del nopal picado natural (NP0) y nopal picado fermentado (NPF). El reuso de levadura (Jugo de la fermentación) se estudió en la semana de esas fechas del día 1° (NPF 1), 3° (NPF 3) y 7° (NPF 7) de reciclada la levadura. Se registró un incremento significativo en P.C. del 3.9 (NP0) al 24.6 % (NPF) y E.M. de 2.45 (N0) a 2.66 Mcal/ kg (NPF). Mientras que los CNF se redujeron del 61.4 (NP0) al 37.1 % (NPF) por efecto de la fermentación. En las tres fechas solo la PC. presentó una tendencia clara y diferencia significativa a la baja del 27.1% (5 marzo) al 19.7% (19 junio). Dentro de cada fecha no se detectó diferencia entre días 1°, 3° y 7° de reciclada la levadura, aunque sí disminuyó progresivamente. La fermentación y reciclado de levadura fueron afectados por temperaturas superiores a los 28°C de las dos últimas fechas. Resultados preliminares indican diferencia significativa en ganancia de peso vivo y condición corporal en ganado alimentado con nopal fermentado.

**Palabras clave**: Bovinos, cactus, complemento alimenticio, producción animal.

## ABSTRACT

The shortage of fodder and the high cost of protein sources in the semi-arid areas of Mexico, are the reason for this study with prickly pear cactus (*Opuntia spp*) processed in a biodigester (Cap. 300 kg), by semisolid aerobic fermentation with yeast *Sacharomyces cereviceae* (1%), urea (0.5% cactus,) and ammonium sulfate (0.05%), for 6 hours; with intervals of movement (30 min) and rest

(30 min), in natural condition in Villa Unión, Poanas, Dgo., for the feeding of Creole cattle for fattening. The statistical analysis of crude protein (PC), metabolizable energy (MS) and non-fibrous carbohydrates (CNF) was performed with the GLM procedure of the SAS Program (9.1) and the Tukey means comparison test, in a randomized design on dates: March 5, May 24 and June 19, 2018 of the natural chopped cactus (NP0) and fermented chopped cactus (NPF). The re-use of yeast (Fermentation Juice) was studied in the week of those dates of day 1 (NPF 1), 3 ° (NPF 3) and 7 ° (NPF 7) of recycled yeast. There was a significant increase in PC from 3.9 (NP0) to 24.6% (NPF) and EM from 2.45 (N0) to 2.66 Mcal / kg (NPF). While the CNF were reduced from 61.4 (NP0) to 37.1% (NPF) due to the fermentation effect. On all three dates only the PC presented a clear trend and significant downward difference from 27.1% (March 5) to 19.7% (June 19). Within each date no difference was detected between days 1, 3 and 7 of recycled yeast, although it did decrease progressively. The fermentation and recycling of yeast were affected by temperatures above 28 ° C of the last two dates. Preliminary results indicate a significant difference in live weight gain and body condition in cattle fed with fermented cactus.

**Index words**: Animal production, cactus, cattle, fodder complement.

## INTRODUCCIÓN

El sector ganadero del norte de México enfrenta cotidianamente escases de forraje para la alimentación animal en los meses de estiaje, debido a la asociación entre la poca disponibilidad de forrajes y el alto costo de las fuentes proteicas, lo que repercute en una nutrición animal deficiente (Murillo-Amador *et al*., 2009). Como parte de la vegetación de las regiones áridas de México, el nopal (*Opuntia spp*), destaca como una planta de excelente adaptación con características anatómicas y fisiológicas únicas que le permite sobrevivir a estas difíciles condiciones (Bravo-Hollis, 1978). A pesar de las ventajas de este vegetal, aun cuando es temporalmente utilizado de manera silvestre por su alto contenido de agua (70 a 90%) es notablemente despreciado como cultivo por su bajo valor proteico (2.7 a 8.8 %) (López *et al*., 2003). Sin embargo, otros países como Brasil (semiárido nordestino) han capitalizado las propiedades del nopal sin espinas, consumido en grandes cantidades como forraje para el ganado, ocupando su cultivo en temporal más de 400,000 ha (Cordeiro y Gonzaga, 2003). El nopal responde al propósito de producir más biomasa por menos cantidad de agua, lo que contribuye a lo recomendado en las soluciones basadas en la naturaleza, donde el recurso hídrico tiene la máxima prioridad en los ecosistemas sustentables (WWAP, 2018).

El uso de granos o residuos agroindustriales y subproductos altos en celulosa como bagazo de caña, pulpa de remolacha, cascarilla y semilla de café, y bagazo de manzana (BM) entre otros, paulatinamente cobran importancia en México para servir de sustrato en la fermentación sólida o semisólida, y producir enzimas, etanol, proteína unicelular, champiñones, enzimas, ácidos orgánicos, aminoácidos, metabolitos secundarios biológicamente activos y otros productos para su uso industrial y alimenticio (Díaz-Plasencia *et al*., 2013)., que han sido eficientemente utilizados para consumo animal una vez se hayan determinado las propiedades físicas y químicas de los mismos (Preston, 1986). En los cladodios o pencas de nopal (*Opuntia spp*) la fermentación semisólida se efectúa sobre fracciones previamente cortadas (substrato) con la adición de una

mezcla de minerales para aumentar el contenido de proteína (Tabosa *et al*, 2003), este proceso fue adoptado de la tecnología "sacarina" de la caña de azúcar en Cuba (Elias *et al*., 1990; Elías y Lescano, 1993). El forraje de nopal, obtenido de la fermentación semisólida, puede ser usado como complemento alimenticio, una vez se compruebe la cantidad de proteína (microbial) generada en el proceso y el aumento en producción de leche y/o carne al ser suministrado al ganado (Tabosa *et al*., 2003; Ariosvaldo *et al*., 2004).

En el norte de México el nopal puede ser aprovechado como forraje para generar un alimento concentrado proteico, no solo en la difícil época de sequía sino durante todo el año, dada la naturaleza perenne del cultivo. Para dicho propósito se utiliza la tecnología de enriquecimiento proteico del nopal (Maquina y Proceso), que realiza la fermentación semisólida aeróbica de fracciones de nopal anual sin espinas de manera mecanizada, permitiendo mayor eficiencia en tiempo y recursos (Flores-Hernández *et al*., 2014; Flores-Hernández *et al*., 2017). El presente estudio muestra los detalles de la producción de alimento concentrado en proteína mediante el proceso de fermentación semisólida aeróbica realizado en el 2018 y los resultados de la composición química del sustrato de nopal anual sin espinas antes y después del proceso, usado como alimento por tres meses en ganado criollo bovino de carne.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en un establo comercial en Villa Unión, Poanas, Durango., con duración de cuatro meses más un mes inicial de adaptación y con muestreos en tres fechas: 5 marzo, 24 mayo y 19 junio del 2018. La fermentación semisólida aeróbica en condiciones naturales se realizó en una máquina o biodigestor (Título No. 2641- IMPI, México) con 100 kg nopal de un año aprox., de edad otorgado diariamente, siguiendo el proceso (Título No. No.339696- IMPI, México), que consistió en el corte de cladodio o penca anual de nopal sin espinas en un molino, del cual cae fraccionado al cilindro mezclador (homogenizador) y usado como substrato, al que se le agregaron como fuente de nitrógeno: Urea (0.5%) y sulfato de amonio (0.05%) para el desarrollo de la población del hongo unicelular o levaduras (*Sacharomyces cereviceae*) agregado al 1% a la mezcla. La fermentación se inició con 6 ciclos intercalados (1/2 h de movimiento "aereación" y 1/2 h de reposo) durante 6 horas (programado mediante un timmer), en un periodo de de tiempo de 9:00 a 15:00 horas. Cada semana se utilizó 1 kg de levadura seca para arrancar la fermentación y en los siguientes días un galón (3.78 l) del jugo de nopal obtenido en la máquina después de la fermentación, se almacenó en refrigeración (6 a 8 °C) para usarse al siguiente día.

El proceso de fermentación se evalúo en las tres fechas referidas, en muestras del nopal picado antes (NP0) y después del proceso de fermentación (NPF1). Se determinó la estabilidad del proceso de fermentación en tres fechas, así como le factibilidad del reúso de levadura (insumo de mayor costo; $100 por kg de levadura seca), en muestras de nopal fermentado del 1° (NPF1- recién fermentado), 3° (NPF 3) y 7° (NPF 7) último día de fermentación. A cada muestra de nopal obtenida antes (NP0) y después del proceso de fermentación (NPF 1- recién fermentado) así como de los días 3° y 7°, se les determinó: proteína cruda según la técnica de proteína (Cruda) de alimentación animal (990.03), Official Methods of Analysis (2000). Energía metabolizable (EM) siguiendo la técnica propuesta por McDonald *et al* (2002) y carbohidratos no fibrosos (Azucares y

almidón) por el método de Van Soest *et al* (1991). La materia seca (MS), para definir los componentes químicos anteriores se determinó con la técnica de materia seca adaptado por Goering *et al*. (1970), con modificación de 105°C por 2 h.

Los resultados fueron analizados estadísticamente con el procedimiento GLM del Programa SAS (9.1) y la prueba de comparación de medias de Tukey, en un diseño completamente al azar con tres repeticiones del tratamiento nopal picado sin proceso (NP0) con el nopal picado fermentado (NPF 1), así como del nopal del 1° (NPF 1), 3° (NPF 3) y 7° (NPF 7) día. En los días del muestreo se realizaron mediciones de temperatura (termómetro digital) y del pH (potenciometro Conductronic PH10) del sustrato, al inicio y termino del proceso de fermentación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico de los componentes químicos cuantificados en la mezcla de fracciones de nopal (sustrato) antes y después del proceso de fermentación semisólida aeróbica (Cuadro 1), muestra un aumento significativo en el porcentaje de proteína cruda del nopal fermentado (NPF 1), casi seis veces más del contenido normal de la proteína del nopal sin fermentar (NP0). En contraste se registró una disminución drástica en el porcentaje de carbohidratos no fibrosos (azucares y almidón) en cerca de la mitad del contenido en las fracciones de NPF 1 con respecto al NPF 0. Estos eventos han sido reportados como situación normal del proceso de fermentación, debido al crecimiento de la población de la levadura (hongo unicelular) que requiere el consumo de carbohidratos del medio o sustrato, al respecto se reportó que cuando el oxígeno está presente la población crece eficientemente a partir de los carbohidratos y nitrógeno del medio para producir la biomasa (proteína) y el $CO_2$ (Hernández, 2003). También se registró una diferencia estadísticamente significativa en el mayor contenido de energía metabolizable en el sustrato NPF1, dicho contenido es muy importante desde el punto de vista nutritivo, destacando que la cantidad obtenida del nopal fermentado (2,66 Mcal/kg), supera al pastizal (2,08 Mcal/kg) y es similar a la alfalfa (2,64 Mcal/kg), según datos reportados por Felker (2003). Aun cuando no hubo diferencia significativa en peso seco si se observó alta variación en nopal antes del proceso, ello se detectó en el uso nopal más maduro-fibroso (próximo al año) en la segunda y tercera fecha.

**Cuadro 1.** Componentes químicos promedio de sustrato de nopal antes y después del proceso de fermentación.

| Componente | Antes* | Después* |
|---|---|---|
| Proteína Cruda (% M.S.) | $3.92\pm0.02^{b}$ | $24.64\pm4.7^{a}$ |
| Carbohidratos No Fibrosos (% M.S. ) | $61.46\pm0.21^{a}$ | $37.20\pm7.2^{b}$ |
| Energía metabolizable (Mcal/ Kg) | $2.45\pm0.09^{b}$ | $2.66\pm0.09^{a}$ |
| Materia Seca (%) | $12.23\pm5.1^{a}$ | $7.33\pm1.8^{a}$ |

*Letras diferentes entre cifras de la misma hilera indican diferencia significativa al nivel $\alpha$=0.05.

El resultado del análisis estadístico de los componentes químicos en sustrato de nopal NPF 1, 3 y 7, promedio en cada una de las tres fechas, solo reveló una tendencia clara y diferencia significativa en el mayor porcentaje de proteína cruda (PC) de la primera fecha 5/03/2018, respecto a las dos siguientes (Figura 1). Los demás componentes químicos (datos no mostrados) no siguieron la respuesta esperada en el proceso normal de fermentación: Aumento de proteína y

energía metabolizable asociado con la disminución de carbohidratos. El proceso de fermentación fue afectado por las condiciones de temperatura prevalecientes en el sitio acorde a la época del año, registrándose en el porcentaje de proteína un valor de 27.12 ± 3.05[a] en la semana de marzo (26 feb.- 4 marzo) con una temperatura promedio inicial de 18 ± 2°C y una final de 23.3 ± 2.5 °C, mientras que en las fechas de mayo (16-22) con una temperatura inicial de 21.9 ± 5.3°C y final de 32.9 ±1.5°C, este porcentaje de PC bajo a 19.40 ± 4.01[b]. Situación que también se registró en junio (11- 16) con temperatura inicial de 21 ± 4°C y final de 32.6± 2.5°C con porcentaje de PC de 19.7± 2.35[b]. En contraste el pH no registró variación significativa entre fechas con pH inicial de 4.75 ± 0.29 a un pH final de 5.19 ± 0.23. Se considera que la alta temperatura final registrada en la región en dichas fechas afectó el proceso de fermentación, ya que la temperatura óptima de crecimiento de la población de *Saccharomyces cerevisiae* fluctúa en 25.5 ± 3.5°C y un pH acido de 4.5 ± 0.5 (García, 1995). No obstante, estas últimas no son rigurosamente las óptimas condiciones del crecimiento de las levaduras cuando se encuentra en sus ambientes naturales (Villamil y Zapata, 1999).

El contenido de proteína del NPF1, NPF3 y NPF7 (Figura 1) es deseable cuando la temperatura fue relativamente favorable en la fecha 26 feb.- 4 marzo, y el descenso en dicho contenido de PC se mantiene con tendencia similar en condición de alta temperatura, lo cual indica que el reciclado de levadura podría ser efectivo cuando la temperatura es controlada en 25°C o bien en condiciones naturales aquella no mayor a 28°C. Una recomendación viable, para que en condiciones naturales se pueda mantener un porcentaje de proteínas semejante al resultado de la primera fermentación, sería que se inicie y termine la fermentación en la noche (madrugada) que es cuando se tiene una menor temperatura, o se aumente el volumen de jugo (levadura viva) para la siguiente fermentación, y/o se aumente al doble la cantidad de las fuentes de nitrógeno (urea y sulfato de amonio) utilizadas en la fermentación.

El alimento de nopal fermentado fue proporcionado a ganado bovino criollo de engorda considerando un grupo de animales con la dieta tradicional que usa el productor y un grupo con esta dieta más el nopal enriquecido, ambas dietas fueron igualadas en peso seco de acuerdo al 4% de peso vivo del animal. Resultados preliminares muestran diferencia significativa superior en ganancia de peso vivo e incremento diario de 77 kg y 0.625 kg, respectivamente en ganado alimentado con nopal enriquecido respecto a los animales alimentados con la dieta testigo (32 kg y 0.266 kg), además de la notoria mejora en condición corporal de ganado alimentado con el nopal fermentado. Finalmente se calculó que el gasto generado por esta tecnología para producir 1 kg de materia seca de nopal enriquecido con proteína es de $2.80 kg. (No incluye costos de producción en campo que varían mucho según la región), es más bajo en $4.00 respecto al precio del alimento concentrado para bovino ($6.70 k).

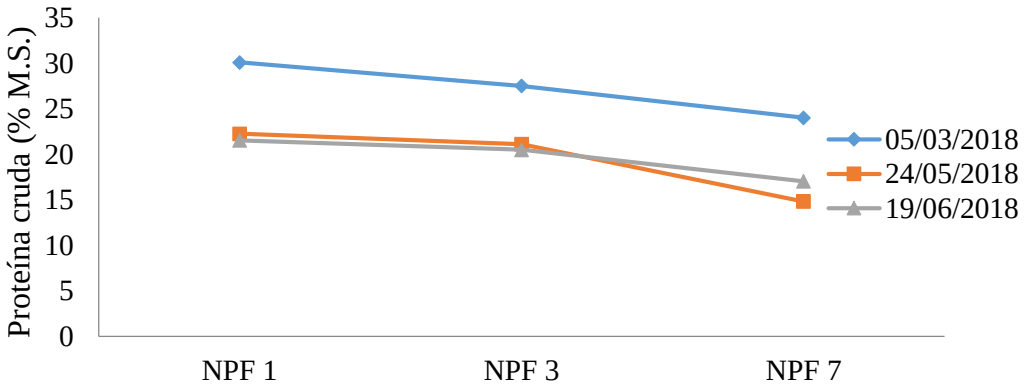



**Figura 1.** Porcentaje de proteína de nopal fermentado del día 1, 3 y 7 de la semana en tres fechas de muestreo en Poanas, Dgo.

## CONCLUSIONES

La fermentación en sustrato de nopal generó un aumento significativo de proteína cruda del 3.92 ± 0.02$^{b}$ % (NP0) al 24.64 ± 4.7$^{a}$ % (NPF) y energía metabolizable del 2.45 ± 0.09$^{b}$ (NP0) a 2.66 ± 0.09$^{a}$ Mcal/ kg (NPF) así como la drástica disminución de carbohidratos no fibrosos 61.46 ± 0.21$^{a}$ (NP0) a 37.20 ±7 .2$^{b}$ % (NPF). Los que resultan indicadores importantes del proceso de fermentación en nopal. El contenido de proteína presentó una tendencia clara y diferencia significativa en el período del 26 feb - 4 mzo., con 27.12 ± 3.05$^{a}$% respecto a las semanas de mayo (16-22) con 19.40 ± 4.01$^{b}$% y junio (11- 16) con 19.7 ± 2.35$^{b}$%, dicha disminución se reflejó también en el reúso semanal de levadura y se atribuye a las altas temperaturas registradas en las dos últimas fechas, lo que afectó el proceso de fermentación. El sustrato fermentado de la penca anual de nopal sin espinas resulta un alimento concentrado proteico con alto potencial de uso en las zonas áridas y semiáridas para la alimentación de bovino criollo de carne.

## AGRADECIMIENTOS

Al Inst. de Innov. en Biosist. y Des. Sust. en Zonas Áridas (IIBIODEZA). Proyecto: Validación de la tecnología de enriquecimiento proteico de nopal (*Opuntia spp*) IDTT- 2019, Direcc. Gral. Inv. y Posg. (DGIP). Universidad Autónoma Chapingo, y Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Edo. Durango (COCyTED). Proyecto: Transferencia de la tecnología de enriquecimiento proteico de nopal (*Opuntia spp*) en la región de Poanas, Dgo.

## LITERATURA CITADA

Ariosvaldo, N. M, A. Suassuna, P. S. Goncalves, D. D. Furtado, V. C. Flores, P. C. Alan y O. M. De Melo. 2004. Enriquecimiento proteico de palma forrajera (*Opuntia ficus indica* Mill.) Por procesos biotecnológicos probados en ovinos Santa Ines. *In*: 41a. Reunión anual de la Soc. Brasileira de Zootecnia. Campo Gde, Brasil.

Bravo-Hollis, H. 1978. Las cactáceas de México. Univ. Nal., Aut. de México (UNAM), México, D.F. 1: 743 p.

Cordeiro, D. S. D. y D. A. S. Gonzaga. 2003. *Opuntia* como forraje en el noreste semiárido del Brasil. *In:* Mondragón-Jacobo, C y S. Pérez-González (Eds.). El nopal (*Opuntia* s*pp*.) como forraje. Estudio FAO-producción y protección vegetal,169: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma Italia.

Díaz-Plasencia, D., C. Rodríguez-Muela, A. Becerra-Bernal, H. Rodríguez-Ramírez, M. Gallegos-Acevedo, F. Gutiérrez-Piña y C. Hernández-Gómez. 2013. Manzarina: un alimento alternativo para consumo animal. Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua, México. 15 p.

Elías, A. y O. Lezcano. 1993. Efecto de la fuente de N y algunos factores de crecimiento en la población de levaduras que se establece en la Producción de Saccharina. Rev. Cubana de Cienc. Agric. 27: 227.

Elias, A., L. P. Orquidea, J. Cordeiro y L. Quitana. 1990. Reseña descripetiva sobre el desarrollo de una tecnologia de enriquecimiento protéico en la caña de azúcar-fermentación en estado sólido (Saccharina). Rev. Cubana de Ciencia Agricola 24(1): 1-12.

Felker, P. 2003. La utilización de *Opuntia* como forraje en los Estados Unidos de América. En: Mondragón-Jacobo, C y Pérez-González, S. 2003. El nopal (*Opuntia spp.*) Como Forraje. Estudio FAO- producción y protección vegetal,169: 344-356, Org. Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma Italia

Flores-Hernández, A., F. J. Macías-Rodríguez, J. L. Ortega-Sánchez, G. García-Herrera, C. Meza-Herrera y O. Esquivel-Arriaga. 2017. Enriquecimiento proteico del nopal como forraje. Imprenta Universitaria. Universidad Autónoma Chapingo. 28 p. ISBN: 978-607-12-0459-2

Flores-Hernández, A., F. J. Macías-Rodríguez, J. L. Ortega-Sánchez, J. L Esquivel-Arriaga, O. G. García-Herrera, B. Murillo-Amador. 2014. 3.3.3. Tecnología de enriquecimiento proteico como medio para aumentar la calidad del nopal como forraje. *In*: Desarrollos de Ingeniería Agrícola en América Latina. Depto. Ing. Agr. Univ. Aut. Chapingo, México. 1511-1518 p.

García, C. V. 1995. Introducción a la Microbiología. 2da. Ed. Univ. Estatal a Distancia. Costa Rica: 108-116p.

Goering, H. K and P. J. Van Soest.1970. Forage fiberanalysis. USDA Agricultural Research Service. Handbook number 379. U.S. Dept. of Agriculture. Superintendent of Documents, US Government Printing Office, Washington D.C. 20402.

Hernández, P. A. 2003. Microbiología industrial. Universidad Estatal a Distancia. Costa Rica. 177-183 p.

López, G. J. J., R. J. M. Fuentes y G. A. Rodríguez. 2003. Producción y uso de *Opuntia* como forraje en el centro-norte de México. *In:* Mondragón-Jacobo, C y S. Pérez-González. 2003. El nopal (*Opuntia spp*.) como forraje. Estudio FAO- producción y protección vegetal 169: 213-240. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma Italia.

McDonald, P.; R. A. Edwards, F. J. D. Greennalgh y C. A. Morgan. 2002. Digestibility. animal nutrition. En evaluation of foods (Sixth Edition). Pearson. Prentice-Hall

Murillo-Amador, B., R. López-Aguilar, J. L. García-Hernández, A. Nieto-Garibay, E. Troyo-Diéguez, N. Ávila-Serrano, J. L. Espinoza-Villavicencio, R. Ortega-Pérez, A. Palacios-Espinosa y A. Plascencia-Jorquera. 2009. Cultivos forrajeros alternativos para zonas áridas y semiáridas. Foro: Ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo. Rev. El sudcaliforniano Año 1, No. 21.

Official Methods of Analysis. 2000.17th edition. Association of Official Analytical Chemists, EUA

Preston, T. R. 1986. Better utilization of crop residues products in animal feeding. Res. Guidelines. FAO. Roma. 154.pp.

Tabosa, J. B., J. J. Simplício, F. Tavares, F. M. Días, J. Farias, M.S. Dos Santos, D. S. F. D. Araújo and M.C.D. Monteiro 2003. Enriched forage cactus meal to feed ruminants. IPA – Agricultural and Livestock Research Enterprise, State of Pernambuco-Brazil.

Van Soest, P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal Dairy Science 74: 3583-3597.

Villamil, Y. y Y. Zapata. 1999. Caracterización de levaduras fermentadoras aisladas de frutas en descomposición con potencial aplicación productora de etanol. Trabajo de Grado (Microbiología Industrial). Pontificia Universidad Javeriana Bogotá. Colombia. 119p.

WWAP, 2018. Programa Mundial de las Naciones Unidas de Evaluación de los Recursos Hídricos/ONU-Agua. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2018: Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua. París, UNESCO. 2-4 pp.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# VALOR NUTRICIONAL DE ENSILAJE DE *Sorghum bicolor* L. MOENCH CV RB CAÑERO Y *Cajanus cajan* CV CAQUI EN UN SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA EN VILLAFLORES, CHIAPAS

# [NUTRITIONAL VALUE OF SILICONE *Sorghum bicolor* L. MOENCH CV RB CAÑERO AND *Cajanus cajan* CV CAQUI IN AN INTEGRATED SYSTEM OF AGRICULTURAL PRODUCTION IN VILLAFLORES, CHIAPAS]

**Esaú de Jesús Pérez-Luna[1§] Rubisel Gil Molina[1], Luis Fernando Córdova-Murillo[1], Sergio Giovanni Espinosa-Villafuerte[2], Humberto León-Velasco[1], Alejandro Ley-de Coss[1]**

[1]Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Agronómicas. [2]Centro Agropecuario de Capacitación y Desarrollo Sustentable (CACyDS-Chiapas). [§]Autor para correspondencia: (esau_0115@hotmail.com).

## RESUMEN

El trabajo se realizó en el municipio de Villaflores, Chiapas. El objetivo fue determinar la composición química del ensilaje del consorcio de *S. bicolor* y *C. cajan* en diferentes tiempos de conservación (0, 30, 60 y 90 días, respectivamente). Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cuatro tratamientos: T1= *S. bicolor*, T2= *C. cajan*+*Sorghum*, T3= *C. cajan* y T4= *S. bicolor*+*C. cajan*+Inoculante, y tres repeticiones. Se evaluó el rendimiento de MS, el aporte de MO, PC, FDN y FDA. Con respecto a la variable MO, se encontró que el T2 presentó un mayor contenido de este nutriente (96.4%), presentándose el valor más bajo (94.8%) en el T3. Con respecto al contenido de PC, se obtuvieron valores superiores al 7% en los cuatro tratamientos, encontrando en el T3 un mayor aporte (13.16%). Para la variable FDN, se obtuvieron valores superiores al 60% en los cuatro tratamientos. El contenido de FDA fue mayor en el T3 (47.5%). La incorporación de *C. cajan* demuestra un efecto favorable en la concentración de MO y PC, lo que supone un mejor valor nutricional del material ensilado. Se concluye que es factible utilizar el ensilaje a partir de los 30 días de fermentación. El análisis bromatológico demuestra cambios significativos en la composición química del material ensilado, particularmente en el contenido de MO, PC y FDA. El ensilaje de cultivos consorciados bajo el enfoque de Sistemas Integrados de Producción Agropecuaria (SIPA), resulta ser una alternativa viable que permite disponer de forraje de buen valor nutricional a los animales. En este contexto, los SIPA son un concepto nuevo en México factible de difundir como un nuevo modelo, en el cual se produce forraje para la producción animal, para ser conservado en forma de heno o ensilaje y utilizarlo en diferentes tiempos durante el año, particularmente durante la época de estiaje.

**Palabras clave:** Consorcio, elaboración, tratamiento.

## ABSTRACT

The work was carried out in the municipality of Villaflores, Chiapas. The objective was to determine the chemical composition of the silage of the consortium of *S. bicolor* and *C. cajan* at different conservation times (0, 30, 60 and 90 days, respectively). A completely randomized

experimental design was used with four treatments: T1 = *S. bicolor*, T2 = *C. cajan* + *S. bicolor*, T3 = *C. cajan* and T4 = *S. bicolor* + *C. cajan* + Inoculant, and three repetitions. The performance of MS, the contribution of MO, PC, FDN and FDA were evaluated. With respect to the variable MO, it was found that T2 had a higher content of this nutrient (96.4%), presenting the lowest value (94.8%) in T3. With respect to the PC content, values greater than 7% were obtained in the four treatments, finding in T3 a greater contribution (13.16%). For the FDN variable, values greater than 60% were obtained in the four treatments. The FDA content was higher in T3 (47.5%). The incorporation of *C. cajan* demonstrates a favorable effect on the concentration of MO and PC, which implies a better nutritional value of the silage material. It is concluded that it is feasible to use silage after 30 days of fermentation. Bromatological analysis demonstrates significant changes in the chemical composition of the silage material, particularly in the content of MO, PC and FDA. The silage of consortium crops under the approach of Integrated Agricultural Production Systems (SIPA), turns out to be a viable alternative that allows forage of good nutritional value to the animals. In this context, the SIPA are a new concept in Mexico that can be disseminated as a new model, in which fodder is produced for animal production, to be preserved in the form of hay or silage and used at different times during the year, particularly during the dry season.

**Index words:** Consortium, elaboration, treatments.

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de integración cultivo-ganadero-forestal (ILPF, siglas en portugués; ICGF, siglas en español) son estrategias de producción sustentables que integran actividades agrícolas, ganaderas y forestales, realizadas en la misma área, ya sea en cultivos consorciados, de sucesión o rotación, buscando efectos sinérgicos entre los componentes del agroecosistema, contemplando la adecuación ambiental, la valorización del hombre y viabilidad económica (Balbino *et al.*, 2011; Kichel *et al.*, 2012).

La conservación de forrajes para la alimentación del ganado es una práctica importante que debe realizarse en todos los sistemas de producción de animales herbívoros domésticos, toda vez que se busque disminuir los costos de alimentación y poder enfrentar las condiciones adversas que ocasiona el estiaje en la producción forrajera y como consecuencia en la producción de carne y leche. Recientemente, investigaciones dirigidas al establecimiento de asociaciones entre gramíneas y leguminosas, toman importancia, debido a que, a través de esta técnica, se aumenta el aporte de proteína al sistema ruminal (Contreras-Govea *et al.*, 2008).

En este contexto, los SIPA son un concepto nuevo en México, donde el consorcio, rotación y/o sucesión de cultivos en la misma área permite producir forraje en épocas críticas y de buena calidad nutricional, por lo que, conlleva a utilizar estrategias en la alimentación animal como es el caso del ensilado. Por lo tanto, el objetivo de investigación fue determinar el valor nutritivo (composición química) del ensilaje producto del consorcio de *Sorghum bicolor* L. Moench cv RB Cañero y *Cajanus cajan* cv Caqui en diferentes tiempos de conservación.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el Rancho Loma Bonita, ubicado en la colonia Benito Juárez, del municipio de Villaflores, Chiapas. Se localiza a 16° 25*'* de latitud norte y 93º 19*'* de longitud oeste, con 624 msnm, el clima con mayor predominancia es el cálido subsúmelo. Intermedio Aw'' 1 (w) *(i')* g con lluvias en verano, la precipitación medida es de 1,200 mm, con una temperatura media anual de 22°C (INEGI, 2011). El proceso de ensilado fue realizado a los 85 días después de la siembra, edad considerada como óptima para este proceso de conservación, tomando en cuenta el valor nutricional y características físicas de los cultivos en estudio, para lo cual se realizó el corte y picado al mismo tiempo de los cultivos evaluados, este proceso fue realizado con el apoyo de un tractor y una ensiladora John deere 38 de doble surco, con el objetivo de lograr un tamaño de partícula uniforme (2 a 3 cm de longitud). Al momento de la cosecha, se tomaron muestras para cada uno de los tratamientos que fueron evaluados, las muestras fueron depositadas en botellas de plástico (Pet), con capacidad de un litro, para posteriormente, ser enviadas al Laboratorio de Bromatología del Colegio de la Frontera Sur para los análisis respectivos (MS), PC (Método Semimicro Kjeldahl), MO (Incinerado), FDN y FDA (Método de Van Soest).

Se utilizó un diseño completamente al azar, utilizando cuatro tratamientos (T1=Sorgo, T2= Sorgo + Guandú, T3=Guandú y T4=Sorgo + Guandú + Inoculante). Cada uno de los tratamientos fueron evaluados con diferentes tiempos fermentativos (0, 30, 60 y 90 días, respectivamente), en los cuales, cada fecha indica tres repeticiones por tiempos fermentativos, formando un total de 48 unidades experimentales (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Distribución de los tratamientos.

| Tratamientos | Tiempos de fermentación (días) | Repeticiones | | |
|---|---|---|---|---|
| (T1) | 0 | R1 | R2 | R3 |
| | 30 | R1 | R2 | R3 |
| | 60 | R1 | R2 | R3 |
| | 90 | R1 | R2 | R3 |
| (T2) | 0 | R1 | R2 | R3 |
| | 30 | R1 | R2 | R3 |
| | 60 | R1 | R2 | R3 |
| | 90 | R1 | R2 | R3 |
| (T3) | 0 | R1 | R2 | R3 |
| | 30 | R1 | R2 | R3 |
| | 60 | R1 | R2 | R3 |
| | 90 | R1 | R2 | R3 |
| (T4) | 0 | R1 | R2 | R3 |
| | 30 | R1 | R2 | R3 |
| | 60 | R1 | R2 | R3 |
| | 90 | R1 | R2 | R3 |

**T1:** *S. bicolor*, **T2:** S. bicolor+*C. cajan*, **T3:** *C. cajan*, **T4:** *S. bicolor*+*C. cajan*+Inoculante

**Variables evaluadas**

a. Características organolépticas (Color, textura y olor, principalmente). Estas características, se obtuvieron mediante la determinación cualitativa a través de la observación de sus características físicas.
b. Contenido de MS. Las muestras se sometieron a una estufa de aire forzado durante 48 h y por diferencia (peso fresco menos peso seco), se obtuvo el contenido de MS.
c. Composición Química. Las muestras fueron enviadas al Laboratorio de Bromatología del Colegio de la Frontera Sur para determinar su contenido de nutrientes (MS, MO, PC, FDN y FDA).

Los datos obtenidos se analizaron por medio del programa SAS en su aplicación PROC GLM (SAS, 2003) para determinar la significancia de los efectos principales de la MO, PC, MS, FDN y FDA. La comparación entre medias se realizó mediante la prueba de Tukey (SAS, 2003).

## RESULTADOS

Con respecto a la variable de MS, aun cuando no hubo diferencias estadísticas significativas, se observó un ligero incremento de 0.65% en el T3. Con respecto a la variable de MO, se encontró diferencias significativas, por lo consiguiente, se observó que el T2 sobresalió con 96.36% seguido del T1 y T4, (95.88% y 96.24%, respectivamente); resultando el T3 con un nivel menor de este nutriente (94.83%). Para el caso de la variable PC, se obtuvieron valores superiores al 7% en los cuatro tratamientos, encontrando en el T3, un mayor aporte de este nutriente (13.16%). En cuanto al contenido de FDN, se obtuvieron valores superiores al 60% en los cuatro tratamientos. De acuerdo con el contenido de FDA, el T3 mostró un mayor contenido de este nutriente (47.53%). Los resultados indican que existe una variación significativa para los componentes de MO, PC y FDA; sin embargo, en el caso de los componentes de MS y FDN no presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados (Cuadro 2). El mayor aporte de MO y PC observado en alguno de los tratamientos evaluados, es probable que pudieran tener un efecto importante en mejorar el consumo voluntario de la MS en los animales y, en consecuencia, una mejor tasa de crecimiento.

**Cuadro 2.** Composición química (%) de *Sorghum bicolor* L. Moench cv RB Cañero y *Cajanus cajan* cv Caqui en un Sistema Integrado de Producción Agropecuario.

| Componentes | Tratamientos | | | |
|---|---|---|---|---|
| | T1 | T2 | T3 | T4 |
| MS | 39.31[a] | 34.56[a] | 39.96[a] | 35.76[a] |
| MO | 95.88[a] | 96.36[a] | 94.83[b] | 96.24[a] |
| PC | 7.54[b] | 7.84[b] | 13.16[a] | 8.61[b] |
| FDN | 60.00[a] | 62.40[a] | 65.78[a] | 61.40[a] |
| FDA | 34.03[b] | 37.43[b] | 47.53[a] | 38.50[b] |

**T1:** *S. bicolor*, **T2:** *S. bicolor* + *C. cajan*, **T3:** *C. cajan* **T4:** *S. bicolor* + *C. cajan* + Inoculante. [ab] Medias con distinta literal en la misma hilera son diferentes ($p < 0.05$).

## CONCLUSIONES

Los tiempos de fermentación (0, 30, 60 y 90 días, respectivamente), no tuvieron ningún efecto sobre la composición química del material ensilado, por lo que se puede recomendar la utilización del ensilaje a partir de los 30 días de fermentación o bien, un mayor tiempo, dependiendo de las necesidades de forraje que pudiera tener el productor durante el período de estiaje. De acuerdo con el análisis bromatológico realizado del ensilaje de Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench cv RB Cañero) y Guandú (*Cajanus cajan* cv Caqui) demuestra que existen cambios significativos en la composición química del material ensilado, particularmente en el contenido de MO, PC y FDA. El ensilaje de cultivos consorciados bajo el enfoque de sistemas integrados de producción agropecuaria, resulta ser una alternativa viable que permite disponer de forraje de buen valor nutricional a los animales, particularmente durante la época de estiaje.

## LITERATURA CITADA

Balbino, L. C.; Barcellos, A. O. y L. F. Stone. 2011. Marco referencial: integração lavoura pecuária floresta. Brasília, DF: Embrapa. 132p.

Contreras-Govea, F., R. Muck, K. Armstrong and K. Albrecht. 2008. Nutritive Value of Corn Silage in Mixture with Climbing Beans. Animal Feed Science and Technology. Doi:10.1016/J. Anifeedsci.2008.07.001.

Instituto Nacional de Estadística Geográfica e informática. 2011. Cuaderno estadístico municipal, Villaflores, Chiapas, México, Instituto Nacional de Estadística Geográfica e informática. Edit. INEGI. pp. 24 - 30.

Kichel, A. N., R. G. Almeida & J. A. A. Costa. 2012. Integração lavoura-pecuária-floresta y sustenta-bilidade na produção de soja. In: Congresso brasileiro de soja, 6, 2012, Cuiabá MT. Anais. Cuiabá, MT: Embrapa; Aprosoja, pp. 1-3.

SAS. 2003. SAS 9.1.3 for Windows. Service Pack 4. Win_Pro- plataforma. Copyright © 2002-2003 by SAS Institute Inc. Cary, NC. USA.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# SUPLEMENTACIÓN CON CONCENTRADO SOBRE PRODUCCIÓN DE LECHE INDIVIDUAL Y POR HECTÁREA EN VACAS HOLSTEIN EN PASTOREO

# [SUPPLEMENTARY FEEDING WITH CONCENTRATE ON STOCKING RATE AND MILK PRODUCTION PER COW AND PER HECTARE OF GRAZING HOLSTEIN COWS]

**Citlali Anais Castro-Jaime[1], Ricardo Daniel Améndola-Massiotti[1§], Juan Andrés Burgueño[2], María Magdalena Crosby-Galván[3], Luis Alberto Miranda Romero[1], Rodolfo Ramírez Valverde[1]**

[1]Posgrado en Producción Animal Universidad Autónoma Chapingo, Km 38.5 Carretera México-Texcoco, Edo. de México, México C.P. 56230. [2]Unidad de Biometría y Estadísticas, CIMMYT C.P. 6-641, CDMX, México. [3]Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados. Km 36.5 Carretera México-Texcoco. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. C.P. 56230. [§]Autor para correspondencia: (r_amendola@yahoo.com).

## RESUMEN

El objetivo fue evaluar la respuesta a la suplementación con concentrado sobre la carga animal y producción de leche por hectárea en un sistema de producción de leche en pastoreo de alfalfa (*Medicago sativa L.*) con pasto ovillo (*Dactylis glomerata L.*). Los tratamientos fueron tres niveles de suplementación, 2.5, 5.0 y 7.5 kg de MS de concentrado $v^{-1}$ $d^{-1}$. Las unidades experimentales fueron tres lotes de cinco vacas Holstein Neozelandés en lactancia y sus respectivas áreas en los potreros. Los lotes de vacas se homogenizaron balanceándolos en función del peso vivo inicial, número de partos, días en lactancia y producción previa de leche. El diseño experimental fue cruzado 3x3 de forma tal que cada lote recibió cada tratamiento de manera consecutiva, aleatorizándose el orden inicial. Para el análisis de las dos variables de respuesta se utilizó el procedimiento GLM de SAS; las medias de los tratamientos fueron contrastadas utilizando la instrucción LSMEANS. La carga animal y la producción de leche por hectárea aumentaron ($p < 0.05$) con el nivel de suplementación con concentrado. La respuesta a suplementación en litros por hectárea (1.52 l leche $kg^{-1}$ concentrado) fue superior a la respuesta individual (0.55 l leche $kg^{-1}$ concentrado) lo cual confirma la necesidad de considerar el impacto del efecto sustitutivo y su efecto sobre la carga animal en la evaluación de la respuesta biológica y económica del sistema a la suplementación. Este estudio demostró la utilidad de considerar la carga animal como variable dependiente.

**Palabras clave:** Altura del residual uniforme independientemente del nivel de suplementación, impacto biológico, manejo de pastoreo.

## ABSTRACT

The objective was to evaluate the response to supplementation with concentrate on stocking rate and milk production per hectare in a dairy production system based on grazing of alfalfa (*Medicago sativa* L.) with orchard grass (*Dactylis glomerata* L.) mixed pastures. The treatments were three levels of supplementation, 2.5, 5.0 and 7.5 kg of DM of concentrate $v^{-1}$ $d^{-1}$. The experimental units

were three groups of five Holstein New Zealand strain cows in lactation and their respective grazed areas. The groups of cows were homogenized by balancing them according to the initial live weight, parity, days in lactation and previous milk production. The experimental design was a 3x3 cross-over, in other words, each group received each treatment consecutively, randomizing the initial order. The SAS GLM procedure was used for the statistical analysis; treatment means were contrasted using the LSMEANS instruction. Stocking rate and milk production per hectare increased ($p < 0.05$) with the level of supplementation with concentrate. The response to supplementation in liters per hectare (1.52 l milk $kg^{-1}$ concentrate) was higher than the response per cow (0.55 l milk $kg^{-1}$ concentrate) which confirms the need to consider the impact of the substitution rate and its effect on the stocking rate in the evaluation of the biological and economic response of the system to supplementation. This study demonstrated the usefulness of considering stocking rate as a dependent variable.

**Index words:** Biological impact, grazing management, uniform stubble height in all supplementation levels.

## INTRODUCCIÓN

Las estrategias de manejo del pastoreo deben estar orientadas a incrementar el consumo de forraje por los animales, debido a que, según Decruyenaere *et al*. (2009), éste es factor determinante del desempeño productivo. Entre estas estrategias se encuentra la suplementación, a la que Bargo (2003) describe como un método que permite la utilización del forraje con máxima eficiencia. El uso de la suplementación impacta en el costo de alimentación, el cual generalmente es el de mayor impacto para el total de costos en sistemas de producción pecuarios. Al respecto, Elizalde (2003) indica que, para evaluar los impactos biológico y económico de la suplementación, dado que la respuesta a la suplementación involucra el efecto sustitutivo, es necesario analizar no solo el efecto sobre el desempeño individual sino también aquel sobre la carga animal y por ende en la productividad por hectárea.

Klein (2004) reportó que, en clima templado, una vaca Holstein (con capacidad genética, condición corporal y etapa de lactancia adecuadas) alimentada exclusivamente en pastoreo de praderas en condición óptima, es capaz de consumir suficiente energía para producir alrededor de 26 l diarios de leche, con pérdida mínima de condición corporal. Sin embargo, el periodo de óptima composición nutricional y disponibilidad de praderas que permite obtener estos niveles de desempeño productivo, solamente se alcanza de 4 a 6 semanas durante la primavera. La inclusión de alimentos suplementarios, como el concentrado, para satisfacer las necesidades nutricionales de los animales, permite equilibrar las deficiencias que las praderas expresan a través del año, aumentando parcialmente el consumo de materia seca y nutrientes para la producción de leche. Algunas investigaciones han mostrado que la suplementación de bovinos en pastoreo disminuye el consumo de forraje en la pradera (Balocchi, 2002), repercusión conocida con el nombre de efecto sustitutivo; debido a este efecto es posible aumentar la carga animal, lo que repercute positivamente en la rentabilidad de la unidad de producción (Bargo, 2003).

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

La estrategia de suplementación puede incrementar considerablemente los costos de producción. Sin embargo, Améndola (2002) encontró que en los reportes sobre efectos de la suplementación se consignaba el desempeño individual pero no la respuesta en carga animal y producción por unidad de área; coincidiendo con Elizalde (2003), quien concluye que es imprescindible analizar esa respuesta para estar en condiciones de generar estimaciones de la reacción del sistema en términos económicos.

Con base en lo anterior, el objetivo fue evaluar el uso de la suplementación con concentrado en un sistema de pastoreo, como herramienta para incrementar el desempeño productivo individual, la carga animal, la productividad por hectárea, y por tanto la rentabilidad por unidad de área

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó entre septiembre y diciembre de 2018 en el Módulo de Producción de Leche en Pastoreo de la Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México, México; ubicado a 19º 29' N, 98º 54' O y altitud de 2240 m, en clima templado subhúmedo con lluvias de verano y promedios anuales de 636 mm año$^{-1}$, y temperatura media anual de 15.2 ºC (García, 2004). Después de un período de adaptación de 30 días a los lotes y la composición del concentrado, empleando un diseño cruzado o permutable (*cross-over*) se consideraron tres periodos de 25 días cada uno, P1 del 07 al 31 de octubre, P2 del 01 al 25 de noviembre, y P3 del 26 de noviembre al 20 de diciembre. Esos periodos se dividieron en dos fases, la adaptación al nivel de concentrado correspondiente a cada tratamiento (10 días) y el registro de datos de las variables de respuesta (15 días).

Los tratamientos fueron tres niveles de suplementación con concentrado, 2.5, 5.0 y 7.5 kg de MS de concentrado vaca$^{-1}$ d$^{-1}$. En los cuadros 1 y 2, se presentan los ingredientes utilizados en el concentrado y su aporte de nutrientes. Se utilizó un diseño cruzado 3x3, el diseño experimental fue cruzado 3x3 de forma tal que cada lote recibió cada tratamiento de manera consecutiva, aleatorizándose el orden inicial. Las unidades experimentales fueron lotes de cinco vacas Holstein Neozelandés en lactancia y sus respectivas áreas en los potreros. Los lotes de vacas se homogenizaron, balanceándolos en función del peso vivo inicial (525 ± 23, 512 ± 15, y 522 ± 24 kg), número de partos (3.4 ± 0.51, 2.6 ± 0.51, y 3.0 ± 0.63), días en lactancia (19.6 ± 3.61, 22.4 ± 8.70, y 33.4 ± 13.96), y producción de leche durante dos semanas previas a la lotificación (11.96 ± 1.12, 10.54 ± 1.83 y 11.90 ± 0.55 kg).

**Cuadro 1**. Ingredientes del concentrado

| Ingrediente | Porcentaje de inclusión |
|---|---|
| Gluten | 7.3 |
| Grasa de sobrepaso | 3.8 |
| Maíz rolado | 49.4 |
| Melaza | 4.0 |
| Sorgo molido | 24.0 |
| Minerales | 1.5 |

Se utilizaron nueve potreros de alfalfa (*Medicago sativa L.*) asociada con pasto ovillo (*Dactylis glomerata L.*) de uno a tres años de edad, con área total de 4.6 ha. El pastoreo fue rotacional intensivo con promedio 4 d de ocupación y 34 d de descanso. Los potreros fueron divididos en 3 secciones, las áreas asignadas diariamente a cada lote de vacas se fueron ajustando con movimientos de cerco eléctrico móvil, con el fin de obtener una misma altura de forraje residual (8 cm, medidos con disco descendente), independientemente del nivel de suplementación. El objetivo de esta medida fue evitar que en los tratamientos con mayor nivel de suplementación se desperdiciara forraje, como consecuencia del efecto sustitutivo. Adicionalmente, el uso de esta medida de manejo permitió obtener una estimación de la carga animal como variable de respuesta a la suplementación.

Después de cada ordeña, se proporcionó a las vacas el concentrado en los niveles correspondientes a cada tratamiento, en comederos individuales; posteriormente, se les condujo a los potreros donde permanecieron hasta la ordeña siguiente con acceso a agua *ad libitum* (Cuadro 3).

El registro de la producción individual matutina y vespertina se realizó con medidores automáticos Alfa Laval®. La carga animal se estimó mediante la ecuación 1.

$$CA = CI * PO/(PO + PD) \quad (1)$$

Donde:
CA = carga animal [vacas/ha (ciclo de pastoreo)]
CI = carga instantánea (vacas/ha)
PO = Periodo de ocupación (d)
PD = Periodo de descanso (d)

**Cuadro 2.** Composición del concentrado

| Nutrientes* | Aporte |
|---|---|
| EM (Mcal kg $^{-1)}$ | 3.30 |
| PC (%) | 16 |
| PCNDR (%) | 9.64 |

*Estimación con base en la composición de los ingredientes reportada por NRC (2001).

**Cuadro 3.** Distribución promedio del tiempo de vacas lecheras en pastoreo suplementadas con concentrado.

| Actividad | Hora |
|---|---|
| Ordeña matutina | 6:00 – 7:00 |
| Permanencia matutina en el corral de suplementación | 6:30 – 7:30 |
| Pastoreo entre ordeñas matutina y vespertina | 8:00 |
| Ordeña vespertina | 15:00 – 16:00 |
| Permanencia vespertina en el corral de suplementación | 15:30 – 16:30 |
| Pastoreo entre ordeñas vespertina y matutina del día siguiente | 17:00 - 06:00 |

Para estimar la producción de leche por hectárea se consideró la producción de leche individual y la carga animal del ciclo de pastoreo correspondientes a cada potrero. El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

$$Y_{ijkl} = \mu + P_i + L_j + T_k + E_{ijk}$$

Donde:
$Y_{ijkl}$ = carga animal o producción total de leche
$\mu$ = media general
$P_i$ = efecto del periodo, i = 1, 2, 3
$L_j$ = efecto del lote, j = 1, 2, 3
$T_k$ = efecto del nivel de concentrado, k = 1, 2, 3
$E_{ijk}$ = error experimental

Para el análisis de las dos variables de respuesta se utilizó el procedimiento GLM de SAS (SAS, 2004). Las medias de los tratamientos fueron contrastadas mediante la instrucción LSMEANS.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción individual de leche aumentó linealmente ($p < 0.0001$) con el nivel de suplemento (19.4, 21.4 y 22.2 ± 0.23 l $v^{-1}$ $d^{-1}$). Resultados similares en respuestas en producción individual de leche han sido reportadas por Bargo *et al.* (2003), Rigout *et al.* (2003) y Salado *et al.* (2017), en esos estudios no se analizó la respuesta en producción por hectárea. En la Figura 1 se presentan los resultados de los diferentes niveles de suplementación sobre la carga animal. La carga aumentó como respuesta a la suplementación y al criterio de manejo de pastoreo empleado; esta respuesta fue similar a la reportada por Amendola (2002), tanto para la suplementación con concentrado como para la suplementación con ensilado. En la Figura 2, se presentan los resultados de los diferentes niveles de suplementación sobre la producción de leche por hectárea. Al considerar la diferencia entre los niveles mínimo y máximo de suplementación empleados, resultó que el incremento en producción de leche por hectárea (67%) se debió en mayor medida al aumento en carga animal (46%) que en producción individual (14%).

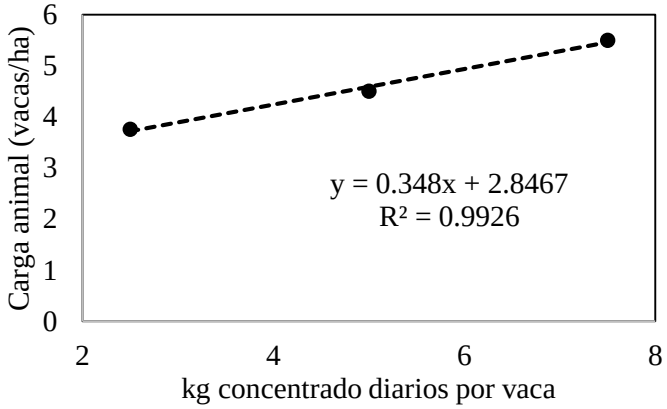



**Figura 1**. Carga animal de vacas lecheras suplementadas con diferentes niveles de concentrado.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

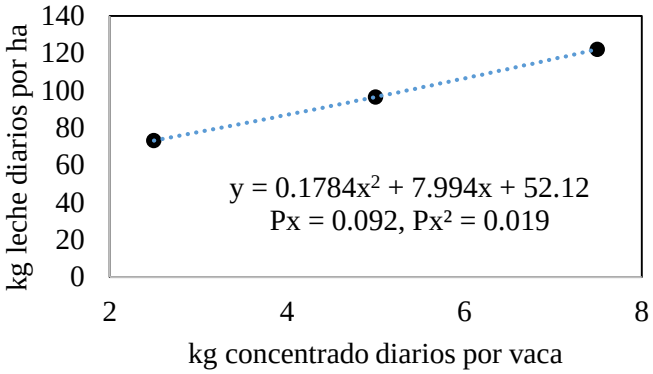



**Figura 2.** Producción de leche por hectárea de vacas lecheras suplementadas con diferentes niveles de concentrado.

Los suministros diarios de concentrado por ha (calculados como productos de carga por kg por vaca) fueron 9.4, 22.5, y 41.3 kg MS concentrado $ha^{-1}$ $d^{-1}$; al contrastar este suministro con la producción de leche por ha, se estimó que la respuesta al incremento fue 1.52 l leche $kg^{-1}$ concentrado, mayor que los 0.55 l leche $kg^{-1}$ concentrado que resultan al considerar exclusivamente la respuesta en producción individual. Con este resultado se confirman las conclusiones de Elizalde (2003) y Amendola (2002), en relación con la necesidad de considerar el impacto del efecto sustitutivo y su efecto sobre la carga animal en la evaluación de la respuesta biológica y económica del sistema a la suplementación; de no considerarlo, como lo hicieron Llanos *et al*. (2018), se puede llegar a concluir erróneamente que esa medida no es conveniente.

## CONCLUSIONES

El criterio de manejo permitió estimar la respuesta a la suplementación en carga animal y producción de leche por hectárea, variables raramente consideradas en los estudios sobre suplementación. Al considerar la respuesta a suplementación en litros por hectárea, esta fue superior a la respuesta individual, lo cual indica la necesidad de considerar el impacto del efecto sustitutivo y su efecto sobre la carga animal en la evaluación de la respuesta biológica y económica del sistema a la suplementación. La carga animal, variable esencial en la determinación de productividad de los sistemas pastoriles regularmente se considera variable independiente, este estudio demostró la utilidad de considerarla variable dependiente.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el otorgamiento de la beca a la primera autora para realizar estudios de maestría.

## LITERATURA CITADA

Améndola, M. R. 2002. A dairy system based on forages and grazing in temperate Mexico. PhD Thesis. Wageningen University. Wageningen, The Netherlands. 269 p.

Balocchi, O., R. Pulido y J. Fernández. 2002. Comportamiento de vacas lecheras en pastoreo con y sin suplementación con concentrado. Agricultura Técnica 62: 7-11.

Bargo, F., L. Muller, E. Kolver, J. Delahoy. 2003. Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. Journal of Dairy Science 86: 1-42.

Decruyenaere, V., A. Buldgen and D. Stilmant. 2009. Factors affecting intake by grazing ruminants and related quantification methods: a review. Biotechnology, Agronomy, Society and Environment 13: 559-573

Elizalde J. C. 2003. Suplementación en condiciones de pastoreo. Jornada de Actualización Ganadera Balcarce. Disponible en http://www.produccionbovina.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/56-suplementacion_campo.pdf. Consultado en junio 2019.

García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köpen. Instituto de Geografía-UNAM; Enriqueta García. Quinta Edición. D.F. México 90 p.

Klein, F. 2004. Utilización de ensilaje de maíz en producción de leche. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro de Investigaciones Remehue. Boletín Técnico Remehue 213(3): 10-12. Disponible en: http://www.consorciolechero.cl/chile/documentos/ fichas-técnicas/ 24junio/utilizacion-de-ensilaje-de-maiz-en-produccion-de-leche.pdf. Consultado el 4 de abril 2019.

Llanos, E., L. Astigarraga and V. Picasso. 2018. Energy and economic efficiency in grazing dairy systems under alternative intensification strategies. European Journal of Agronomy 92: 133-140.

Rigout, S., C. Hurtaud, S. Lemosquet, A. Bach and H. Rulquin. 2003. Lactational effect of propionic acid and duodenal glucose in cows. Journal of Dairy Science 86: 243-253.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# USO DEL LOMBRICOMPOST PARA EL DESARROLLO DE *Leucaena leucocephala* EN UN SISTEMA SILVOPASTORIL EN EL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO

# [USE OF LOMBRICOMPOST FOR THE DEVELOPMENT OF *Leucaena leucocephala* DURING THE ESTABLISHMENT OF A SILVOPASTORIL SYSTEM IN SOUTH OF THE STATE OF MEXICO]

**F. Avilés-Nova[1§], L. M. Ríos-García[1], J. Olivares P.[2], T. G. Osorio M.[1]**

[1]Centro Universitario UAEM-Temascaltepec. Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex). Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex). Estudiante de Maestría en PCARN. [2]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Guerrero. [§]Autor para correspondencia: (franavilesnova@yahoo.com.mx).

## RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto del lombricompost de *Eisenia foetida* L. en el desarrollo vegetativo de *Leucaena leucocephala* var. Cunningham en un sistema silvopastoril (SSP) en callejones con gramíneas introducidas en el sur del Estado de México. El trabajo se realizó en el Rancho del Centro Universitario UAEMex-Temascaltepec, Estado de México. El SSP se estableció en una pradera de *Brachiarias* Mulato II e Insurgente dividida en dos parcelas (30 m x 30 m). En cada parcela se trasplantaron plantas de guajes de 20 cm altura a una distancia entre planta y planta de 30 cm (83 plantas por hilera), distribuidas en 12 hileras de 25 m de longitud y una distancia entre callejones de 2.5 m. Se utilizó un diseño completamente al azar con mediciones repetidas a través del tiempo (P1: 30 días, P2: 60 días, P3: 90 días. P4: 120 días). Se realizó un ANOVA y se aplicó la prueba de Tukey ($p < 0.05$). Se evaluaron dos tratamientos. El tratamiento 1: parcela 1, *Leucaena* fertilizada con vermicompost y T2: Parcela 2, *Leucaena* sin vermicompost. En cada tratamiento el muestreo de la *Leucaena* se realizó sistemáticamente, de cada hilera se seleccionaron al azar 5 plantas muestreando en total 60 plantas por tratamiento, en cada planta se midió semanalmente la longitud de la planta, número de brotes, y cobertura aérea. Para determinar la producción de biomasa (kg MS/árbol), se seleccionaron al azar cinco plantas de *L. leucocephala* de 1.10 m de altura, las cuales se defoliaron totalmente. La longitud, el número de brotes y cobertura aérea entre tratamientos y periodos presentó diferencias significativas ($p$=0.0001). La *Leucaen*a fertilizada con lombricompost presentó mayor longitud, numero de brotes y cobertura aérea. El uso de la fertilización con lombricompost de *Eisenia foetida* es una alternativa sustentable para el establecimiento de la *Leucaena leucocephala* en un sistema silvopastoril con gramíneas introducidas en suelos con pH ácido en el trópico seco del Altiplano Central de México.

**Palabras clave**: Beneficios ambientales, guaje forrajero, sustentabilidad.

## ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the effect of the vermicompost of *Eisenia foetid*a L. on the vegetative development of *Leucaena leucocephala* var. Cunningham in a silvopastoral system (SSP) in alleys with grasses introduced in the South of the State of MexicoThe work was carried

out in the Rancho of the University Center UAEMex-Temascaltepec, State of Mexico. The SSP was established in a meadow of Brachiarias Mulato II and Insurgente divide. d into two microparcelas (30 m x 30 m). In each microparcela, the Leuaenas were transplanted a distance of 30 cm between plant and plant (83 plants per row), distributed in 12 rows of 25 m in length and a distance between alleys of 2.5 m. A completely randomized design with repeated measurements over time was used (P1: 30 days, P2: 60 days, P3: 90 days, P4: 120 days). An ANOVA was performed and the Tukey test was applied ($p < 0.05$), Two treatments were evaluated. Treatment 1: Leucaena with vermicompost and T2: Leucaena without vermicompost. The sampling of the Leucaena was carried out systematically, from each row 5 plants were selected at random (60 plants per treatment), in each the plant length, number of shoots, and air cover were measured weekly. To determine biomass production (kg DM / tree), five Leucaeneas plants of 1.10 m height were randomly selected, which were completely defoliated. The length, number of outbreaks and air cover between treatments and periods showed significant differences ($p = 0.0001$). The leucaena fertilized with vermicompost showed greater plant length, number of shoots, and air cover. The use of the fertilization with vermicompost of *Eisenia foetida* is a sustainable alternative for the establishment of *Leucaena leucocephala* in a silvopastoral system with grasses introduced in soils with acid pH in the dry tropics of the Central Highlands of México.

**Index words:** Environmental benefits, fodder, sustainability.

## INTRODUCCIÓN

En el trópico seco de la región sur del Estado de México, los sistemas de producción agropecuaria basados en pastoreo, requieren incorporar leguminosas arbóreas forrajeras en las praderas conformadas por gramíneas, lo cual mejorará la calidad de forraje ofrecido a los animales y con ellos la eficiencia de producción apoyando la sustentabilidad del sistema. Generalmente los sistemas basados en pasturas presentan varias limitantes, entre las más importantes destacan la baja calidad, así como la disponibilidad irregular del forraje, lo que limita el correcto funcionamiento ruminal principalmente en animales en pastoreo (Yamamoto *et al.,* 2007). Para el desarrollo de una ganadería sustentable es necesario establecer un sistema de producción basado en el aprovechamiento de los recursos locales (Solorio *et al*., 2009). El sistema silvopastoril es una opción de producción pecuaria en la cual las plantas leñosas perennes (árboles y/o arbustos) interactúan con los componentes tradicionales (animales y plantas forrajeras herbáceas) bajo un sistema de manejo integral, utilizados en la alimentación del ganado (Sánchez, 2011).

Debido a los costos elevados de alimentos comerciales, es necesario promover la utilización de fuentes alimenticias que sean económicas y de alto valor nutritivo que ayuden a maximizar la producción animal. En este sentido la utilización de la *L. leucocephala* asociada con gramíneas mejora la nutrición animal al incrementar la calidad y cantidad del forraje injerido además de mejora el suelo al aportar importantes cantidades de nitrógeno. La *L. leucocephala* presenta mayor tolerancia a las sequias y posee gran capacidad de rebrotar en corto tiempo. El mérito de la *L. leucocephala* como suplemento en la alimentación de rumiantes se atribuye al aporte de nitrógeno soluble para los microorganismos del rumen y de proteína no degradable. Además, las arbóreas forrajeras contribuyen con fibra que es fácilmente degradable en el rumen. La fibra, el nitrógeno

no proteico y una cantidad variable de la proteína verdadera, consumidos en el forraje arbóreo, son fermentados y utilizados como nutrimentos por la flora ruminal (Pedraza y Salhe, 1991).

La *Leucaena* es un árbol de crecimiento rápido, alta capacidad de rebrote y con tallos flexibles, se desarrolla sobre suelos calizos no crece bien en suelos inundados, sobrepastoreados y ácidos y puede adaptarse a suelos con un pH moderadamente ácido y bien drenados sin embargo, en suelos inferiores a 5.5 de pH no son recomendables, particularmente cuando el suelo está asociado con aluminio altamente intercambiable y hay limitaciones en la disponibilidad de calcio, magnesio, potasio y fósforo (CATIE, 1991). Considerando lo anterior, el uso de la lombricomposta en suelos cultivados permite devolver la materia orgánica y nutrientes que son extraídos por el crecimiento de las plantas. Además de ser una fuente de nutrientes, la lombricomposta, proporciona al suelo las características físicas, químicas y microbiológicas benéficas para el cultivo de plantas, mejorando el pH de suelos ácidos (Rotondo *et al.,* 2009). La *L. Leucocephala* forrajera, es una especie que requiere de suelos ricos en nutrientes y con pH tendiendo a la neutralidad.

En el Rancho Universitario los suelos son ácidos pH 4.3 y bajos en materia orgánica (1.0), por lo que la introducción de *Leucaena* no podría ser posible sin el uso de lombricomposta considerado según la norma NMX-FF-109-SCFI-2007 como un mejorador de suelo con alto valor de pH. Por lo anterior el objetivo del estudio fue evaluar el efecto del lombricompost de *Eisenia foetida* L. en el desarrollo vegetativo de *Leucaena leucocephala* var. Cunningham en un sistema silvopastoril (SSP) en callejones con gramíneas introducidas en el Sur del Estado de México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Rancho del Centro Universitario UAEM-Temascaltepec, localizado en el municipio de San Simón de Guerrero en el sur del Estado de México, con clima cálido subhúmedo (AW) y suelo con pH 4.3 y textura arcillo arenosa. El SSP se estableció en una pradera conformada por *Brachiarias*; Mulato II e Insurgente y por Panicum; Tanzania y Mombaza sembrada en el 2013. La pradera se dividió en dos parcelas de 30 m x 30 m cada una. Previo a la siembra, la semilla de *Leucaena* se escarificó sumergiéndola durante 4 min en agua potable a una temperatura de 80 º C, posteriormente las semillas se dejaron enfriar y se inocularon con rizobacterias (inoculante comercial MICORROT®). Posteriormente se colocaron dos semillas en bolsas de nylon (11 cm x 30 cm) que contenían 60 % de humus de lombriz y 40% de suelo de la pradera. El lombricompost se obtuvo del lombricario del Centro Universitario producido por *Eisenia foetida* alimentada con excretas de caprinos precomposteadas. Cuando las plántulas alcanzaron 15 a 20 cm de altura se transplantaron en cada microparcela, colocándolas en 12 hileras de 25 m de longitud cada una, a una distancia entre planta y planta de 30 cm (3 plantas/m) formando callejones a una distancia entre ellos de 2.5 m. Se evaluaron dos tratamientos.

En la parcela 1 se evaluó el Tratamiento 1: *Leucaena* fertilizada con vermicompost (pH 7.2, CE 8.5 $dSm^{-1}$, MO (%): 40.5. CO (%) 20.1, NT (%) 1.23, C:N 13.1, Ca 969 (mg $kg^{-1}$), Mg 4062.5 (mg $kg^{-1}$), P 302.1 (mg $kg^{-1}$), K 634.7 (mg $kg^{-1}$), y Na 266.8 (mg $kg^{-1}$). En la parcela 2 se evaluó el T2: *Leucaena* sin vermicompost y sin fertilizante convencional. A cada plántula del tratamiento 1 se le aplicó cada semana, directamente en la base 100g de lombricompost durante 4 meses. Se

utilizó un diseño Completamente al azar con mediciones repetidas a través del tiempo (P1: 30 días, P2: 60 días, P3: 90 días. P4: 120 días). Los datos se analizaron con un ANOVA utilizando MINITAB y se aplicó la Prueba de Tukey ($p < 0.05$). El muestreo de la *Leucaena* se realizó sistemáticamente, en cada hilera se seleccionaron al azar 3 plantas. En cada planta semanalmente se midió la longitud de la planta y la cobertura aérea, utilizando una regla graduada y el número de brotes se determinó al contar los brotes nuevos cada semana. La producción de biomasa (kg MS árbol$^{-1}$) se estimó defoliando totalmente cinco plantas de *L. leucocephala* seleccionadas al azar de 1.10 m de altura. El follaje verde fue pesado y secado a 70 ºC en una estufa de aire forzado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La *Leucaena* fertilizada con lombricompost presentó mayor desarrollo vegetativo (Cuadro 1). La altura de la *Leucaena* en los distintos periodos de medición presentó diferencias estadísticas ($p = 0.0001$). Se observó que a través de los días el crecimiento de la L. *leucocephala* fertilizada con lombricomposta incrementó mostrando el mayor crecimiento a los 120 días ($p = 0.003$) lo cual representó15.7% más respecto a la *Leucaena* sin vermicompost. El aumento en general del crecimiento se refleja por el incremento en el área foliar de las plantas. La dinámica del crecimiento de *L. leucocephala* presentó variaciones en la longitud, mostrando en P1 menor crecimiento. Calabria y Puntieri (2008) reportaron que el área foliar de la *L. leucocephala* en la etapa de crecimiento disminuye debido a la sombra producida por el incremento de las hojas inferiores lo cual afecta el crecimiento foliar, este comportamiento se observó en la *leucaena* en los primeros periodos.

**Cuadro 1.** Comportamiento de la altura, número de brotes y cobertura aérea de *Leucaena leucocephala* var Cuningham a través de los periodos de medición.

| Mediciones | Tratamientos | P1 30 días | P2 60 días | P3 90 días | P4 120 días | Promedio | Valor de P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Altura de plantas (cm) | T1 | 30.5 | 40.7 | 60.4 | 110.0 | 60.4[a] | P= 0.0001 |
| | T2 | 25.5 | 30.3 | 40.4 | 60.1 | 39.97[b] | |
| | promedio | 28[d] | 35.5[c] | 50.4[b] | 85.0[a] | 50.2 | |
| | Valor P=0.0001 | | | | | | |
| Número de brotes | T1 | 6.5 | 17.7 | 29.4 | 54.1 | 26.9[a] | P= 0.0001 |
| | T2 | 6.2 | 15.0 | 24.7 | 42.3 | 22.0[b] | |
| | Promedio | 6.3[d] | 16.3[c] | 27.0[b] | 48.2[a] | 24.4 | |
| | Valor P =0.0001 | | | | | | |
| Cobertura aérea (cm) | T1 | 7.9 | 1 5.4 | 25.4 | 49.5 | 24.5 | P= 0.003 |
| | T2 | 7.2 | 12.2 | 20.9 | 38.4 | 19.6[b] | |
| | Promedio | 7.5[d] | 13.8[c] | 23.1[b] | 43.9[a] | 22.05[a] | |
| | Valor P =0.0001 | | | | | | |

Diferentes literales existe diferencia significativa ($p < 0.05$).

La *Leucaena* fertilizada con lombricompost presentó 18.3 % mayor número de brotes ($p$ = 0.0001) respecto a la *Leucaena* sin lombricomposta. En el número de brotes de *leucaena* en los distintos periodos de medición presentaron diferencias significativas ($p$ = 0.0001) El mayor número de brotes se presentó a los 120 días. Morales *et al*. (2009) indican que la cantidad de biomasa acumulada en función del área foliar y el tiempo es una medida de la eficiencia de las hojas para producir nuevo crecimiento vegetal. En este trabajo el número de brotes en los primeros 60 días fue semejante a la cantidad de brotes entre T1 y T2. Aguirre (2006) relaciona positivamente el suministro de nutrimentos, minerales y la tasa de fotosíntesis para influir en el incremento de brotes de la planta, en este trabajo el aporte de nutrientes del lombricompost favoreció el desarrollo vegetativo de la *leucaena*. La cobertura aérea de la *Leucaena* presentó diferencias estadísticas ($p$ = 0.0001). Se observó que a través de los días el crecimiento de la cobertura aérea de *L. leucocephala* fertilizada con lombricomposta incrementó mostrando el mayor crecimiento a los 120 días ($p$ = 0.003) lo cual representó 20% más respecto a T2 (testigo). La producción de materia seca en T1 fue de 148.7 g MS/árbol y en T2 63.3 g MS/árbol.

## CONCLUSIONES

El desarrollo de la *Leucaena leucocephala* var. Cunningham en el sistema silvopastoril se vio favorecido por la fertilización con lombricomposta. Por lo anterior se concluye que el uso de la fertilización con lombricompost de *Eisenia foetida* es una alternativa sustentable para el establecimiento de la *Leucaena leucocephala* en un sistema silvopastoril con gramíneas introducidas en suelos con pH ácido en el trópico seco del Altiplano Central de México.

## LITERATURA CITADA

Aguirre, M. J. F. 2006. Biofertilizantes microbianos: experiencias agronómicas del programa nacional del INIFAP en México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Centro de Investigaciones Regionales Pacífico Sur-Campo Experimental Rosario Izapa. México. Disponible en:http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/handle/123456789/3633.

Calabria, C. y J. Puntieri. 2008. Desarrollo foliar y caulinar de las unidades de alargamiento de *Nothofagus dombeyi* (Nothofagaceae) en condiciones de alta y baja luminosidad. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 43(1-2): 19-30.

CATIE. 1991. *Leucaena leucocephala* (Lam.de Wit.) Especie de árbol de uso múltiple en América Central. Informe Técnico No 166.

Morales, R. E. J., E. J. A. Escalante y S. J. A. López. 2009. Biomasa y rendimiento de frijol con potencial ejotero en unicultivo y asociado con girasol. Revista Chapingo Serie Horticulura, 15(1): 33-39.

NMX-FF-109-SCFI-2007. 2007. Asociación Mexicana de Lombricultores, A. C. (AMEX). Humus de lombriz (lombricomposta) -especificaciones y métodos de prueba.

Pedraza, R. M. y C. Salhe. 1991. Rendimiento, composición química y degradabilidad ruminal de tres leguminosas arbustivas. Revista de Producción Animal 6 (2): 189.

Rotondo, R., I. T. Firpo, L. Ferreras, S. Toresani, S. Fernández y E. Gómez. 2009. Efecto de la aplicación de enmiendas orgánicas y fertilizante nitrogenado sobre propiedades edáficas y productividad en cultivos hortícolas. Horticultura Argentina 28(66).

Sánchez, F. 2011. Oferta y consumo de forraje y producción de leche en ganado de doble propósito manejado en sistemas silvopastoriles en Tepalcatepec, Michoacán. Tropical and Subtropical Agroecosystems 13: 271-278.

Solorio, F. J., H. Bacab, F. Casanova, J. B. Castillo y L. Ramírez. 2009. Potencial de los Sistemas Silvopastoriles en México. *In*: II Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles. Celebrado del 3 al 5 de noviembre de 2009. Publicado por la Fundación Produce Michoacán, A. C. en Morelia Michoacán, México. pp. 21-30.

Yamamoto, W., I. A. Dewi, and M. Ibrahim. 2007. Effects of silvopastoral areas on milk production at dual-purpose cattle farms at the semi-humid old agricultural frontier in central Nicaragua. Agricultural Systems 94(2): 368-375.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# ALTURAS DE DOSEL Y FORRAJE RESIDUAL DE AVENA NEGRA Y VEZA SOBRE PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE FORRAJE

# [CANOPY AND STUBBLE HEIGHTS OF BLACK OAT AND ITS MIXTURE WITH VETCH ON FORAGE PRODUCTION AND NUTRITIONAL COMPOSITION]

**Juan Daniel Jiménez-Rosales[1], Ricardo Daniel Améndola-Massiotti[2§], Edmundo García-Moya[3], Juan Andrés Burgueño[4], Luis Alberto Miranda Romero[5], Rodolfo Ramírez Valverde[5]**

[1]Estudiante de Doctorado, Posgrado en Producción Animal (PPA), Universidad Autónoma Chapingo (UACh). Texcoco Estado de México. [2]Profesor Investigador, Posgrado en Producción Animal (PPA), Universidad Autónoma Chapingo Texcoco Estado de México. [3]Profesor Investigador, Postgrado en Botánica, Colegio de Postgraduados, Texcoco Estado de México. [4]Investigador Sénior Unidad de Biometría y Estadística, CIMMYT, Texcoco Estado de México. [5]Profesor Investigador Posgrado en Producción Animal (PPA), Universidad Autónoma Chapingo Texcoco Estado de México. [§]Autor para correspondencia: (r_amendola@yahoo.com).

## RESUMEN

El objetivo fue evaluar combinaciones de alturas de dosel (AD) y forraje residual (AR) en la producción y composición nutricional de avena negra fertilizada con N y su asociación con veza de invierno con menor fertilización nitrogenada. En un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones y arreglo en parcelas divididas, se evaluaron el monocultivo y la asociación (parcelas completas). Las combinaciones de AD y AR (cm) evaluados en las subparcelas fueron: 40-8, 40-14, 40-20, 50-8, 50-14, 50-20, 60-8, 60-14 y 60-20. El máximo (7.15 t MS $ha^{-1}$) y mínimo (3.75 t MS $ha^{-1}$) de producción de forraje se obtuvieron en monocultivo con 50-20 y en asociación con 60-20. El contenido de PC fue 19% mayor en el monocultivo que en la asociación. Con relación a las estrategias de cosecha, el forraje con el mayor contenido de PC se obtuvo en 40-8, 40-14 y 40-20 (en promedio 20.5%). El menor contenido de FDN se obtuvo en 40-8, 40-14 y 50-14 (en promedio 43.4%), en tanto que el contenido de FDA fue más bajo en 40-14 (22.5%). Se concluye que términos generales la mayor producción de forraje con mejor composición nutricional se obtuvo en el monocultivo con cosechas a 40 o 50 cm de altura del dosel combinadas con alturas del residual de 20 cm.

**Palabras clave:** *Avena strigosa*; *Vicia villosa*; fibra detergente ácida, fibra detergente neutro, frecuencia de cosecha, intensidad de cosecha, proteína cruda.

## ABSTRACT

The objective was to evaluate combinations of canopy heights (CH) and stubble heights (SH) on the forage production and nutritional composition of black oats with N fertilization and its association with hairy vetch with lower N fertilization. In a randomized block design with four replicates and a split plot arrangement, the monoculture and mixture were evaluated in whole plots. Combinations of CH and SH (cm) evaluated in sub-plots were: 40-8, 40-14, 40-20, 50-8, 50-14, 50-20, 60-8, 60-14 and 60-20. Maximum (7.15 t DM $ha^{-1}$) and minimum (3.75 t DM $ha^{-1}$) forage production were obtained in monoculture with 50-20 and in the mixture with 60-20. The CP content

was 19% higher in monoculture than in the mixture. Considering harvest strategies, the highest PC content was achieved in 40-8, 40-14 and 40-20 (on average 20.5%). The lowest NDF content was obtained in 40-8, 40-14 and 50-14 (on average 43.4%) and the ADF content was lowest in 40-14 (22.5%). It is concluded that in general terms higher forage production with better nutritional composition was obtained with the monoculture and combinations of 40 or 50 cm canopy heights and 20 cm stubble height.

**Index words**: *Avena strigosa*; *Vicia villosa*; harvest frequency, harvest intensity, crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber.

## INTRODUCCIÓN

En sistemas pastoriles de zonas templadas, la reducción de la producción de forraje de las praderas plurianuales en otoño e invierno hace necesario el establecimiento de praderas anuales que tengan altas tasas de crecimiento durante dichas estaciones. Améndola *et al.* (2005) destacaron que, en el centro de México, durante el invierno predomina el uso de avena (*Avena sativa* L.) y ballico anual (*Lolium multiflorum* L.), con escaso uso de leguminosas anuales (entre otras *Vicia* spp.). Las praderas mixtas de gramíneas con leguminosas tienen ventajas; menor uso de fertilizantes nitrogenados, mejoras en calidad del suelo, mayor productividad y mejor composición nutricional (Luscher *et al.*, 2014). Por otra parte, la avena negra (*Avena strigosa* Schreb) en el sur de Brasil es importante por su alto potencial para la producción de forraje (Sbrissia *et al.*, 2017). En México se ha destacado el potencial productivo de avena negra (Jiménez-Rosales *et al.*, 2018) y su asociación con *Vicia* spp. (Quiroz-Pérez *et al.*, 2016). Sin embargo, es importante evaluar criterios de gestión de la cosecha de forraje en estas especies ya que los intervalos e intensidades de cosecha son criterios que impactan en la producción de forraje (Gastal y Lemaire, 2015). Al respecto, se ha evaluado la altura de dosel de la pradera como medida del intervalo de cosecha (Jiménez-Rosales *et al.*, 2018) y la altura de forraje residual como medida de intensidad de cosecha (Hamilton *et al.*, 2013). Con base en lo anterior, el objetivo fue evaluar combinaciones de alturas del dosel a la cosecha (AD) y del forraje residual (AR), sobre la producción y composición nutricional de avena negra cv. Saia creciendo en monocultivo y en asociación con veza de invierno (*Vicia villosa* Roth).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló entre octubre de 2017 y marzo de 2018 en el Módulo de Producción de Leche en Pastoreo de la UACh, en Texcoco, Estado de México, ubicado a 19° 29' N, 98° 54' O y altitud de 2240 m. El clima es templado subhúmedo, con lluvias en verano. Durante el experimento, la temperatura máxima mensual osciló entre 20 y 24ºC, la mínima entre 1 y 8ºC; la precipitación acumulada fue 101 mm. El suelo es franco arcilloso con pH 7.5, densidad aparente 1.04 g $cm^{-3}$, contenido de materia orgánica 2.64%, moderadamente bajo en fósforo (14.1 ppm) y en nitrógeno inorgánico (35.6 ppm). Bajo un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones se evaluaron 18 tratamientos en arreglo de parcelas divididas, en parcelas completas se consideró el cultivo con dos niveles, avena en monocultivo o asociada con veza y en las subparcelas se aplicaron nueve combinaciones de altura de dosel (AD) y altura de forraje residual (AR) en cm, 40-8, 40-14, 40-

20, 50-8, 50-14, 50-20, 60-8, 60-14 y 60-20. Las unidades experimentales fueron parcelas de 12 $m^2$ y entre parcelas se utilizaron callejones de 0.5 m de ancho.

La siembra se realizó al voleo el 18 de octubre de 2017 con 130 kg de semilla de avena $ha^{-1}$ en el monocultivo y 100 kg de semilla de avena $ha^{-1}$ y 30 kg de semilla de veza $ha^{-1}$ en la asociación. A la siembra se fertilizó con 18 kg N $ha^{-1}$ y 46 kg $P_2O_5$ $ha^{-1}$, al ahijamiento de avena (en promedio tres hijatos por planta) se adicionaron 30 kg N $ha^{-1}$; adicionalmente, en el monocultivo se aplicaron 60 kg N $ha^{-1}$ en el primer riego posterior a cada corte. Cada 13 d se aplicó riego por aspersión (62 mm por riego); el volumen total aplicado de agua fue 744 mm. Para la estimación de AD se registraron 15 mediciones por parcela utilizando un vástago provisto de cinta métrica, el monitoreo se realizó con frecuencia semanal; cuando el valor promedio fue cercano a la altura definida como meta para las AD de cada tratamiento, las lecturas se realizaron cada dos días. Las AD promedio efectivamente aplicadas en el monocultivo de avena fueron 41, 48 y 59 cm, en tanto que en la asociación fueron 41, 50 y 60 cm. Para lograr las AR definidas como meta, el corte de forraje se realizó con tijeras en 3 unidades de muestreo fijas de 0.32 $m^2$ (0.8 m × 0.4 m) dentro de cada parcela; posteriormente se cortó el forraje en el total de cada parcela con una segadora manual (Homelite®, EUA).

Las variables evaluadas fueron: producción de forraje total (PF), cenizas (CEN), PC, FDN, y FDA; así como la composición botánica del forraje en la asociación. A las muestras tomadas en unidades de muestreo fijas se les registró el peso fresco, se tomó una submuestra que se secó hasta peso constante en estufa con circulación forzada de aire a 55 °C; con esta información se estimó la producción de forraje en kg de materia seca (MS)/ha. Se calculó la PF como la suma de la producción de forraje de cada corte. Las muestras se molieron en molino (Wiley® 4, EUA) con criba de 1 mm. Para estimar PC (PC=N*6.25), se realizaron análisis con el método de Kjeldahl (Horwitz, 2000). Las determinaciones de FDN y FDA (Van Soest, 2015) se realizaron con un analizador de fibras (Ankom® 200, EUA) y las de CEN mediante incineración a 550 ºC (Horwitz, 2000). La composición botánica se cuantificó a partir de una submuestra del forraje cortado en cada unidad experimental, mediante separación manual de los componentes avena, veza y maleza, mismos que se secaron hasta peso constante en estufa de aire forzado a 100 ºC; sobre la base del peso seco se calculó la proporción de cada componente. Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el procedimiento MIXED de SAS®. Para analizar PF, PC, FDN, FDA y CEN, el modelo incluyó los efectos fijos de bloque, tipo de cultivo, AD-AR e interacción tipo de cultivo *AD-AR; la interacción tipo de cultivo*bloque se consideró efecto aleatorio; para análisis de composición botánica se incluyeron solamente efectos de bloque y AD-AR. Las medias se estimaron con LSMEANS y su comparación se realizó con prueba de Tukey con $\alpha = 0.05$.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La interacción tipo de cultivo*AD-AR ($p < .0001$) afectó PF; la máxima (7.15 t MS $ha^{-1}$) se obtuvo en monocultivo con 50-20, en tanto que la mínima (3.75 t MS $ha^{-1}$) resultó en la asociación con 60-20 (Figura 1). La diferencia probablemente se debió a que en el primer caso se realizaron tres cortes y en el segundo solamente uno (Cuadro 1). En general, las mayores PF se obtuvieron en monocultivo con 50-20, 50-8, 60-20 y 40-20 (promedio 6.88 t MS $ha^{-1}$); probablemente debido a

que se realizó un corte más que en las mismas AD-AR de la asociación (Cuadro 1). En asociación PF fue alta (promedio 6.49 t MS $ha^{-1}$) únicamente con 40-8 y 40-14. En general, las menores PF resultaron en asociación con 60-14, 50-8, 50-20 y 60-20 de AD-AR (promedio 4.16 t MS $ha^{-1}$). Jiménez-Rosales *et al.* (2018) reportaron una producción de forraje de avena negra (7.11 t MS $ha^{-1}$) similar a la reportada en este estudio. Por su parte, Quiroz-Pérez *et al.* (2016) reportaron mayor producción (11 t MS $ha^{-1}$) en la asociación de avena negra con veza que con monocultivo de avena negra (9 t MS $ha^{-1}$). En ese último estudio se evaluaron dos fechas de siembra y la mayor producción se logró con la fecha más temprana (08 de septiembre); esa pudo ser la causa de la diferencia con los resultados de la presente evaluación, que fue sembrada en fecha más tardía (18 de octubre). En otros estudios se ha reportado que las producciones de forraje de monocultivo de avena común (*Avena sativa* L.) y su asociación con veza común (*Vicia sativa* L.) con proporciones a la siembra de 75% de avena y 25% de veza (en promedio 6.65 t MS $ha^{-1}$), que reporta Tuna y Orak (2007) y (5.77 t MS $ha^{-1}$) Erol *et al.* (2009), fueron similares a las reportadas en esta evaluación. La cosecha en estos estudios se realizó en el estado reproductivo de las plantas. De lo anterior se puede deducir que la productividad del monocultivo de avena y su asociación con veza, está determinada por la combinación AD-AR, proporción de especies en la siembra, fecha de siembra y momento de cosecha.

El número de cosechas en el monocultivo y en la asociación varió con las combinaciones de AD-AR (Cuadro 1). El intervalo entre cosechas en monocultivo y en asociación fue mayor con la más alta intensidad de cosecha (8 cm) y menor con la más baja intensidad, independiente de AD, resultado similar a los reportados por (Lee *et al.*, 2008; Hamilton *et al.*, 2013; Jiménez-Rosales *et al.*, 2018); indicaron que la reducción del intervalo entre cortes con bajas intensidades de cosecha se debió a mayor área foliar residual y contenidos de carbohidratos solubles de la base de los hijatos que favorecieron la fotosíntesis y el crecimiento del rebrote. Las metas de AD en el primer corte se alcanzaron antes en el monocultivo que en la asociación (Cuadro 1). Al respecto, Lithourgidis *et al.* (2006) destacaron que la tasa de crecimiento de cereales en asociación con veza es menor que en monocultivos debido a la competencia interespecífica. En este estudio, es probable que la mayor disponibilidad de nitrógeno en el monocultivo haya incidido para que su tasa de crecimiento fuese mayor que la de la asociación.

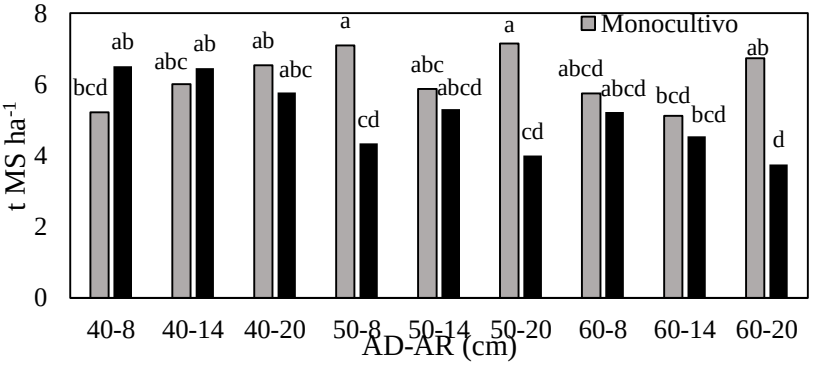



**Figura 1.** Producción de avena negra cv. Saia en monocultivo y en asociación con veza de invierno a diferentes alturas de dosel (AD) y alturas de forraje residual (AR). Error estándar de la media = 0.43; barras que comparten literales no son diferentes ($p > 0.05$).

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

**Cuadro 1**. Fechas de cosecha de avena negra cv. Saia y su asociación con veza de invierno, a diferentes alturas de dosel (AD) y alturas de forraje residual (AR).

| AD-AR (cm) | 40-8 | 40-14 | 40-20 | 50-8 | 50-14 | 50-20 | 60-8 | 60-14 | 60-20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cosecha | Fechas de cosecha en monocultivo[£] | | | | | | | | |
| 1 | 05/01 | 05/01 | 05/01 | 17/01 | 17/01 | 17/01 | 11/02 | 11/02 | 11/02 |
| 2 | 22/02 | 15/02 | 11/02 | 27/02 | 22/02 | 17/02 | | | 14/03 |
| 3 | | 7/03 | 27/02 | | | 14/03 | | | |
| 4 | | | 17/03 | | | | | | |
| DDS-1 | 79 | 79 | 79 | 91 | 91 | 91 | 116 | 116 | 116 |
| DEC | 48 | 31 | 24 | 41 | 36 | 28 | - | - | 31 |
| Cosecha | Fechas de cosecha en asociación [£] | | | | | | | | |
| 1 | 17/01 | 17/01 | 17/01 | 14/02 | 14/02 | 14/02 | 20/02 | 20/02 | 20/02 |
| 2 | 27/02 | 20/02 | 17/02 | | 13/03 | 7/03 | | | |
| 3 | | 13/03 | 7/03 | | | | | | |
| DDS-1 | 91 | 91 | 91 | 119 | 119 | 119 | 125 | 125 | 125 |
| DEC | 41 | 28 | 25 | - | 27 | 21 | - | - | - |

DDS-1, días después de la siembra a la primera cosecha; DEC, días entre cosechas. [£] en cada fecha la primera cifra refiere al día del mes en tanto que la segunda indica el mes en clásica notación de 01 a 12.

No se detectó efecto de la interacción tipo de cultivo*AD-AR ($p > 0.05$) sobre la composición nutricional. Los contenidos de PC y CEN fueron 19 y 7% mayores ($p < 0.05$) en monocultivo que en asociación (Cuadro 2); los de FDN y FDA fueron semejantes entre tipos de cultivo ($p > 0.05$). El menor contenido de PC en la asociación puede atribuirse a que en los primeros cortes el monocultivo se cosechó más tierno, 12, 28 y 9 d antes que la asociación en las AD de 40, 50 y 60 cm, respectivamente (Cuadro 1). Al respecto, Salgado *et al.* (2010) reportaron que el contenido de PC de avena negra disminuyó con el incremento en los intervalos de cosecha al pasar de 30 a 45 y 60 d. Lithourgidis *et al.* (2006) reportaron mayores contenidos de PC en la asociación de avena con veza común que los encontrados en este estudio, y Erol *et al*. (2009) reportaron que el contenido de PC en esta asociación aumentó con el incremento de la proporción de veza a la siembra. Como resultado de una revisión bibliográfica Luscher *et al.* (2014) documentaron que las ventajas de las praderas mixtas frente a gramíneas puras son más evidentes cuando la leguminosa está en proporción de 30-50% en la composición botánica; en este estudio los valores máximo y mínimo de proporción de veza en la composición botánica fueron 17.2 y 1.8% (Cuadro 3).

El mayor contenido de PC ($p < 0.05$) se obtuvo en 40-8, 40-14 y 40-20 de AD-AR (en promedio 20.5%), y el menor (13.2%) se registró con 60-8. El forraje con el menor contenido de FDN ($p < 0.05$) se cosechó con 40-8, 40-14 y 50-14 (en promedio 43.4%) y con 60-20 se cosechó el forraje con mayor contenido de FDN (49.3%). El contenido de FDA fue más bajo en 40-14 (22.5%) y más alto en 60-20 (25.7%) ($p < 0.05$). El contenido de CEN fue más alto ($p < 0.05$) en 40-8, en tanto que con 60-8 y 60-14 se obtuvieron los valores más bajos (en promedio 9.4%). Considerando estrategias de gestión de la cosecha, el mayor valor nutritivo del forraje se obtuvo con AD 40, en tanto que el menor con AD 60 cm. La disminución de PC y los aumentos de FDN y FDA con el incremento en AD es una respuesta común en forrajes (Tomaz *et al.*, 2018), y a medida que el

crecimiento continúa la proporción de hoja (componente de mayor valor nutritivo) disminuye, y la de tallo aumenta (Arzani *et al.*, 2004).

**Cuadro 2.** Composición nutricional de avena negra cv. Saia y su asociación con veza de invierno, a diferentes alturas de dosel (AD) y alturas de forraje residual (AR).

| | PC | | FDN | | FDA | | CEN | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Monocultivo | 19.2 | a | 45.5 | | 23.9 | | 10.5 | A |
| Asociación | 16.2 | b | 45.1 | | 24.1 | | 9.8 | B |
| EEM | 0.61 | | 0.59 | | 0.35 | | 0.14 | |
| P | 0.039 | | 0.718 | | 0.728 | | 0.040 | |
| AD-AR (cm) | | | | | | | | |
| 40-8 | 20.1 | a | 43.0 | b | 23.2 | ab | 11.3 | A |
| 40-14 | 20.5 | a | 43.4 | b | 22.5 | b | 10.6 | Ab |
| 40-20 | 20.9 | a | 44.7 | ab | 23.0 | ab | 10.0 | Bc |
| 50-8 | 16.5 | bc | 44.2 | ab | 24.0 | ab | 9.9 | Bc |
| 50-14 | 18.7 | ab | 43.7 | b | 22.9 | ab | 10.4 | Abc |
| 50-20 | 18.4 | ab | 45.2 | ab | 24.1 | ab | 10.2 | Bc |
| 60-8 | 13.2 | c | 46.7 | ab | 25.0 | ab | 9.3 | C |
| 60-14 | 15.4 | bc | 47.7 | ab | 25.5 | ab | 9.5 | C |
| 60-20 | 15.4 | bc | 49.3 | a | 25.7 | a | 9.8 | Bc |
| EEM | 0.83 | | 1.22 | | 0.72 | | 0.24 | |
| P | 0.001 | | 0.009 | | 0.011 | | 0.001 | |

P, probabilidad de diferencia; EEM, error estándar de la media; PC, proteína cruda; FDN, fibra detergente neutro; FDA, fibra detergente ácido; CEN, cenizas; Medias seguidas con la misma literal entre hileras no muestran diferencias estadísticas ($p > 0.05$).

Las combinaciones de AD-AR ($p < 0.05$) afectaron la composición botánica de la asociación (Cuadro 3). La mayor proporción de avena se encontró en 40-20 y 60-20 (en promedio 89%), mientras que la menor en 50-14 (58%). De manera complementaria, la mayor proporción de veza se encontró en 50-14 (17.2%) y la menor en 40-20 y 60-20 (en promedio 3%). La proporción de veza fue mucho menor a la de avena en todas las combinaciones de AD con AR. La menor proporción de veza resultó con AR de 20 cm, debido a que la altura promedio de veza fue menor a esa AR. La densidad de siembra de veza en su asociación con avena afecta la altura de sus plantas, al respecto, Tuna y Orak *et al.* (2007) registraron que la altura promedio de plantas de veza asociadas con avena fue 76 cm al inicio de la floración con 75% de veza a la siembra, pero disminuyó con la reducción de la proporción de leguminosa a la siembra a 50 y 25%. La menor PF en la asociación pudo deberse a la baja proporción de veza en el forraje cosechado con las mayores AR, en las que veza dominaba en el forraje remanente (estimación visual); también pudo deberse a la menor densidad de siembra de avena utilizada en la asociación.

**Cuadro 3.** Composición botánica (%) de avena negra cv. Saia en asociación con veza de invierno, a diferentes alturas de dosel (AD) y alturas de forraje residual (AR).

| AD-AR (cm) | Avena | | Veza | | Maleza |
|---|---|---|---|---|---|
| 40-8 | 74.0 | ab | 7.9 | ab | 18.1 |
| 40-14 | 82.3 | ab | 7.1 | ab | 10.7 |
| 40-20 | 87.4 | a | 4.0 | b | 8.6 |
| 50-8 | 69.7 | ab | 10.3 | ab | 20.0 |
| 50-14 | 57.6 | b | 17.2 | a | 25.2 |
| 50-20 | 72.7 | ab | 10.2 | ab | 17.1 |
| 60-8 | 81.0 | ab | 7.9 | ab | 11.2 |
| 60-14 | 84.8 | ab | 4.9 | ab | 10.2 |
| 60-20 | 90.1 | a | 1.8 | b | 8.1 |
| EEM | 6.1 | | 2.8 | | 5.9 |
| P | 0.0040 | | 0.0072 | | 0.3091 |

P, probabilidad de diferencia; EEM, error estándar de la media; Medias seguidas con la misma literal entre hileras no muestran diferencias estadísticas ($p > 0.05$).

## CONCLUSIONES

Las mayores producciones de forraje combinadas con buenos resultados de composición nutritiva del forraje durante otoño e invierno se obtuvieron con el monocultivo de *Avena strigosa* cv. Saia, con gestión de la cosecha de 40 o 50 cm de altura de dosel en combinación con 20 cm de altura de forraje residual. Los valores más favorables de composición nutritiva del forraje se obtuvieron con gestión de la cosecha de 40 cm de altura de dosel en combinación con 14 a 20 cm de altura de forraje residual. La asociación de *Avena strigosa* cv. Saia con *Vicia villosa* no resultó buena alternativa para la producción de forraje durante otoño e invierno bajo la mayoría de las gestiones de cosecha evaluadas, con excepción las combinaciones que incluyeron 40 cm de altura de dosel.

## LITERATURA CITADA

Améndola, M. R., E. Castillo y P. A. Martínez. 2005. Forage resource profiles. Mexico. In: Country pasture profiles (CD). FAO. Rome, Italy.

Arzani, H., M. Zohdi, E. Fish, A. G. H. Zahedi, A. Nikkhah and D. Wester. 2004. Phenological effects on forage quality of five grass species. Journal Range Management 57: 624-629.

Erol, A., M. Kaplan and M. Kizilsimsek. 2009. Oats (*Avena sativa*)-common vetch (*Vicia sativa*) mixtures grown on a low-input basis for a sustainable agriculture. Tropical Grassland 43: 191-196.

Gastal, F. and G. Lemaire, 2015. Defoliation, shoot plasticity, sward structure and herbage utilization in pasture: Review of the underlying ecophysiological processes. Agriculture 5: 1146-1171.

Hamilton, S. A., R. L. Kallenbach, G. J. Bishop-Hurley and C. A. Roberts. 2013. Stubble height management changes the productivity of perennial ryegrass and tall fescue pastures. Agronomy Journal 105: 557-562.

Horwitz, W. (Ed.). 2000. Official Methods of Analysis of AOAC International, 17th ED. AOAC International. Gaithersburg Maryland. 2200 p.

Jiménez-Rosales, J. D., R. D. Améndola-Massiotti y J. A. Burgueño-Ferreira. 2018. Manejo de cosecha de avena Saia basado en altura de pradera y altura de forraje residual. *In:* Herrera, C. J., Chay, C. A. J., Casanova, L. F., Piñeiro, V. A., Márquez, V. L., Santillan, F. E. y Arce, M. J. (eds). Avances de la investigación sobre producción animal y seguridad alimentaria. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, México. pp. 609-614.

Lee, J. M., D. J. Donaghy and J. R. Roche. 2008. Effect of defoliation severity on regrowth and nutritive value of perennial ryegrass dominant swards. Agronomy Journal 100: 308-314.

Lithourgidis, A. S., I. B. Vasilakoglou, K. V. Dhima, C.A. Dordas and M. D. Yiakoulaki. 2006. Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. Field Crops Research 99: 106-113.

Luscher, A., I. Mueller-Harvey, J. F. Soussana, R. M. Rees and J. L. Peyraud. 2014. Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe: a review. Grass and Forage Science 69: 206-228.

Quiroz-Pérez, J. C., R. D. Améndola-Massiotti, J. L. Zaragoza-Ramírez, O. Ortiz-Moreno. 2016. Consumo aparente de forraje de *Avena strigosa* y *Vicia* spp. con riego, bajo pastoreo invernal en el centro de México. Revista Argentina de Producción Animal 36: 295-411.

Salgado, P., B. Le Hoa, V. T. Tran, C. Vu Chi, B. Faye and P. Lecomte. 2010. Identifying suitable temperate grass species and cultural practices for herbage production in the mountain regions of North Vietnam. Grass and Forage Science 65: 110-120.

Sbrissia, A. F., P. G. Duchini, J. R. Echeverria, T. Miqueloto, A. Bernardon y L. F. Américo. 2017. Produção animal em pastagens cultivadas em regiões de clima temperado da América Latina. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 25: 47-60.

Tomaz, P. K., L. C. De Araujo, L. A. Sanches, S. N. Dos Santos-Araujo, T. O. De Lima, A. de A. Lino and E. M. Ferreira. 2018. Effect of sward height on the fermentability coefficient and chemical composition of Guinea grass silage. Grass and Forage Science 73:588-598.

Tuna, C. and A. Orak. 2007. The role of intercropping on yield potential of common vetch (*Vicia sativa* L.)/oat (*Avena sativa* L.) cultivated in pure stand and mixtures. Journal of Agricultural and Biological Science 2: 14-19.

Van Soest, J. 2015. The detergent system for analysis of foods and feeds. Cornell University, USA.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# POTENCIAL DEL PASTO MARALFALFA *Cenchrus purpureus* (Schumach.) MORRONE COMO FUENTE PARA LA PRODUCCION DE BIOCOMBUSTIBLE

# [THE POTENTIAL OF MARALFALFA GRASS *Cenchrus purpureus* (Schumach.) MORRONE AS A SOURCE FOR BIOFUEL PRODUCTION]

**Iliana Barrera-Martínez[1], Jose Amador Honorato Salazar[2], Mario Alberto Santiago Otega[3], Adelaido Rafael Rojas García[4], Mario Antonio Vega Loera[5], Joel Ventura Ríos[6§]**

[1]CONACYT-CIATEJ, Camino Arenero 1227, El Bajío, 45019, Zapopan, Jal. [2]INIFAP. Km. 56.5 Carretera Federal México-Puebla, Tlahuapan, 74100, Puebla, Méx. [3]FIRA. Km 4.5 carretera Tzucacab–Escondido, Tzucacab, Yucatán. México. [4]FMVZ No.2. UAGro. Cuajinicuilapa, Guerrero, México. [5]Km 8, carretera libre Tepatitlán – Lagos de Moreno, Av. Biodiversidad No. 2470, 47600, Tepatitlán de Morelos, Jal, Méx. [6]ABS Global, 406 Gardner Ave. #10, Twin Falls ID 83301, EE.UU. [§]Autor para correspondencia: (joelventur@gmail.com).

## RESUMEN

Se evaluó el rendimiento de biomasa, composición química, poder calorífico y se calculó el rendimiento de bioetanol del pasto maralfalfa *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone a seis frecuencias de corte. Se utilizó un análisis de varianza para un diseño experimental de bloques al azar en parcelas divididas con medidas repetidas, mediante el procedimiento GLM de SAS y comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$). La frecuencia de corte modificó el rendimiento de biomasa, poder calorífico y producción de bioetanol donde se encontró el mayor contenido al día 180 (32.6 Mg MS $ha^{-1}$; 21.0 MJ $kg^{-1}$ MS; 6858.2 l $ha^{-1}$ $año^{-1}$ de etanol; $p < 0.05$). El mayor contenido de humedad se encontró en el corte al día 30 (8.9%). La composición química fue modificada ($p < 0.05$) encontrándose el mayor contenido de holocelulosa y celulosa al día 60 (66.8% y 40%) respectivamente, mientras que las hemicelulosas, proteína cruda y lignina se encontró en el corte al día 120 (30%), 30 (9.9%) y 180 (22%), respectivamente. El mayor contenido de extractivos se encontró en el corte al día 150 (15.5%; $p < 0.05$). El rendimiento de biomasa, composición química, poder calorífico del pasto maralfalfa permiten que sea una buena fuente bioenergética para la industria de combustibles líquidos.

**Palabras clave:** Caracterización química, cultivo energético, lignocelulosico.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the biomass yield, chemical composition, calorific value and the bioethanol yield of maralfalfa grass (*Cenchrus purpureus* Schumach.) Morrone under six cutting frequencies. The data were analyzed with GLM (SAS) and treatments means were compared with the Tukey test ($p \leq 0.05$). The highest production of biomass, calorific value, and bioethanol yield were recorded for the cutting frequency of 180 days with 32.6 Mg DM $ha^{-1}$; 21.6 MJ $kg^{-1}$ DM; 6858.2 l $ha^{-1}$ ethanol ($p < 0.05$), respectively. The highest moisture content was in the cut frequency of 30 days with 8.9%. The chemical composition was modified ($p < 0.05$) with the highest content of holocellulose and cellulose at day 60 (66.8% and 40%) respectively, while

hemicelluloses, crude protein, and lignin were found at the cut at day 120 (30%), 30 (9.9%) and 180 (22%), respectively. The highest extractives content was found in the 150 day cut (15.5%; $p < 0.05$). The biomass yield, chemical composition and calorific value of maralfalfa grass allow it to be a good bioenergetic source for the liquid fuel industry.

**Index words:** Chemical characterization, energy crop, lignocellulosic.

## INTRODUCCIÓN

Las gramíneas perennes $C_4$ han sido identificadas como fuente prominente de biomasa renovable para la producción de energía (Fedenko *et al.,* 2013), ya que es favorable con el ambiente y puede disminuir los efectos del calentamiento global y asegurar el suministro de combustible de forma sostenible (Bilandzija *et al.,* 2017). El pasto maralfalfa es una fuente lignocelulósica de rápido crecimiento y alta producción de biomasa, por lo tanto, es una materia prima adecuada para la industria de los biocombustibles. Actualmente, existe un gran interés en el etanol celulósico, ya que la biomasa se considera una materia prima de bajo costo, disponible en grandes cantidades y puede ser producida localmente. Un estudio comparativo de gasolina y etanol celulósico con respecto a la energía y las emisiones netas de gases de efecto invernadero, mostró que el etanol celulósico tiene 94% menos emisiones de gases de efecto invernadero (Schmer *et al.,* 2008). Debido a la necesidad de obtener fuentes alternativas de energía sostenible, se evaluó el rendimiento de biomasa del pasto maralfalfa, la composición química y el poder calorífico en diferentes frecuencias de corte para la producción de bioetanol.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El rendimiento de biomasa se evaluó en el Sitio Experimental "Papaloapan" de INIFAP, a 18° 06' LN y 95° 31' LO y 65 msnm, en Cd. Isla, Veracruz, con clima $A_{wo}$ y temperatura media de 25.7 °C (García, 1988). Las determinaciones físico-químicas de materia seca (MS) del forraje se realizaron en el laboratorio para Materiales Lignocelulósicos de INIFAP, San Martinito, Puebla a excepción del contenido de N, que se realizó en el laboratorio de fertilidad de suelos y química ambiental del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Las variables evaluadas fueron rendimiento de biomasa, extractivos, holocelulosa, celulosa, hemicelulosas, lignina, N, poder calorífico. La siembra se realizó el 22 de julio de 2011, en surcos con separación de 0.50 m, en parcelas experimentales de 5 m de ancho por 16 m de longitud, con tres repeticiones. Dos fertilizaciones se aplicaron a 43 y 112 días después de la siembra, con la fórmula 120-80-00 kg $ha^{-1}$ de N y $P_2O_5$. La acumulación de biomasa se determinó por unidad de superficie para cada frecuencia de corte, 30, 60, 90, 120, 150 y 180 días después del corte de homogeneización (ddch), en muestreos destructivos por un año. En cada parcela se lanzó al azar, en cinco ocasiones, un marco cuadrado de metal de (7 $m^2$) y se cortó el forraje total (planta entera), el remanente se dejó a 20 cm de altura para la recuperación de la planta. La biomasa cosechada se pesó en balanza de precisión Ohaus, Mod. GT-4000; 6.200 kg ± 0.1 g). Después, el peso fresco de una submuestra se registró, se deshidrató en una estufa de aire forzado (Felisa, Mod. FE-243A), a 55 °C hasta peso constante y se calculó la MS. Las muestras secadas en la estufa se pulverizaron en un molino Wiley®; PA, USA) y se tamizaron con mallas No. 40 (0.42 - 1.00 mm) y No. 60 (0.25 – 0.42 mm). Luego se

realizaron las determinaciones químicas y el poder calorífico. La norma TAPPI T-204 (TAPPI, 2007) se utilizó para la liberación de extractivos. El contenido de holocelulosa se determinó por el método de cloración ácida (Rowell *et al.*, 2005) y la celulosa con el procedimiento de la norma ASTM D1103 (ASTM, 1977). Las hemicelulosas se obtuvieron después de extraer la celulosa de la holocelulosa. La lignina se determinó de acuerdo con la norma TAPPI T-222 os-74 (TAPPI, 2007) y el contenido de nitrógeno por el método semi-micro Kjeldahl (AOAC-984.13; 1990). Seis determinaciones se realizaron por cada frecuencia de corte en dos repeticiones por muestra. El poder calorífico se determinó en un calorímetro de bomba adiabática (Isoperibol, Parr 1266), de acuerdo con la norma ASTM E711 (ASTM, 1977), a 30±0.5 °C, con pastillas comprimidas de 1 g máximo. El contenido de humedad se determinó en una balanza térmica Ohaus MB45®. Cinco determinaciones por muestra se analizaron y 15 repeticiones por frecuencia de corte. El rendimiento teórico de bioetanol se determinó con base a las reacciones de hidrolisis y de transformación de azúcares a etanol, con sus ecuaciones químicas respectivas y estequiometria de reacción de celulosa y hemicelulosas, y las fórmulas siguientes (Badger, 2002; Dien, 2010):

Para celulosa: $RTE_C = C * C_{g/c} * Ecc * Ret * Efg * Det$

Para hemicelulosas: $RTEH = H * H_{x/h} * Ech * Ret * Efx * Det$

Total: $RTE = RTE_C \text{ X } RTE_H$

donde RET: L $Mg^{-1}$ MS, C: kg celulosa $Mg^{-1}$ biomasa, H: kg hemicelulosas $Mg^{-1}$ biomasa, $C_{g/c}$: concentración de glucosa (1.111kg glucosa $kg^{-1}$ celulosa), Hx/h: concentración de xilosa (1.136 kg xilosa $kg^{-1}$ hemicelulosas), Ecc: eficiencia de conversión de la celulosa (0.76), Ech: eficiencia de conversión de las hemicelulosas (0.90), Ret: rendimiento estequiométrico de etanol (0.511 kg etanol/kg glucosa; 0.511 kg etanol $kg^{-1}$ xilosa), Efg: eficiencia de fermentación glucosa (0.75), Efx: eficiencia de fermentación xilosa (0.50), $D_{et}$: densidad de etanol (0.78 Mg $m^{-3}$). Además, la cantidad teórica anual de bioetanol (L) que produce 1 ha de maralfalfa se calculó para cada frecuencia de corte. El procedimiento consistió en multiplicar el rendimiento teórico de bioetanol por unidad de biomasa, por el rendimiento anual de biomasa.

El diseño experimental fue de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas: la parcela grande fue el genotipo, y la parcela chica fue la frecuencia de corte (30, 60, 90, 120, 150 y 180 d) con tres repeticiones. El ANDEVA se realizó con el procedimiento GLM y las medias se compararon con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). Los datos se analizaron para estimar el efecto de frecuencia de corte, y se usó SAS para Windows versión 9.3 (SAS, 2002).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción anual se incrementó linealmente a medida que la planta avanzó en su desarrollo fisiológico, la mayor producción se obtuvo al día 180 con 32.6 Mg MS $ha^{-1}$ y fue estadísticamente diferente ($p < 0.05$) a las demás frecuencias de corte (Cuadro 1). El corte cada 180 días superó considerablemente a las demás frecuencias ($p < 0.05$) y produjo 255 y 103% más biomasa que el corte a los 30 y 60 días, respectivamente. Los cortes al día 90, 120 y 150 fueron similares ($p <$

0.05) y produjeron 22.3, 26.1 y 22.8 Mg MS $ha^{-1}$ $año^{-1}$, respectivamente. La cosecha cada 120 días fue superior en 11 Mg MS $ha^{-1}$ a lo reportado por Rengsirikul *et al.* (2013) en pasto Taiwán quienes obtuvieron 15.4 Mg MS $ha^{-1}$ cuando el pasto fue cortado cada 120 días.

**Cuadro 1.** Rendimiento de biomasa y producción de energía del pasto *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone cv. Maralfalfa en seis frecuencias de cosecha.

| Frecuencias de cosecha (días) | Rendimiento (Mg $ha^{-1}$ $año^{-1}$) | Poder calorífico (MJ $kg^{-1}$ ) | Producción de energía (GJ $ha^{-1}$ $año^{-1}$) | Humedad (%) |
|---|---|---|---|---|
| 30 | 9.19 $^{d}$ | 16.21 $^{d}$ | 149.0 $^{d}$ | 8.97$^{a}$ |
| 60 | 16.07 $^{c}$ | 16.44 $^{c}$ | 264.19 $^{c}$ | 8.11$^{b}$ |
| 90 | 22.33 $^{b}$ | 16.30 $^{b}$ | 364.0 $^{b}$ | 7.82$^{b}$ |
| 120 | 26.19 $^{b}$ | 16.77 $^{b}$ | 439.20 $^{b}$ | 7.45 $^{b}$ |
| 150 | 22.88 $^{b*}$ | 17.15 $^{b}$ | 392.39 $^{b}$ | 7.58 $^{b}$ |
| 180 | 32.66 $^{a}$ | 21.01 $^{a}$ | 686.18 $^{a}$ | 7.26 $^{b}$ |
| MEDIA | 21.55 | 17.31 | 382.49 | 7.86 |
| EE | 3.31 | 0.75 | 74.02 | 0.25 |

EE: error estándar. Letras diferentes muestran diferencias entre cortes (Tukey, $p \leq 0.05$). *Dos cortes a los 150 d.

El mayor contenido de poder calorífico se presentó en el corte al día 180 (21.0 MJ $kg^{-1}$ MS), el cual fue superior y diferente ($p < 0.05$) a las demás frecuencias de corte; entre los cortes al día 90 (16.3 MJ $kg^{-1}$ MS), 120 (16.7 MJ $kg^{-1}$ MS) y 150 (17.1 MJ $kg^{-1}$ MS) no hubo diferencia significativa ($p < 0.05$; Cuadro 1). En trabajos previos, Parikh *et al.* (2005) reportaron 17.8 MJ $kg^{-1}$ MS para rastrojo de maíz, los cuales concuerdan con el promedio obtenido en este experimento. El mayor contenido de humedad se dio en el corte cada 30 días que fue de 8.9%, el cual fue superior y diferente ($p < 0.05$) a las demás frecuencias de corte; entre los cortes al día 60 (8.1%), 90 (7.8%), 120 (7.4%), 150 (7.5%) y 180 (7.2%) no hubo diferencias estadísticas ($p < 0.05$; Cuadro 1). En trabajos previos, Channiwala y Parikh (2002) reportaron 8.1% en paja de arroz, el cual es similar al corte de 60 días.

**Cuadro 2**. Composición química del pasto Cenchrus purpureus (Schumach.) Morrone cv. Maralfalfa en seis frecuencias de cosecha.

| Frecuencia de cosecha (días) | (Componente (%) Holocelulosa† | Celulosa† | Hemicelulosas† | Proteína cruda† | Extractivos† | Lignina klason† |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 30 | 64.69$^{ab}$ | 37.68$^{b}$ | 28.16$^{ab}$ | 9.93$^{a}$ | 8.11$^{cd}$ | 19.08 $^{b}$ |
| 60 | 66.80$^{a}$ | 40.03$^{a}$ | 27.07$^{bc}$ | 9.55$^{a}$ | 7.45$^{d}$ | 19.23$^{b}$ |
| 90 | 65.97$^{ab}$ | 37.27$^{bc}$ | 28.89$^{ab}$ | 5.89$^{b}$ | 12.87$^{bcd}$ | 21.09 $^{b}$ |
| 120 | 66.31$^{ab}$ | 38.56$^{bc}$ | 30.00$^{a}$ | 5.0$^{b}$ | 11.96$^{bc}$ | 21.05 $^{ab}$ |
| 150 | 60.67$^{c}$ | 34.93$^{c}$ | 25.83$^{c}$ | 3.27$^{b}$ | 15.58$^{a}$ | 20.89$^{ab}$ |
| 180 | 64.62$^{b}$ | 35.43$^{bc}$ | 29.91$^{ab}$ | 3.36$^{b}$ | 12.55$^{b}$ | 22.24 $^{a}$ |
| MEDIA | 64.84 | 37.31 | 28.31 | 6.16 | 11.42 | 20.60 |
| EE | 0.90 | 2.10 | 0.77 | 1.48 | 1.97 | 1.56 |

EE: error estándar. Letras diferentes muestran diferencias entre cortes (Tukey, $p < 0.05$). †Valores con base al peso libre de humedad y de extractivos.

El mayor contenido de holocelulosas (Cuadro 2), se encontró en el corte al día 60 (66.8%) el cual fue diferente ($p < 0.05$) y superior a los cortes del día 150 (60.6%) y 180 (64.6%). En trabajos previos, Rengsirikul *et al.* (2013) reportaron 67.4% de holocelulosa para el cultivar Taiwán (*Pennisetum purpureum*) el cual es similar al corte de 60 días. El mayor contenido de celulosa se encontró en el corte del día 60 que fue del 40.0%, el cual fue diferente ($p < 0.05$) a las demás frecuencias de cosecha (Cuadro 2). El corte al día 60 superó en cinco punto un unidades porcentuales a la frecuencia de 150 días, el cual presentó el menor contenido; sin embargo, entre los demás cortes no hubo diferencias estadísticas ($p < 0.05$). El mayor contenido de hemicelulosas se presentó en el corte al día 120 (30.0%) que fue diferente ($p < 0.05$) y superior a la frecuencia de corte de 150, el cual presentó el menor contenido (25.8%) (Cuadro 2). En trabajos previos, Mateus *et al.* (2012) reportaron 22.5% de hemicelulosas para el cultivar maralfalfa, el cual es menor en tres punto tres unidades porcentuales a la frecuencia de cosecha del día 150. El mayor contenido de proteína se presentó en etapas tempranas, la frecuencia de cosecha cada 30 (9.9%) y 60 días (9.5%), mostraron un mayor contenido sobre las demás frecuencias de cosecha ($p < 0.05$; Cuadro 2). Cárdenas *et al.* (2012) reportaron concentraciones de 12%, 9.5% y 8.2% de proteína cruda en hoja a 30, 60 y 90 días, respectivamente en pasto maralfalfa (*Pennisetum* spp), lo cual indica reducciones del 2.5% al pasar del corte 30 a 60 días, y una disminución del 4% al pasar del corte 30 a 90 días ($p < 0.05$); estos resultados siguen una tendencia similar a lo obtenido en el presente estudio que mostró una disminución en el contenido de proteína conforme se incrementó la frecuencia de cosecha. El mayor contenido de extractos se presentó en el corte al día 150 (15.5%) que fue diferente ($p < 0.05$) y superior a los demás cortes, superando en ocho unidades porcentuales al corte 60, el cual fue el de menor contenido de extractos (Cuadro 2). En promedio el contenido de extractos fue de 11.4%, el cual es superior a lo registrado por Mateus *et al.* (2012) quienes reportaron 10.7% para el cultivar maralfalfa (*Pennisetum* sp.). El mayor contenido de lignina se presentó en el corte al día 180 (22.2%) siendo superior y diferente ($p < 0.05$) a los cortes del día 30 (19%), 60 (19.2%) y 90 (21%) (Cuadro 2). En trabajos previos, Lima *et al.* (2014) reportaron 22.8 % para el género *Pennisetum purpureum*, el cual es similar al corte de 180 días.

**Cuadro 3.** Rendimiento teórico de bioetanol del pasto *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone cv. Maralfalfa en seis frecuencias de cosecha.

| | Producción de bioetanol | |
|---|---|---|
| Frecuencia de cosecha (días) | L $Mg^{-1}$ $MS^{-1}$ | L $Ha^{-1}$ $año^{-1}$ |
| 30 | 149.9[b] | 1184.81[c] |
| 60 | 252.5[a] | 3667.7[b] |
| 90 | 243.2[a] | 4359.8[b] |
| 120 | 246.5[a] | 5030.4[b] |
| 150 | 229.0[a] | 4292.4[b] |
| 180 | 239.9[a] | 6858.2[a] |
| Media | 226.9 | 4232.3 |
| EE | 15.7 | 756.3 |

EE: error estándar. Letras diferentes muestran diferencias entre cortes (Tukey, $p < 0.05$).

El mayor rendimiento teórico de bioetanol por hectárea por año, calculado con base en los contenidos de celulosa y hemicelulosas, se encontró en el corte al día 180 que fue de 6858.2 L, el cual fue diferente ($p < 0.05$) a las demás frecuencias de cosecha (Cuadro 3). Lima *et al.* (2014),

reportaron 6231.4 L $ha^{-1}$ en pasto *Brachiaria brizanta*, el cual es menor en 627 L a lo encontrado en el presente experimento cuando el pasto fue cosechado cada 180 días. Así mismo, Lima *et al.* (2014) obtuvieron 8478.6 L $ha^{-1}$ para bagazo de caña de azúcar y 8571 L $ha^{-1}$ en *Panicum maximum*, los cuales son superiores en 24 y 25% a lo encontrado en la frecuencia de cosecha de 180 días. El rendimiento de bioetanol fue variable en cada frecuencia de corte, al respecto Badger (2002) argumenta que se debe al contenido de celulosa y hemicelulosas presente en la planta en el momento de corte, el cual se ve modificado con respecto al estado fenológico de la planta y a los microorganismos utilizados en el proceso de fermentación.

## CONCLUSIONES

La biomasa que proporciona el mejor sustrato, glucosa y xilosa por unidad de área para la producción de bioetanol y poder de combustión, se obtuvo a los 180 días después del corte. En edades tempranas las plantas contienen mayor proporción de N, elementos inorgánicos, humedad y carbono fijo, de tal manera que estos compuestos van disminuyendo conforme incrementa la etapa fenológica de la planta. El rendimiento de biomasa y características químicas del pasto maralfalfa lo convierten en una alternativa potencial para la obtención de bioetanol en áreas tropicales.

## LITERATURA CITADA

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Protein (Crude) determination in animal feed. Official Methods of Analysis. 15th ed. Helrich, K. (ed). AOAC. Arlington. VA, U.S.A. pp: 72-74.

ASTM (American Society for Testing and Materials). 1977. Method of test for alpha-cellulose in wood ASTM D1103- 60. Annual Book of ASTM Standards. Part 22: Wood; Adhesives. ASTM, Easton, Md., USA. pp. 346-348.

Badger, P. C. 2002. Ethanol from cellulose: A general review. Janick, J. and A. Whipkey (eds). Trends in New Crops and New Uses, Vol. 1. ASHS Press, Alexandria, VA. pp. 17-21.

Bilandzija, N., V. Jurisic, N. Voca, J. Leto, A. Matin, S. Sito and T. Kricka. 2017. Combustion properties of Miscanthus x giganteus biomass optimization of harvest time. Journal of the Energy Institute 90: 528-533.

Cárdenas, R. L. R., R. R. Pinto, F. J. Medina, F. Guevara, H. Gómez, A. Hernández y J. Carmona. 2012. Producción y calidad del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp) durante la época seca. Quehacer Científico en Chis. 1: 38-46.

Channiwala, A. S. y P. P. Parikh. 2002. A unified correlation for estimating HHV of solid, liquid and gaseous fuels. Fuel 81: 1051-1063.

Dien, B. S. 2010. Mass balances and analytical methods for biomass pre-treatment experiments. Vertès, A. A., N. Qureshi, H. Blaschek and H. Yukawa (eds). Biomass to biofuels: strategies for global industries. Wiley, Chichester, United Kingdom. pp. 213-231.

Fedenko, J. R., J. E. Erickson., K. R. Woodard, L. E. Sollenberger, J. M. B. Vendramini, R. A. Gilbert, Z. R. Helsel and G. F. Peter. 2013. Biomass production and composition of perennial grasses grown for bioenergy in a subtropical climate across Florida, USA. Bioenergy Research. 6: 1082-1093.

García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) 4ª ed. Instituto de Geografía, UNAM; México. 217 pp.

Lima, M. A., D. L. Gómez, G. C. Steele-King, R. Simister, D. Bernardinelli, M. A. Carvalho, A. C. Rezende, C. A. Labate, E. R. deAzevedo, S. J. McQueen-Mason y I. Polikarpov. 2014. Evaluating the composition and processing potential of novel sources of Brazilian biomass for sustainable biorenewables production. Biotechnology Biofuels 7: 1-19.

Mateus, L., O. Hernández, M. Velázquez and J. De J. Díaz. 2012. Dilute sulfuric acid pretreatment of goliath grass (Pennisetumglaucum x Pennisetumpurpureum) for ethanol cellulosic. Rev. Colomb. Biotecnol. 14: 146-156.

Parikh, J., S. A. Channiwala y G. K. Ghosal. 2005. A correlation for calculating HHV from proximate analysis of solid fuels. Fuel. 84: 487-494.

Rengsirikul, K., Y. Ishii, K. Kangvansaichol, S. Prapa, V. Punsuvon, P. Vaithanomsat, G. Nakamanee and T. Sayan. 2013. Biomass yield, chemical composition and potential ethanol yields of 8 cultivars of napiergrass (*Pennisetum purpureum* Schumach.) harvested 3-monthly in central Thailand. J. of Sustainable Bioenergy Systems 3:107-112.

Rowell, R. M., R. Pettersen, J. S. Han, J. S. Rowell and M. A. Tshabalala. 2005. Cell Wall Chemistry. Rowell, R.M. (ed.) Handbook of wood chemistry and wood composites. CRC Press, Boca Raton, Florida, U.S.A. pp. 35-74.

Schmer, M. R., K. P. Vogel, R. B. Mitchell and R. K. Perrin. 2008. Net energy of cellulosic ethanol from switchgrass. Proceedings of the National Academy of Sciences. U.S.A. 105: 464-469.

SAS Institute. 2002. Statistical Analysis System (SAS). Software v.9.0. User's Guide. N. C., USA. 315 pp.

TAPPI (Technical Association of the Pulp and Paper Industry). 2007. TAPPI Test Methods. Fibrous Materials and Pulp Testing. Tests T 204 and T 222. Atlanta, GA. U.S.A.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y NUTRICIONAL DE *Moringa oleifera* EN BANCOS DE FORRAJE CON DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA EN QUINTANA ROO

# [AGRONOMIC AND NUTRITIONAL BEHAVIOR OF *Moringa oleifera* IN FODDER BANKS WITH DIFFERENT PLANT DENSITIES IN QUINTANA ROO]

**F. Casanova-Lugo[1§], J. Ordoñez-Gerónimo[1], V. F. Díaz-Echeverría[1], L. Lara-Pérez[1], J. Escobedo-Mex[2], J. Santamaría-Mex[1], J. Canul-Solís[3]**

[1]Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de la Zona Maya, Quintana Roo, México. [2]Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Conkal, Yucatán, México. [3]Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Tizimín, Yucatán, México. [§]Autor para correspondencia: (fkzanov@gmail.com).

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar y comparar el crecimiento, rendimiento de biomasa y calidad nutricional de *Moringa oleifera* en bancos de forraje con tres densidades de plantación: 10,000, 6,667 y 5,000 ind $ha^{-1}$, en un suelo gleysol del sur de Quintana Roo. Después del establecimiento se cuantificó mensualmente la altura total de las plantas y el diámetro del tallo. A los 150 días, se cosecharon de la base del tallo un total de 15 plantas por tratamiento y se determinó el rendimiento de las hojas, tallos y el total. Posteriormente, a las muestras de biomasa se les determinó el contenido de proteína cruda (PC) y de fibra detergente neutro (FDN). La densidad de plantación de 5,000 ind $ha^{-1}$, mostró plantas con mayor altura total y diámetro del tallo (204.6 cm y 34.2 mm), comparado con las densidades de 6,667 (178.2 cm y 25.2 mm) y 10,000 ind $ha^{-1}$ (132.6 cm y 21.5 mm) a los 150 días. Del mismo modo, el rendimiento de hojas, tallos y biomasa total de *M. oleifera* fueron mayores en densidades de 5,000 ind $ha^{-1}$. Asimismo, el contenido de PC de las hojas fue 3.1 y 2.5 % mayores en densidades de 5,000 ind $ha^{-1}$, comparado con densidades de 6,667 y 10,000 ind $ha^{-1}$. El contenido de FDN de las hojas de *M. oleifera* fue similar entre tratamientos. El contenido de PC y FDN de los tallos de *M. oleifera* no mostraron diferencias significativas entre tratamientos. El establecimiento de bancos de forraje de *M. oleifera* en densidades de 5,000 ind $ha^{-1}$, mantienen un mejor crecimiento, rendimiento de biomasa y mejor contenido de PC, comparado con densidades de 6,667 y 10,000 ind $ha^{-1}$. Lo anterior demuestra el potencial de *M. oleifera* como alternativa para la producción de forraje en el sur de Quintana Roo.

**Palabras clave**: Árbol forrajero, banco de proteína, tecnología silvopastoril, valor nutritivo.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate and compare the growth, biomass yield and nutritional quality of *Moringa oleifera* in fodder banks with three planting densities: 10,000, 6,667 and 5,000 ind $ha^{-1}$, in a Gleysol soil in the southern state of Quintana Roo. After the establishment, the total height of the plants and the stem diameter were quantified monthly. At 150 days, a total of 15 plants per treatment were harvested from the stem base and the dry weight yield of the leaves,

stems and the total were determined. Subsequently, the biomass samples were determined the content of crude protein (CP) and neutral detergent fiber (NDF). The planting density of 5,000 ind $ha^{-1}$, showed plants with greater total height and stem diameter (204.6 cm and 34.2 mm), compared with densities of 6,667 (178.2 cm and 25.2 mm) and 10,000 ind $ha^{-1}$ (132.6 cm and 21.5 mm) at 150 days. Similarly, the yield of leaves, stems and total biomass of *M. oleifera* were higher in densities of 5,000 ind $ha^{-1}$. Likewise, the CP content of the leaves was 3.1 and 2.5% higher in densities of 5,000 ind $ha^{-1}$, compared with densities of 6,667 and 10,000 ind $ha^{-1}$. The NDF content of *M. oleifera* leaves was similar between treatments. The CP and FDN content of the stems of *M. oleifera* showed no significant differences between treatments. The establishment of forage banks of *M. oleifera* at densities of 5,000 ind $ha^{-1}$, maintain better growth, biomass yield and CP content, compared to fodder banks at densities of 6,667 and 10,000 ind $ha^{-1}$. This demonstrates the potential of *M. oleifera* as an alternative for forage production in the south of Quintana Roo.

**Index words**: Fodder tree, nutritional value, protein bank, silvopastoral technology.

## INTRODUCCIÓN

Los indicadores de producción ganadera en América Latina han permanecido invariables en los últimos años debido a desventajas como la reducida cantidad y calidad de los forrajes a causa de las sequías periódicas y pérdida de la fertilidad de los suelos (Ramos-Trejo *et al*., 2015). Una alternativa a la baja disponibilidad y calidad de los forrajes es la implementación de bancos de forraje de especies leñosas, los cuales son tecnologías silvopastoriles, que permiten una mayor productividad (Petit-Aldana *et al*., 2011; Casanova-Lugo *et al*., 2014).

Una de las especies forrajeras tolerantes a sequía, consideradas como alternativas para el establecimiento de sistemas silvopastoriles es el árbol *Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae) (Olson y Fahey, 2011). La moringa se destaca por sus múltiples usos y adaptación a diferentes condiciones edafo-climáticas, por lo que podría constituir una opción viable para la alimentación de animales, sobre todo en los países tropicales debido a sus características nutricionales, a su alto rendimiento de producción de biomasa y bajo costo de producción (Reyes, 2004; Pérez *et al*., 2010).

En el sureste de México existe información relevante sobre el rendimiento de *M. oleifera* en bancos de forraje con diferentes densidades de plantación y en edades que van de tres a siete años después del establecimiento. Por ejemplo, tan solo en el estado de Yucatán, Petit-Aldana *et al.* (2011) reportan un rendimiento promedio por cosecha de 0.6 t MS $ha^{-1}$, cuando crece en un suelo litosol y en densidades de 10,000 ind $ha^{-1}$. Del mismo modo, Ramos-Trejo *et al*. (2015), reportan rendimientos por cosecha de 1.2 t MS $ha^{-1}$, en densidades de 20,000 ind $ha^{-1}$, bajo condiciones edáficas similares. Por su parte, Gallegos-Pérez *et al*. (2013) muestran un rendimiento de 1.1 t MS $ha^{-1}$, en suelos leptosoles en densidades de 10,000 ind $ha^{-1}$. A pesar de lo anterior, en el sur del estado de Quintana Roo, la información sobre la respuesta de crecimiento durante la fase de establecimiento y la composición nutricional de la biomasa en bancos de forraje en edades tempranas en diferentes densidades de plantación es nula. Por lo anteriormente planteado, el objetivo del presente estudio fue evaluar y comparar el crecimiento, rendimiento de biomasa y

calidad nutricional de *M. oleifera* en bancos de forraje con tres densidades de siembra en un suelo gleysol del sur del estado de Quintana Roo, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones de la posta ganadera del Instituto Tecnológico de la Zona Maya (18° 30' 58" N y 88° 29' 19" O), durante los meses de enero a mayo de 2018. La zona presenta un clima cálido subhúmedo ($Aw_1$) con temperaturas máximas y mínimas promedio de 30.2 y 20.6 °C, y una precipitación anual promedio de 1,246 mm (García, 1988). El sitio se encuentra a 15.0 m.s.n.m. y su topografía es plana, con predominación de los suelos gleysoles.

El terreno fue preparado mediante dos pasos de rastra pesada de manera cruzada, con la finalidad de eliminar las arvenses y nivelar la superficie de suelo, mediante la utilización de maquinaria agrícola. Se delimitaron tres parcelas grandes de terreno de 50 × 30 m con una separación de 4 m entre ellas. Cada parcela fue balizada para crear hileras para la siembra de *M. oleifera* y así crear callejones de diferentes dimensiones: 2, 3 y 4 m entre hileras. Las semillas de *M. oleifera* fueron obtenidas de una plantación cercana en agosto de 2017 y en todas las parcelas, fueron sembradas a una distancia de 0.5 m, a una profundidad de 2 a 3 cm, con dos semillas por golpe. Después de la siembra, se aplicó riego por goteo cada tercer día durante dos horas hasta los 30 días posteriores. Cabe señalar que durante este tiempo se dejó un solo individuo por posición de siembra para mantener las densidades de plantación. Lo anterior dio como resultado tres densidades (tratamientos): 10,000, 6,667 y 5,000 ind $ha^{-1}$. Inicialmente, el control de malezas fue de forma manual y posteriormente químico; cuando las plantas alcanzaron por lo menos 30 cm de altura.

Después de la germinación se seleccionaron cinco hileras (unidades experimentales) de cada densidad de plantación de manera aleatoria, donde fue monitoreado el crecimiento mensualmente hasta los 150 días (5 meses). Para ello se cuantificó la altura total de la planta (cm) con una cinta métrica y el diámetro del tallo (mm) a 5 cm de la superficie del suelo con un vernier digital de precisión de un total de 100 plantas previamente seleccionadas al azar. A los 150 días, se cosecharon de la base del tallo un total de 15 plantas por tratamiento y se determinó el peso fresco de las hojas, tallos y el total de la biomasa aérea, después fueron secadas con una estufa de circulación de aire forzado a 60 ºC para determinar el contenido de materia seca. Posteriormente, la biomasa de las hojas y tallos de *M. oleifera* fueron pulverizadas con un molino eléctrico y se les determinó el contenido de proteína cruda (PC) por el método Kjeldahl (Greenfield y Southgate, 1992) y el contenido de fibra detergente neutro (FDN), por el método de Van Soest *et al*. (1991), con ayuda del analizador de fibras (Fiber Test ®). Los datos de crecimiento, rendimiento y calidad nutricional del forraje de *M. oleifera* fueron analizados mediante un PROC ANOVA de acuerdo a un diseño completamente al azar, en caso de diferencias se aplicó la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5 % de error ($p<0.05$) en el programa estadístico SAS (2013).

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Crecimiento

El crecimiento de *M. oleifera* mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) en todos los periodos de evaluación (Figura 1). Al final del periodo experimental (a los 150 días), la densidad de plantación de 5,000 ind ha$^{-1}$, mostró plantas con mayor altura total y diámetro del tallo, comparado con densidades medias y altas (*i.e.* 6,667 y 10,000 ind ha$^{-1}$), con valores promedio de 204.6 cm y 34.2 mm, respectivamente.

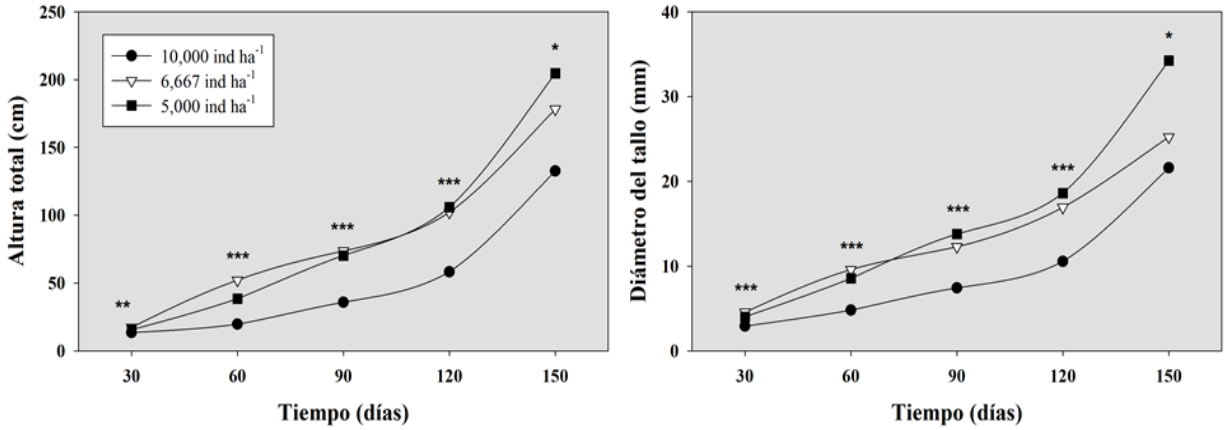



**Figura 1.** Crecimiento de *Moringa oleifera* Lam. en bancos de forraje con diferentes densidades de plantación en el sur de Quintana Roo, México. *, $p < 0.05$; **, $p < 0.01$; ***, $p < 0.001$.

Lo anterior es contrario a lo reportado en Cuba por Sosa-Rodríguez *et al.* (2017), quienes evaluaron altas densidades de siembra de *M. oleifera* (10 × 10, 10 × 15, 15 × 15, 15 × 20 y 20 × 20 cm) a los 90 días. Estos autores observaron que a medida que se redujo la distancia de plantación, el crecimiento en altura total de *M. oleifera* fue mayor, mientras que el diámetro del tallo no manifestó cambios significativos. Cabe señalar que los valores de altura total y diámetro del tallo encontrados en el presente estudio resultaron mayores comparado con lo reportado por Sosa-Rodríguez *et al.* (2017) quienes muestran valores que oscilan de 16.15 a 18.05 cm y de 6 a 7.8 mm, respectivamente. Estas diferencias podrían estar relacionadas con los mecanismos de la planta para reducir la competencia intra-específica, no obstante; estas estrategias de crecimiento están influidas por la edad de la planta, la densidad de plantación, las condiciones de humedad y fertilidad del suelo (Casanova *et al*., 2007).

### Rendimiento de biomasa

El rendimiento de biomasa de las hojas, tallos y la biomasa total de las plantas de *M. oleifera* a los 150 días de evaluación fueron superiores en densidades de plantación de 5,000 ind ha$^{-1}$, comparado con densidades medias y altas (*i.e*. 6,667 y 10,000 ind ha$^{-1}$), con valores promedio de 28.8, 186.7 y 215.6 g MS pl$^{-1}$ (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Rendimiento de biomasa aérea de *Moringa oleifera* Lam. en bancos de forraje con diferentes densidades de plantación a los 150 días después de la siembra, en el sur de Quintana Roo, México.

| Biomasa | Densidad (ind ha$^{-1}$) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| (g MS pl$^{-1}$) | 10,000 | 6,667 | 5,000 | EEM | Significancia |
| Hojas | 9.0 b | 12.2 b | 28.8 a | 4.6 | ** |
| Tallos | 47.4 b | 82.3 b | 186.7 a | 35.5 | ** |
| Total | 56.4 b | 94.5 b | 215.6 a | 40.1 | * |

*, $p < 0.05$; **, $p < 0.01$; EEM=error estándar de la media, literales distintas en cada hilera indican diferencias significativas de acuerdo a Tukey.

El efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento de biomasa de *M. oleifera* fue reportado por Sosa-Rodríguez *et al.* (2017), quienes señalan que a menor distancia de siembra el rendimiento de biomasa fue mayor. Esto es contrario a lo encontrado en el presente estudio, lo que podría estar relacionado con las condiciones biofísicas de la zona. A pesar de lo anterior, la información sobre el rendimiento de biomasa de *M. oleifera* después del establecimiento y bajo las condiciones del sureste de México es escasa. Por otro lado, Reyes (2006) sugiere que el primer corte de *M. oleifera* debe efectuarse a los 5 o 6 meses después de la siembra, con una frecuencia de 45 días, en la época de lluvia y de 60 días en la época de seca, a una altura de 20 cm del suelo. Lo anterior es debido a que *M. oleifera* posee alta capacidad de rebrote cuando se siembra en altas densidades, aunque la respuesta al corte es limitada cuando el diámetro del tallo se encuentra en el rango de 5 a 10 mm. En este sentido, si extrapolamos la información obtenida en el presente estudio, los valores de rendimiento de biomasa pueden estimarse en 1,075.0 kg MS ha$^{-1}$, en el mejor de los casos (i.e. 5,000 ind ha$^{-1}$), a los 150 días de crecimiento.

## Calidad nutricional de la biomasa

En el Cuadro 2 se muestran datos de calidad nutricional de *M. oleifera* a los 150 días de evaluación se encontró que el contenido de PC de las hojas fue 3.1 y 2.5 % mayores en densidades de plantación de 5,000 ind ha$^{-1}$, comparado con densidades medias y altas (*i.e*. 6,667 y 10,000 ind ha$^{-1}$). A pesar de lo anterior, el contenido de FDN de las hojas de *M. oleifera* fue similar entre las diferentes densidades de plantación ($p > 0.05$). Por otra parte, el contenido de PC y FDN de los tallos de *M. oleifera* a los 150 días de evaluación no mostraron diferencias estadísticas significativas entre las diferentes densidades de plantación evaluadas ($p > 0.05$).

El mayor contenido de PC de las hojas de *M. oleifera* en bancos de forraje en densidades de 5,000 ind ha$^{-1}$ puede ser debido a la mayor habilidad de crecimiento de las plantas y en consecuencia mayores reservas de nutrientes, además, plantas con mayor capacidad de brote poseen mayor calidad comparadas con las de bajo rendimiento (Reyes, 2006). Por otra parte, el contenido de PC de las hojas (19.9 %) y tallos (4.9 %) en la densidad de 5,000 ind ha$^{-1}$ encontrados en el presente estudio son ligeramente inferiores a lo reportado por Pérez *et al*. (2010) quienes obtuvieron valores de 24 y 11 % para las hojas y tallos, respectivamente. Sin embargo, son similares a lo reportado por Reyes (2004), quien reporta contenidos de PC de las hojas y tallos de 21 y 9 %, respectivamente. Cabe señalar que, a pesar de que las características nutricionales de *M. oleifera* ha sido documentadas por diversos autores (Reyes, 2004; Reyes, 2006; Pérez *et al*., 2010;

Olson y Fahey, 2011), los estudios donde se analice el efecto de la densidad de plantación sobre los parámetros nutricionales de las hojas y tallos de *M. oleifera* después del establecimiento son escasos.

**Cuadro 2.** Parámetros nutricionales de las hojas y tallos de *Moringa oleifera* Lam. en bancos de forraje con diferentes densidades de plantación a los 150 días después de la siembra, en el sur de Quintana Roo, México.

| | Densidad (ind ha$^{-1}$) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Parámetros (%) | 10,000 | 6,667 | 5,000 | EEM | Significancia |
| Hojas | | | | | |
| Proteína cruda | 17.4 b | 16.8 b | 19.9 a | 0.4 | *** |
| Fibra detergente neutra | 39.1 a | 42.1 a | 44.7 a | 1.5 | NS |
| Tallos | | | | | |
| Proteína cruda | 4.9 a | 4.3 a | 4.5 a | 0.5 | NS |
| Fibra detergente neutra | 64.1 a | 64.7 a | 71.1 a | 2.1 | NS |

***, $p < 0.001$; NS, no significativo ($p > 0.05$); EEM=error estándar de la media, literales distintas en cada hilera indican diferencias significativas de acuerdo a Tukey.

## CONCLUSIONES

El establecimiento de bancos de forraje de *M. oleifera* en densidades de 5,000 ind ha$^{-1}$, mantienen un mejor crecimiento, rendimiento de biomasa y mejor contenido de PC, comparado con los bancos de forraje en densidades medias y altas (6,667 y 10,000 ind ha$^{-1}$). Lo anterior demuestra el potencial de dicha especie como alternativa para la producción de forraje en el sur de Quintana Roo. Se recomienda realizar más estudios sobre comportamiento animal con la inclusión de esta especie forrajera, así como para determinar la frecuencia y altura óptima de aprovechamiento de *M. oleifera* bajo las condiciones edafo-climáticas del sureste de México.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Tecnológico Nacional de México por el financiamiento (proyecto: 6105.17-P.), para llevar a cabo el presente estudio.

## LITERATURA CITADA

Casanova, L. F., A. L. Ramírez y S. F. J. Solorio. 2007. Interacciones radiculares en sistemas agroforestales: mecanismos y opciones de manejo. Avances en Investigación Agropecuaria 11(3): 41-52.

Casanova-Lugo, F., J. Petit-Aldana, F. J. Solorio-Sánchez, D. Parsons and L. Ramírez-Avilés. 2014. Forage yield and quality of *Leucaena leucocephala* and *Guazuma ulmifolia* in mixed and pure fodder banks systems in Yucatan, Mexico. Agroforestry Systems 88: 29-39.

Gallegos-Pérez, M., A. Caamal-Maldonado, F. Casanova-Lugo y R. Tzuc-Martínez. 2013. Rendimiento de forraje de especies arbóreas en sistemas agroforestales y su uso como abono verde para el maíz. *In*: Chay-Canul A. J., Casanova-Lugo F. (eds.). La contribución del sector pecuario a la seguridad alimentaria en México. Primera edición, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México, pp. 943-946.

García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlos a las condiciones de la República Mexicana. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Greenfield, H. and D. A. T. Southgate. 1992. Food composition data: production, management and use. Barking, UK, Elsevier Science Publishers.

Olson, M. E. and J. W. Fahey. 2011. *Moringa oleifera*: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. Revista Mexicana de Biodiversidad 82(4): 1071-1082.

Pérez, A., T. Sánchez, N. Armengol y F. Reyes. 2010. Características y potencialidades de *Moringa oleifera*, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal. Pastos y Forrajes 33(4): 1-10.

Petit-Aldana, J., G. Uribe, F. Casanova-Lugo, F. Solorio-Sánchez y L. Ramírez-Avilés. 2011. Composición química y rendimiento de forraje de *Leucaena leucocephala*, *Guazuma ulmifolia* y *Moringa oleifera* asociadas y en monocultivo en Yucatán, México. Revista Forestal Latinoamericana 26(2): 35-65.

Ramos-Trejo, O., J. Castillo-Huchín y J. J. Sandoval-Gío. 2015. Efecto de intervalos y alturas de corte en la productividad forrajera de *Moringa oleifera*. Revista Bio Ciencias 3(13): 187-194.

Reyes, S. N. 2004. Marango: cultivo y utilización en la alimentación animal. Universidad Nacional Agraria. Guía Técnica No. 5. Managua, Nicaragua. 22 p.

Reyes, S. N. 2006. *Moringa oleifera* and *Cratylia argentea*: Potential fodder species for ruminantes in Nicaragua. Doctoral Tesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala.

SAS (2013) Base SAS 9.4 Procedures Guide: Statistical Procedures, Second Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc. 550 p.

Sosa-Rodríguez, A. A., J. L. Ledea-Rodríguez, W. Estrada-Prado y D. Molinet-Salas. 2017. Efecto de la distancia de siembra en variables morfoagronómicas de moringa (*Moringa oleifera*). Agronomía Mesoamericana 28: 207-211.

Van Soest, P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science 74: 3583-3597.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# ESTABLECIMIENTO DE UN BANCO DE FORRAJE DE *Tithonia diversifolia* EN EL SUR DE QUINTANA ROO, MÉXICO

# [ESTABLISHMENT OF A *Tithonia diversifolia* FODDER BANK IN SOUTHERN QUINTANA ROO, MEXICO]

**C. E. Uu-Espens[1], A. Escobedo-Cabrera[1], A. Cabañas-Gallardo[1], A. J. Chay-Canul[2], V. F. Díaz- Echeverría[1], F. Casanova-Lugo[1§], A. T. Piñeiro-Vázquez[3]**

[1]Tecnológico Nacional de México / I. T. Zona Maya, Quintana Roo, México. [2]División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. [3]Tecnológico Nacional de México / I. T. Conkal, Yucatán, México. [§]Autor para correspondencia: (fkzanov@gmail.com).

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar la respuesta de germinación y crecimiento de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray, durante la fase de establecimiento de un banco de forraje, con dos tipos de estacas (i.e. delgadas y gruesas) en un suelo gleisol en el sur de Quintana Roo, México. Para el establecimiento del banco de forraje se utilizó material vegetativo de *T. diversifolia*; estacas delgadas (Ø= 1.5 a 2.0 cm), y gruesas (Ø= 2.1 a 4.0 cm), cortadas a 50 cm de longitud. La distancia de siembra fue de 0.5 m entre plantas y de 2.0 m entre hileras. Se seleccionaron de manera aleatoria cinco hileras de cada tipo de estacas. Después de la siembra la germinación se monitoreo cada quinto día durante 30 días. Posteriormente, a los 60 y 90 días después de la siembra (DDS) se cuantificó el crecimiento en altura total y el número de brotes por planta. A los 90 DDS se cuantificó el rendimiento de biomasa (g MS planta$^{-1}$). A los 30 días de evaluación se observó que las estacas delgadas de *T. diversifolia* tuvieron una germinación ligeramente mayor (85 %), en comparación con las estacas gruesas (80 %). La altura total y el número de brotes de *T. diversifolia* a los 60 y 90 DDS fue similar entre estacas delgadas y gruesas. Del mismo modo el rendimiento promedio de hojas, tallos y la biomasa total fue similar entre tratamientos. Las estacas delgadas o gruesas de *T. diversifolia* de 50 cm de longitud tuvieron un comportamiento agronómico similar durante la fase de establecimiento de un banco de forraje. Por lo anterior, esta especie representa una alternativa viable para la producción de forraje en el sureste de México.

**Palabras clave**: Arbustos forrajeros, bancos de proteína, crecimiento, germinación.

## ABSTRACT

The aim of the present study was to evaluate the response of germination and growth of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray, during the establishment phase of a forage bank, with two types of cuttings (ie thin and thick) in a gleisol soil in the south of Quintana Roo, Mexico. For the establishment of the forage bank, vegetative material of *T. diversifolia* was used; Thin stakes (Ø= 1.5 a 2.0 cm) and thick (Ø= 2.1 a 4.0 cm), cut to 50 cm in length. Planting distance was 0.5 m between plants and 2.0 m between rows. Five rows of each type of stakes were randomly selected. After sowing the germination was monitored every fifth day for 30 days. Subsequently, at 60 and

90 days after sowing (DAS) the growth in total height and the number of shoots per plant was quantified. After 90 DAS, the biomass yield (g DM plant$^{-1}$) was quantified. After 30 DAS of evaluation it was observed that the thin cuttings of *T. diversifolia* had a slightly higher germination (85%), in comparison with the thick cuttings (80%). The total height and number of shoots of *T. diversifolia* at 60 and 90 DAS was similar between thin and thick stakes. Similarly, the average yield of leaves, stems and total biomass was similar between treatments. Stakes thin or thick of *T. diversifolia* cutting to 50 cm long had a similar agronomic behavior during the establishment phase of a forage bank. Therefore, this specie represents a viable alternative for forage production in southeastern Mexico.

**Index words**: Germination, growth response, protein bank, shrubs fodder.

## INTRODUCCIÓN

En el estado de Quintana Roo, México, la producción ganadera se ve afectada por la falta de forrajes de buena calidad nutricional y buen rendimiento por hectárea debido a la baja fertilidad de los suelos. La mayor parte de las zonas dedicadas a la producción de leche o carne se encuentran cultivadas con monocultivos de pastos de limitado potencial productivo como lo son *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst, *Panicum maximum* Jacq. y *Brachiaria brizantha* (A.Rich.) Stapf., entre otros, que han demostrado ser insuficientes en el aporte de material comestible y nutrientes que mantengan una producción estable y económica. Además, a lo largo del año o principalmente en la época de secas, la base de alimentos son los concentrados que representan una alta inversión económica para el productor, que resulta poco rentable (Moreno, 2015).

Una de las especies propuestas para tal fin ha sido *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray (Compositae), que ha sido utilizada en la alimentación de animales domésticos (Ríos y Salazar, 1995; Mahecha *et al*., 2007). Presenta un amplio rango de adaptación, lo que la torna atractiva para resolver las limitantes que presentan otras especies como *Leucaena leucocephala* en sistemas silvopastoriles (Moreno, 2015). Entre sus ventajas se encuentran: crecimiento rápido, adaptación a pH ácidos y alcalinos, con baja fertilidad y pedregosos, tolera altitudes mayores de los 2,000 m.s.n.m., tolerante a la sequía, moderadamente resistente a la quema, propagación fácil, buena capacidad de producción de biomasa, baja demanda de insumos externos (Murgueitio *et al*., 2001).

En este sentido, los estudios sobre el comportamiento agronómico de *T. diversifolia* durante la fase de establecimiento y sobre las características que debe reunir el material de propagación para lograr un rápido y efectivo desarrollo son escasos, más aún bajo las condiciones edafo-climáticas del sur de Quintana Roo. Por lo anteriormente planteado, el objetivo del presente estudio fue evaluar la respuesta de germinación y crecimiento de *T. diversifolia*, durante la fase de establecimiento de un banco de forraje, con dos tipos de estacas (i.e. delgadas y gruesas) en un suelo gleisol en el sur de Quintana Roo, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones de la posta ganadera del Instituto Tecnológico de la Zona Maya (18° 30' 58" N y 88° 29' 19" O), durante los meses de enero a mayo 2019. La zona presenta un clima cálido subhúmedo ($Aw_1$) con temperaturas máximas y mínimas promedio de 30.2 y 20.6 °C, y una precipitación anual promedio de 1,246 mm (García, 1988). El sitio se encuentra a 15 msnm y su topografía es plana, con predominación de los suelos gleisoles háplicos. El terreno fue preparado mediante dos pasos de rastra pesada de manera cruzada, con la finalidad de eliminar las arvenses y nivelar la superficie de suelo, mediante la utilización de maquinaria agrícola. En cada sección del terreno fue balizado para crear hileras para la siembra de *T. diversifolia* y así crear callejones.

Para el establecimiento del banco de forraje se utilizó material vegetativo de *T. diversifolia*; estacas delgadas (Ø= 1.5 a 2.0 cm), procedentes de la parte superior del tallo, y gruesas (Ø= 2.1 a 4.0 cm) de la parte inferior del tallo, cortadas a 50 cm de longitud de acuerdo con lo recomendado por Mahecha *et al*. (2007). Posteriormente fueron sumergidas en agua con enraizador Raizal® por 24 horas, después fueron sembradas manualmente de forma vertical a una profundidad de 20 cm y en hileras intercaladas. La distancia de siembra fue de 0.5 m entre plantas y de 2.0 m entre hileras (densidad de plantación: 10,000 plantas $ha^{-1}$) con una orientación de oriente a poniente en una superficie de media hectárea.

Se seleccionaron de manera aleatoria 5 hileras de cada tipo de estacas: delgadas y gruesas. Posteriormente, se eligieron 50 estacas de *T. diversifolia* al azar de cada una de las hileras, y se marcaron para monitorear las variables de estudio. Después de la siembra (DDS) la germinación se monitoreo cada quinto día durante un periodo de 30 días. Posteriormente, a los 60 y 90 días se cuantificó el crecimiento en altura total (cm) y el número de brotes por planta. Finalmente, a los 90 DDS se cuantificó el rendimiento de biomasa promedio (g MS $planta^{-1}$), a través de un muestreo destructivo, el cual consistió en cosechar las plantas seleccionadas mediante corte manual a una altura de 0.50 m de la superficie del suelo. Seguido, la biomasa fue separada en hojas y tallos, fueron pesadas en fresco y después se tomó una muestra de ambas para determinar su contenido de materia seca (MS) con ayuda de una estufa de circulación de aire forzado a 60 °C durante 48 h. Los datos de geminación y crecimiento (*i.e.* altura total, número de brotes y el rendimiento por planta), fueron analizados por medio de una prueba de comparación de medias para determinar el efecto del tipo de estaca. Los análisis fueron realizados con el paquete Statistica® versión 8.0 para Windows (StatSoft, Inc., 2007).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A los 30 días de evaluación se observó que las estacas delgadas de *T. diversifolia* tuvieron una germinación ligeramente mayor (85 %), en comparación con las estacas gruesas (80 %). En consecuencia, la mortalidad promedio de las estacas de *T. diversifolia* en un banco de forraje representó hasta 17.0 % del total (Figura 1). En el presente estudio se encontró una baja mortalidad promedio de estacas de *T. diversifolia* a los 30 días después de la siembra (~17 %), dado que la germinación osciló entre el 80 y 85 %. Lo anterior es superior a lo reportado por Romero *et al*.

(2014), quienes señalan que la mortalidad de estacas oscila entre el 30 y 40 % en sistemas silvopastoriles en Colombia. Estas diferencias pueden estar relacionadas con el tiempo trascurrido entre el momento de corta de las estacas y el transporte al sitio de siembra. Además, en el presente estudio se empleó un tratamiento enraizador previo a la siembra, lo que pudo mejorar la eficiencia en la germinación durante la fase de establecimiento. Al respecto Lugo *et al*. (2012), encontró valores similares (65-82.5 %), cuando las estacas recibieron diferentes tratamientos pre-germinativos al trasplante.

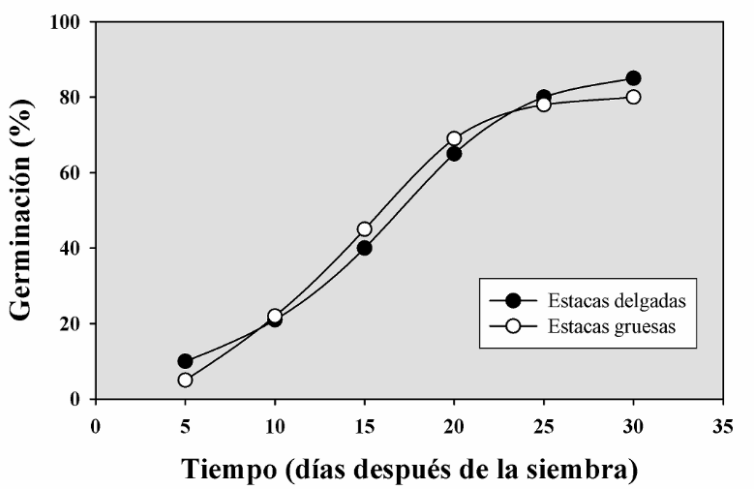



**Figura 1.** Porcentaje de germinación de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray, en un banco de forraje establecido con estacas delgadas (Ø= 1.5 a 2.0 cm) y gruesas (Ø= 2.1 a 4.0 cm) a los 30 días después de la siembra, en el sur de Quintana Roo, México.

Con respecto al crecimiento se observó que la altura total y el número de brotes de *T. diversifolia* en un banco de forraje, a los 60 y 90 DDS fue similar ($p > 0.05$) entre estacas delgadas y gruesas (Cuadro1). Los valores de altura total promedios (43.0 y 46.0 cm) reportados a los dos meses de crecimiento en el presente estudio son inferiores a lo reportado por Gallego *et al*. (2015), quienes obtuvieron alturas de 70.1, 65.3 y 69.9 cm para plantas establecidas a partir de estacas, semillas y por cultivo *in vitro*, respectivamente. Sin embargo, a los 3 meses DDS, la altura total fue mayor (i.e. 144.0 y 163.3 cm) a lo reportado por Ruíz *et al*. (2010), quienes encontraron valores entre 71 y 125 cm a las 16 semanas.

Con relación al número de brotes de *T. diversifolia* la información es escasa. En el presente estudio el tipo de estaca no mostró influencia sobre el número de brotes DDS. No obstante, un estudio realizado en Venezuela por Medina *et al*. (2009), con estacas de diferentes diámetros, encontraron efectos contrarios, dado que las estacas con diámetros mayores: 3.0 a 3.9 y 4.0 a 4.9 cm, mostraron mayor número de brotes comparado con las estacas delgadas: 1.0 a 1.9 y 2.0 a 2.9 cm, con valores de 3.85 y 4.0 brotes planta$^{-1}$ a los 2 meses de evaluación. A pesar de lo anterior, estos valores son inferiores a los encontrados en el presente estudio (*i.e.* 6.0 y 7.3 brotes planta$^{-1}$), en ese periodo de tiempo, debido posiblemente a diferencias en las condiciones de crecimiento.

El rendimiento promedio de hojas, tallos comestibles y la biomasa total (g MS planta$^{-1}$) no mostraron efectos significativos entre los tratamientos evaluados ($p > 0.05$). Sin embargo, cabe mencionar que en general la biomasa de las hojas representó entre el 73 y 75 % de la biomasa total, mientras que los tallos entre 25 y 27 % (Cuadro 2). En Colombia, la producción potencial de biomasa en el primer corte bajo tres densidades de siembra de 2.6, 1.7 y 1.3 plantas m$^{-2}$, fue de 37.9, 31.4 y 27.1 t MS ha$^{-1}$ (Ríos y Salazar, 1995). Estos valores son superiores a los obtenidos en el presente estudio (10.7 t MS ha$^{-1}$), tomando en cuenta el contenido de materia seca promedio de biomasa (30 %) y el rendimiento promedio de biomasa total con una densidad de 10,000 plantas ha$^{-1}$. No obstante, estas diferencias pueden ser debido a las distintas edades de cosecha y las densidades de plantación en ambos estudios. Por otra parte, el rendimiento anual estimado para el presente trabajo fue de 43.0 t MS ha$^{-1}$ año$^{-1}$ (considerando una cosecha cada tres meses), valores superiores a lo reportado Mahecha *et al*. (2007) quienes indican que el rendimiento anual de forraje de la *T. diversifolia* se estima entre 31.5 a 35.0 t MS ha$^{-1}$ año$^{-1}$, el cual depende del tipo de suelo, estado vegetativo y la frecuencia de aprovechamiento de la planta.

**Cuadro 1.** Respuesta de crecimiento de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray, en un banco de forraje establecido con estacas delgadas (Ø= 1.5 a 2.0 cm) y gruesas (Ø= 2.1 a 4.0 cm) a los 60 y 90 días después de la siembra, en el sur de Quintana Roo, México.

| | Altura total (cm) | | Número de brotes planta$^{-1}$ | |
|---|---|---|---|---|
| Estacas | 60 DDS | 90 DDS | 60 DDS | 90 DDS |
| Delgadas | 43.0 a | 144.0 a | 6.0 a | 8.3 a |
| Gruesas | 46.0 a | 163.3 a | 7.3 a | 9.7 a |
| DE | 2.2 | 16.9 | 1.2 | 1.41 |
| Valor – *P* | NS | NS | NS | NS |

DE=Desviación estándar, NS=no significativa ($p > 0.05$).

**Cuadro 2.** Rendimiento de biomasa de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray, en un banco de forraje establecido con estacas delgadas (Ø= 1.5 a 2.0 cm) y gruesas (Ø= 2.1 a 4.0 cm) a los 90 días después de la siembra, en el sur de Quintana Roo, México.

| | Rendimiento (g MS planta$^{-1}$) | | |
|---|---|---|---|
| Estacas | Hojas | Tallos | Total |
| Delgadas | 263.7 a | 86.3 a | 350.0 a |
| Gruesas | 269.0 a | 97.7 a | 366.7 a |
| DE | 18.2 | 11.2 | 22.7 |
| Valor – *P* | NS | NS | NS |

DE=Desviación estándar, NS=no significativa ($p > 0.05$).

## CONCLUSIONES

Las estacas delgadas o gruesas (i.e. 1.5 a 2.0 cm y 2.1 a 4.0 cm de diámetro) de *T. diversifolia* de 50 cm de longitud muestran un comportamiento agronómico similar durante la fase de establecimiento de un banco de forraje, dado que no afectó la germinación ni el crecimiento de dicha especie bajo las condiciones edafo-climáticas del sur de Quintana Roo. Por lo anterior, esta especie puede ser una alternativa viable para la producción de forraje en el sureste de México. A pesar de ello, es necesario realizar más estudios que evalúen el momento y altura de poda después

del establecimiento para realizar un aprovechamiento óptimo del forraje en diferentes épocas del año. Además, se recomienda realizar pruebas de comportamiento animal para determinar el efecto de la inclusión del forraje de *T. diversifolia* sobre los parámetros productivos en rumiantes bajo las condiciones del sur de Quintan Roo.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Tecnológico Nacional de México por el apoyo financiero (proyecto: 5437.19-P) para llevar a cabo el presente estudio.

## LITERATURA CITADA

Gallego, C. L., L. L. Mahecha y A. J. Angulo. 2015. Crecimiento y desarrollo de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray en condiciones de trópico alto. *In:* 3° Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles –VIII Congreso Internacional de Sistemas Agroforestales, At Misiones, Argentina, Pablo L. Peri (Ed.). Primera edición. Santa Cruz. Ediciones INTA. pp. 53-57.

García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlos a las condiciones de la República Mexicana. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Gomide, A. M. C., S. C. Chavesb, K. G. Ribeiroc, E. L. Sollenbergerd, S. C. D. Paciulloa and T. P. Pereirae. 2014. Structural traits of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) genotypes under rotational stocking strategies. African Journal of Range & Forage Science 32(1): 51-57.

Lugo, S., F. Molina, I. González, J. González y E. Sánchez. 2012. Efecto de la altura y frecuencia de corte sobre la producción de materia seca y proteína cruda de *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray. Zootecnia Tropical 30(4): 317-325.

Mahecha, L., J. P. Escobar, J. F. Suárez y L. F. Restrepo. 2007. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray (botón de oro) como suplemento forrajero de vacas F1 (Holstein por Cebú). Livestock Research for Rural Development 19(2).

Medina, M. G., D. E. García, M. E. González, L. J. Cova y P. Moratinos. 2009. Variables morfo-estructurales y de calidad de la biomasa de *Tithonia diversifolia* en la etapa inicial de crecimiento. Zootecnia Tropical 27: 121-134.

Moreno, A. O. 2015. Evaluación de los parámetros de rendimiento productivo y nodulación de la *Leucaena leucocephala* asociada con dos diferentes tipos de gramíneas en la zona sur de Quintana Roo. Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de la Zona Maya, Quintana Roo, México. 48 p.

Murgueitio, E., M. Rosales y M. E. Gómez. 2001. Agroforestería para la producción animal sostenible. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. Cali, Colombia. 67 p.

Ríos, C. I. y A. Salazar. 1995. *Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray, una fuente proteica alternativa para el trópico. Livestock Research for Rural Development 6(3).

Romero, M. O., O. A. Galindo, R. E. Murgueitio y D. Z. Calle. 2014. Primeras experiencias en la propagación del botón de oro (*Tithonia diversifolia*, Hemsl. Gray) a partir de semillas para la

siembra de sistemas silvopastoriles intensivos en Colombia. Tropical and Subtropical Agroecosystems 17: 525-528.

Ruíz, T., G. Febles, V. Torres, J. González, G. Achang, L. Sarduy y H. Díaz. 2010. Evaluación de materiales recolectados de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en la zona centro-occidental de Cuba. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas 44(3): 291-296.

StatSoft, Inc. 2007. STATISTICA 8.0. StatSoft, Inc., Tulso, 1984-2007.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# FERMENTACIÓN *in vitro* DEL ESQUILMO Y SUS COMPONENTES DE CINCO VARIEDADES DE PLANTAS DE JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa L.*)

# [*In vitro* FERMENTATION OF CROP WASTE AND ITS COMPONENTS OF FIVE VARIETIES OF JAMAICA PLANTS (*Hibiscus sabdariffa* L.)]

**F. J. Castañeda-Trujano[1§], R. Lazalde-Cruz[1], L. A. Miranda-Romero[1], D. N. Tirado-Gonzales[2], A. Lara-Bueno[1]**

[1]Posgrado en Producción Animal. Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, Texcoco, Estado de México. CP. 56230. [2]Universidad Autónoma de Aguascalientes. Av. Universidad No. 940, Ciudad Universitaria, Aguascalientes, Ags. México C.P. 20131. [§]Autor para correspondencia: (fco27castaneda@gmail.com).

## RESUMEN

La producción de cáliz de jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*) también produce esquilmos: semillas, receptáculos, hojas y tallos de la planta. Estos esquilmos pueden ser aprovechados como ingredientes alimenticios para rumiantes. El objetivo de la presente investigación fue determinar la fermentación ruminal *in vitro* de los componentes de la planta (semilla, receptáculo, hojas y tallo) de cinco variedades de jamaica proveniente de Nayarit (G1), Colima (TTFC, CSPC, TRC) y Puebla (Morada), en un diseño completamente al azar con arreglo de tratamientos factorial 5*4 (variedad*componente) y tres repeticiones. Por medio de la técnica de producción de gas se obtuvieron los parámetros siguientes: volumen máximo (Vm; mL $g^{-1}$), tasa (S; $h^{-1}$) y fase Lag (L; h) de la producción de gas, así como las fracciones fermentables (g $kg^{-1}$): rápida (FR), media (FM), lenta (FL) y total (FT) para cada componente. El Vm y todas las fracciones difirieron ($p < 0.05$) entre componentes de la planta; el tallo y hoja fueron 38 y 57% más fermentables en comparación con el receptáculo y la semilla. Por su parte, el Vm entre variedades no fue diferente ($p > 0.05$), pero sus fracciones fermentables sí fueron distintas ($p < 0.05$), principalmente entre las variedades CSPC y TRC para las fracciones FL y FT (277.3 vs 230.3 y 729.5 vs 668 g $kg^{-1}$) y entre las variedades TRC y G1 para las fracciones FR y FM (156 vs 137.1 y 281.8 vs 313.0 g $kg^{-1}$). Se concluyó que el tallo y hoja son una fuente nutrimental altamente fermentable en rumen, no así el receptáculo y la semilla; sin embargo, se sabe que esta última tiene alto contenido de proteína y grasa de sobrepaso.

**Palabras clave:** Componentes botánicos, nutrición animal.

## ABSTRACT

The calyx production of jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) also produces crop waste as: seeds, receptacles, leaves and stems of the plant. The crop waste of jamaica can be used as food ingredients for ruminants. The objective of the present investigation was to determine the *in vitro* ruminal fermentation of the components of the plant (seed, receptacle, leaves and stem) of five varieties of jamaica from Nayarit (UANG1), Colima (TTFC, CSPC, TRC) and Puebla (Morada), in a completely randomized design with factorial treatment arrangement 5 * 4 (variety *

component) and three repetitions. by means of the gas production technique the following parameters were obtained: maximum volume (Vm, mL g-1), rate (S; h-1) and Lag phase (L; h) of gas production, as well as the fermentable fractions (g kg-1): fast (FR), medium (FM), slow (FL) and total (FT) for each component. The Vm and all the fractions differed ($p < 0.05$) between plant components; the stem and leaf were 38 and 57% more fermentable in comparison with the receptacle and the seed. On the other hand, the Vm between varieties was not different ($p > 0.05$), but their fermentable fractions were different ($p < 0.05$), mainly between the CSPC and TRC varieties for the FL and FT fractions (277.3 vs 230.3 and 729.5 vs 668 g kg-1) and between the TRC and UANG1 varieties for the FR and FM fractions (156 vs 137.1 and 281.8 vs 313.0 g kg-1). It was concluded that the stem and leaf are a highly fermentable nutritional source in the rumen, not the receptacle and the seed; however, it is known that the latter has a high content of protein and fat surpassing.

**Index words**: Botanical components, animal nutrition.

## INTRODUCCIÓN

El cáliz de la planta de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) tiene diferentes propiedades y múltiples usos. La flor de jamaica en México se usa principalmente en la preparación de aguas, helados, licores entre otros, para uso humano. La producción de jamaica está ganando importancia a nivel nacional e internacional, en la actualidad México destina 20,055 ha para la producción de este cultivo, siendo Oaxaca y Guerrero los estados con mayor superficie destinando 18,250 ha (SIAP, 2018). Esto abre la posibilidad para utilizar los esquilmos agrícolas de la jamaica como forraje en la alimentación de rumiantes, dando un valor agregado a lo que hoy en día simplemente es un esquilmo del cultivo de la jamaica. Sin embargo, no se han realizado estudios para conocer las propiedades fermentativas de los componentes del esquilmo y la diferencia en la calidad fermentativa entre variedades. En esta investigación se tuvo el objetivo de determinar la cinética de fermentación de los esquilmos (semillas, receptáculos hojas y tallos) del cultivo de cinco variedades de Jamaica; así como estimar las fracciones fermentables como un indicador de la calidad nutricional de dichos esquimos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se obtuvieron muestras de esquilmos post floración de cinco variedades de jamaica cultivadas en 2017 en Calvillo, Ags, México a 102° 43´ longitud oeste, 21° 51´ de latitud norte, a una altura de 1630 msnm García (1988), de un experimento con diseño completamente al azar. Las variedades de jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*) fueron: UANG1, Universidad Autónoma de Nayarit; TTFC, Tempranilla Tipo Flor Colima; CSPC, Criolla Super Precoz Colima; TRC, Tempranilla Roja Colima y; Flor Morada, Puebla. Se separaron los componentes del esquilmo en hoja, tallo, receptáculo y semilla, los cuales se secaron a 55°C por 72 h en estufa y se molieron (1mm).

Las muestras se fermentaron por la técnica de producción de gas *in vitro* (Menke y Steingass, 1988) modificada (Miranda-Romero *et al.*, 2018), en el Laboratorio de Microbiología Pecuaria de la Universidad Autónoma Chapingo. Se colocaron 200 mg de la muestra molida en frascos de

vidrio color ámbar de 60 mL de capacidad, se adicionó 45 mL de inóculo ruminal acompañado de un flujo continuo de $CO^2$. Los frascos fueron tapados herméticamente con un tapón de goma y aro metálico, y se colocaron en baño maría a 39ºC. La presión de gas de fermentación se midió con un manómetro (0 - 1 kg $cm^2$) a las 0, 2, 4, 6, 8, 10, 14, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 60 y 72 h de incubación. Las unidades de presión fueron transformadas a volumen con el modelo de regresión V (mL) = [P (kg $cm^2$) + 0.0495]/0.0185 ($r^2$= 0.98). El inóculo ruminal se filtró a través de ocho capas de tela de gasa y se diluyó en 9 partes de una solución mineral reducida compuesta de $K_2HPO_4$ (0.45 g $L^{-1}$), $(NH_4)_2SO_4$ (0.45 g $^{L-1}$), NaCl (0.90 g $^{L-1}$), $MgSO_4$ (0.18 g $^{L-1}$), $CaCl_2$ (0.12 g $^{L-1}$), $Na_2CO_3$ (4 g $^{L-1}$) y solución reductora (20 mL $L^{-1}$).

Los valores de volumen (mL $g^{-1}$ de sustrato) se usaron para obtener el volumen fraccional de gas para los intervalos de 0 a 8, 8 a 24 y 24 a 48 h de incubación, para luego transformarlos a fracciones fermentables (g $kg^{-1}$) de rápida (FR), media (FM) y lenta fermentación (FL), con los modelos de regresión lineal $Vf_{0-8}$=0.4266*(mg FR); $Vf_{8-24}$=0.6152*(mg FM), y $Vf_{24-72}$= 0.3453*(mg FL). Con la suma de estas fracciones se obtuvo la fracción total fermentable (Miranda-Romero *et al*., 2015). El diseño fue completamente al azar con arreglo de tratamientos factorial 5*4 (variedad*componente) y tres repeticiones, usando el procedimiento GLM y la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey (SAS, 2013).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró efecto de factores principales (variedad y componente). Los valores de los parámetros de la cinética de producción de gas (Vm, S y L) y las fracciones fermentables (FR, FM, FL, FT) de las cinco variedades de plantas de jamaica se muestran en el Cuadro 1. La fase Lag (L) fue mayor (4.8 h, $p < 0.05$) para la variedad UANG1 con respecto a las otras cuatro variedades, lo cual es atribuido a su menor contenido de fracción de rápida fermentación (FR; Cuadro 1). La fermentación potencial (Vm) fue igual para las cinco variedades ($p > 0.05$); sin embargo, cuando fueron transformada a fracción total fermentable, se encontró que las variedades CSPC y Morada tienen una mayor proporción de FT (72%) en comparación a la variedad TRC (66.8%). Este mismo comportamiento se observó para la fracción de lenta fermentación (FL), relacionada con carbohidratos estructurales, entre la variedad CSPC y TRC (27.7 *vs* 23.0%; Cuadro 1). Respecto a las fracciones de rápida y media fermentación (FR y FM), relacionadas con carbohidratos no estructurales, la diferencia ($p < 0.05$) básicamente está dada por la variedad UANG1, esta variedad tuvo la menor FR (13.7%) con respecto a las variedades CSPC, TRC y Morada (15.9, 15.6 y 16.4%). En contraste, la variedad UANG1 tuvo la mayor fracción FM (31.2%) en comparación con la variedad TRC (28.1%).

El volumen de gas producido por la fermentación de las variedades de jamaica fluctuó entre 353.6 a 383.5 mL $g^{-1}$ (Vm) a 72 horas de incubación, mayor al obtenido por Martínez-Loperena *et al*. (2011) para una mezcla 20:80 de rastrojo (avena:maíz; 256.6 mL $g^{-1}$), por lo que se espera que el esquilmo del cultivo de la planta de jamaica sea un mejor ingrediente alimenticio que los rastrojos.

**Cuadro 1.** Parámetros de la cinética de producción de gas y fracciones fermentables obtenidas por la fermentación *in vitro* de cinco variedades de planta de jamaica.

| | Fracciones Fermentables (g kg$^{-1}$) | | | | Parámetros | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Variedad | FR | FM | FL | FT | Vm (ml g$^{-1}$) | S (h$^{-1}$) | L (h) |
| UANG1 | 137.1$^{b}$ | 313.0$^{a}$ | 259.5$^{ba}$ | 709.6$^{ba}$ | 370.5$^{a}$ | 0.0405$^{a}$ | 4.8$^{a}$ |
| TTFC | 153.4$^{ba}$ | 296.1$^{ba}$ | 262.9$^{ba}$ | 712.4$^{ba}$ | 374.5$^{a}$ | 0.0373$^{ba}$ | 4.0$^{b}$ |
| CSPC | 159.4$^{a}$ | 292.9$^{ba}$ | 277.3$^{a}$ | 729.5$^{a}$ | 375.0$^{a}$ | 0.0360$^{b}$ | 3.8$^{b}$ |
| TRC | 156.0$^{a}$ | 281.8$^{b}$ | 230.3$^{b}$ | 668.0$^{b}$ | 353.6$^{a}$ | 0.0394$^{a}$ | 3.5$^{b}$ |
| Morada | 164.8$^{a}$ | 303.7$^{ba}$ | 259.3$^{ba}$ | 727.8$^{a}$ | 383.5$^{a}$ | 0.0375$^{ba}$ | 3.6$^{b}$ |

$^{a,b,c}$ Medias con literales distintas en la misma columna difieren estadísticamente ($p < 0.05$), Fracciones fermentables: FR = Fracción rápida, FM = Fracción media, FL =Fracción lenta y FT = Fracción total, Parámetros: Vm = Volumen máximo, S = tasa de acumulación y L = fase Lag.

Los valores de los parámetros de la cinética de producción de gas (Vm, S y L) y las fracciones fermentables (FR, FM, FL, FT) de los cuatro componentes de las plantas de jamaica se muestran en el Cuadro 2. La fase Lag (L) fue diferente ($p < 0.05$) para cada componente y siguió la tendencia siguiente: tallo (1.9 h), hoja (2.6 h), semilla (4.6 h) y receptáculo (6.7 h). Los sustratos con menor L (tallo y hoja), también fueron los que mostraron mayor ($p < 0.05$) potencial de fermentación ruminal *in vitro*, indicado por su valor de Vm, y mayor proporción de fracciones fermentables (FR, FM, FL y FT; Cuadro 2). Esto se atribuyó a que tales sustratos tienen mayor fracción de fermentación lenta, relacionada con carbohidratos estructurales, lo que indica que su fibra es muy fermentable. Igualmente, las fracciones fermentables relacionadas con carbohidratos no estructurales (FR y FM) también se encuentran en mayor proporción en hoja y tallo.

**Cuadro 2.** Parámetros de la cinética de producción de gas y fracciones fermentables obtenidas por la fermentación *in vitro* de cuatro componentes de planta de jamaica.

| | Fracciones Fermentables (g kg$^{-1}$) | | | | Parámetros | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Componente | FR | FM | FL | FT | Vm (ml g$^{-1}$) | S (h$^{-1}$) | L (h) |
| Semilla | 76.6$^{b}$ | 154.1$^{d}$ | 166.4$^{c}$ | 397.1$^{c}$ | 204.0$^{c}$ | 0.0360$^{b}$ | 4.6$^{b}$ |
| Receptáculo | 76.6$^{b}$ | 272.0$^{c}$ | 245.5$^{b}$ | 594.1$^{b}$ | 300.2$^{b}$ | 0.0398$^{a}$ | 6.7$^{a}$ |
| Hoja | 233.8$^{a}$ | 393.5$^{a}$ | 295.2$^{a}$ | 922.5$^{a}$ | 491.8$^{a}$ | 0.0407$^{a}$ | 2.6$^{c}$ |
| Tallo | 223.8$^{a}$ | 360.3$^{b}$ | 318.0$^{a}$ | 902.1$^{a}$ | 477.6$^{a}$ | 0.0361$^{b}$ | 1.9$^{d}$ |

$^{a,b,c,d}$ Medias con literales distintas en la misma columna difieren estadísticamente ($p < 0.05$), Fracciones fermentables: FR = Fracción rápida, FM = Fracción media, FL =Fracción lenta y FT = Fracción total, Parámetros: Vm = Volumen máximo, S = tasa de acumulación y L = fase Lag.

Esto permite asumir que tales componentes (hoja y tallo) del esquilmo del cultivo de la jamaica, tienen alto potencial como ingrediente alimenticio energético en dietas para rumiantes. Por otro lado, la semilla de jamaica es el componente de menor capacidad fermentable y menor contenido de fracciones fermentables (FR, FM, FL y FT), lo cual puede atribuirse a su alto contenido de PC y EE (Jínez *et al*., 1998), poco fermentables por microorganismos ruminales (Guada, 1993).

Puesto que el tallo y hoja produjeron 38 y 57% más gas de fermentación (Vm; Cuadro 2) en comparación con el receptáculo y la semilla, y 47% más que el gas obtenido en la investigación de Martínez-Loperena *et al.* (2011) para rastrojo de maíz:avena (80:20), se consideró que de alto valor fermentativo para rumiantes. El gas promedio producido en las primeras 24 h de incubación,

por la fermentación de las variedades (297.44 mL $g^{-1}$) y los componentes de la planta (294.9 mL $g^{-1}$) son superiores a los encontrados por Batista *et al*. (2003a) de 72 mL $g^{-1}$, Abidi *et al*. (2009a) de 110 mL $g^{-1}$) y Ben Salem *et al*. (2002a) de 134.5 mL $g^{-1}$. Lo anterior permite aseverar que los esquilmos del cultivo de la jamaica y en particular el tallo y hoja, tienen alto valor y calidad fermentativa como ingredientes alimenticios en dietas para rumiantes. Aunque la semilla tiene pobre calidad fermentativa, por su contenido nutrimental también tiene potencial como ingrediente alimenticio alto en PC y EE.

## CONCLUSIONES

Por sus características fermentativas, el tallo y hoja del esquilmo del cultivo de la planta de jamaica es una excelente fuente nutrimental altamente fermentable en rumen; no así el receptáculo y la semilla; sin embargo, se sabe que esta última tiene alto contenido de proteína y grasa de sobrepaso, y puede tener implicaciones positivas en la producción de rumiantes. El esquilmo del cultivo de jamaica es un recurso forrajero de importancia, en regiones donde su producción es una práctica común, como en los estados de Oaxaca y Guerrero, o en países como China, India y Sudan.

## LITERATURA CITADA

Abidi, S., S. H. Ben, A. I. Martín-García and E. Molina-Alcaide. 2009a. Ruminal fermentation of spiny (*Opuntia amyclae*) and spineless (*Opuntia ficus indica, f. inermis*) cactus cladodes and diets including cactus. Animal Feed Science and Technology 149: 333-340.

Batista, A. M., A. F. Mustafa, T. McAllister, Y. Wang, H. Soita and J. J. McKinnon. 2003a. Effect of variety on chemical composition, in situ nutrient disappearance and in vitro gas production of spineless cacti. Journal of the Science of Food and Agriculture 88: 440-445.

Ben, S. H., A. Nefzaoui and L. S. Ben. 2002a. Supplementation of Acacia cyanophylla Lindl. foliage based diets with barley or shrubs from arid areas (*Opuntia ficus indica f. inermis* and *Atriplex nummularia* L) on digestibility and growth in sheep. Animal Feed Science and Technology 96: 15-30.

García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarla a las condiciones de la República Mexicana). 4 ed. México Distrito Federal. 217 p.

Guada, J. A. 1993. Efecto del procesamiento sobre la degradabilidad ruminal de proteína y almidón. *In:* IX Curso de especialización FEDNA. Barcelona, 8 y 9 de noviembre. pp. 14

Jínez, M. T., C.A. Cortés, G. E. Ávila, T. Casaubon y E. R. Salcedo. 1998. Efecto de niveles elevados de semilla de jamaica (*Hibivus sabdariffa*) en dietas para pollos sobre el comportamiento productivo y funcionamiento hepático. Revista Veterinaria México 29(1): 35-40.

Martínez-Loperena, R., O. A. Castelán-Ortega, M. González-Ronquillo y J. G. Estrada-Flores. 2011. Determinación de la calidad nutritiva, fermentación *in vitro* y metabolitos secundarios en arvenses y rastrojo de maíz utilizados para la alimentación del ganado lechero. Tropical and Subtropical Agroecosystems 14(2): 525-536.

Menke, K. H. and H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. Animal Research Development 28: 7-55.

Miranda-Romero, L. A., L. Sandoval-González y R. Améndola-Massiotti. 2015. Producción de gas como método para estimar *in vitro* la concentración de carbohidratos fermentables en rumen. *In:* XXIV Congreso de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Puerto Varas, Chile, 9 al 13 de noviembre de 2015. 474 p.

Miranda-Romero, L. A., P. Vázquez-Mendoza, J. A. Burgueño-Ferreira and G. Aranda-Osorio. 2018. Nutritive value of cactus pear silages for finishing lambs. Journal of the Professional Association for Cactus Development 20: 196-215.

SAS. 2013. Base SAS® 9.4 Procedures Guide: Statistical Procedures, Second Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2018. http://nube.siap.gob.mx/cierre_agricola/ Consultada el 02 de febrero de 2018.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CALIDAD NUTRITIVA Y DIGESTIBILIDAD *in vitro* DE CINCO VARIEDADES DE JAMAICA *(Hibiscus sabdariffa L.)*

# [NUTRITIVE QUALITY AND *in vitro* DIGESTIBILITY OF FIVE VARIETIES OF JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa L.*)]

**Rosalba Lazalde Cruz[1§], Luis Alberto Miranda Romero[1], Gustavo Tirado Estrada[2], Alejandro Lara Bueno[1]**

[1] Posgrado en Producción Animal, Universidad Autónoma Chapingo. CP 56230. Chapingo, Estado de México, México. [2]Profesor-Investigador, Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes (ITEL), Tecnológico Nacional de México (ITN), México. [§]Autor para correspondencia: (rlazaldc.909@gmail.com).

## RESUMEN

La jamaica es un cultivo con potencial de explotación debido a los compuestos bioactivos del cáliz, pero se conoce poco del valor nutritivo que posee su esquilmo. El objetivo del presente estudio fue evaluar la calidad nutritiva y digestibilidad de cinco variedades de jamaica (CSPC= Criolla súper precoz Colima, JFM=Jamaica Flor Morada, TRC=Tempranillo Roja Colima, TTFC=Tempranillo Tipo Flor Colima, UANG1=Universidad Autónoma de Nayarit G1) y cuatro de sus componentes: semilla, cápsula, hoja y tallo, mediante un análisis químico proximal, para lo cual se obtuvieron los valores de materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE) cenizas (CEN), y para estimar el valor nutritivo del forraje el contenido de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) y hemicelulosa (HC). Los resultados indican que no hubo significancia ($p > 0.05$) entre las variedades analizadas excepto para EE y CEN, sin embargo, si hubo interacción variedad por componente entre EE y DIVMS. La variedad JFM tuvo el valor más alto de contenido de proteína (12.13%), por su parte la variedad TTFC presentó más EE (5.19%). Se encontraron diferencias ($p < 0.05$) entre componentes, FDN fue menor en hoja (22.325%), FDA más alto en semilla que en hoja (41.56 vs 11.12% respectivamente). La PC fue diferente en todos los componentes, encontrándose mayor contenido en semilla (20.337%), mientras que en hoja arrojó un valor de 14.055% lo cual es un hallazgo y es superior a lo reportado en esquilmos como rastrojos. El contenido de EE fue más alto en semilla. Se concluye con los valores encontrados de cinco variedades de jamaica y sus componentes, que el esquilmo puede ser un alimento de alto valor nutritivo, con buena digestibilidad y que en su semilla y hoja se encuentra alta concentración de proteína y grasa.

**Palabras clave**: Componentes botánicos, esquilmos agrícolas, fibras, nutrientes.

## ABSTRACT

The jamaica is a crop with potential for exploitation due to the bioactive compounds of the calyx, but little is known about the nutritional value of its crop waste. The objective of this study was to evaluate the nutritional quality and digestibility of five varieties of Jamaica (CSPC = Super Precocious Criolla Colima, PFJ = Purple Flower Jamaica, RTC = Red Tempranillo Colima, TFTC = Tempranillo Flower Type Colima, UANG1 = Autonomous University of Nayarit G1) and four of its components: seed, capsule, leaf and stem, through a proximal chemical analysis, for which

the values of dry matter (MS), crude protein (CP), ethereal extract (EE) ash (CEN) were obtained ), and to estimate the nutritional value of the forage, the neutral detergent fiber content (NDF), acid detergent fiber (ADF), *in vitro* degradation of the DM (IVDDM) and hemicellulose (HC). The results indicate that there was no significance ($p$>0.05) between the analyzed varieties except for EE and CEN, however, if there was interaction variety by component between EE and IVDDM. The variety JFM had the highest value of protein content (12.13%), meanwhile the variety TTFC presented more EE (5.19%). Differences were found ($p$ < 0.05) between components, NDF was lower in leaf (22.325%), ADF higher in seed than in leaf (41.56 vs 11.12% respectively). The CP was different in all the components, finding higher content in seed (20.337%), while in leaf it gave a value of 14,055% which is a finding and is higher than that reported in weeds like stubble The EE content was higher in seed. It concludes with the found values of five varieties of jamaica and its components, that the esquilmo can be a food of high nutritional value, with good digestibility and that in its seed and leaf is high concentration of protein and fat.

**Index words:** Agricultural wastes, botanical components, nutrients, fibers.

## INTRODUCCIÓN

El principal producto de la planta de jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.)* es el cáliz, el cual se usa para hacer una infusión y para preparar diversos alimentos de alto valor nutritivo, además de que contiene una gran cantidad de nutracéuticos (Cid y Guerrero, 2012; Da-Costa *et al.*, 2014). En México se destinan 20,055 ha a su siembra, siendo el 91% de esta superficie cosechada en Guerrero y Oaxaca dónde se obtiene el 85% de la producción nacional (SIAP, 2018). Puesto que existe la necesidad de evaluar fuentes alimenticias no convencionales de bajo costo y disponibles como alimento para rumiantes (Fagbenhro, 2005), los esquilmos del cultivo de la planta de jamaica como tallo, hoja y semilla pueden ser una alternativa para alimentación animal, especialmente en regiones donde se cultiva. Ismail *et al. (*2008); Amani y Salih. (2009); Shaheen *et al.* (2012) reportan alto contenido de proteína y grasa en semilla de jamaica. Aunque la literatura al respecto es limitada, se ha probado que al incluir la semilla en dietas y ofrecerla como alimento para especies de interés zootécnico como alevin de pez gato (Fagbenhro, 2005) y pollo de engorda (Jínez *et al.*, 1998; Ismail *et al.*, 2008; Mukhtar, 2007), mejora la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia. Aún más, la adición de semilla de jamaica a la dieta puede mejorar el consumo de alimento y las características de la carne en bovinos (Amani y Salih, 2009 y Sulliman *et al.*, 2017). Sin embargo, se desconoce la calidad nutritiva y digestibilidad de los otros componentes del esquilmo (hoja, tallo y cápsula), por lo que el objetivo de este trabajo fue determinar la calidad nutritiva en función del contenido de nutrientes y digestibilidad *in vitro* de los componentes botánicos del esquilmo de cinco variedades de jamaica.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se obtuvo material vegetal de cinco variedades de jamaica (CSPC= Criolla súper precoz Colima, JFM=Jamaica Flor Morada, TRC=Tempranillo Roja Colima, TTFC=Tempranillo Tipo Flor Colima, UANG1=Universidad Autónoma de Nayarit G1), que fueron sembradas en Calvillo Ags., localizado a 102° 43' longitud oeste 21°51' de latitud norte, a una altura de 1,630 msnm, con

temperatura y precipitación media anual que oscila entre los 18° y 22°C y 660 mm (García, 1988), con un diseño completamente al azar con tres repeticiones. Una vez que la mayoría de las plantas alcanzaron la coloración rojiza del cáliz, se colectaron las muestras del esquilmo de la planta de jamaica en diciembre de 2017. De estas, se obtuvo por separado el tallo, hoja, semilla y cápsula, los cuales fueron secados y molidos (2mm). Posteriormente a cada componente de la planta se le determinó su contenido de materia seca (MS), extracto etéreo (EE), proteína cruda (PC) y cenizas (CEN) (AOAC, 1990), así como fibra detergente neutro (FDN) y ácido (FDA). y hemicelulosa (HC) (Van Soest *et al.,* 1991). Todos los datos se ajustaron al contenido de materia seca obtenida. La DIVMS se determinó con base en la técnica de gas descrita por Menke y Steingass (1988) modificada por Theodorou *et al.* (1994). Estas determinaciones se analizaron con un diseño completamente al azar, el arreglo de tratamientos fue factorial 5*4 (variedad*componente botánico) con el procedimiento GLM (SAS, 2013).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró efecto ($p < 0.05$) de la interacción variedad*componente para PC, EE y DIVMS. La variedad de jamaica afectó CEN y EE y el componente botánico afectó ($p < 0.05$) todas las variables estudiadas (Figura 1). El contenido de PC fue diferente ($p < 0.05$) para todos los componentes botánicos, siguiendo el siguiente orden: semilla (20.337%), hoja (14.055%), cápsula (9.46%) y tallo (2.185%) sin que exista efecto de variedad ($p < 0.05$). Se encontró que el contenido de EE fue afectado por los tres factores estudiados (Cuadro 1). Respecto al EE, la interacción variedad*componente indica que está determinada principalmente por la semilla y la hoja, componentes que tuvieron la mayor ($p < 0.05$) proporción de EE en comparación con cápsula y tallo (Cuadro 1). El contenido de CEN osciló entre 6.98 a 8.29% entre variedades de jamaica, siendo mayor ($p < 0.05$) en la variedad CSPC en comparación con TTFC (Figura 1). Respecto a componentes botánicos la concentración de CEN en la hoja y cápsula fueron superiores ($p < 0.05$) al encontrado en semilla y tallo. La FDN, FDA HC solo fue afectada ($p < 0.05$) por el componente botánico (Cuadro 2). La hoja y tallo fueron los componentes que tuvieron menor ($p < 0.05$) cantidad de estos indicadores de calidad con respecto a semilla y cápsula. La DIVMS mostró una tendencia a variar por efecto de la interacción variedad*componente ($p=0.05$), pero si hubo un efecto claro para componentes botánicos ($p < 0.05$). En este caso, la hoja y tallo tuvieron mayor DIVMS en comparación a la semilla y la cápsula.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

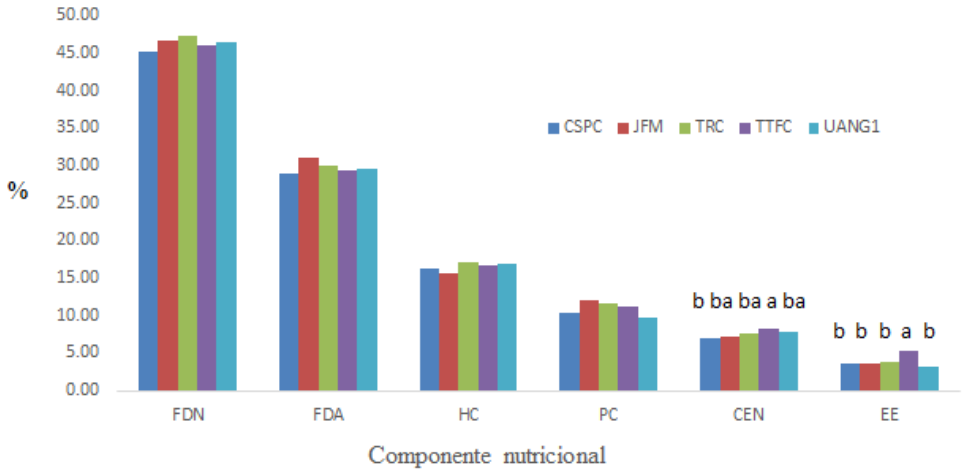



**Figura 1.** Contenido de nutrimentos (%) en el esquilmo del cultivo de Jamaica. Literal en barra indica donde hubo diferencias ($p < 0.05$) entre medias.

**Cuadro 1.** Valores de probabilidad estadística para componentes químicos y estimadores de calidad del esquilmo del cultivo de jamaica de acuerdo con el componente botánico, la variedad e interacción variedad*componente.

| Fuente de variación | FDN | FDA | HC | PC | CEN | EE | DIVMS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ---------- % ---------- | | | | | | |
| Variedad | 0.843 | 0.559 | 0.928 | 0.308 | 0.002 | <.0001 | 0.333 |
| Componente | <.0001 | <.0001 | <.0001 | <.0001 | <.0001 | <.0001 | <.0001 |
| Variedad*componente | 0.209 | 0.147 | 0.211 | 0.008 | 0.064 | <.0001 | 0.05 |

Fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), hemicelulosa (HC), proteína cruda (PC), cenizas (CEN), extracto etéreo (EE), digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS).

La composición varía en relación con los factores a los que está expuesto (Granados y Castañeda, 1996), algunos de ellos pueden ser la variedad, estado de madurez, humedad, composición de nutrientes en el suelo, fertilización y prácticas agronómicas (Dubeux *et al*., 2006). La digestibilidad encontrada para estos componentes botánicos de la planta de jamaica es en promedio similar a la de un forraje fresco (Ortega *et al.*, 2015), y superior al de pajas y rastrojos (Yescas *et al.*, 2004; Souza y Dos Santos, 2013), lo que sugiere que este esquilmo del cultivo de la jamaica es de mejor calidad nutritiva que algunos rastrojos usados actualmente en la alimentación de rumiantes. Sin embargo, entre componentes se encontró mayor DIVMS para hoja y tallo lo cual puede deberse a que estos mismos componentes contiene menor ($p < 0.05$) cantidad de FDN y FDA en comparación a la semilla y cápsula. Kwari *et al.* (2011) encontraron 38% de PC en la semilla de jamaica, aunque por su parte Udayasekhara (1996) reporta valores de PC menores (20.55%). Se ha observado que puede haber variación dependiendo de condiciones como humedad del suelo y la fertilización (Pinos *et al.*, 2012). Es posible que estos valores encontrados contribuyan a cubrir las demandas de PC de ganado para producción de carne o leche. En la presente investigación se encontró en promedio (11.03%) de PC. La semilla por su parte puede ser una fuente importante de PC en la elaboración de dietas para rumiantes dado que tiene mayor ($p < 0.05$) concentración que tallo y cápsula.

**Cuadro 2.** Composición nutrimental de los principales componentes del cultivo de la planta de jamaica.

| Componente botánico | FDN | FDA | HC | PC | CEN | EE | DIVMS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ---------- % ---------- | | | | | | |
| Semilla | 57.083[a] | 41.565[a] | 15.517[b] | 20.337[a] | 5.511[c] | 8.940[a] | 55.138[b] |
| Hoja | 22.325[b] | 11.125[d] | 11.201[b] | 14.055[b] | 6.980[a] | 6.654[b] | 73.825[a] |
| Cápsula | 48.391[a] | 27.562[c] | 20.828[a] | 9.460[c] | 8.662[b] | 0.601[c] | 60.441[b] |
| Tallo | 51.239[a] | 35.335[b] | 15.903[ba] | 2.185[d] | 6.356[c] | 0.970[c] | 69.704[a] |

Medias con literal distinta en la misma columna son diferentes ($p < 0.05$).

De igual manera, la semilla tiene alta proporción de EE asociado a contenido de grasa, lo que sugiere que también puede usarse como una fuente de energía poco digestible en rumen (Johnson y McClure, 1973) esto es comparado con semillas de girasol reportado por (Arija *et al.,* 1999). El alto contenido de EE en semilla (8.94%) es una variable para considerar en la formulación de dietas porque pudiera tener resultados adversos dado que se sabe que dietas ofrecidas a rumiantes con contenido mayor a 6% de EE deprime la DIVMS del alimento (Moate *et al*., 2004; Martínez *et al.*, 2010). También es factible que la semilla contenga taninos en alta cantidad debido al sabor astringentes que posee (Ariza *et al*., 2014; Duarte *et al.*, 2016), además encontraron que la semilla cruda respecto a la semilla tratada (hervida, tostada, remojada) tiene menos digestibilidad (Maffo *et al*., 2014). El contenido de cenizas en semilla se encontró en un intervalo de 6.98 y 8.29% similar a lo reportado por Mukhtar (2007) y Maffo *et al.* (2014) mientras que la cápsula puede ser una fuente importante de minerales por su alto contenido de CEN (8.66%), sin embargo, es necesario hacer un análisis del perfil de minerales con el fin de confirmar esta aseveración. En este sentido, Crisosto y Mitchell (2002) explicaron que la absorción de minerales en la planta está influenciada por varios factores tales como edad, densidad, distribución del sistema radical, grado de disolución de los propios minerales, humedad y pH del suelo, así como por los requerimientos nutrimentales de cada variedad.

En general, las diferencias en el contenido de estos compuestos puede deberse al ciclo fotosintético de cada una de las variedades, el cual está influenciado por factores como el estrés hídrico, las estructuras de las hojas, contenido de clorofila, calidad y cantidad de luz incidente en las hojas y la temperatura ambiental ambiente (Evans y Al-Hamdani, 2015); así mismo, la alta variabilidad en la composición de estos cultivos puede depender de factores geográficos y genéticos (Vicente *et al.*, 2009) lo cual determina que haya interacción entre las distintas variedades y sus componentes.

## CONCLUSIONES

Se concluye que el esquilmo del cultivo de jamaica puede ser un buen recurso alimenticio de alta calidad nutritiva en comparación a otros esquilmos usados comunmente en la producción de rumiantes; y puede ser diferenciado en virtud de que la semilla es una fuente rica en PC y EE, mientras que la hoja y tallo son altamente digestibles por su bajo contenido de fibras, en adición, la hoja contiene PC semejante a algunos pastos. El uso de este esquilmo en la alimentación de rumiantes puede tener implicaciones económicas y productivas en regiones productoras de jamaica.

## LITERATURA CITADA

Amani, A. B. and B. Salih. 2009. The Effect of feeding diet with graded levels of roselle (*Hibiscus Sabdariffa*) seed on carcass characteristics and meat quality of sudan desert Lamb. Research Journal of Animal and Veterinary Sciences 4: 35-44.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official Methods of Analysis. 15th Ed. Association of Official Agricultural Chemists, Washington, DC. 2000 p.

Arija, I., A. Víveros, A. Brenes y R. Canales. 1999. Estudio del valor nutritivo de la semilla de girasol entera descascarillada en raciones de pollos broiler y su efecto sobre la concentración de ácidos grasos en la grasa abdominal. Archivos de Zootecnia 48: 249-259.

Ariza, F. R., A.V. Serrano, G. S. Navarro, C. M. Ovando, G. E. Vázquez, A. A, Barrios, A. A. Michel, M. S. Guzmán y S. M. A. Otero. 2014. Variedades mexicanas de jamaica (*Hibiscus sabdariffa l.*) 'alma blanca' y 'rosalíz' de color claro, y 'cotzaltzin' y 'tecoanapa' de color rojo Revista Fitotecnia Mexicana 37: 181-185.

Cid, O. S. y B. J. A. Guerrero. 2012. Propiedades funcionales de la Jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*). Temas selectos de Ingenieria de Alimentos. 6: 47-63.

Crisosto, C. H. and J. P. Mitchell. 2002. Preharvest factors affecting fruit and vegetable quality. *In*: Postharvest Technology of Horticul- tural Crops. A. A. Kader (ed.). Third ed. Publication 3529. University of California. Agriculture and Natural Resources. Richmond, CA, USA. pp:49-54.

Da-Costa, R. I., B. Bonnlaender, H. Sievers, I. Pischel and M. Heinrich. 2014. *Hibiscus sabdariffa L.* – A phytochemical and pharmacological review. Food Chemistry 165:424-443.

Duarte, V., G. V. M. Zamora, G. E. Montalvo y A. S. G. Sáyago. 2016. Caracterización nutricional de 20 variedades mejoradas de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* l.) cultivadas en México. Revista Fitotecnia Mexicana 39: 199-206.

Dubeux, Jr. C., M. V. F Santos, M. A. Lira, D. C. Santos, I. Farias, L. E. Lima and R. L. C. Ferreira. 2006. Productivity of *Opuntia ficus-indica* (L.). Miller under different N and P fertilization and plant population in North-East Brazil. Journal of Arid Environments 67: 357-372.

Evans, D. and S. Al-Hamdani. 2015. Selected physiological responses of roselle (*Hibiscus sabdariffa*) to drought stress. Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences 3: 500-507.

Fagbenhro, O. A. 2005. Soybean meal substitution with Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) seed meal in dry practical diets for fingerlings of the African Catfish, Clarias gariepinus (Burchell 1822). Journal of Animal and Veterinary Advances 4: 473-477.

García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarla a las condiciones de la República Mexicana). 4 ed. México Distrito Federal.

Granados, S., D. y P. A. Castañeda. 1996. El nopal: Historia, fisiología, genética e importancia frutícola. Editorial Trillas. México. 227 p.

Ismail, A., I. E. Khairul and N. H. Mohd. 2008. Roselle (*Hibiscus sabdariffa L.*) sedes-nutritional composition, protein quality and health benefits. Global Science Book Food 2: 1-16.

Jínez, M. T., C. A. Cortés, G. E. Ávila, M. A. Casaubon y E. R. Salcedo. 1998. Efecto de niveles elevados de semilla de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) en dietas para pollos sobre el comportamiento productivo y funcionamiento hepático. Veterinaria México 29: 35-40.

Johnson, R. and K. McClure. 1973. High fat rations for ruminants II. Effects of fat added to corn plant material prior to ensiling on digestibility and voluntary intake of the silage. Journal of Animal Science 36: 397-406.

Kwari, I. D., J. U. Igwebuike, I. D. Mohammed and S. S. Diarra. 2011. Growth, haematology and serum chemistry of broiler chickens fed raw or differently processed sorrel (*Hibiscus sabdariffa*) seed meal in a semi-arid environment. International Journal of Science and Nature 2: 22-27.

Maffo, T. G., E. E. Agbor, N. H. S. Mekoudjou, S. C. N. Kengne and I. Gouado. 2014. Proximate and mineral composition, protein quality of *Hibiscus sabdariffa L*. (roselle) seeds cultivated in two agro ecological areas in Cameroon. International Journal of Nutrition and Food Sciences 3: 251-258.

Martínez, M. A. L., H. M. Pérez, A. L. Pérez y C. G. Gómez. 2010. Digestión de los lípidos en los rumiantes: Una revisión. Interciencia, 35: 240-246.

Menke, K. H., and H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. Animal Research Development 28: 7-55.

Moate, P. J., W. Chalupa, T. C. Jenkins and R. C. Boston. 2004. A model to describe ruminal metabolism and intestinal absorption of long chain fatty acids. Animal Feed Science and Technology. 112: 79- 105.

Mukhtar, A. M. 2007. The Effect of Feeding Rosella (*Hibiscus Sabdariffa*) Seed on Broiler Chick's Performance. Research Journal of Animal & Veterinary Science. 2: 21-23.

Ortega A. C. A., F. C. Lemus, P. J. O. Bugarín, S. G. Alejo, Q. A. Ramos, N. J. Grageola, y C. J. A. Bonilla. 2015. Características agronómicas, composición bromatológica, digestibilidad y consumo animal en cuatro especies de pastos de los géneros *Brachiaria* y *Panicum*. Tropical and Subtropical Agroecosystems 18: 291-301.

Pinos, R. J. M., L. J. C. García, A. L. Y. Peña, H. J. A. Rendón, G. C. González y P. F. Tristán. 2012. Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de América. Agrociencia 46: 359-370.

SAS. 2013. Base SAS® 9.4 Procedures Guide: Statistical Procedures, Second Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc.

Shaheen, M. A., F. S. El-Nakhlawy and A. R. Al-Shareef. 2012. Roselle (*Hibiscus sabdariffa L.)* seeds as unconventional nutritional source. African Journal of Biotechnology. 11:9821-9824.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2018. http://nube.siap.gob.mx/cierre_agricola/. Consultada el 02 de febrero de 2018.

Souza, O. y I. E. Dos Santos. 2013. Digestibilidad *in vivo*, balance de nitrógeno e ingestión voluntaria en ovinos alimentados con paja de cebada tratada con urea. Archivos de Zootecnia 51: 361-371.

Sulliman, G. M., S. A. Babiker and H. M. Eichinger. 2017. Effect of *Hibiscus* seed-based diet on chemical composition, carcass characteristics and meat quality traits of cattle. Indian Journal of Animal Research 51: 694-699.

Theodorou, M. K.; B. A. Williams, M. S. Dhanoa, A. B. McAllan and J. France. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. Feed Science and Technology 48: 185-197.

Udayasekhara, R. P. 1996. Nutrient composition and biological evaluation of mesta (*Hibbiscus sabdariffa*) seeds. Plant Foods for Human Nutrition 49: 27-34.

Van Soest, P. J. B., J. A. Robertson and B. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74: 3583-3597.

Vicente, A. R., G. A. Manganaris, G. O. Sozzi and. C. H. Crisosto. 2009 Nutritional quality of fruits and vegetables. *In*: Postharvest Handling: A System Approach. J. Wojciech, R. L. Florkowski, B. B. Shew- felt and S. E. Prussia (eds.). Elsevier. New York. pp:57-106.

Yescas Y. R., G. R. Bárcena, M. G. D. Mendoza, M. S. S. González, P. M. Cobos y C. M. E. Ortega. 2004. Digestibilidad *in situ* de dietas con rastrojo de maíz o paja de avena con enzimas fibrolíticas. Agrociencia 38: 23-31.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# PRODUCCIÓN DE METANO Y DIGESTIBILIDAD *in vitro* DE ACCESIONES DE LEUCAENA DE DISTINTAS PROCEDENCIAS AGROCLIMÁTICAS DE MÉXICO

# [*In vitro* METHANE PRODUCTION AND DIGESTIBILITY OF LEUCAENA ACCESSIONS FROM DIFFERENT AGROCLIMATIC PROVENANCES IN MEXICO]

**Claudio Vite-Cristóbal[1,2§], Pedro Arturo Martínez-Hernández[1], Enrique Cortés-Díaz[1], Ponciano Pérez-Hernández[3], José Manuel Palma-García[4], Luis Alberto Miranda-Romero[1]**

[1]Posgrado en Producción Animal, Universidad Autónoma Chapingo, Km. 38.5 Carretera México-Texcoco, C. P. 56230, Texcoco, Estado de México, México. [2]Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca. Desv. Lindero-Tametate S/N, Col. La Morita, C. P. 92100, Tantoyuca, Veracruz, México. [3]Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, Km. 88.5 Carretera Federal Xalapa-Veracruz, Predio Tepetates, C. P. 91690, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México. [4]Colegio Mexicano de Agroforestería Pecuaria A. C., Centro Universitario de Investigación y Desarrollo Agropecuario, Universidad de Colima, C. P. 28040, Colima, Colima, México. [§]Autor para correspondencia:(cvitec81@hotmail.com).

## RESUMEN

Con el objetivo de caracterizar la producción de metano *in vitro* de follaje de accesiones de Leucaena de distintos sitios y procedencias agroclimáticas de México, se realizó un experimento *in vitro* de producción de gas en el que se incluyeron dos sitios de plantación: Morelos y Veracruz, y cinco procedencias de la semilla: Colima, Cunningham, Morelos, Nuevo León y Veracruz. El forraje se recolectó a los seis meses de rebrote en ambos sitios de plantación. Los volúmenes totales de gas y de $CO_2$ fueron 41 y 5.6 % superiores ($p < 0.05$), en tanto la producción de metano fue 18.3 % inferior ($p < 0.05$), para el sitio Morelos en comparación con Veracruz. La desaparición de la MS y MO a las 24 h promediaron 23 y 29 %, respectivamente, con y sin diferencias significativas entre procedencias y sitios. Las procedencias que produjeron más $CH_4$ mostraron menor producción de $CO_2$ y digestibilidad de la MO ($p < 0.05$), situación que fue más contrastante entre las procedencias de Colima y Nuevo León. Se concluye que las accesiones de Leucaenas establecidas en Morelos se asoció a disminuciones en la producción de metano, con producciones mayores de gas total y bióxido de carbono, con variabilidad en las calidades de las materias seca y orgánica sólo a nivel de procedencias, características que pueden asociarse a un follaje que mejoraría la productividad y eficiencia en la ganadería con rumiantes sin originar mayor contaminación del ambiente.

**Palabras clave**: Gases con efecto invernadero, germoplasma vegetal autóctono, *Leucaena leucocephala*.

## ABSTRACT

In order to characterize the in vitro methane production of foliage of Leucaena accessions from different sites and agroclimatic provenances of Mexico, an *in vitro* gas production experiment was carried out in which two plantation sites were included: Morelos and Veracruz, and five provenances of the seed: Colima, Cunningham, Morelos, Nuevo León and Veracruz. The forage

was collected after six months of regrowth at both planting sites. Total gas and $CO_2$ volumes were 41 and 5.6% higher ($p < 0.05$), while methane production was 18.3% lower ($p < 0.05$), for the Morelos site compared to Veracruz. The disappearance of MS and MO at 24 h averaged 23 and 29%, respectively, with and without significant differences between provenances and sites. The provenances that produced more $CH_4$ showed lower $CO_2$ production and OM digestibility ($p < 0.05$), a situation that was more contrast between the provenances of Colima and Nuevo León. It is concluded that the accessions of Leucaenas established in Morelos was associated with decreases in the production of methane, with higher productions of total gas and carbon dioxide, with variability in the qualities of the dry and organic materials only at the level of provenances, characteristics that can be associated with foliage that would improve productivity and efficiency in livestock with ruminants without causing greater environmental pollution.

**Index words**: Greenhouse gases, *Leucaena leucocephala*, indigenous plant germplasm.

## INTRODUCCIÓN

La emisión de gas metano ($CH_4$) es el mayor impacto negativo sobre el ambiente que tiene la ganadería con rumiantes en pastoreo o alimentados con forrajes toscos, muy en particular en condiciones de ambientes tropicales (Martínez-Hernández *et al*., 2019). En este sentido, la sostenibilidad de la ganadería pastoril con rumiantes alimentados con praderas monófitas a base de gramíneas está fuertemente amenazada por señalarse que es emisora de hasta 37 % del $CH_4$, 9% del $CO_2$, 65% del óxido nitroso ($N_2O$) y 64% del amoníaco, todos ellos gases de efecto invernadero (FAO, 2006; Steinfeld *et al*., 2006; Knapp *et al*., 2014).

Éste gas metano en la ganadería con rumiantes proviene de la fermentación ruminal (mal llamada fermentación entérica) y de la descomposición anaerobia de las excretas (Johnson y Johnson, 1995; Eckard *et al*., 2010; Knapp *et al*., 2014). El $CH_4$ ruminal es un subproducto de la fermentación de la materia orgánica (almidón, celulosa, hemicelulosas, proteínas y otros materiales menores) por bacterias anaeróbicas, protozoarios y hongos en el rumen, y secundariamente en intestinos (Johnson y Johnson, 1995). La celulosa y la hemicelulosa son las responsables de la elevada producción de $CH_4$ por unidad de sustrato digerido, debido a que estas se fermentan a tasas más bajas que los carbohidratos no estructurales (Eckard *et al*., 2010).

Los sistemas silvopastoriles (SSP) con Leucaena han demostrado mejorar la producción animal sin aumento y a veces con reducción en la liberación de $CH_4$ ruminal (Shelton y Dalzell, 2007; Molina *et al*., 2013; 2016; Barahona *et al*., 2014). Bovinos con acceso a follaje de Lucaena muestran una liberación menor de $CH_4$ por kilogramo de producto animal y una mayor digestibilidad del forraje consumido en comparación a bovinos pastoreando gramíneas tropicales, esto debido a que las hojas de Leucaena presentan mayor contenido celular y menor de pared celular en comparación a gramíneas tropicales (Shelton y Dalzell, 2007). Bovinos pastoreando un SSP con hasta 20% de oferta de follaje de Leucaena mostraron 21% menor pérdida calculada de energía bruta en forma de $CH_4$ ruminal en comparación a los que pastorearon gramíneas tropicales (Martínez-Hernández *et al*., 2019). Eckard *et al*. (2010) concluyen que del 6-10% de la energía

bruta total consumida por la vaca lechera se convierte en $CH_4$ ruminal y se libera a través de la respiración.

Los rumiantes en pastoreo que basan su alimentación exclusiva en forrajes producen mayor cantidad de $CH_4$ por animal en comparación con rumiantes en confinamiento que basan su alimentación con granos, atribuido también a mayores tallas que exigen mayor consumo de alimento. Por tanto, al considerar la propiedad calorífica del $CH_4$ (12 Kcal $g^{-1}$) y un consumo de alimento con 2.6 Mcal $kg^{-1}$ MS del 3 % de la materia seca en base a PV para una vaca lechera de 550 kg de PV, se producen al menos 104 kg $animal^{-1}$ $año^{-1}$ de $CH_4$ ruminal.

Ante la preocupación de lograr una ganadería bovina regenerativa y sostenible sin originar mayor contaminación del ambiente y debido a la disponibilidad de Leucaena como recurso autóctono en el trópico mexicano (Palma, 2006; Cortez *et al*., 2016) y para fomentar el aprovechamiento del follaje de la misma en la ganadería, se propone estudiar la calidad fermentativa en comparación con variedades mejoradas. El presente estudio tiene como propósito determinar el efecto sobre las emisiones de metano del follaje de accesiones de *L. leucocephala*, recolectados y establecidos en distintas procedencias agroclimáticas de México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos de campo para el desarrollo de los modelos provinieron de dos sitios en los que se contó con parcelas experimentales plantadas con Leucaenas de diferente procedencia (Colima, Cunningham, Morelos, Nuevo León y Veracruz). Uno de los sitios fue Tepalcingo, Morelos y el otro Tantoyuca, Veracruz. Tepalcingo se localiza a 18°31'18.5"LN y 98°56'25.2"LO y 1,179 msnm, y tiene clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano, precipitación anual de 879 mm y temperatura media de 21.8 °C (García, 2005). Tantoyuca se localiza a 21°19'56.3"LN y 98°13'22.3"LO y 136 msnm, y tiene clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, precipitación anual de 1,228 mm y temperatura media de 23.9 °C (García, 2005). El tipo de suelo en ambos ambientes de crecimiento fue vertisol, de acuerdo con la clasificación del sistema FAO/UNESCO 2010 obtenido del continuo nacional a escala 1: 1,000,000 del INEGI.

El sitio de Tepalcingo se conformó con 11 accesiones y el de Tantoyuca con 14. Para ambos sitios todas las Leucaenas plantadas fueron originalmente crecidas en vivero en la Universidad Autónoma Chapingo y trasplantadas entre cuatro y seis meses de crecimiento. Las distancias entre hileras y plantas fueron 3 y 2 m, de forma que cada accesión tuvo una parcela con 16 plantas. Cada parcela experimental fue establecida en condiciones de temporal, sin fertilización y en un diseño de bloques al azar con dos y tres repeticiones.

Para el inicio de la toma de datos en ambos sitios se dio previamente un corte de homogeneización que consistió en podar a las plantas a 50 cm de altura a partir de la base del suelo, entre los tres y seis meses después del trasplante. Las diferencias en tiempos de establecimiento fueron compensadas con la siembra de plantas de mayor tamaño, corte de homogeneización tres meses más tarde y mayor disponibilidad de agua durante el establecimiento en Veracruz.

El follaje en estudio provino de una muestra compuesta de hojas más tallos de diámetro no mayor a 3 mm realizada en cuatro plantas de cada parcela al inicio de la época lluviosa en el año 2018, con una edad aproximada de seis meses de rebrote a partir del corte de homogeneización, trasladada en termo con gel congelante al laboratorio de forrajes de la Universidad Autónoma Chapingo (UACh), en donde se secó en estufa a aire forzado a 55 ºC hasta peso constante. Una submuestra de follaje seco fue triturada en molino de martillos tipo Wiley con malla de 1 mm y procesada en el laboratorio de Microbilogía Pecuaria de la UACh. La medición de las emisiones de metano se basó en la técnica *in vitro* de producción de gases (Theodorou *et al*., 1994; Bhatta *et al*., 2007), a partir del cual se estimaron los volúmenes totales (VT), de bióxido de carbono ($VCO_2$) y metano más gases menores ($VCH_4$+GM), expresados en mL $kg^{-1}$ de sustrato. El procedimiento consistió en conectar una aguja hipodérmica a un transductor de presión digital que se inserta manualmente a través del tapón de goma de la botella de volumen conocido para medir y liberar la presión de gas acumulada (Theodorou *et al*., 1994). Las digestibilidades *in vitro* de la materia seca (DIVMS) y materia orgánica (DIVMO) se obtuvieron mediante la técnica de Tilley y Terry (1963).

Las variables fueron sometidas a un análisis de varianza mediante un modelo que incluyó los efectos fijos de accesión, sitio y procedencia, la interacción sitio x procedencia y el efecto aleatorio de accesión anidado en sitio, mediante el procedimiento MIXED (SAS® 9.4, SAS Inst. Inc., Cary, NC., USA). Cuando fue necesario, las medias de las variables fueron estimadas y comparadas con la prueba de Tukey mediante la instrucción LSMEANS (SAS® 9.4, SAS Inst. Inc., Cary, NC., USA).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto del sitio de plantación y la procedencia del material genético en la producción de $CH_4$ y la digestibilidad aparente de la materia seca y orgánica para el follaje de Leucaena se muestra en el Cuadro 1. La técnica *in vitro* de producción de gases permitió determinar la extensión y la cinética de degradación del alimento a través del volumen de gas producido durante el proceso fermentativo de 24 h, a partir del cual se dedujo que el sitio Morelos produjo follaje de Leucaena con mayores volúmenes de gas acumulado ($p = 0.0224$) y bióxido de carbono ($p = 0.0384$) y menor producción de metano más gases menores ($p = 0.0371$), sin mostrar efecto ($p > 0.05$) en las digestibilidades de la materia seca y orgánica. La procedencia del material genético mostró efecto sobre los volúmenes total ($p = 0.0148$), de bióxido de carbono ($p = 0.0050$), metano más gases menores ($p = 0.0060$), así como en las digestibilidades de la materia seca ($p = 0.0164$) y orgánica ($p = 0.0226$). En general, los sitios de plantación y las procedencias que produjeron más $CH_4$ mostraron menor producción de $CO_2$ y volumen total de gas, y para el caso de las procedencias también menores digestibilidades de la MS y MO, situación que es más contrastante entre las procedencias de Colima y Nuevo León.

Singh *et al*. (2012) concluyeron que las variaciones en la producción total de gas y $CH_4$ entre forraje de leguminosas y gramíneas se deben a variaciones en sus componentes químicos. Gaviria *et al*. (2015) encontraron que la mayor producción de gas se obtuvo en los forrajes con menor cantidad de FDN, ya que, posiblemente, la producción de gas se relacione de forma lineal con la degradación de la FDN. Además, Machado *et al*. (2012) reportaron que los sustratos con menor contenido de

FDN presentan tasas más altas de producción de gas, y esta sucede más rápido. Molina *et al*. (2013) no encontraron diferencias en la producción de metano (7.7 a 12.5 g $kg^{-1}$ de sustrato) con incrementos graduales de Leucaena en la dieta. Soltan *et al*. (2012) reportaron producciones 8.5 y 131 mL $g^{-1}$ de MO incubada para metano y gas total en el follaje de Leucaena, dicho valor de metano es inferior y el de volumen total de gas mayor a los observados en este estudio. El promedio de 24 % para metano obtenido a las 24 h de incubación fue superior al valor obtenido *in situ* (8 %) para las 24 h de fermentación en ovinos y bovinos alimentados con 24 a 27 % de inclusión de follaje de Leucaena en la dieta (Molina *et al*., 2013; 2016) y similar al 20 % de metano para follaje de Leucaena obtenida a las 24 h de incubación por Singh *et al*. (2012).

Martínez-Hernández *et al*. (2019) concluyeron que las DIVMS y DIVMO en el follaje de Leucaena fueron de alta a muy alta (ambos superiores a 54 %) en comparación con gramíneas tropicales fermentadas a las 96 h. Delgado *et al*. (2013) y Molina *et al*. (2013) reportaron en promedio 48 % de DIVMS a las 24 h de incubación, mientras Delgado *et al*. (2013) para el mismo tiempo de incubación encontró un promedio de 54 % en DIVMO, valores que son superiores a los promedios de DIVMS (23 %) y DIVMO (29 %) observados en este estudio. García *et al*. (2009) indican que la importancia del follaje de Leucaena como fuente de forraje, es que además de mayores concentraciones de nutrimentos éstos muestran una mayor digestibilidad. Por tanto, se sugiere la estimación de los parámetros relacionados con las fracciones fermentables y las digestibilidadades de la MS y MO con periodos de incubación más prolongados (48 a 96 h). Los resultados del presente estudio demuestran que existe material genético distribuido en el país que podría generar follaje de Leucaena de mejor calidad que el recurso forrajero local, con degradabilidad de la MO superior a 29 %.

**Cuadro 1.** Efecto de la accesión, sitio de plantación y procedencia del material genético en las fracciones fermentables y la digestibilidad aparente de la materia seca y orgánica ($\bar{x}$±EE) en follaje de *Leucaena leucocephala*.

| Efecto | Fracciones fermentables | | | Digestibilidad | |
|---|---|---|---|---|---|
| | VT | $VCO_2$ | $VCH_4$+GM | MS | MO |
| *Accesión* | | | | | |
| 1 | 86.2±3.6$^{a}$ | 76.3±0.7$^{a}$ | 23.9±0.7$^{a}$ | 25.8±1.1$^{a}$ | 31.6±1.1$^{a}$ |
| 2 | 80.8±4.3$^{a}$ | 75.6±0.8$^{a}$ | 24.4±0.8$^{a}$ | 19.3±1.3$^{a}$ | 25.4±1.3$^{a}$ |
| 3 | 97.6±3.9$^{a}$ | 74.9±0.7$^{a}$ | 25.0±0.7$^{a}$ | 24.4±1.2$^{a}$ | 29.8±1.2$^{a}$ |
| *Sitio* | | | | | |
| Morelos | 103.2±3.6$^{a}$ | 77.6±0.7$^{a}$ | 22.4±0.7$^{b}$ | 23.4±1.1$^{a}$ | 30.0±1.0$^{a}$ |
| Veracruz | 73.2±2.8$^{b}$ | 73.5±0.5$^{b}$ | 26.5±0.5$^{a}$ | 22.9±0.9$^{a}$ | 27.9±0.9$^{a}$ |
| *Procedencia* | | | | | |
| Colima | 81.1±4.9$^{b}$ | 73.5±0.9$^{b}$ | 26.5±0.9$^{a}$ | 20.6±1.2$^{b}$ | 26.0±1.2$^{b}$ |
| Cunningham | 85.0±4.9$^{ab}$ | 76.2±0.9$^{ab}$ | 23.8±0.9$^{ab}$ | 23.6±1.2$^{ab}$ | 29.0±1.2$^{ab}$ |
| Morelos | 88.3±6.3$^{ab}$ | 74.0±1.2$^{b}$ | 25.9±1.1$^{ab}$ | 23.5±1.6$^{ab}$ | 30.3±1.6$^{ab}$ |
| Nuevo León | 102.6±4.3$^{a}$ | 78.3±0.8$^{a}$ | 22.0±0.8$^{b}$ | 26.1±1.1$^{a}$ | 31.1±1.1$^{a}$ |
| Veracruz | 84.0±5.3$^{ab}$ | 76.0±1.0$^{ab}$ | 24.1±1.0$^{ab}$ | 22.0±1.3$^{ab}$ | 28.3±1.3$^{ab}$ |

$^{a,b,c,d}$ Medias con al menos una literal igual en la misma columna por factor no presentan diferencias significativas ($p < 0.05$; Tukey). VT = volumen total (mL $g^{-1}$ de sustrato), $VCO_2$ = volumen de bióxido de carbono (%), $VCH_4$+GM = metano más gases menores (%), MS = materia seca (%) y MO = materia orgánica (%).

## CONCLUSIONES

La menor producción de metano ocurrió en el follaje de *Leucaena leucocephala* establecida en Morelos y mayor en Veracruz, sin diferencias entre ambos sitios en la desaparición de la materia seca y orgánica, con volúmenes elevados de gas total y de $CO_2$. En las distintas procedencias estudiadas fue asociada la baja emisión de metano con altas producciones de $CO_2$ y volumen total de gas y desaparición de la materia seca y orgánica elevadas. Estos resultados se asocian a un follaje que mejoraría la productividad y eficiencia en la ganadería con rumiantes sin originar mayor contaminación del ambiente por emisión de metano.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores reconocen el financiamiento y apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), el Instituto de Investigación y Posgrado en Ciencia Animal (IIPCA), al Posgrado en Producción Animal (PPA) y a la Dirección General de Investigación y Posgrado (DGIP) de la Universidad Autónoma Chapingo (UACh), y al Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca (ITSTa) para el desarrollo de la Disertación Doctoral del primer autor. El agradecimiento también es extensivo a los Sres. Claudio y Cleotilde Benítez Cardozo por el espacio facilitado para el desarrollo del trabajo de campo en el ejido Limón, Tepalcingo, Morelos, y al área de Microbiología de Alimentos del Departamento de Zootecnia de la UACh por el apoyo con la instrumentación y técnicas para la obtención de las variables en estudio.

## LITERATURA CITADA

Barahona, R., M. S. Sánchez, E. Murgueitio y J. Chará. 2014. Contribución de la *Leucaena leucocephala* Lam (de Wit) a la oferta y digestibilidad de nutrientes y las emisiones de metano entérico en bovinos pastoreando en sistemas silvopastoriles intensivos. Carta Fedegán. 140: 66-69.

Bhatta, R., O. Enishi and M. Kurihara. 2007. Measurement of methane production from ruminants. Asian-Australasian J. Anim. Sci. 20:1305-18. doi:10.5713/ajas.2007.1049

Cortez, E. J. G., G. M. Uribe, L. A. Cruz, B. A. Lara y L. J. L. Romo. 2016. Árboles nativos para el diseño de tecnologías silvopastoriles en la Sierra de Huautla, Morelos. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 16: 3371-3380.

Delgado, D. C., J. Galindo, J. Cairo, I. Orta, M. Domínguez y N. Dorta. 2013. Suplementación con follaje de *L. leucocephala*. Su efecto en la digestibilidad aparente de nutrientes y producción de metano en ovinos. Rev. Cub. Cienc. Agr. 47: 267-271.

Eckard, R. J., C. Grainger and C. A. M. Klein. 2010. Options for the abatement of methane and nitrous oxide from ruminant production: a review. Livest Sci 130: 47-56.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2006. Livestock report 2006. FAO. Rome, Italy. URL: ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0255e/a0255e.pdf. Acceso Septiembre 2017.

García, E. 2005. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. 4a Edición. Instituto de Geografía. Universidad Autónoma de México. 217 pp.

García, D. E., H. B. Wencomo, M. G. Medina, P. Moratinos y L. J. Cova. 2009. Caracterización de la calidad nutritiva de 53 accesiones del género *Leucaena* en condiciones tropicales. Pastos y Forrajes 32: 1-16.

Gaviria, X., J. F. Naranjo y R. Barahona. 2015. Cinética de fermentación *in vitro* de *Leucaena leucocephala* y *Megathyrsus maximus* y sus mezclas, con o sin suplementación energética. Pastos y Forrajes 38: 55-63.

Johnson, K. A. and D. E. Johnson. 1995. Methane emissions from cattle. J. Anim. Sci. 73: 2483-2492.

Knapp, J. R., G. L. Laur, P. A. Vadas, W. P. Weiss and J. M. Tricarico. 2014. Enteric methane in dairy cattle production: Quantifying the opportunities and impact of reducing emissions. J. Dairy Sci. 97: 3231-3261. doi: 10.3168/jds.2013-7234

Machado, P. A. S., S. C. Valadares Filho, R. F. D. Valadares, M. F. Paulino, P. V. R. Paulino and M. I. Marcondes. 2012. Desempenho e exigências de energia e proteína de bovinos de corte em pasto suplementados. Arq. Brasileiro Med. Vet. Zoot. 64: 683-692.

Martínez-Hernández, P. A., E. Cortés-Díaz, R. Purroy-Vásquez, J. M. Palma-García, P. P. Del Pozo-Rodríguez y C. Vite-Cristóbal. 2019. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit especie clave para una producción bovina sostenible en el trópico. Tropic. Subtropic. Agroecosyst. (En prensa).

Molina, B. I. C., J. M. Cantet, S. Montoya, L. G. A. Correa y R. R. Barahona. 2013. Producción de metano *in vitro* de dos gramíneas tropicales solas y mezcladas con *Leucaena leucocephala* o *Gliricidia sepium*. Rev. CES Med. Vet. Zoot. 8: 15-31.

Molina, I. C., E. A. Angarita, O. L. Mayorga, J. Chará and R. R. Barahona. 2016. Effect of *Leucaena leucocephala* on methane production of Lucerna heifers fed a diet based on *Cynodon plectostachyus*. Liv. Sci. 185: 24-29. doi: doi.org/10.1016/j.livsci.2016.01.009

Palma, J. M. 2006. Los sistemas silvopastoriles en el trópico seco mexicano. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 14: 95-104.

Shelton, M. and S. Dalzell. 2007. Production, economic and environmental benefits of leucaena pastures. Trop. Grassl. 41: 174-190.

Singh, S., B. P. Kushwaha, S. K. Nag, A. K. Mishra, A. Singh and U. Y. Anele. 2012. *In vitro* ruminal fermentation, protein and carbohydrate fractionation, methane production and prediction of twelve commonly used Indian green forages. Anim. Feed Sci. Technol. 178: 2-11.

Soltan, Y. A., A. S. Morsy, S. M. A. Sallam, H. Louvandini and A. L. Abdalla. 2012. Comparative *in vitro* evaluation of forage legumes (*Prosopis, Acacia, Atriplex*, and *Leucaena*) on ruminal fermentation and methanogenesis. J. Anim. Feed Sci. 21: 753-766.

Theodorou, M. K., B. A. Williams, M. Dhanoa, A. B. McAllan and J. France. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. Anim. Feed Sci. Technol. 48: 185-197.

Tilley, J. M. A. and R. A. Terry. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forages crops. Grass Forage Sci.18: 104-111.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# METANO E ÍNDICES DE EMISIÓN DE GASES POR LA TÉCNICA DE PRODUCCIÓN DE GAS *in vitro*

# [METHANE AND GAS EMISSION INDICES BY GAS PRODUCTION TECHNIQUE *in vitro*]

**R. Ramírez[1§], A. Chacón-Vázquez[2], R. Pinto-Ruiz[2], L. A Miranda-Romero[3], F. Guevara-Hernández[2], F. Medina-Jonapá[2], D. Raj-Aryal[2]**

[1]Estudiante del Programa de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Sustentabilidad, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Chiapas, Carretera Ocozocoautla-Villaflores km. 84.5, Villaflores, Chiapas, México. [2]Cuerpo Académico de Agroforestería Pecuaria. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad Autónoma de Chiapas. [3]Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Zootecnia, Posgrado en Innovación Ganadera, Texcoco, Estado de México, México. [§]Autor para correspondencia: (ramirez.rrd@gmail.com).

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue conocer la emisión de gases efecto invernadero de dietas con diferentes niveles de forraje: concentrado por la técnica de producción de gas *in vitro*. La investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Campus V de la Universidad Autónoma de Chiapas. Se utilizaron cuatro dietas con diferentes niveles de forraje: concentrado (D1= 100% *Cynodon nlemfluensis;* D2= 80:20; D3=60:35 con 5% de minerales y D4= 40:42 con 18% de minerales). Las fracciones de fermentación, índices de emisión de gases de fermentación y de gases efecto invernadero fueron determinados por medio de la técnica de producción de gas *in vitro*. Se utilizó el diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Los datos obtenidos de las variables estudiadas se analizaron mediante PROC GLM y la prueba de comparación de medias por Tukey ($p < 0.05$). Se observó que a medida que aumenta el contenido de concentrado en las dietas las emisiones de gases efecto invernadero disminuyen, por lo anterior, se concluye que la técnica de producción de gas *in vitro* demuestra una tendencia en la estimación de gases efecto invernadero de acuerdo a la proporción de forraje: concentrado.

**Palabras claves**: Bióxido de carbono, rumiantes.

## ABSTRACT

The objective of this work was to know the emission of greenhouse gases from diets with different levels of forage: concentrated by the technique of in vitro gas production. The research was carried out in the laboratory of Animal Nutrition of the Faculty of Agricultural Sciences, Campus V of the Autonomous University of Chiapas. Four diets with different forage levels were used: concéntrate D1= 100% *Cynodon nlemfluensis;* D2= 80:20; D3=60:35 with 5% of minerals y D4= 40:42 with 18% of minerals). Fermentation fractions, fermentation gas emission and greenhouse gas emission indices were determined by the gas production technique *in vitro.* The design was used completely at random with four treatments and five repetitions. The data obtained from the variables studied were analyzed using PROC GLM and the average comparison test by Tukey ($p < 0.05$). It was

observed that as the content of concentrate in diets increases, greenhouse gas emissions decrease, therefore, it is concluded that the in vitro gas production technique demonstrates a trend in the estimation of greenhouse gases according to the proportion of forage: concentrated.

**Index words**: Carbon dioxide, ruminants.

## INTRODUCCIÓN

La actividad ganadera es una de las más importantes a nivel global, pero la tercera con más efectos adversos contaminantes sobre el medio ambiente (Martin *et al.*, 2019), principalmente, por su potencial de emisiones de gases efecto invernadero (GEI), de los cuales los de mayor importancia son el dióxido de carbono ($CO_2$), el metano ($CH_4$) y el óxido nitroso ($N_2O$) (Sánchez-Santillán *et al.*, 2018). Se ha estimado que las actividades agropecuarias emiten 25% de los flujos de $CO_2$ antropogénico, 55-60% del total de las emisiones de $CH_4$, y 65-80% de los flujos totales de $N_2O$ (Robertson, 2004; Santillán *et al.*, 2016). De los cuales, el sector ganadero es el principal responsable de las emisiones de $CH_4$ (Bonilla y Lemus, 2012). Se estima que el 87% de metano que emiten los rumiantes se produce en el rumen (Negussie *et al*., 2017), y que la emisión de este gas está influenciada por factores como consumo de alimento, composición de la dieta, digestibilidad del alimento, procesamiento previo del alimento y frecuencia de alimentación (Yáñez *et al*., 2016). La principal estrategia para mitigar las emisiones de $CH_4$ es la modificación de las prácticas de alimentación y suplementación a dietas basadas en forrajes de baja calidad nutritiva, para lo cual se ha propuesto el uso de forrajes de alta calidad y alta proporción de granos en la dieta (Rivera *et al.*, 2015). Por lo anterior, es necesario establecer métodos de medición de $CH_4$ producidos por la fermentación ruminal. En este contexto, la técnica de producción de gas *in vitro* permite evaluar el efecto de diferentes forrajes, alimentos, dietas y aditivos en la fermentación ruminal, así como estimar la energía metabolizable, energía neta, digestibilidad de la materia orgánica y biomasa microbiana de los alimentos, y recientemente también se le ha utilizado para estimar GEI (Storm *et al*., 2012; Yáñez *et al*., 2016), y con ello, establecer índices de emisión de GEI. Por lo anterior, el objetivo del siguiente trabajo fue conocer la emisión de gases efecto invernadero de dietas con diferentes niveles de forraje: concentrado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en el laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Agronómicas Campus V, de la Universidad Autónoma de Chiapas, localizado en el municipio de Villaflores en la región Frailesca, en Chiapas, México, la cual cuenta con un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, una precipitación de 1,100 mm anuales y una temperatura media anual de 25°C (INEGI, 2014). Se utilizaron cuatro dietas experimentales con distinta proporción de forraje: concentrado (Cuadro 1). Las muestras fueron analizadas por triplicado para determinar el contenido de proteína cruda (PC) de acuerdo con la técnica del micro Kjeldahl (Bateman, 1970).

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

**Cuadro 1**. Dietas experimentales con distinta proporción de forraje: concentrado.

| Ingrediente | D1 (100:0) | D2 (80:20) | D3 (60:35) | D4 (40:42) |
|---|---|---|---|---|
| P. estrella (*Cynodon nlemfluensis*) | 100 | 80 | 60 | 40 |
| Maíz | - | 10 | 20 | 30 |
| Salvadillo | - | 10 | 15 | 7 |
| Soya | - | - | - | 5 |
| Minerales | - | - | 5 | 18 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 |

Se estimó el metano ($CH_4$) e índices de emisión de gases de fermentación por la técnica de producción de gas *in vitro* (Menke y Steingass, 1988). Para ello, se usaron frascos color ámbar de 125 mL de capacidad a los que se les colocó 500 mg de cada dieta. Posteriormente y bajo un flujo continuo de $CO_2$, a cada frasco se le agregó 90 mL de inóculo ruminal diluido (1:10) de cada tratamiento y se adicionó en una proporción de 1:9 a una solución mineral reducida compuesta de $K_2HPO_4$ (0.45 g $L^{-1}$), $NaCO_3$ (0.6 g $L^{-1}$), $(NH4)_2SO_4$ (0.45 g $L^{-1}$), NaCl (0.9 g $L^{-1}$), $MnSO_4$ (0.18 g $L^{-1}$), $CaCl_2$ (0.12 g $L^{-1}$), L-cisteína (0.25 g $L^{-1}$) y $Na_2S$ (0.25 g $L^{-1}$).Se incluyeron tres frascos blancos sin sustrato, se cerraron herméticamente con un tapón de goma y un aro de aluminio. El exceso de $CO_2$ de cada frasco se extrajo con el manómetro para igualar la presión a cero y se incubaron en baño maría a 39°C por 24 h. Se midió el volumen de gas (Índice de Emisión Potencial de Gases de Fermentación; mL $g^{-1}$), el cual fue trasferido a frascos con hidróxido de potasio (1 N), para atrapar el $CO_2$. El volumen residual fue considerado como metano más gases menores y ajustado a metano con el factor 0.7714.

Se estimó el índice de emisión potencial de gases efecto invernadero (IEPGEI) por:

IEPGEI (eq $CO_2$) = (mL $CO_2$) + (mL CH4 * 23)

Usando la técnica de producción de gas descrita anteriormente, se calcularon las fracciones fermentables de gas para los intervalos de tiempo de 0 a 8 ($Vf_{0-8}$), 8 a 24($Vf_{8-24}$) y 24 a 48 ($Vf_{24-48}$) horas de incubación. Estos volúmenes fraccionales (mL $g^{-1}$), fueron transformados a fracciones (g $kg^{-1}$) de rápida (FR), media (FM) y lenta (FL) fermentación mediante las siguientes ecuaciones de regresión: FR (g $kg^{-1}$) = $Vf_{0-8}$ / 0.4266 ($R^2$ = 0.9441), FM (g $kg^{-1}$) = Vf8-24 / 0.6152 ($R^2 = 0.998$) y FL (g $kg^{-1}$) = $Vf_{24-72}$ / 0.3453 ($R^2 = 0.9653$) (Miranda *et al*., 2015).

Se utilizó el diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Los datos obtenidos de las variables estudiadas se analizaron mediante PROC GLM (SAS, 2004) y la prueba de comparación de medias por Tukey ($p < 0.05$).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las dietas con distinta proporción de forraje: concentrado fueron isoproteícas (10.6 % PC), por lo que este nutriente no influyó sobre la producción de gas.

Se observa que en las dietas 1, 2 y 3 el índice de emisión potencial de gases de fermentación (IEPGF) fue mayor (Cuadro 2; $p < 0.05$). Lo anterior se debió posiblemente por la mayor concentración de carbohidratos de rápida y media fermentación como azucares y almidón (Cuadro 3; $p < 0.05$), lo que se relaciona con el mayor aprovechamiento de la dieta, mientras que la D4 presentó menor IEPGF, debido, posiblemente a la mayor cantidad de minerales.

**Cuadro 2.** Índice de emisión de potencial de gases efecto invernadero y de fermentación de dietas con diferentes niveles de forraje: concentrado.

| Relación F:C | $Metano_{Ajustado}$ (mL $g^{-1}$) | Metano % | IEPGF (mL $g^{-1}$) | IEPGEI (eq $CO_2$) |
|---|---|---|---|---|
| Dieta 1 (100:0) | $19.97^{a}$ | 13.9 | $143.62^{b}$ | $577.03^{a}$ |
| Dieta 2 (80:20) | $13.84^{b}$ | 8.7 | $158.52^{a}$ | $458.89^{b}$ |
| Dieta 3 (60:35) | $12.65^{b}$ | 8.3 | $151.02^{a}$ | $425.46^{b}$ |
| Dieta 4 (40:42) | $9.48^{c}$ | 7.3 | $129.59^{c}$ | $335.29^{c}$ |

Medias con literal distinta en la misma columna son diferentes ($p < 0.05$). IEPGF: Índice de emisión de potencial de gases de fermentación; IEPGEI: Índice de emisión de potencial de gases efecto invernadero.

En contraste, la emisión de metano disminuye ($p<0.05$) proporcionalmente al aumentar el concentrado en las dietas, lo que influye directamente sobre el índice de emisión de gases efecto invernadero, lo que indica que la modificación en las características de las dietas permite modular las emisiones de metano entérico en rumiantes (Vargas *et al*., 2012).

**Cuadro 3.** Fracciones fermentables de dieta con diferentes niveles de forraje: concentrado.

| | Fracciones fermentables (g $kg^{-1}$) | | | |
|---|---|---|---|---|
| Relación F:C | FR | FM | $FL_{48}$ | FT |
| Dieta 1 (100:0) | $113.23^{c}$ | 258.54 | $180.98^{a}$ | $548.29^{ab}$ |
| Dieta 2 (80:20) | $160.45^{b}$ | 286.10 | $131.87^{ab}$ | $578.42^{ab}$ |
| Dieta 3 (60:35) | $191.2^{a}$ | 306.5 | $109.28^{ab}$ | $606.99^{a}$ |
| Dieta 4 (40:42) | $137.89^{bc}$ | 287.71 | $83.42^{b}$ | $509.03^{b}$ |

Medias con literal distinta en la misma columna son diferentes ($p<0.05$). FR: Fracción de Rápida; FM: Fracción de Media; FL: Fracción de Lenta fermentación; FT: Fracción Total

## CONCLUSIONES

De acuerdo con los datos obtenidos en la presente investigación se concluye la técnica de producción de gas *in vitro* demuestra una tendencia en la estimación de gases efecto invernadero de acuerdo a la proporción de forraje: concentrado, lo que permite establecer índices de emisión potencial de gases efecto invernadero.

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación de Chiapas, por el financiamiento de la investigación.

## LITERATURA CITADA

Bateman, J. V. 1970. Nutrición animal. Manual de métodos analíticos. Herrero Hnos., Sucesores, S. A. México.

Bonilla, J. A. y C. Lemus. 2012. Emisión de metano entérico por rumiantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático. Revisión. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 3: 215-246.

INEGI. 2014. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Marco Geoestadístico, versión 3.1, Frailesca, Chiapas.

Martin, N. Y., G. J. Rojas, N. Arenas y V. Herrera-Franco. 2019. Alternativas nutricionales para disminuir emisiones de gas metano por bovinos y su efecto en el calentamiento global. Revista de la Facultad de Ciencias Agropecuarias 3: 8-17.

Menke, K. and H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. Livestock Research for Rural Development 28: 7-55.

Miranda, L. A., M. P. Vázquez, M. R. Améndola, G. L. Sandoval y O. R. González. 2015. Cuantificación de las fracciones fermentables de alfalfa y tuna por la técnica de producción de gas [resumen]. *In:* Congreso de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Puerto Varas, Chile. p. 575

Negussie, E., J. Lehtinen, P. Mäntysaari, A. R Bayat, A.E. Liinamo, E. A. Mäntysaari and M. H. Lidauer. 2017. Non-invasive individual methane measurement in dairy cows. Animal. 11: 890-899.

Rivera, J. E., I. C. Molina, G. Donney`s, G. Villegas, J. Chará, R. Barahona. 2015. Dinámica de fermentación y producción de metano en dietas de sistemas silvopastoriles intensivos con *L. leucocephala* y sistemas convencionales orientados a la producción de leche. Livestock Research for Rural Development 27 (4): 76.

Robertson, P. 2004. Abatement of nitrous oxide, methane, and other non-CO2 greenhouse gases: The need for a system approach. *In*: C. R. Field and M. R. Raupach. (eds.). The global carbon cycle integrating humans, climate, and the nature world. Scope 62. Island Press. Washington, DC, USA. pp. 493-506.

Sánchez-Santillán, P., M. G. Torres-Cardona, R. G. Campos-Montiel, R. Soriano-Robles, F. Fernández-Luqueño, G. Medina-Pérez, O. E. Del Razo-Rodríguez, I. Almaraz-Buendía. 2018. Potencial de emisión de gases efecto invernadero de plantas forrajeras por fermentación entérica. Agroproductividad. 11: 40-45.

Santillán, P., V. Etchevers, J. Paz y F. Alvarado. 2016. Emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas agrícolas de México. Terra Latinoamericana. 34: 83-96.

SAS. 2004. SAS User´s Guide: Statistics. Ver. 9.2. SAS Institute. Cary, N.C. 5180 p.

Storm, I., A. Hellwing, N. Nielsen and J. Madsen. 2012. Methods for measuring and estimating methane emission from ruminants. Animals. 2: 160-183.

Vargas, J., E. Cárdenas, M. Pabón y J. Carulla. 2012. Emisión de metano entérico en rumiantes en pastoreo. Archivos de Zootecnia 61: 51-66.

Yáñez, D. R., A. Bannink, J. Dijkstra, E. Kebreab, D. P. Morgavi, P. O'Kiely, C. K. Reynolds, A. Schwarm, K. J. Shingfield and A. N. Yu Hristov. 2016. Design, implementation and interpretation of *in vitro* batch culture experiments to assess enteric methane mitigation in ruminants: A review. Animal Feed Science and Technology 216: 1-18.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# PRODUCCIÓN *in vitro* DE BIOGÁS, METANO Y DEGRADACIÓN DE MATERIA SECA DE DIETAS QUE INCLUYEN NIVELES CRECIENTES DE VAINA DE *Moringa oleífera*

# *[In vitro* PRODUCTION OF BIOGAS, METHANE AND DRY MATTER DEGRADATION OF DIETS THAT INCLUDE GROWING LEVELS OF *Moringa oleifera]*

**Conchita Rivera-Cristóbal[1], Paulino Sánchez-Santillán[2§], Nicolás Torres-Salado[2], Adelaido Rafael Rojas-García[2], María de los Angeles Maldonado-Peralta[2], Jeronimo Herrera-Pérez[2]**

[1]Licenciatura de Médico Veterinario Zootecnista, Facultad de Medicina Veterinaria No. 2, Universidad Autónoma de Guerrero, México. C.P.41940. [2]Facultad de Medicina Veterinaria No. 2, Universidad Autónoma de Guerrero, México. C.P.41940. [§]Autor para correspondencia: (sanchezsantillanp@gmail.com).

## RESUMEN

El objetivo fue evaluar la producción parcial y acumula de biogás y metano ($CH_4$), así como la degradación de materia seca (DMS) y de fibra de detergente neutro (DFDN) *in vitro* de dietas para becerros con niveles crecientes de vaina *Moringa oleifera* (MO). Las dietas se formularon con base en el NRC (2000) y se caracterizaron por la inclusión creciente de vaina de MO, D1 (testigo), D2 (10 % de vaina de MO), D3 (20 % de vaina de MO) y D4% (30 % de vaina de MO). El biodigestor consistió en 0.5 g de dieta, 45 mL de medio de cultivo y 5 mL de fluido ruminal como inóculo y se incubó a 39 °C por 72 h. Las variables fueron producción parcial a las 24, 48 y 72 h, así como acumulada de biogás y $CH_4$; además, DMS y DFDN a las 72 h. El análisis estadístico fue un diseño completamente al azar. Las dietas D2 y D3 presentaron mayor producción de biogás acumulado ($p \leq 0.05$). La producción de $CH_4$ acumulado fue mayor y sin diferencias en D1, D2 y D3 ($p > 0.05$). La DMS fue mayor en D1 y la DFDN disminuyó conforme aumento la inclusión de vaina de MO ($p \leq 0.05$) en las dietas. Se concluye, las dietas para becerros en crecimiento que incluyen vaina de *Moringa oleifera* presentaron menor degradación de la materia seca y de la fibra detergente neutro respecto a la dieta testigo.

**Palabras clave:** Becerros, degradación fibra detergente neutro, dieta, fermentación *in vitro*, leguminosas arbóreas.

## ABSTRACT

The objective was to evaluate the partial and accumulated production of biogas and methane ($CH_4$), as well as the degradation of dry matter (DMD) and neutral detergent fiber (DNDF) *in vitro* of diets for calves with increasing levels of *Moringa oleifera* pod. Diets were formulated based on the NRC (2000) and were characterized by increasing inclusion of *Moringa oleifera* (MO) pod D1 (control), D2 (10 % MO pod), D3 (20 % MO pod) and D4 (30 % of MO pod). The biodigester consisted of 0.5 g of diet, 45 mL of culture medium and 5 mL of ruminal fluid as inoculum and incubated at 39 ° C for 72 h. The variables were partial production at 24, 48 and 72 h, as well as accumulated

biogas and $CH_4$; in addition, DMD and DNDF at 72 h. The statistical analysis was a completely random design. Diets D2 and D3 showed higher accumulated biogas production ($p \leq 0.05$). The accumulated CH4 production was greater and without differences in D1, D2 and D3 ($p > 0.05$). The DMD was higher in D1 and the DNDF decreased as the inclusion of MO pod ($p \leq 0.05$) increased in the diets. It is concluded that diets for growing calves that include *Moringa oleifera* pod showed lower degradation of dry matter and neutral detergent fiber compared to the control diet.

**Index words:** Calves, diet, *in vitro* fermentation, neutral detergent fiber degradation, tree legumes.

## INTRODUCCIÓN

En la época de sequía del trópico mexicano se produce una variedad de vainas de leguminosas y otras arbóreas que pueden usarse como complemento en los sistemas de alimentación de los rumiantes (Quintanilla *et al.*, 2018), ya que los costos de cereales o fuentes proteicas de oleaginosas en el mercado nacional e internacional son elevados para pequeños productores. Las vainas de leguminosas y otras arbóreas en general contienen hasta 30 % de proteína cruda (PC), minerales (Hernández-Morales *et al*., 2018), carbohidratos de fácil fermentación, fibra digestible y efecto positivo en la utilización del nitrógeno en rumen (Rodríguez *et al.*, 2014). Sin embargo, las vainas contienen compuestos secundarios que modifican la digestibilidad de sus nutrientes; por ejemplo, los taninos en concentraciones elevadas limitan la productividad de los animales (Galindo *et al*., 2005). Por lo que se requiere conocer las características fermentativas, así como su composición química para determinar ventajas y limitaciones del uso de las vainas (Hernández-Morales *et al*., 2018) en la alimentación de rumiantes. *Moringa oleifera* es originaria del sur del Himalaya, el noreste de la India, Bangladesh, Afganistán y Pakistán. Es un árbol forrajero que produce hasta 99 t $ha^{-1}$ $año^{-1}$ MS y es consumida por bovinos, ovinos y caprinos; por lo que es una alternativa viable para incrementar su uso en dietas base, principalmente para sustituir raciones comerciales debido a la relativa facilidad de la *M. oleifera* para su propagación, baja demanda de nutrientes del suelo y de agua después de su plantación; las cuales son características que hacen que su producción y manejo sean prometedores, especialmente en los países en desarrollo. La fracción comestible comparada con otros forrajes es mayor en cuanto al contenido de proteína cruda y menor en el contenido de componentes fibrosos (Quintanilla *et al*., 2018).

La emisión de gases efecto invernadero (GEI) por fermentación entérica en rumiantes depende de factores como la composición química y fermentación ruminal. El $CH_4$ es un gas que se produce en rumen durante la fermentación por *arqueas* metanogénicas que usan bióxido de carbono ($CO_2$) e hidrógeno ($H_2$) como fuentes de energía y producen $CH_4$ como producto de fermentación (Kumar *et al*., 2014). El principio de la técnica de producción de gas *in vitro* es simular el ambiente ruminal, bajo condiciones controladas de laboratorio (temperatura, pH, anaerobiosis y aporte de minerales) para evaluar la fermentación de diferentes sustratos (Ramírez-Mella, 2018). Esta técnica se usa ampliamente para evaluar la digestibilidad de los alimentos no convencionales en rumiantes (Sánchez-Santillán *et al.,* 2018). Por tanto, el objetivo de este estudio fue determinar *in vitro* la producción de biogás, metano y degradaciones de materia seca y fibra de detergente neutro en dietas que contienen hasta 30% de vaina de *Moringa oleifera*.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2 de la Universidad Autónoma de Guerrero; ubicado en el km 197 de la carretera Acapulco-Pinotepa Nacional, Cuajinicuilapa, Guerrero, México.

Dietas: De la especie de *M. oleifera* se seleccionaron cuatro ramas al azar en cada árbol (5 árboles) y se cosecharon todas las vainas fisiológicamente maduras. Las vainas colectadas se depositaron en bolsas de papel y se trasladaron al laboratorio de Nutrición Animal. La colecta de vainas se realizó en la primavera de 2018 en el municipio de Cuajinicuilapa, Guerrero. Las dietas para becerros en crecimiento incluyeron de 0 a 30 % de vaina de *M. oleifera* (Cuadro 1). Las dietas se ajustaron según lo reportado por NRC (2000). Una vez elaboradas las dietas se deshidrataron a 60 °C por 72 h y se molieron en un molino (Thomas Willey, USA) con malla de 1 mm.

Medio de cultivo: Los componentes del medio fueron: 30 mL de fluido ruminal clarificado [líquido ruminal bovino fresco centrifugado 10 min a 12,857 x g y esterilizado (All American® 1941X, USA) 15 min a 121 °C y 15 psi], 5 mL de solución mineral I [6 g $K_2HPO_4$ (Sigma-Aldrich®) en 1000 mL de agua destilada], 5 mL de solución mineral II [6 g $KH_2PO_4$ (Sigma-Aldrich®) + 6 g $(NH_4)_2SO_4$ (Merck®) + 12 g NaCl (SigmaAldrich®) + 2.45 g $MgSO_4$ (Sigma-Aldrich®) + 1.6 g CaCl-$2H_2O$ (Sigma-Aldrich®) en 1000 mL de agua destilada], 0.1 mL de resarzurina a 0.1% (Sigma-Aldrich®), 0.2 g de peptona de soya (Merck®), 0.1 g de extracto de levadura (SigmaAldrich®), 2 mL de solución cisteína-sulfido [2.5 g L-cisteína (Sigma-Aldrich®) en 15 mL de 2N NaOH (Meyer®) + 2.5 g de $Na_2S$-$9H_2O$ (Merck®) aforado en 100 mL de agua destilada], 5 mL de solución a 8 % de $Na_2CO_3$ (Merck®) y 52.6 mL de agua destilada. El medio se esterilizó 15 min en autoclave a 121 °C y 15 psi (Torres-Salado *et al.*, 2019).

Solución NaOH (2N): En 1 L de agua destilada se disolvieron 80 g de NaOH. La solución se vertió en viales serológicos (60 mL) hasta llenarlos completamente para obtener los viales trampa de NaOH 2N.

Solución salina saturada: En 1 L de agua destilada se disolvieron 370 g de NaCl y se agregaron 5 mL anaranjado de metilo al 0.1 %. El pH se ajustó a 2. La solución se vertió en viales serológicos (120 mL) hasta llenarlos completamente para obtener los viales trampa de solución salina saturada.

Biodigestores: En viales serológicos de vidrío (120 mL) se agregaron 0.5 g de un tipo de dieta y 45 mL de medio de cultivo. Los viales se mantuvieron en condiciones anaeróbicas con $CO_2$, se sellaron herméticamente con un tapón de neopreno (20 mm Ø) y con un arillo de aluminio. Los biodigestores se esterilizaron 15 minutos a 121 °C y 15 psi, y se incubaron 24 h a 39 °C para verificar esterilidad (Herrera-Pérez *et al.*, 2018). Los biodigestores se inocularon con 5 mL de fluido ruminal; el cual se obtuvo de una Suiz-bu provista de cánula ruminal que pastoreó en praderas con pasto pangola y se filtró con una manta de cielo para eliminar las macropartículas de materia orgánica. Esta se manejó de acuerdo al reglamento interno de bioética y bienestar de la UAGro con fundamento en las normas oficiales (NOM-062-ZOO-1999).

Producción de biogás: Una manguera Taygon® (2.38 mm Ø interno y 45 cm de longitud) con agujas hipodérmicas (20 G x 32 mm) en los extremos se usaron para acoplar el biodigestor con un vial trampa de solución salina saturada. El vial trampa se colocó de manera inversa en una probeta modificada que sirvió para colectar la solución salina desplazada por los gases que se producen durante la incubación mediante una aguja hipodérmica colocada como válvula de salida. La producción de gas se midió a las 24, 48 y 72 h.

Producción de gas metano ($CH_4$): La producción de $CH_4$ se midió a las 24, 48 y 72 horas con el mismo procedimiento que gas total; pero, se usó el vial trampa de solución NaOH (2N). La producción de $CH_4$ se tomó como los mL desplazados de la solución NaOH (2N), ya que el $CO_2$ reacciona con el NaOH formando $Na_2CO_3$ (Torres-Salado *et al*., 2019).

Degradaciones: El contenido del biodigestor se filtró en bolsas ANKOM® a peso constante y se secaron a 60 °C por 24 h en una estufa. La capacidad de degradación de la materia seca (DMS) se calculó con la fórmula: DMS (%) = (g muestra inicial–g muestra final/g muestra inicial) * 100. Las bolsas ANKOM® se sellaron a calor y se determinó el contenido de FDN (Van Soest *et al.*, 1991). El porcentaje de degradación de la FDN (% DFDN) se calculó con la formula DFDN (%) = (FDN inicial–FDN no degradado/FDN inicial) * 100 (Hernández-Morales *et al.*, 2018).

Los resultados de biogás, metano y degradaciones de las dietas (5 repeticiones independientes por dieta) se analizaron mediante un diseño completamente al azar. Los datos se analizaron usando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS® (2011) y las diferencias de medias se analizaron usando la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$).

**Cuadro 1**. Composición de las dietas para becerros en crecimiento con la inclusión creciente de hasta 30 % de vaina de *Moringa oleifera*.

| Ingredientes | Dieta | | | |
|---|---|---|---|---|
| | D1 | D2 | D3 | D4 |
| Maíz molido (%) | 50 | 49 | 46 | 41 |
| Heno de pasto pangola (%) | 28 | 21 | 15 | 12 |
| Melaza (%) | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Pasta Soya (%) | 13 | 11 | 10 | 8 |
| Vaina *Moringa oleifera* (%) | - | 10 | 20 | 30 |
| Mezcla mineral (%) | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Urea | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Composición bromatológica | | | | |
| Materia seca (%) | 92.32 | 92.30 | 92.80 | 92.93 |
| Cenizas (%) | 5.70 | 6.12 | 6.18 | 6.81 |
| Materia orgánica (%) | 94.30 | 93.88 | 93.82 | 93.19 |
| Fibra detergente neutro (%) | 31.99 | 39.13 | 32.24 | 34.38 |
| Fibra detergente ácido (%) | 14.85 | 23.56 | 16.22 | 18.97 |
| Proteína cruda (%) | 18.62 | 17.86 | 19.14 | 18.27 |

D1 = 0% vaina de *M. oleífera*; D2 = 10% de *M. oleífera*; D3 = 20% de *M. oleífera* y D4 = 30% de *M. oleífera*.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La inclusión de hasta 20 % de vaina (D2 y D3) propicio 20.9 % mayor producción de biogás a las 24 h, con respecto a la dieta testigo (D1; $p \leq 0.05$). En contraste, a las 48 h D1 produjo 11.26 % más biogás que D2. A las 72 h, la producción parcial de biogás no presento diferencias ($p > 0.05$) entre dietas que incluyeron vaina *M. oleifera* (D2, D3 y D4). Las dietas que incluyeron hasta 20 % de vaina (D2 y D3) mostraron mayor producción de biogás acumulado. De modo que, D2 mostró 13.01 % mayor producción de biogás que D1, indicando una mayor cantidad de carbohidratos fermentables en la dieta que contiene 10 % de vaina (D2, Cuadro 2). La producción de biogás durante los tiempos de fermentación evaluados en las dietas se puede asumir al contenido de taninos que contiene la vaina de *M. oleifera*, ya que el biogás disminuyo a medida que se aumentó el contenido de vaina de *M. oleifera* en la dieta (Velázquez, 2011) y a las diferencias en la disponibilidad de los nutrientes disponibles en la dieta, eficiencia del uso del sustrato por los microorganismos, origen y densidad de los microorganismos presentes (Herrera-Pérez *et al*., 2018).

Las dietas que incluyeron hasta 20 % de vaina de *M. oleifera* (D1, D2 y D3) no presentaron diferencias en la producción parcial de $CH_4$ a las 24 h ($p > 0.05$). A las 48 h, la producción de $CH_4$ aumentó en D2 (10 % de vaina *M. oleifera*) y D4 (30 % de vaina *M. oleifera*) 53 % con respecto a D1 (dieta testigo). A las 72 h, D2 y D4 mostraron diferencias ($p \leq 0.05$), pero cada una no fue diferente al resto de las dietas ($p > 0.05$). La producción acumulada de metano no presentó diferencias entre la dieta testigo (D1) y aquellas que incluyeron hasta 20 % de vaina de *M. oleifera* ($p > 0.05$). Los valores de $CH_4$ se pueden asumir a la fermentación de los carbohidratos estructurales de la dieta, ya que los productos de su fermentación es acetato e hidrógeno; este último propicia una relación sintrópica entre microorganismos porque los metanógenos usan hidrógeno y dióxido de carbono como sustrato para producir $CH_4$ como ruta metabólica para producción de energía (Torres-Salado *et al*., 2019).

La degradación de la materia seca (DMS) en las dietas que contenían vaina de *M. oleifera* mostró que D2 y D3 fueron 4.2 % mayor a D4 ($p \leq 0.05$), pero al compararlas con la dieta testigo (D1), la DMS disminuyo en promedio 9.5 % ($p \leq 0.05$). En el caso de la degradación de la fibra detergente neutro (DFDN) se observó que conforme aumentó la inclusión de vaina de *M. oleifera* disminuyó la DFDN ($p \leq 0.05$), ya que la dieta testigo (D1) degrado 52.36 % más FDN que D4 ($p \leq 0.05$). La degradación de la FDN permite predecir el aporte de nutrientes, estimar contenido de energía y es indicativo del consumo de materia seca (Hoffman *et al*., 2007). Sin embargo, aunque en el presente estudio, las dietas que incluyeron vaina de *M. oleifera* (D2, D3 y D4) presentaron menor DFDN que la testigo, según Hoffman *et al*. (2007) no indican una afectación en el contenido de energía ni en el consumo potencial de la MS, ya que los valores tendrían que ser menores a 40 %.

**Cuadro 2**. Producción de biogás, metano y degradaciones *in vitro* de dietas para becerros en crecimiento que contienen hasta 30 % de vaina de *Moringa oleifera*.

| Variables | | D1 | D2 | D3 | D4 | EEM |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Producción biogás (mL $g^{-1}$) | 24* | 120.08$^{b}$ | 146.51$^{a}$ | 143.95$^{a}$ | 137.36$^{ab}$ | 2.89 |
| | 48* | 27.17$^{a}$ | 24.42$^{ab}$ | 18.41$^{bc}$ | 16.50$^{c}$ | 1.19 |
| | 72* | 13.37$^{a}$ | 10.59$^{ab}$ | 8.14$^{b}$ | 9.21$^{b}$ | 0.49 |
| | Acumulada | 160.62$^{b}$ | 181.52$^{a}$ | 170.50$^{ab}$ | 163.07$^{b}$ | 2.38 |
| Producción metano (mL $g^{-1}$) | 24* | 43.16$^{a}$ | 38.21$^{ab}$ | 40.51$^{a}$ | 33.55$^{b}$ | 0.90 |
| | 48* | 5.83$^{c}$ | 9.50$^{a}$ | 6.43$^{bc}$ | 8.34$^{ab}$ | 0.36 |
| | 72* | 6.47$^{ab}$ | 7.02$^{a}$ | 6.11$^{ab}$ | 5.99$^{b}$ | 0.14 |
| | Acumulado | 55.45$^{a}$ | 54.73$^{a}$ | 53.05$^{a}$ | 47.87$^{b}$ | 0.80 |
| DMS | | 81.56$^{a}$ | 75.29$^{b}$ | 73.64$^{b}$ | 71.40$^{c}$ | 0.66 |
| DFDN | | 64.74$^{a}$ | 59.01$^{b}$ | 47.57$^{c}$ | 42.49$^{d}$ | 1.50 |

$^{abcd}$ Medias con diferente literal en la misma fila indican diferencias ($p \leq 0.05$). D1 = dieta testigo, D2 = inclusión 10 % vaina *Moringa oleifera*, D3 = inclusión 20 % vaina *Moringa oleifera*, D4 = inclusión 30 % vaina *Moringa oleifera*, EEM = error estándar de la media, DMS = Degradación de la materia seca a 72 h de incubación, DFDN = degradación de la fibra detergente neutro a 72 h de incubación, *producción parcial.

## CONCLUSIONES

El estudio preliminar en laboratorio del uso de vaina de *Moringa oleifera* en dietas para becerros en crecimiento no es aconsejable, ya que se reduce la degradación de la materia seca y de la fibra detergente neutro, variables relacionadas directamente con la digestibilidad de un alimento *in vivo*.

## AGRADECIMIENTOS

Al cuerpo académico UAGRO-CA-183 "Producción Sustentable de Rumiantes en el Trópico".

## LITERATURA CITADA

Galindo, J., D. Delgado, R. Pedraza y D. García. 2005. Impacto de los árboles, los arbustos y otras leguminosas en la ecología ruminal de animales que consumen dietas fibrosas. Pastos y Forrajes. 28:59-68.

Hernández-Morales, J., P. Sánchez-Santillán, N. Torres-Salado, J. Herrera-Pérez, R. A. Rojas-García, I. Reyes-Vázquez y M. A. Mendoza-Núñez. 2018. Composición química y degradaciones *in vitro* de vainas y hojas de leguminosas arbóreas del trópico seco de México. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 9(01): 105-120.

Herrera-Pérez, J., L. Vélez-Regino, P. Sánchez-Santillán, N. Torres-Salado, R. A. Rojas-García y M. Maldonado-Peralta. 2018. Fermentación *In:* Casanova, L. F., Cetzal, I. W., Díaz, E. V. F., Chay, C. A. J., Oros, O. I., Piñeiro V. A. T., González, V. N. A. 2018. *Moringa oleífera* Lam. (Moringaceae): árbol exótico con gran potencial para la ganadería ecológica en el trópico. Agroproductividad 11(2): 100-105.

Hoffman, P. C., K. M. Lundberg, L. M. Bauman, R. D. Shaver y F. E. Contrearas-Govea. 2007. Digestibilidad *in vitro* del FDN (fibra detergente neutra): el debate de 30 vs 48 h. Universidad de Wisconsin. Focus Forage. 5: 1-4.

Kumar, S., P. K. Choudhury, M. D. Carro, G. W. Griffith, S. S. Dagar and M. Puniya. 2014. New aspects and strategies for methane mitigation from ruminants. Applied Microbiology and Biotechnology 98: 31-44.

NOM-062-ZOO-1999. Norma Oficial Mexicana, Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. SENASICA, México. 22 de agosto de 2001. URL disponible en: https://www.gob.mx/senasica/documentos/nom-062-zoo-1999.

NRC. 2000. Nutrient Requirements of Small Ruminants. Animal Nutrition Series. The National Academies Press. Washington, D.C. 362 p.

Quintanilla, M. J., C. S. Joaquín, G. J. Martínez, M. A. Limas, A. D. López, B. Estrada y M. J. Hernández. 2018. Usos de *Moringa oleifera* Lam. (moringaceae) en la alimentación de rumiantes. Agroproductividad 11(2):89-93.

Ramírez-Mella, M. M. M. 2018. Técnica de producción de gas *in vitro* para estimar la producción de metano. Agroproductividad 11(2): 64-69.

Rodríguez, R., N. González, J. Alonso, M. Domínguez y L. Sarduy. 2014. Valor nutritivo de harinas de follaje de cuatro especies arbóreas tropicales para rumiantes. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 48(4): 371-378.

Sánchez-Santillán, P., M. G. Torres- Cardona, R. G. Campos- Montiel, R. Soriano-Robles, F. Fernández-Luqueño, G. Medina- Pérez, O. E. Del Razo- Rodríguez y I. Almaraz- Buendía. 2018. Potencial de emisión de gases efecto invernadero de plantas forrajeras por fermentación entérica. Agroproductividad 11(2): 40-45.

SAS. 2011. SAS/STAT Sofware. Versión 9.3. Cary, NC SAS, USA: Institute INC.

Torres-Salado, N., P. Sánchez-Santillán, R. A. Rojas-García, I. Almaraz-Buendía, J. Herrera-Pérez, I. Reyes-Vázquez y F. J. Mayren-Mendoza. 2019. Producción de gas *in vitro* y características fermentativas de consorcios bacterianos celulolíticos ruminales de búfala de agua (*Bubalus bubalis*) y vaca suiz-bu. Agrociencia 53(2): 145-159.

Van Soest, P. J., J. B. Roberton and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science 74(10): 3583-3597.

Velázquez, A. J., M. González-Ronquillo, J. Bórquez, I. A. Domínguez y R. Perezgrovas. 2011. Composición química y producción de gas *in vitro* de dietas con vainas de *acacia farnesiana*. Archivos de Zootecnia 60(231): 637-645.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# PRODUCCIÓN DE CELULASAS Y LACASAS DE *Pleurotus ostreatus* POR FERMENTACIÓN SÓLIDA USANDO SUBPRODUCTOS DE MAÍZ COMO SUSTRATOS

# [PRODUCTION OF CELLULASES AND LACCASES OF *Pleurotus ostreatus* BY SOLID FERMENTATION USING MAIZE BYPRODUCTS AS SUBSTRATES]

**Brenda Karina Morales-Campos[1], María González-Melo[1] Paulino Sánchez-Santillán[2§], Nicólas Torres-Salado[2], Adelaido Rafael Rojas-García[2], María de los Angeles Maldonado-Peralta[2]**

[1]Licenciatura de Médico Veterinario Zootecnista, Facultad de Medicina Veterinaria No. 2, Universidad Autónoma de Guerrero, México. C.P.41940. [2]Facultad de Medicina Veterinaria No. 2, Universidad Autónoma de Guerrero, México. C.P.41940. [§]Autor para correspondencia: (sanchezsantillanp@gmail.com).

## RESUMEN

*Pleurotus* ostreatus es un hongo de podedumbre blanca capaz de producir enzimas fibrolíticas. El objetivo fue cuantificar la producción de celulasas y lacasas de la cepa MR de *P. ostreatus* mediante fermentación sólida (FS) a 5 y 10 días usando olote de elote, totomoxtle de elote y el rastrojo de maíz como sustratos. En un matraz Erlenmeyer se colocó un tipo de sustrato con 80% de humedad y se esterilizo 121 °C, 15 min y 15 PSI; se inóculo con 5% de semilla de la cepa MR de *P. ostreatus* y se incubó a temperatura ambiente por 5 y 10 d. En cada tiempo de fermentación se obtuvo el extracto crudo enzimático y se cuantifico la actividad de celulasas y lacasas. El diseño experimental fue un arreglo factorial 3 x 2 dentro de un diseño completamente al azar, considerando como factores al tipo de sustrato y tiempo de FS. Los resultados indicaron que las celulasas no tienen diferencias entre niveles del factor sustrato y que no hay interacción entre factores ($p > 0.05$). Las lacasas presentaron interacción entre factores y diferencias en los niveles de ambos factores ($p \leq 0.05$). La actividad celulasas promedio 1.56 U $g^{-1}$ MS ($p > 0.05$) en los 3 sustratos y mayor actividad de lacasas en el rastrojo de maíz. Las celulasas fueron mayores a los 10 d de FS y las lacasas a los 5 d de FS ($p \leq 0.05$). La mayor producción de lacasas fue en rastrojo de maíz a los 5 d de FS ($p \leq 0.05$). En conclusión, la cepa MR de *P. ostreatus* tiene la capacidad de producir mayor cantidad de enzimas en rastrojo de maíz y el mejor tiempo de FS es 5 d para lacasas y 10 d para celulasas.

**Palabras clave**: Olote, rastrojo de maíz, totomoxtle.

## ABSTRACT

*Pleurotus ostreatus* is a white-pored fungus capable of producing fibrolytic enzymes. The objective was to quantify the production of cellulases and laccases of the MR strain of *P. ostreatus* by solid fermentation (FS) at 5 and 10 days using corn olote, corn totomoxtle and corn stover as substrates. In a Erlenmeyer flask, a type of substrate with 80% humidity was placed and sterilized at 121 ° C, 15 min and 15 PSI; inoculated with 5% seed of the MR strain of *P. ostreatus* and incubated at room temperature for 5 and 10 days. In each time of fermentation, the crude enzymatic extract was

obtained and the cellulase and laccase activity was quantified. The experimental design was a 3 x 2 factorial arrangement within a completely randomized design, considering as factors the type of substrate and FS time. The results indicated that the cellulases do not have differences between levels of the substrate factor and that there is no interaction between factors ($p > 0.05$). The laccases presented interaction between factors and differences in the levels of both factors ($p \leq 0.05$). The cellulase activity average 1.56 U $g^{-1}$ DM ($p > 0.05$) in the 3 substrates and higher activity of laccases in the corn stubble. Cellulases were higher at 10 d of FS and laccases at 5 d of FS ($p \leq 0.05$). In conclusion, the MR strain of *P. ostreatus* has the capacity to produce more enzymes in corn stover and the best FS time is 5 d for laccases and 10 d for cellulases.

**Index words**: Corn stover, olote, totomoxtle.

## INTRODUCCIÓN

Los hongos de pudrición blanca producen enzimas fibrolíticas mediante fermentación líquida o fermentación en estado sólido; además pueden predigerir de la fracción fibrosa de forrajes y subproductos con altos contenidos de carbohidratos estructurales que se usan como sustratos. En el proceso de fermentación sólida se debe considerar el tipo de forraje, dosis, presentación del producto (líquido o sólido) y su incorporación al sustrato de interés (Peláez-Acero *et al*., 2011). *Pleurotus ostreatus* es el hongo con más estudios en años anteriores, que se clasifica dentro de los de pudrición blanca. Este hongo en la naturaleza crece sobre residuos de material leñoso o ricos en fibra como troncos, ramas y bagazos; por lo que su cultivo *in vitro* puede hacerse en materiales que tengan alto contenido en fibras (López-Rodríguez *et al*., 2008). *P. ostreatus* se usa en el tratamiento y mejoramiento de residuos agroindustriales, porque reduce los niveles de lignina permitiendo usarlos eficientemente en la alimentación de rumiantes (Escalona *et al*., 2001). Las enzimas que produce son celulasas y lacasas, las cuales actúan en la hidrolisis de compuestos polifenólicos, enlaces glucosídicos β-1,4 en polisacáridos como la celulosa y hemicelulosa de la pared celular unidos a lignina (Peláez-Acero *et al*., 2011). Las celulasas son enzimas hidrolíticas que participan en el rompimiento de los enlaces glucosídicos β-1,4 presentes en los polisacáridos de la celulosa (Malherbe y Cloete, 2002) y las lacasas pertenecen al grupo de enzimas polifenoloxidasas, contienen cuatro átomos de cobre en su sitio catalítico, por lo que oxidan una gran variedad de compuestos fenólicos, como diaminas y aminas aromáticas (Mayer y Staples, 2002), no requieren de $H_2O_2$ para su actividad catalítica y son estables bajo diferentes condiciones (García-Oduardo *et al.*, 2017)

En la década anterior se desarrollaron y probaron productos enzimáticos de extractos compuestos de celulasas exógenas de hongos para mejorar la digestión de los forrajes al interior del rumen. La adicción de enzimas fibrolíticas exógenas incrementan la digestibilidad *in vitro*, *in situ* e *in vivo* de la materia seca y de la fibra detergente neutro (FDN) en alimentos fibrosos, produce cambios en la concentración de ácidos grasos volátiles y en los patrones de fermentación, modifican el pH ruminal, mejora el consumo y la ganancia diaria en peso (Tirado-González *et al*., 2015). Así, el objetivo fue cuantificar la producción de celulasas y lacasas de *Pleurotus ostreatus* mediante fermentación sólida a 5 y 10 días usando como sustratos subproductos del maíz.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2, ubicada en la cabecera municipal de Cuajinicuilapa, Guerrero, México. Los microorganismos fueron la cepa MR de *Pleurotus ostreatus*. Para la reactivación de la cepa se preparó un medio de cultivo con base en agar papa-dextrosa (BD Bioxon®). En un matraz Erlenmeyer (Kimax®; 500 mL) se colocaron 7.8 g de agar papa-dextrosa y 200 mL de agua destilada. El medio se esterilizo por 15 min a 15 PSI y 121 °C. El medio se vertió en cajas Petri hasta su solidificación y se conservaron a 4 °C hasta su uso. Las cajas Petri se inocularon con la cepa se incubaron a temperatura ambiente por 4 d. Posteriormente, se preparó el inóculo para inocular los sustratos durante la fermentación sólida. Por lo que se hirvieron 500 g de sorgo entero en 1 L de agua destilada por 30 min y se filtró para eliminar el exceso de agua. A continuación, el sorgo se colocó en un matraz Erlenmeyer, el matraz se tapó y colocó un tapón de algodón y papel destraza para esterilizarlo por 15 min a 15 PSI y 121 °C. En una campana de bioseguridad (Labconco®, USA), el matraz se dejó enfriar a temperatura ambiente y se inoculó con 10 cilindros de agar con micelio (1 cm diámetro) y se incubaron a temperatura ambiente por 10 d.

Los sustratos fueron rastrojo de maíz, totomoxtle (hojas que cubren al elote de maíz) y olote del elote. Los sustratos se deshidrataron en una estufa (Felisa® FE-293A, México) por 72 h a 60 °C; posteriormente se molieron en molino convencional con malla de 0.5 cm de diámetro. En un matraz Erlenmeyer se colocaron 11 g de un tipo de sustrato y 39 g de agua destilada, se homogeneizaron para tener un sustrato con 80% de humedad. Al matraz se le colocó un tapón de algodón y papel destraza y se esterilizó durante 15 min a 15 PSI y 121 °C.

Fermentación sólida: En una campana de bioseguridad (Labconco®, USA), los matraces con el sustrato estéril se inocularon con 5% de semilla de la cepa MR de *P. ostreatus*, posteriormente se colocó un tapón de algodón y se dejaron incubar a una temperatura ambiente (30 ˚C promedio) por 5 y 10 d.

Extracto crudo enzimático: A los 5 y 10 d de fermentación sólida (FS), el contenido del matraz se extrajo y se depositó en un mortero con agua destilada en relación 1:1.5, se maceró por 20 min, se filtró a través de gasas y se prensó manualmente para obtener el extracto crudo enzimático (ECE). El ECE se centrifugó por 25 min a 9,710 x g y 4 °C. Al sobrenadante se le cuantificó la actividad enzimática de celulasas y lacasas.

Celulasas: La actividad enzimática celulasas se midió usando el método de azúcares reductores descrito por Miller (1959). El sustrato fue carboximetilcelulosa (CMC; Sigma-Aldrich®) al 0.5% (2.5 g de carboximetilcelulosa en 500 mL de amortiguador de citrato 50 mM y pH 4.8). Además, se preparó una solución glucosa 10 mM [0.18 g de dextrosa (Merk®) 100 mL-1 de amortiguador de citratos 50 mM y pH 4.8] para una curva estándar. La mezcla de reacción contenía 0.9 mL de CMC 5% y 0.1 mL de ECE. A continuación, se incubaron 30 min a 50 °C, se agregaron 1.5 mL de solución dinitrosalicílico (DNS) y se hirvió por 5 min, e inmediatamente se introdujeron en un recipiente de agua helada y se midió la absorbancia a 540 nm en un espectrofotómetro (Jenway® 6850, China,). Cabe destacar, se preparó un blanco con 0.9 mL de CMC 5%, se incubó 30 min a

50 °C, se agregaron 1.5 mL de DNS y 0.1 mL de ECE y se hirvió por 5 min, e inmediatamente se introdujeron en un recipiente de agua helada y se midió la absorbancia a 540 nm. La unidad se definió como la cantidad de enzimas que libera 1 µmol $min^{-1}$ de glucosa.

Lacasas: La cuantificación de la actividad enzimática lacasa se determinó usando como sustrato ABTS (2,2' azino-bis [3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico], 420 nm=36,000 $M^{-1}$ $cm^{-1}$) según Bressler *et al*. (2000). La mezcla de reacción de cada muestra contenía 1.6 mL de agua destilada, 0.2 mL de ECE y 0.2 mL de reactivo ABTS. A continuación, se incubaron 1 min a 40 y se medió la absorbancia a 420 nm cada 10 segundos por 2 min en un espectrofotómetro.

Para la actividad enzimática de celulasas y lacasas se usó un arreglo factorial 3 x 2 dentro de un diseño completamente al azar, considerando como factores al tipo de sustrato (rastrojo de maíz, olote y totomoxtle) y tiempo de fermentación sólida (5 y 10 d). Las medias se ajustaron por mínimos cuadrados usando el PROC LSMEANS de SAS® (2011) y comparadas con la prueba de Tukey.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza indica que las celulasas no tienen diferencias entre los niveles del factor sustrato y que no hay interacción entre sustrato y día de fermentación ($p > 0.05$), mientras los niveles de día de fermentación solida mostraron diferencias ($p \leq 0.05$). En el caso de las lacasas se presentó interacción entre el factor sustrato y día de fermentación, además de los niveles en ambos factores ($p \leq 0.05$). La actividad celulasas promedio 1.56 U $g^{-1}$ MS ($p > 0.05$) en los 3 sustratos, mientras en el rastrojo de maíz se produjo 353 % mayor actividad lacasa que en totomoxtle y olote de maíz ($p \leq 0.05$). Esta variación en la producción enzimática de los ECE se asume a la composición de los sustratos, dado que el rastrojo está compuesto por panoja, tallos, caña y espiga principalmente, las cuales poseen características fisicoquímicas propias que promueve mayor actividad enzimática (Basaure, 2008).

La producción de celulasas a los 10 d es 4.2 veces mayor que a los 5 días de fermentación sólida ($p \leq 0.05$). En contraste, la producción de lacasas a los 5 d es 5.4 veces mayor que a los 10 d ($p \leq 0.05$; Cuadro 1). Resultados inferiores fueron publicados por Sánchez-Santillán *et al.* (2015) en actividad de celulasas y lacasas usando *P. ostreatus* como inóculo y bagazo de caña de azúcar como sustrato de la fermentación sólida. Estos resultados se asumen a que los sustratos usados en el presente estudio son materiales lignocelulolíticos, por lo que la cepa MR de *P. ostreatus* requiere primero hidrolizar la lignina para posteriormente acceder a la celulosa (Church *et al*., 2004). Los resultados del presente estudio y los de Sánchez-Santillán *et al*. (2015) concuerdan que la mayor producción de enzima lacasa se presenta en los primeros 7 d de fermentación sólida, independientemente del tipo de sustrato empleado.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

**Cuadro 1**. Actividad de celulasas y lacasas de la cepa MR de *Pleurotus ostreatus* en diferentes subproductos de maíz con 5 y 10 días de fermentación sólida.

| Variables | | Celulasas | Lacasas |
|---|---|---|---|
| p-valor del análisis de varianza | | | |
| Sustrato | | 0.0832 | <.0001 |
| Día | | <.0001 | <.0001 |
| Sustrato*Día | | 0.5303 | <.0001 |
| Factor sustrato | | | |
| Olote | | 1.34[a] | 151.48[b] |
| Rastrojo | | 1.80[a] | 701.44[a] |
| Totomoxtle | | 1.53[a] | 157.62[b] |
| Factor día | | | |
| 5 de fermentación sólida | | 0.60[b] | 569.79[a] |
| 10 de fermentación sólida | | 2.51[a] | 103.90[b] |
| Interacción sustrato*día | | | |
| Olote | 5 de fermentación sólida | 0.489[b] | 224.89[b] |
| Rastrojo | 5 de fermentación sólida | 0.735[b] | 1275.78[a] |
| Totomoxtle | 5 de fermentación sólida | 0.582[b] | 208.71[b] |
| Olote | 10 de fermentación sólida | 2.185[a] | 78.08[b] |
| Rastrojo | 10 de fermentación sólida | 2.863[a] | 127.09[b] |
| Totomoxtle | 10 de fermentación sólida | 2.475[a] | 106.54[b] |
| Error Estándar de la Media | | 0.245 | 103.559 |

[abc] Medias con diferente literal en la misma columna indican diferencias ($p \leq 0.05$).

El uso de rastrojo de maíz como sustrato inoculado con la cepa MR de *P. ostreatus* mediante una fermentación sólida de 5 d produjo 800% mayor actividad de lacasas que el totomoxtle y olote a los 5 o 10 d ($p \leq 0.05$). Cabe destacar, en el propio rastrojo se reduce 90% la actividad de lacasas de los 5 a los 10 d ($p \leq 0.05$). Esto se puede asumir a la composición de los sustratos, porque el olote tiene 34% de hemicelulosa, del cual alrededor de 94% son xilanasas, por lo que no estimula a la cepa MR de *P. ostreatus* a producir celulasas y lacasas (Córdoba *et al*., 2013); por su parte, el contenido de lignina en las hojas de mazorca o totomoxtle es bajo, por lo que la producción de lacasa es inferior comparado con el rastrojo de maíz (Prado-Martínez *et al*., 2012).

## CONCLUSIONES

La producción de enzimas celulasas y lacasas depende de la composición química del sustrato y del tiempo de fermentación, por lo que la cepa MR de *P. ostreatus* tiene la capacidad de producir la mayor cantidad de enzimas en el rastrojo de maíz y el tiempo de fermentación solida ideal para lacasas son 5 d y de 10 d para celulasas.

## AGRADECIMIENTOS

Al cuerpo académico "Producción Sustentable de Rumiantes en el Trópico".

## LITERATURA CITADA

Basaure, P. 2008. Maíz composición del rastrojo. Manual de lombricultura. 1-2.

Bressler, D. C. and P. M. Fedorak. 2000. Oxidation of carbazole, N-ethylcarbazote, fluorine, and dibenzothiophene by the laccase of Coriolopsis gallica. Biotechnology Letter 22: 1119-1125.

Church, D. C., K. R. Pond y W.G. Pond. 2004. Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales. 2ª Edición. México, D.F. Limusa.pp. 50-60 p.

Córdoba, J. A., E. Salcedo, R. Rodríguez, J. F. Zamora, R. Manríquez, H. Contreras, J. Robledo y E. Delgado. 2013. Caracterización y valoración química del olote: degradación hidrotérmica bajo condiciones subcríticas. Revista Latinoamericana de Química 41(3): 1-2.

Escalona, C. L., P. I. Ponce, A. M. Estrada, G. S. Solano, O. S. Ricardo y M. E. Cutiño. 2001. Cambios en la composición bromatológica del GARANVER inoculado con una cepa de Pleurotus ostreatus. Revista Producción Animal 13(1): 21-24.

García-Oduardo, N., R. C. Bermúdez-Savon, L. Tellez-Suarez, M. Chávez-Toledano, I. Perraud-Gaime. 2017. Enzimas lacasa en inoculos de *Pleurotus* spp. Revista Tecnología Química 37(1): 39-41.

López-Rodríguez, C., R. Hernández-Corredor, C. Suarez-Franco and M. Borrero. 2008. Evaluación del crecimiento y producción de *Pleurotus ostreatus* sobre diferentes residuos agroindustriales del departamento de Cundinamarca. Universitas Scientiarum 13(2): 128-129.

Malherbe, S. and E. T. Cloete. 2002. Lignocellulose biodegradation: fundamentals and applications. Reviews Environmentak Science Biotechnology 1: 105-114.

Mayer, A. M. and C.R. Staples. 2002. Laccase: new functions for and old enzyme. Phytochemistry 60: 551-565.

Miller, G. L. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Analytical Biochemistry 31(3): 426-428.

Peláez-Acero, A., M. Meneces-Mayo, L. A. Miranda-Romero, M. Ayala-Martínez, M. M. Crosby-Galván, O. Loera-Corral y M. D. Megías-Rivas. 2011. Enzimas fibrolíticas producidas por fermentación en estado sólido para mejorar los ensilajes de caña de azúcar. Revista Agrociencia 45(6): 675-685.

Prado-Martínez, M., J. Anzaldo-Hernández, B. Becerra-Aguilar, H. Palacios-Juárez, J de J. Vargas-Radillo y M. Rentería-Urquiza. 2012. Caracterización de hojas de maíz y de bagazo de caña para la elaboración de una pulpa celulósica mixta. Madera y Bosques 18(3): 2-3

Sánchez-Santillán, P., M. Meneses-Mayo, L. A. Miranda-Romero, E. Santellano-Estrada y B. Alarcón-Zúñiga. 2015. Actividad fibrolítica y producción de gas por *Pleurotus ostreatus*-IE8 y *Fomes fomentarius*-EUM1 en bagazo de caña. Revista MVZ Córdoba. 20(supl): 4907-4916.

SAS. 2011. SAS/STAT Sofware. Versión 9.3. Cary, NC SAS, USA: Institute INC

Tirado-González, D. N., G. Tirado-Estrada y L. A. Miranda-Romero. 2015. Sobre el efecto de enzimas fúngicas en la alimentación de rumiantes. Sitio Argentino de Producción Animal 40(11): 758-759.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA Y DEGRADABILIDAD *in situ* A TRES EDADES DE CORTE DE *Thitonia diversifolia* hemsl. Gray

# [DRY MATTER PRODCUTION AND DEGRADABILITY in situ TO THREE CUTTING AGE OF *Thitonia diversifolia* hemsl. Gray]

**E. Castillo G.[1], Jesús Jarillo Rodríguez[1§], Carlos Miguel Lucas Leyva[1], Cristino Cruz Lazo[1], Vicky Tatiana Vargas Velázquez[1], Silvia López Ortíz[2]**

[1]Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia, Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical. [2]Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. [§]Autor para correspondencia: (jarillorj22@hotmail.com).

## RESUMEN

El presente trabajo analiza la cantidad de materia seca (MS) de hoja y tallo producidos a tres edades diferentes de corte (42, 56, 80 días de edad) durante la época lluviosa del 2018, y se determinó la cinética de degradación ruminal *in situ* de la MS de hojas de *T. diversifolia* de 42, 56, 84 d de edad y siete tiempos diferentes de permanencia en el rumen (3, 6, 9, 12, 24, 48, 72 h). La producción de materia seca entre edades difirió muy poco, el promedio para hoja y tallo fue 1900 y 2000 kg de MS/ha, respectivamente. Los datos de degradación de hoja, muestran que los valores de los parámetros de las tres curvas (42, 56 y 84 días de rebrote) fueron estadísticamente similares entre sí ($p$ = 0.2288). Los perfiles de degradación obtenidos indicaron que prácticamente toda la MS de botón de oro es degradada en el rumen.

## ABSTRACT

Was analyzed the dry matter (DM) yield of leaf and stem produced at three different cutting ages (42, 56, 80 days of age) during the rainy season of 2018, and the ruminal degradation kinetics *in situ* of DM of *T. diversifolia* leaves of 42, 56, 84 d of age and seven different times of permanence in the rumen (3, 6, 9, 12, 24, 48, 72 h) was determined. The production of dry matter between ages differed very little, the average for leaf and stem was 1900 and 2000 kg of DM/ha, respectively. The leaf degradation data show that the parameter values of the three curves (42, 56 and 84 days of regrowth) were statistically similar between them ($p$ = 0.2288). The degradation curves obtained indicated that practically all the *T. diversifolia* DM is degraded in the rumen.

## INTRODUCCIÓN

Bajo condiciones de pastoreo en el trópico mexicano la prodcucción animal muestra baja productividad debido principalmente a practicas inadecuadas de manejo de pastizales y del uso de especies forrajeras mal adaptadas y con bajo potencial de producción y calidad nutritiva para su uso como forraje de corte o pastoreo.

Una especie con potencial puede ser *T. diversifolia,* planta arbustiva forrajera no leguminosa que puede usarse como forraje de corte o incluirse como componente arbustivo en sistemas silvopastoriles, es de la familia Asterácea y género *Tithonia*, con alta concentración de proteína, alta degradabilidad en rumen (Vargas, 1994; Rosales, 1996; Arrnois, 2014), bajos contenidos de fibra y niveles aceptables de sustancias antinutricionales como fenoles y taninos (Murgueitio, 2009). Sin embargo, existen pocos trabajos sobre el comportamiento productivo y de calidad nutritiva a diferentes edades de corte.

Por lo tanto, el objetivo del trabajo fue evaluar la cantidad de materia seca de hoja y tallo producidos a tres edades diferentes de corte (42, 56, 80 días de edad) durante la época lluviosa del 2018, así como la cinética de degradación ruminal *in situ* de la MS de hojas de *T. diversifolia.*

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el Módulo de Producción Ovina "EL Cenzontle" del CEIEGT-FMVZ-UNAM; en Tlapacoyan, Veracruz. El clima es cálido húmedo con una temperatura media anual y precipitación total anual de 23.5°C y 1991 mm. La vegetación original fue de bosque subtropical semi siempre verde estacional, localizado en una zona de transición climática, entre la zona costera subhúmeda y la zona húmeda hacia la Sierra Madre Oriental.

Para el establecimiento del experimento, se utilizaron estacas de *T. diversifolia* de 20 a 30 cm de longitud. Sembradas a una distancia de 60 x 60 cm de forma vertical y 10 cm de profundidad aproximadamente. Para 1 ha se utilizaron 16,000 estacas.

El muestreo para el presente ensayo se realizó después del corte de uniformización y en franjas de 15 plantas, en las cuales se hizo una aleatorización para elegir solo cuatro plantas que se utilizaron para el corte de cada edad a evaluar. El corte se llevó a cabo a 1 m de altura sobre la superficie del suelo en los meses de octubre a diciembre de 2018. Las muestras se pesaron individualmente por planta, posteriormente por separado se tomaron muestras de 500 g aproximadamente de tallos y hojas y se secaron en estufa de aire forzado a 60 ºC durante 72h.

La degradabilidad de las muestras se determinó por la técnica de la bolsa de dacrón (Ørskov y McDonald, 1979). Las bolsas de dacrón (Bar Diamond, Inc. Parma Idaho USA) son de monofilamento blanco, con tamaño de poro de 53 (±10) micrones, de 10 x 20 cm para 3.2 g de muestra. Las muestras se incubaron en el rumen de dos vacas de siete años de edad y un peso de 700 y 650 kg respectivamente, las cuales tuvieron una etapa de acostumbramiento, y se mantuvieron en un potrero de 1.25 ha para la alimentación única de estas, más dos kg/d de concentrado para cada una, durante 12 d, siete antes de comenzar el experimento y los otros 5 que duró la evaluación. Se utilizaron siete tiempos diferentes de degradación *in situ* (3, 6, 9, 12, 24, 48, 72 h) todas por triplicado, en total se usaron 174 bolsas (10 x 20 cm), de las cuales 126 bolsas fueron para las muestras, 42 bolsas para blanco y 6 para el estándar, que fueron hojas de kinggrass (*Pennisetum purpureum*) (Castillo *et al*., 2012).

Los datos de la degradación se ajustaron al modelo simple de Mitscherlich (Ørskov y McDonald, 1979; McDonald, 1981; Dhanoa, 1988) que es:

$$y_t = A + B\left(1 - e^{-c(t-T)}\right)$$

En el cual A es la fracción soluble que se supone se degrada al instante; B la parte degradable de la fracción insoluble; c es la tasa de degradación fraccionaria de B; T es el tiempo de retardo para iniciar la degradación de B; y $y_t$ es la MS degradada al tiempo t (g perdidos/g incubados).

La degradación efectiva (E) se calculó con la ecuación:

$$E = A + B\left(\frac{ce^{-k_p * t}}{c + k_p}\right)$$

La cual supone que el tiempo de retardo para $k_p$, la tasa de pasaje, es inexistente. En el presente caso se usó $k_p = 0.033\ h^{-1}$. La fracción A se midió sometiendo la muestra en la bolsa a enjuague con agua destilada a 38 °C por media hora, con agitación ocasional y dejando escurrir por la noche antes del secado a 65 °C por 72 horas (Ørskov y McDonald, 1979). En ambos casos, las unidades son porcentajes: (g perdidos/g incubados) x 100. Asimismo, se realizó una corrección por pérdida de partículas según lo descrito por Dhanoa *et al*. (1999).

El ajuste de los datos al modelo se realizó por cuadrados mínimos (Motulsky, 2017) bajo el supuesto de que los errores están distribuidos normalmente, y, por tanto, los estimadores de los parámetros son similares al análisis por máxima verosimilitud (Silvert, 1979), para lo cual se usó el software GraphPad Prism v. 7.05, que emplea la iteración de Marquardt-Lavenberg (Marquardt, 1963).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de materia seca registrada en cada edad evaluada se observa en el cuadro 1, los valores de producción de materia seca de hoja y tallo fueron similares dentro de edades, siendo similares a los informado por otros autores (Gallego-Castro *et al.,* 2017). La relación hoja:tallo disminuyó al aumentar la edad de *T. diversifolia*.

**Cuadro 2.** Porcentaje y producción de MS (kgMS/ha) de hoja y tallo a tres edades de rebrote de *T. diversifolia* en el trópico húmedo.

| Edad (días) | % MS hoja | Producción KgMS/ha hoja | % MS tallo | Producción KgMS/ha tallo | Relación Hoja:Tallo |
|---|---|---|---|---|---|
| 42 | 16.4 | 1825±50 | 14.76 | 1600±258.19 | 1.14 |
| 56 | 17.02 | 1675±170.78 | 16.41 | 1800±355.90 | 0.93 |
| 84 | 19.77 | 2200±70.71 | 23.92 | 2600±200 | 0.85 |

El Cuadro 2 presenta los resultados del ajuste del modelo simple de Mitscherlich a los datos de degradación, donde se observa que los valores de los parámetros de las tres curvas (42, 56 y 84

días de rebrote) fueron muy cercanos entre sí. De hecho, el análisis comparativo de estos, indicó que los tres compartieron la misma curva, pues no hubo diferencias significativas entre estas ($p$ = 0.2288).

El tiempo de retardo (T, horas) fluctuó desde prácticamente cero en el rebrote de 42 días, a poco más de 1 hora en 56 días y 0.24 h en 84 días, para al final, ser prácticamente cero en la curva común a todas las edades de rebrote (Cuadro 2, Figura 1).

Los valores de A se incrementaron con la edad de rebrote, en tanto que los de B disminuyeron. En cuanto a c, tasa de degradación de B, esta se mantuvo constante a lo largo de todas las edades de rebrote. Los valores para A, B y c, de la curva común fueron: 26.16%, 72.89% y 0.1206 $h^{-1}$ (Cuadro 2; Figura 1).

La degradación efectiva usual E, fue ligeramente mayor para 42 días de rebrote en comparación con 56 y 84 días, pero tal diferencia fue de sólo 1.49 y 0.40 unidades porcentuales, respectivamente. La degradación efectiva corregida por pérdida de partículas $E_1$, también fue mayor para 42 días, pero en este caso la diferencia con 56 días aumentó a 2.71 unidades porcentuales y con 84 días disminuyó a sólo 0.26 unidades porcentuales (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Parámetros del modelo de Mitscherlich de cada edad de rebrote y de una única curva compartido por las tres edades.

| Parámetros[1] | Edad de rebrote | | | Todas las edades |
|---|---|---|---|---|
| | 42 días | 56 días | 84 días | |
| | Valores de los parámetros | | | |
| T (h) | 6.37E-12 | 1.06 | 0.24 | 4.08E-10 |
| A (%) | 24.84 | 28.42 | 27.26 | 26.16 |
| B (%) | 74.21 | 70.63 | 71.79 | 72.89 |
| c (%/h) | 0.1297 | 0.1266 | 0.1249 | 0.1206 |
| $R^2$ | 0.9198 | 0.9661 | 0.9637 | 0.9480 |
| E (%) | 84.00 | 82.51 | 83.60 | 83.39 |
| $E_1$ (%) | 83.45 | 80.74 | 83.20 | 82.67 |

[1] Ecuación simple de Mitscherlich: $y_t = A + B(1 - e^{-c(t-T)})$, donde: A es la fracción soluble que se supone se degrada al instante; B la parte degradable de la fracción insoluble; c es la tasa de degradación fraccionaria de B; T es el tiempo de retardo para iniciar la degradación de B. $R^2$ es el coeficiente de determinación; $y_t$ es la MS degradada al tiempo t (g perdidos/g incubados)E y E1 son las degradabilidades efectivas sin y con corrección por pérdida de partículas a tiempo cero, respectivamente.

Los perfiles de degradación aquí obtenidos indicaron que prácticamente toda la MS de botón de oro es degradada en el rumen. La O *et al*. (2012) estudiaron en Cuba la degradabilidad *in situ* de la MS de botón de oro (*T. diversifolia*), y ajustaron sus datos al modelo original de Ørskov y McDonald (1979), sin tiempo de retardo, encontrando que los valores de A fluctuaron de 1.95% a 25.42%, los de B de 58.20% a 95.53%, los de c de 0.09 a 0.39 h-1, y los de E de 63.14% a 92.10%, al emplear una tasa de pasaje ($K_p$) de 0.03 h-1. Estos resultados, confirman los obtenidos en el presente experimento.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

Con respecto a alfalfa (*Medicago sativa*), Dhanoa *et al*. (1999) mencionaron valores de 0.8 h, 35.7%, 40.4% y 0.176 $h^{-1}$ para T, A, B y c, respectivamente. En cuanto a E y $E_1$, estos fueron 68.7% y 66.6%, respectivamente, ambos menores a 83.4% y 82.7% estimados en el presente estudio para botón de oro, empleando una tasa de pasaje ruminal de 0.033 $h^{-1}$.

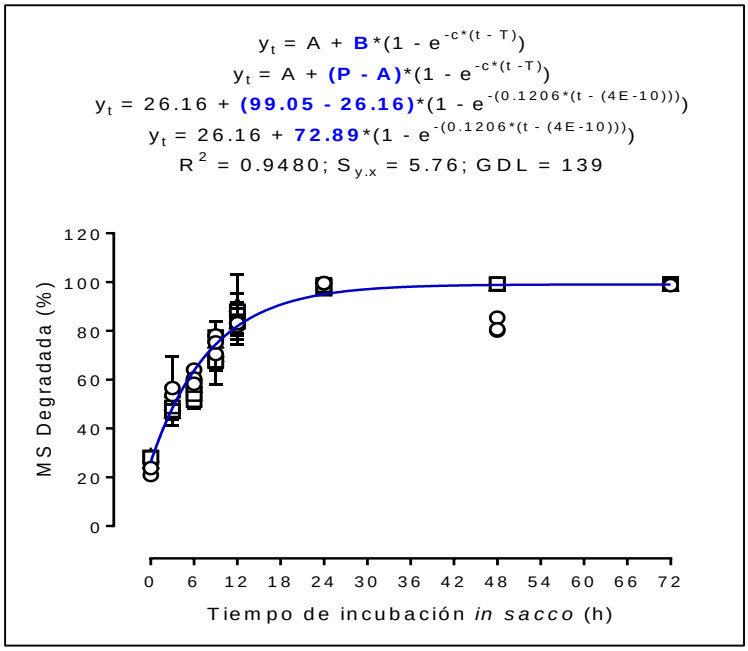



**Figura 1.** Perfil de la degradación in situ de la materia seca de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) cosechada a 42 (○), 56 (□) y 84 (△) días de rebrote durante el otoño en el trópico húmedo del Estado de Veracruz. La gráfica sólo presenta una curva, así como la ecuación que la generó, porque la diferencia entre curvas individuales no fue significativa ($p$ = 0.2288).

En Kenya, Osuga *et al*. (2006) estudiaron la desaparición *in situ* de seis forrajes. Ellos encontraron que, en cuanto al parámetro A, *T. diversifolia* fue la segunda (38.0%), después de *Sesbania sesban* (43.0%); con respecto a B fue también segunda (56.5%) después de *Pennisetum purpureum* (59.9%); y en la tasa de degradación de B (c), fue la primera (0.039 $h^{-1}$) seguida por *S. sesban* (0.035 $h^{-1}$). En cuanto a degradación efectiva, calculada a una $k_p$ de 0.03 h-1, esta fue de 68.6%, segunda sólo después de *S. sesban* (69.4%). El valor para botón de oro fue inferior al encontrado en el presente estudio por 14.8 unidades porcentuales.

En bagazo de cítricos ensilado a la intemperie, Vázquez (2017) empleó el mismo modelo, pero sin tiempo de retardo y encontró que los valores de A, B y c fueron de 22.5%, 76.3% y 0.14 $h^{-1}$, respectivamente. Con esos datos, el cálculo de la degradabilidad efectiva E resultó en un 84.3% ($k_p$ = 0.03 $h^{-1}$), que es un valor cercano al obtenido en el presente experimento.

Estos datos, indican la posibilidad de emplear conjuntamente *T. diversifolia* y bagazo de cítricos como suplementos frescos de rumiantes en pastoreo, pues dada la similitud de los parámetros de la curva de degradación *in sacco* de ambos, estos pueden presentar una digestión complementaria en

el rumen, haciendo más eficiente la producción de proteína microbiana y el uso de la energía (Matras *et al*., 1991; Sinclair *et al*., 1995), lo cual debe comprobarse experimentalmente.

## CONCLUSIONES

La edad de mayor potencial para la utilización de la planta en alimentación animal, puede ser 84 días de edad, por mayor de producción de MS y la degradación *in situ* sin diferencia entre edades evaluadas.

## LITERATURA CITADA

Arrnois, V. 2014. Bancos forrajeros de energía y proteína como estrategia para enfrentar los efectos negativos del cambio climático. INTA-Corfoga, 13 p.

Castillo, G. E., R. J. Jarillo, S. I. Cortes, M. B. Valles y Z. E. Ocaña. 2012. Número de vacas y bolsas necesarias para estimar la degradación in situ de hojas de King grass (*Pennisetum purpureum*). Tropical and Subtropical Agroecosystems 15(Sup 2): 95-100.

Dhanoa, M. S. 1988. On the analysis of dacron bag data for low degradability feeds. Grass and Forage Science 43(4): 441-444.

Dhanoa, M. S., J. France, S. López, J. Dijkstra, S. J. Lister, D. R. Davies and A. Bannink. 1999. Correcting the calculation of extent of degradation to account for particulate matter loss at zero time when applying the polyester bag method. Journal of Animal Science 77(12): 3385-3391.

Gallego-Castro, L. A., L. Mahecha-Ledesma y J. Angulo-Arizala. 2017. Calidad nutricional de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray bajo tres sistemas de siembra en el trópico alto. Agronomía Mesoamerican 28(1): 213-222.

La O, G. H., A. Orozco, Y. Castillo, O. Ruiz, A. Estrada, F. Ríos, E. Gutiérrez, H. Bernal, D. Valenciaga, B. I. Castro, Y. Hernánez y B. I. Castro. 2012. Composición química, degradabilidad ruminal *in situ* y digestibilidad *in vitro* de ecotipos de *Tithonia diversifolia* de interés para la alimentación de rumiantes. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 46(1): 47-53.

Marquardt, D. W. 1963. An algorithm for least squares estimation of parameters. Journal of the Society of Industrial Applied Mathematics 11: 431–441. Available in: http://www.dista.unibo.it/~bittelli/materiale_lettura_fisica_terreno/marquardt_63.pdf.

Matras, J., S. J. Bartle and R. L. Preston. 1991. Nitrogen utilization in growing lambs: Effects of grain (starch) and protein sources with various rates of ruminal degradation. Journal of Animal Science 69(1): 339-347.

McDonald, I. 1981. A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. The Journal of Agricultural Science 96(1): 251-252.

Motulsky, H. J. 2017. Equation: Segmental Linear Regression, GraphPad Curve Fitting Guide. Accessed 5 May 2019. https://www.graphpad.com/guides/prism/7/curve-fitting/index.htm?reg_segmental_linear_regression.htm

Murgueitio, E. 2009. Incentivos para los sistemas silvopastoriles en América Latina. Universidad de Colima 13(1): 3-19.

Ørskov, E. R. and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. The Journal of Agricultural Science 92(2): 499-503.

Osuga, I. M., S. A. Abdulrazak, N. Nishino, T. Ichinohe and T. Fujihara. 2006. Potential nutritive value of selected browse species from Kenya using *in vitro* gas production technique and polyethylene glycol. Livestock Research for Rural Development 18(12).

Rosales, M. 1996. *In vitro* assessment of the nutritive value of mixtures of leaves from tropical fodder trees. Tesis de Doctorado D.Phil. Departament of Plant Sciences.

Silvert, W. 1979. Practical curve fitting. Limnology and Oceanography 24: 767-773.

Sinclair, L. A., P. C. Garnsworthy, J. R. Newbold and P. J. Buttery. 1995. Effects of synchronizing the rate of dietary energy and nitrogen release in diets with a similar carbohydrate composition on rumen fermentation and microbial protein synthesis in sheep. The Journal of Agricultural Science 124(3): 463-472.

Vargas, J. E. 1994. Caracterización de recursos forrajeros disponibles en tres agroecosistemas del Valle del Cauca. Maestría en Sistemas Sostenibles de Producción Animal en los Trópicos. pp. 135-152.

Vázquez, C. M. F. 2017. Comportamiento productivo, consumo y digestibilidad de una dieta base *Brachiaria* sp. complementada con *Cratylia argentea* en corderos pelibuey en crecimiento. Tesis de Maestría. Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias de la Producción y de la Salud Animal. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México. 72 p.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DE UN BIOESTIMULANTE SOBRE EL RENDIMIENTO EN MAÍZ BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL

## [BIOSTIMULANT EFFECT ON CORN YIELD UNDER RAINY SEASON]

**Imelda Sánchez-García[1], Raquel Martínez-Loperena[2], Humberto Ramírez-Vega[2], Víctor Manuel Gómez-Rodríguez[2], Darwin Heredia-Nava[2§]**

[1]Estudiante de la Maestría en Producción Animal Sustentable. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de los Altos, 47620. Av. Rafael Casillas Aceves No. 1200, Tepatitlán de Morelos, Jal. [2]Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de los Altos. [§]Autor para correspondencia: (darwin.heredia@cualtos.udg.mx).

## RESUMEN

En la actualidad se necesita aumentar la producción de maíz y una opción para ello, es el uso de bioestimulantes por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de un bioestimulante comercial compuesto de extractos de plantas como betabel (*Beta vulgaris*), alcachofa (*Cynara scolymus*), hidrastis (*Hydrastis canadensis*), entre otras, sobre el rendimiento del maíz. Se llevó a cabo mediante un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones. La parcela experimental se integró por tres surcos por tratamiento y tres repeticiones por cada uno de ellos. Los tratamientos fueron: T1: (Maíz Nativo + Bioestimulante); T2: Maíz Nativo; T3: (Híbrido + Bioestimulante); T4: (Híbrido). Se emplearon dos aplicaciones de bioestimulante, una en la etapa de la 4ta hoja y 21 días después, la dosis empleada fue de 3 mL $l^{-1}$ de agua vía foliar. En la evaluación se utilizaron 5 plantas con competencia completa en donde se determinó: materia verde (MV), materia seca (MS), número de plantas (NP), acame de raíz (AR), acame de tallo (AT), peso de materia verde (PMV), peso elote (PE), peso hoja (PH), peso de tallo (PT), peso de espiga (PES), peso de totomoxtle (PTT), % de elote (PPE), peso total (PTOT). El análisis de los datos se realizó con el paquete estadístico SAS (V9.0); la comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey ($p < 0.05$). Los resultados obtenidos en este trabajo muestran que se tuvo un mejor desempeño en la semilla híbrida en MV, MS, PT, PH y PTOT comparado con la semilla nativa, la cual no presento efecto alguno.

**Palabras clave:** Agricultura, variables agronómicas.

## ABSTRACT

Nowadays it is necessary to increase the production of corn; therefore, the use of bio-stimulants is considered an option to achieve this. The objective of this research was to evaluate the effect of a commercial bio-stimulant composed of plant extracts such as beet (*Beta vulgaris*), artichoke (*Scynara scolymus*), hydrastis (*Hydrastis canadensis*), among others on corn yield. It was carried out using a randomized complete block design with three repetitions. The experimental plot was integrated by three rows for treatment and three repetitions for each one of them. The treatments were: T1: (Native Maize + Bio-stimulant); T2: Native Maize; T3: (Hybrid + Bio-stimulant); T4: (Hybrid). The bio-stimulant was applied two times: i) stage of the 4th leaf and ii) 21 days later.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

The dose was 3 ml per litre of water in foliar way. Five plants with complete competence were used to determine: green matter (MV), dry matter (DM), number of plants (NP), root lodging (AR), stemmed (AT), green matter weight (PMV), corn weight (PE), leaf weight (PH), stem weight (PT), ear weight (PES), *totomoxtle* weight (PTT), % of corn (PPE), total weight (PTOT). Statistical analysis of data was carried out with the software SAS (V9.0); means comparison was carried out using the Tukey test ($p < 0.05$). The results obtained in this study showed a better performance in the hybrid seed in MV, MS, PT, PH and PTOT compared with the native seed, which did not show any effect.

**Index words:** Agriculture, agronomic variables.

## INTRODCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cultivos más importante a nivel mundial con 1,120 millones de toneladas (USDA, 2019). México es el centro de origen y domesticación y uno de los principales centros de diversidad del maíz (Doebley, 2004). En el país, se producen aproximadamente 44 toneladas de maíz; donde el maíz blanco se emplea principalmente para consumo humano mientras que el maíz amarillo para consumo pecuario; sin embargo, el maíz amarillo es importado en más del 80% debido a una alta demanda en comparación con el maíz blanco (SADER, 2019). La producción de maíz forrajero para la alimentación de ganado se emplea de diferentes formas, tales como rastrojo, grano y ensilado (Jurado-Guerra *et al.*, 2014).

En la actualidad, se considera de suma importancia aumentar la producción como la calidad de los cultivos y evitar el uso excesivo de fertilizantes, por lo que el uso de bioestimulantes se ha propuesto como una alternativa segura a estos requerimientos (Ertani *et al*., 2015). Estos bioestimulantes incluyen microorganismos vivos, hongos que promueven el crecimiento de la planta (PGPF), rizobacterias promotoras de crecimiento (PGPR) y extractos de plantas (Celis *et al.*, 2008; Cano, 2011; Afanador-Barajas, 2019). Los bioestimulantes son capaces de aumentar el desarrollo, producción y/o crecimiento, mejorando la tolerancia a la salinidad, calor y sequía (Du Jardin, 2015; García, 2017; Van Oosten *et al.*, 2017) así mismo, dirigen una serie de vías metabólicas que aumentan la tolerancia al estrés así como una mejora en la absorción y uso de nutrientes (Granados-Escobar, 2015; Pérez- De Luque, 2017), calidad de la cosecha, la fertilidad del suelo, la eficiencia en el uso del agua, entre otros (Nadal-Moyano *et al.*, 2017). Los bioestimulantes pueden ser aplicados por vía foliar o por vía radicular y ser empleados casi de manera inmediata (Granados-Escobar, 2015). Culver *et al*. (2012), reportaron que los extractos de hojas de moringa (*Moringa oleífera* Lam.) en jitomate silvestre (*Lycopersicon esculentum* L. var. Rodade) dos semanas después de la germinación y así hasta la madurez fisiológica, aumentaron significativamente la materia seca, materia seca de raíz, altura de la planta, así como el peso del fruto. Ertani *et al*. (2015), observaron que los extractos de la cáscara de uva roja (*Vitis vinífera* L.) aplicados a la segunda y cuarta semana después de plantadas aumentó el número y peso de frutos, la biomasa. Es por lo anterior que el presente trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto de un bioestimulante en la producción de maíz en condiciones de temporal.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en el Campo Experimental Centro Altos de Jalisco del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (CECEAJAL-INIFAP), ubicado en el municipio de Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México. Las condiciones agroclimáticas en la mayor parte del municipio son subtempladas; la temperatura media anual es de 19.0°C, mientras que sus máximas y mínimas promedio oscilan entre 30.2°C y 5.4°C, respectivamente (CEA, Jalisco). La precipitación media anual es de 868 mm, la cual se registra de junio a septiembre (CEA, Jalisco). Para la evaluación se utilizó el maíz nativo amarillo zamorano por considerarse una raza muy importante en la zona húmeda de la región de Los Altos, así como por su alta producción de grano y plantas altas que se consideran como excelente forraje y el híbrido de maíz de una empresa comercial.

La siembra se realizó el 24 de junio del 2017, a una densidad de 80,000 mil plantas por hectárea; se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones. La parcela experimental se integró por tres surcos por tratamiento y tres repeticiones por cada uno de ellos. Los tratamientos fueron distribuidos al azar entre las parcelas experimentales de la siguiente manera: T1: Nativo + Bioestimulante; T2: Nativo; T3: (Híbrido + Bioestimulante); T4: (Híbrido). La preparación de la tierra se hizo mediante las labores culturales recomendadas en la región para el cultivo de maíz, las cuales consistieron en el sub-soleo y pasó de rastra para evitar los terrones grandes y la obstaculización de la germinación. Para la fertilización de la siembra, se utilizó una fórmula comercial (160-69-00) y una aplicación posterior de fosfato diamónico (DAP) (18-46-0) y complementado con urea al 46%; se aplicó a la siembra y antes de floración de manera manual, respectivamente. El bioestimulante comercial está compuesto de extractos de plantas como betabel (*Beta vulgaris* L.), alcachofa (*Cynara scolymus* L.), hidrastis (*Hydrastis canadensis* L.), entre otras. La aplicación se realizó conforme a las recomendaciones señaladas en el producto: 3 mL $l^{-1}$ de agua vía foliar con un periodo de 21 días entre aplicaciones; la primera se realizó en etapa de la 4ta hoja y una aplicación posterior. Para la evaluación, se utilizaron 5 plantas con competencia completa en donde se determinó: materia verde (MV), materia seca (MS), número de plantas (NP), acame de raíz (AR), acame de tallo (AT), peso de materia verde (PMV), peso elote (PE), peso hoja (PH), peso de tallo (PT), peso de espiga (PES), peso de totomoxtle (PTT), % de elote (PPE), peso total (PTOT). El análisis de los datos se realizó con el paquete estadístico SAS (V9.0); la comparación de medias se realizó con la prueba de (Tukey; $p < 0.05$).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de producción (ton $Ha^{-1}$) de las variables analizadas se presentan en el Cuadro 1 y 2. En ambos casos hubo diferencias estadísticas ($p \leq 0.01$) entre tratamientos, T3, seguido por T4, T2 y finalmente T1.

En este trabajo se analizaron los efectos de un extracto comercial sobre el maíz, en donde las variables PTOT, PMV, MS, PH, PT y PTT, mostraron diferencias significativas entre los tratamientos, mientras que las variables NP, AR, AT, PE, PES, PTT y PPE no presentaron diferencias significativas. Cabe mencionar que en relación a las variables que no presentaron

diferencias significativas en el maíz nativo, es similar a lo reportado por Astopilco-Ramírez (2015), que al probar un bioestimulante comercial no encontraron diferencias significativas entre los tratamientos; estos dos resultados son similares con lo reportado por Tadeo-Robledo *et al.* (2017), en donde el uso de un bioestimulante a base de micorrizas en maíces híbridos, observaron una nula significancia.

**Cuadro 1.** Cuadrados medios para las características agronómicas de maíces forrajeros.

| FV | GL | MV | MS | PH | PT | PTT |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Trat | 3 | 358.19** | 24.28** | 0.32** | 0.60 * | 0.19 * |
| Rep | 2 | 41.6 ns | 1.96 ns | 0.30** | 0.46 * | 0.02 ns |
| E.Exp | 6 | 54.99 | 3.07 | 0.01 | 0.10 | 0.04 |
| $R^2$ | | 0.77 | 0.80 | 0.94 | 0.81 | 0.68 |
| C.V | | 9.62 | 6.76 | 9.73 | 13.67 | 29.20 |
| Media | | 77.08 | 25.92 | 1.23 | 2.35 | 0.74 |

FV= Fuentes de Variación; GL= Grados de Libertad; MV=Materia verde; MS=Materia seca; PH=peso hoja; PT= peso tallo; PTT= peso totomoxtle**. *Pr* < 0.01 Altamente significativo); * *Pr* < 0.05 (significativo); ns=*Pr* > 0.05 (No significativo).

**Cuadro 2.** Separación de medias para las características agronómicas de maíces forrajeros.

| Tratamiento | MV | MS | PMV | PH | PT | PTOT |
|---|---|---|---|---|---|---|
| T1 | 63.7 b | 21.8 b | 4.0 b | 1.0 b | 2.1 ab | 5.3 ab |
| T2 | 73.4 ab | 26.3 ab | 5.2 ab | 1.3 a | 2.5 ab | 6.8 ab |
| T3 | 88.9 a | 28.4 a | 5.9 a | 1.6 a | 2.8 a | 7.3 a |
| T4 | 82.2 ab | 27.0 a | 3.6 b | 0.8 b | 1.8 b | 4.4 b |
| Tukey 0.05 | 20.9 | 4.95 | 1.6 | 0.33 | 0.91 | 2.5 |

MV=Materia verde: MS= Materia Seca; PMV= Peso Materia Verde; PH= Peso Hoja; PT= Peso Tallo; PTOT= Peso Total.

En relación a las variables con diferencias significativas, Biswas *et al*. (2016), observaron un efecto similar a este trabajo con el uso de extractos de hojas de moringa sobre el rendimiento de maíz y donde, las variables PTOT y PMV mostraron un aumento significativo. Otros trabajos como el de Rahmi-Aulya *et al*. (2018), mencionan que el extracto crudo de hojas de resam (*Gleicheni linearis* Burm. F.) C.B. Clarke aplicado en maíz dos semanas después de la siembra, mostró diferencias significativas en el tamaño de la planta, área foliar, peso fresco y seco de raíces, así como el peso de 100 granos. Culver *et al*. (2013), reportaron que el uso del extracto de hojas de moringa (*Moringa oleífera* Lam) aplicado a las dos semanas y cuatro semanas de sembrado, así como hasta la madurez fisiológica sobre el maíz presentaron diferencias significativas en cuanto a rendimiento de grano, altura de planta y materia seca. Oyerinde *et al*. (2009), reportan que el extracto acuoso de brotes de girasol mexicano (*Tithonia diversifolia* Hemsl. A. Gray) presentan diferencias significativas en altura de brotes, peso fresco y peso seco en maíz. Así mismo, los extractos acuosos al 3% de sorgo (*Sorghum bicolor* L., Moench), maíz, arroz (*Oryza sativa* L.) y moringa aplicados solos o combinados en el cultivo de maíz híbrido, aumentaron significativamente la altura de planta, número de granos y carreras en mazorca, peso de 1000 granos, rendimiento de grano, proteína, almidón y aceite (Kamran *et al*., 2016).

Por otra parte, se ha encontrado que diferentes extractos de pasto Johnson (*Sorghum halepense* L.), verdolaga de caballo (*Trianthema portulacastrum* L.), escoba amarga (*Parthenium hysterophorus* L.) y bardana (*Xanthium strumarium* L.) afectan significativamente la altura de planta, materia verde de brotes, materia seca de brotes, así como el área foliar en los cultivares Azam y Jalal de maíz (Khan *et al*., 2016).

Los resultados obtenidos en este trabajo respecto a MV y MS, concuerdan con los observados en el grupo de trabajo en ambos tipos de maíz en la misma región (datos no publicados), y con rendimientos en maíz nativo en MV y MS de 63-73 ton $ha^{-1}$ y 18-20 ton/ha, respectivamente; mientras que en el caso del maíz híbrido son de 80-90 ton $ha^{-1}$ y de 25-28 ton $ha^{-1}$, respectivamente.

## CONCLUSIONES

La aplicación del bioestimulante tuvo un mayor efecto en el híbrido, ya que pudo aprovechar la respuesta al bioestimulante y generar un mayor rendimiento de MV y MS. En el caso del maíz nativo amarillo zamorano dada una mayor adaptabilidad y estabilidad ante la variación a las condiciones climáticas, no se observaron modificaciones con el uso del bioestimulante en cuanto a rendimiento del mismo. Se recomiendan estudios posteriores donde se lleve a cabo la medición del sistema radicular y foliar, así como diversas variables de calidad nutricional.

## LITERATURA CITADA

Afanador-Barajas, L. N. 2019. Biofertilizers: concepts, benefits and its application in Colombia. Ingeciencia. Universidad Central. Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas 2: 65-76.

Astopilco-Ramírez, M. Y. 2015. Efecto de tres dosis de bioestimulante en el rendimiento del maíz amarillo duro (*Zea mays* L., hibr. Dow 2B688) en Pacasmayo - La Libertad. Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Perú.

Biswas, A. K., T. S. Hoque and M. A. Abedin. 2016. Effects of moringa leaf extract on growth and yield of maize. Progressive Agriculture 27(2): 136-143.

Cano, M. A. 2011. A review of interaction of beneficial microorganisms in plants: Mycorrhizae, Trichoderma spp. and Pseudomonas spp. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 14(2): 15-31.

Celis, A., C. Mendoza, M. Pachón, J. Cardona, W. Delgado y L. E. Cuca. 2008. Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae. Una revision. Agronomía Colombiana 26(1): 97-106.

Culver, M., T. Fanuel and A. Z. Chiteka. 2012. Effect of Moringa extract on growth and yield of tomato. Greener Journal of Agricultural Sciences 2(5): 207-211.

Culver, M., T. Fanuel and A. Z. Chiteka. 2013. Effect of moringa extract on growth and yield of maize and common beans. Greener Journal of Agricultural Sciences 3(1): 55-62.

Doebley, J. 2004. The genetics of maize evolution. Annual Review of Genetics. 38:37-59.

Du Jardin, P. 2015. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. Scientia Horticulturae 196: 3-14.

Ertani, A., P. Sambo, C. Nicoletto, S. Santagata, M. Schiavon and S. Nard. 2015. The use of organic biostimulants in hot pepper plants to help low input sustainable agriculture. Chemical and Biological Technologies in Agriculture 2(11): 1-11.

García, S. D. 2017. Bioestimulantes Agrícolas, definición, principales categorías y regulación a nivel mundial. Serie nutrición vegetal Núm. 94. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 3 p.

Granados-Escobar, E. F. 2015. Efecto de bioestimulantes foliares en el rendimiento del cultivo de berenjena: Ocós, San Marcos. Tesis de grado. Universidad Rafael Landívar. Coatepeque.

Jurado-Guerra, P., C. R., Lara-Macías y R. A. Saucedo-Terán. 2014. Paquete tecnológico para la producción de maíz forrajero en Chihuahua. INIFAP. México.

Kamran, M., Z. A. Cheema, M. Farooq and A. U. Hassan. 2016. Influence of foliage applied allelopathic water extracts on the grain yield, quality and economic returns of hybrid maize. International Journal of Agriculture and Biology 18: 577-583.

Khan, M. I., I. Khan, N. Khan, B. Gul, R. Khan, I. Hashmatullah-Ahmad, I. A. Khanm, M. Iqbal and H. Bibi. 2016. Varietal response of maize against weeds aqueous extracts. Applied Ecology and Environmental Research 14(4): 569-576.

Nadal-Moyano, S., E. M. Córdoba-Jiménez y C. J. González-Verdejo. 2017. Bioestimulantes en maíz. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Junta de Andalucía. España.

Oyerinde, R. O., O. O. Otusanya and O. B. Akpor. 2009. Allelopathic effect of *Tithonia diversifolia* on the germination, growth and chlorophyll contents of maize (*Zea mays* L.). Scientific Research and Essay 4(12): 1553-1558.

Pérez-De Luque. 2017. Biofertilizantes: reconquistando la Rizósfera. *In:* II Jornada. Nuevas perspectivas en la fertilización de cultivos herbáceos.

Rahmi-Aulya, N., Z. Anelo-Noli, A. Bakhtar, M. Mansyurdin. 2018. Effect of plant extracts on growth and yield of maize (*Zea mays* L.). Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science 41(3): 1193-1205.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). 2019. Centro de Información de Mercados Agroalimentarios. https://www.cima.aserca.gob.mx/swb/cima/Maiz. Consultado el 20 jun 2019.

Tadeo-Robledo, M., J. J. García-Zavala, H. J. Alcántar-Lugo, R. Lobato-Ortíz, N. O. Gómez-Montiel, M. Sierra-Macías, M. B. G. Irizar-Garza, R. Valdivia-Bernal, J. Zaragoza-Esparza, B. Martínez-Yáñez, C. López-López, A. Espinosa-Calderón y A. Turrent-Fernández. 2017. Biofertilización en híbridos de maíz androestériles y fértiles para los Valles Altos de México. Terra Latinoamericana 35(1): 65-72.

USDA. 2019. Coarse grains. Foreign Agricultural Sevice. U.S. Department of Agriculture. Office of Global Analysis. https://www.fas.usda.gov/data/grain-world-markets-and-trade. Consultado el 10 de junio de 2019.

Van Oosten, M. J., O. Pepe, S. De Pascale, S. Silletti and A. Maggio. 2017. The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. Chemical and Biological Technologies in Agriculture 4: 5.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DEL DIGESTATO Y FRECUENCIA DE CORTE EN EL RENDIMIENTO DE BALLICO PERENNE (*Lolium perenne* L.) EN CONDICIONES DE INVERNADERO

# [EFFECTS OF DIGESTATE AND HARVEST FREQUENCIES ON YIELD RYEGRASS (*Lolium perenne* L.) UNDER GREENHOUSE CONDITIONS]

**R. Castro R.[1§], M. M. Solís O.[1], F. López V.[1], M. A. Esteves L.[2]**

[1]Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada. Carretera Tepetitla – Tecuexcomac Km. 1.5, Tlaxcala México, C.P. 90700. [2]Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala. [§]Autor para correspondencia: (rcastror@ipn.mx).

## RESUMEN

El objetivo fue evaluar el efecto de la concentración de digestato, frecuencias de defoliación y riego sobre los componentes del rendimiento de Ballico perenne. Se evaluaron concentraciones de 20, 40 y 60% de digestato; frecuencias de defoliación de 4, 5 y 6 semanas y frecuencias de riego de 15 y 30 días. La hipotesis planteada es que al menos un tratamiento tendrá diferencias en los componentes del rendimiento. Las variables evaluadas fueron: materia seca, altura de la planta, relación hoja:tallo, y tasa de crecimiento del cultivo. Se utilizó un diseño factorial con arreglo 3 * 3 * 2, y las comparaciones de medias fueron por Tukey ($p < 0.05$), mediante el procedimiento GLM del software SAS. El mayor rendimiento, tasa de crecimiento del cultivo y altura de la planta se obtuvo en el tratamiento con 60% de digestato, frecuencia de cosecha cada cinco semanas en verano y seis semanas en otoño, y riego cada 15 días ($p < 0.01$). Se concluye que los factores evaluados afectan el rendimiento y que una mayor concentración de digestato promueve la formación de biomasa.

**Palabras clave**: Bioles, forraje, praderas.

## ABSTRACT

The aim was to evaluate the effect of concentration of digestate or biol, harvest frequency and irrigation frequency on the components of the yield of Ryegrass. Were evaluated digestate concentrations (20, 40 and 60%), cutting period (4, 5 and 6 weeks) and irrigation frequencies (15 and 30 days). The hypothesis is that at least one treatment will have differences in some of the yield variables evaluated. The variables were: Dry matter, plant height, relation leaves:stem, and average growth rate. A factorial design with arrangement 3*3*2 was used, and means were made by Tukey test ($p < 0.05$), by the GLM procedure of the SAS software. The results showed that the highest yield, growth rate of the crop and height of plant was with the treatment of 60% of digestate, harvest frequency every four week and the irrigation every 15 days ($p < 0.01$). It is concluded that harvest frequencies, the concentration and digestate irrigation frequencies affect the yield and can be used as substitute of agrochemicals fertilizer

**Index words**: Biols, grassland, forage.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## INTRODUCCIÓN

El costo económico y ambiental de los fertilizantes inorgánicos es elevado y su uso inadecuado provoca contaminación de suelos y agua. El uso de residuos sólidos orgánicos de origen animal puede reducir el uso de fertilizantes químicos; pero si se realiza de forma incorrecta también genera contaminación de suelos y aguas por nitratos ($NH_3$) y fosfatos ($PO^3_4$) (Walsh *et al*., 2012).

Los residuos (digestato o biol) de la digestión anaeróbica de los residuos sólidos del ganado permite maximizar el retorno de nutrientes al suelo y reducir la dependencia de fertilizantes químicos. Al respecto Walsh *et al*. (2012) reportaron que en praderas de ballico perenne el digestato registró rendimientos superiores ($p < 0.05$) a praderas mixtas con trébol blanco y a los fertilizantes químicos con N y NPK, donde éstos no registraron diferencias ($p > 0.05$) con respecto a praderas que no fertilizadas o testigo. Tampere y Viralt (2014), reportaron que al aplicar digestato como fertilizante se incrementó en promedio 2.41 t MS $ha^{-1}$ en comparación con praderas de clima templado que no se fertilizaron; así mismo, no registraron diferencias ($p > 0.05$) con la fertilización química la cual fue superada con 1.3 t MS $ha^{-1}$, y concluyen que los digestatos o violes pueden ser usados como sustitutos de los fertilizantes químicos.

Debido a lo anterior y considerando que el uso de digestato puede es una práctica de reciclaje de nutrientes, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de fertilización con digestato a diferentes concentraciones y frecuencias de aplicación y la interacción con la frecuencia de defoliación en los componentes del rendimiento de Ballico perenne en condiciones de invernadero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en un invernadero del Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada del Instituto Politécnico Nacional, ubicado a 19°16'50.3" N, 98º21'58.1" O, a 2,221 msnm. La siembra de ballico perenne se realizó colocando 15 semillas en cada bolsa de plástico que contenía 1.5 kg de suelo (unidad experimental). Al emerger las plántulas se dejaron sólo 10 tallos por maceta y a los 70 días después de la siembra se realizó un corte de uniformización a cinco cm de altura, para reducir el efecto de covariable.

Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3 X 3 X 2. Los tratamientos fueron concentración de digestato (20, 40 y 60%), frecuencia de defoliación (4, 5 y 6 semanas), frecuencia de aplicación del digestato (15 y 30 días), más dos testigos, un control positivo (fertilización con triple 17) y el control negativo (suelo sin fertilización). El rendimiento de biomasa se determinó cortando todo el forraje por unidad experimental a una altura de cinco cm. El material vegetal cosechado se lavó y se pesó en fresco, para posteriormente secarlo en una estufa de aire forzado a 70 $^oC$, por 48 h.

Antes de cada corte se registró la altura del forraje con una regla graduada de cincuenta centímetros y una precisión de 0.1 cm, en plantas elegidas al azar, con la regla colocada completamente vertical desde la base de la planta hasta la hoja superior más joven (Castillo *et al.*, 2009; Castro *et al*., 2011).

La tasa de crecimiento (TC) se calculó con los datos de rendimiento de materia seca por corte mediante la siguiente fórmula:

$$TC = \frac{FC}{t}$$

Donde FC = forraje cosechado (g MV maceta), y t = días transcurridos entre un corte y el siguiente.

Los valores agrupados por época se graficaron mediante el software estadístico SigmaPlot (2015) V.10 y se analizó con el procedimiento factorial ANOVA y PROC GLM del Software estadístico SAS® (2002) Versión 9.0 para Windows®. Las medias de tratamientos fueron estimadas utilizando Tukey a un nivel de significancia del 5%.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados derivados del análisis factorial evidencian que, en la época de verano y otoño (Cuadro 1), el mayor rendimiento de forraje ($p < 0.01$) se obtuvo con la concentración del 60% (D60) del digestato (4.7 y 6.7 g MS maceta, respectivamente), superando en promedio en 20 y 70% a la concentración de 40 y 20%, (D40 y D20 respectivamente). En las dos épocas, la frecuencia de riego de 15 días (FR15) fue superior en 40% de rendimiento en relación al riego cada 30 días (FR30); y la frecuencia de defoliación cada 5 semanas (FD5) en verano fue 14 y 65% superior a las de 4 y 6 semanas (FD4 y FD6, respectivamente). De otra forma, en otoño la FD6 fue 74 y 40% a las FD4 y FD5, respectivamente. En términos generales el rendimiento de forraje fue mayor en la época de otoño con respecto al verano, las concentraciones superaron en 40, 46 y 38% (60, 40 y 20%, respectivamente), las frecuencias de riego en 38 y 46% (15 y 30 días, respectivamente), y las FD en 1, 9 y 156% (4, 5 y 6 semanas).

El comportamiento por tratamiento en el rendimiento muestra un incremento gradual y positivo conforme incrementa el porcentaje de digestato y lo mismo ocurre con la frecuencia de riego, siendo el tratamiento 60%15d el que mostró los valores más altos tanto en verano como en otoño (Figura 1A y 1B); sin embargo, el control positivo a FD6, registró el valor más alto en otoño de todos los tratamientos, mientras que a la FD4 fue el más bajo, siendo superado por el suelo sin fertilizar (Figura 1A).

La tasa de crecimiento presentó un comportamiento similar al rendimiento tanto en verano como en otoño, sin embargo, en esta última época la FD6 fue superior a las FD4 y FD5, mientras que en verano se registró un comportamiento inverso. La altura de la planta en verano (Cuadro 1) muestra que la C60 (44.2 cm) fue ($p < 0.01$) superior en 5 y 10% a la C40 y C20; mientras que la diferencia de la frecuencia de riego fue de solo el 7% y la FD6 fue superior en 13% en promedio al resto de FD. En otoño (Cuadro 2) la C60 (50.5 cm) fue ($p < 0.01$) superior en 4 y 13% a la C40 y C20; mientras que en las FR no se registraron diferencias ($p > 0.05$) y la FD5 solo superó en 3 y 12% a las otras FD. En los tratamientos 20%15d, control positivo de la FD4 y 60%15dFD5, la altura del pasto en verano fue superior al otoño (Figura 1E y 1F).

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

En la relación hoja: tallo todos los tratamientos en verano (Cuadro 1) superaron valores de 9, y la C20 (16.1), la FR30 (13.61) y la FD5 (14), fueron los que registraron los valores más altos ($p > 0.05$). Mientras que en el otoño la C20 (10.19) superó en 43 y 55% a la C40 y C60, respectivamente; y las FR no mostraron diferencias ($p > 0.05$). Finalmente, la FD4 (9.3) fue superior en 24 y 32% a la FD5 y FD6 (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Variables evaluadas en Ballico perenne, a diferentes concentraciones de digestato, frecuencias de corte y frecuencia de aplicación en la época de verano y otoño.

| Factores | | Materia seca (g MS maceta) | Altura | TCC (g MS maceta $d^{-1}$) | RHT | Proteína (g P*g Hoja) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Verano | | | | |
| Concentración | 60 | 4.76 A | 44.17 A | 0.14 A | 8.81 B | 0.73 A |
| | 40 | 3.84 B | 41.94 B | 0.11 B | 9.83 B | 0.60 B |
| | 20 | 2.81 C | 40.05 C | 0.08 C | 16.11 A | 0.43 C |
| Aplicación | 15 días | 4.50 A | 43.56 A | 0.13 A | 9.59 B | 0.70 A |
| | 30 días | 3.11 B | 40.55 B | 0.09 B | 13.61 A | 0.48 B |
| Defoliación | 4 semanas | 4.01 B | 39.87 B | 0.14 A | 11.87 AB | 0.83 A |
| | 5 semanas | 4.61 A | 40.62 B | 0.13 A | 14.02 A | 0.60 B |
| | 6 semanas | 2.79 C | 45.67 A | 0.06 B | 8.87 B | 0.34 C |
| Significancia | Aplicación | ** | ** | ** | ** | ** |
| | Concentración | ** | ** | ** | ** | ** |
| | Defoliación | ** | ** | ** | ** | ** |
| | C*A | ** | ** | ** | ** | ** |
| | D*A | * | ** | NS | * | NS |
| | D*C | ** | ** | ** | ** | ** |
| | D*C*A | ** | ** | ** | ** | ** |
| | | Otoño | | | | |
| Concentración | 60 | 6.67 A | 50.48 A | 0.18 A | 6.56 B | 1.03 A |
| | 40 | 5.63 B | 48.47 B | 0.15 B | 7.12 B | 0.86 B |
| | 20 | 3.90 C | 44.61 C | 0.11 C | 10.19 A | 0.54 C |
| Aplicación | 15 días | 6.24 A | 47.68 A | 0.17 A | 8.00 A | 0.93 A |
| | 30 días | 4.56 B | 48.04 A | 0.12 B | 7.91 A | 0.69 B |
| Defoliación | 4 semanas | 4.07 C | 44.80 C | 0.14 B | 9.30 A | 0.79 A |
| | 5 semanas | 5.03 B | 50.25 A | 0.14 B | 7.56 B | 0.78 A |
| | 6 semanas | 7.09 A | 48.51 B | 0.16 A | 7.01 B | 0.85 A |
| Significancia | Factores | | | | | |
| | Aplicación | ** | NS | ** | NS | ** |
| | Concentración | ** | ** | ** | ** | ** |
| | Defoliación | ** | ** | ** | ** | NS |
| | C*A | NS | * | NS | NS | ** |
| | D*A | ** | * | ** | NS | NS |
| | D*C | ** | ** | ** | * | NS |
| | D*C*A | ** | ** | * | NS | NS |

Diferentes literales en columnas y por factor son estadísticamente diferentes, (*= $p < 0.05$; **= $p < 0.01$). TCC= Tasa de Crecimiento del Cultivo, RHT= Relación hoja:tallo.

Los resultados no concuerdan con lo reportado por Tampere y Viral (2014), quienes reportan una diferencia anual de 53% en el rendimiento entre el digestato y el fertilizante químico, sin experimentar con frecuencias de corte; mientras que, en este trabajo se observó un incremento promedio de 35% en el verano y un efecto inverso en el otoño. Debido a que en este documento solo se reportan dos épocas, se recomienda continuar con la evaluación del efecto de los digestatos en el rendimiento acumulado en las 4 épocas del año. Rancane *et al*. (2015), mencionan que los digestatos tienen efectos diferentes en cada especie de pasto, y por lo tanto conocer la reacción de las especies a este tipo de fertilización es importante para un adecuado manejo y aprovechamiento integral de ese recurso que no necesita más que darle manejo para que se conserve y persista en el lugar (Rancane *et al*., 2016).

Chavez *et al*. (2006) mencionan que la madurez del forraje de Ballico perene tiene efecto sobre la digestibilidad y el bienestar de los animales, lo que se debe a los cambios en la morfología de la planta (proporción de hojas, tallos e inflorescencia) y los componentes celulares, que a su vez afectan el consumo de materia seca. El incremento de fibra en el tallo y la reducción de N en la hoja al madurar la planta permiten el incremento de fibra y la reducción de proteína en el pasto, lo que conlleva a una menor digestión e ineficiencia en el aporte de los pastos a la producción animal.

Con respecto a las frecuencias de defoliación los resultados obtenidos son similares a los reportados en Ballico perenne por Velasco *et al*. (2001; 2007); Garduño *et al*. (2009) y Rojas *et al*. (2016) quienes reportan que conforme avanza la edad de rebrote el rendimiento incrementa, así como los componentes del mismo; y en las semanas 4 y 5 de rebrote es cuando se da la mayor proporción de hoja como se obtuvo en este experimento en el verano y en el otoño. Además, en este estudio se registró mayor rendimiento en otoño que en verano, lo que puede atribuirse a que el experimento fue en invernadero y los trabajos de Velasco *et al*, (2002; 2007) y Garduño *et al*. (2009) fueron a cielo abierto.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

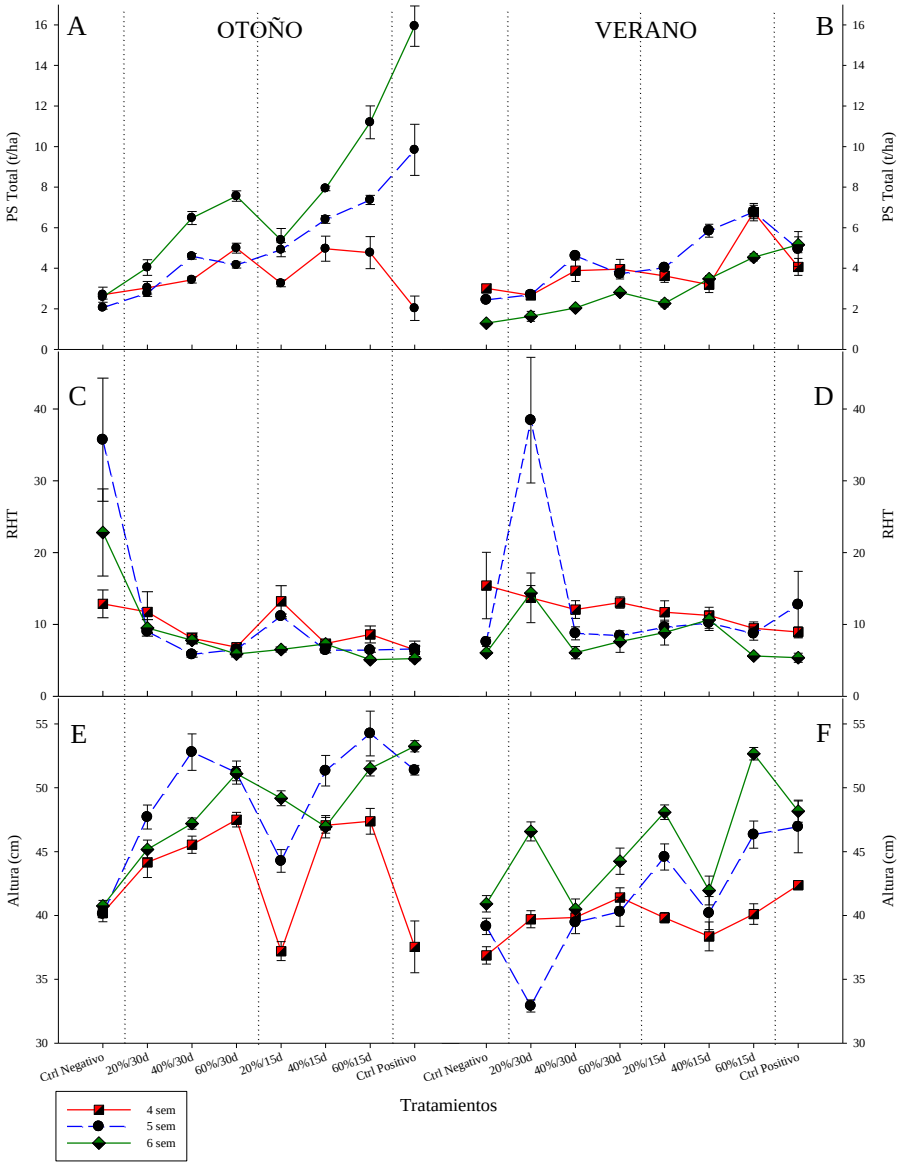



**Figura 1**. Rendimiento de materia seca A y B, relación hoja:tallo C y D y altura del forraje E y F de Ballico perenne a diferentes concentraciones de digestato, y los testigos Negativo (suelo solo) y Positivo (fertilizante químico, 17-17-17).

## CONCLUSIONES

La concentración del digestato, la frecuencia de riego, la frecuencia de defoliación y la interacción entre estos factores tienen influencia y determinan los componentes del rendimiento en Ballico perenne. La época de otoño superó en todas las variables evaluadas a la época de verano, lo que se puede atribuir a que las temperaturas del invernadero y particularmente de otoño fue mejor para el crecimiento del pasto. Conforme se incrementa la concentración del digestato se presenta un incremento gradual en el rendimiento de Ballico perenne. La mejor frecuencia de corte para

obtener los mayores rendimientos de forraje en las épocas evaluadas, fue la de cinco semanas en verano y seis en otoño.

## LITERATURA CITADA

Castillo, E. G., M. B. Valles y R. J. Jarillo. 2009. Relación entre materia seca presente y altura en gramas nativas del trópico mexicano. Técnica Pecuaria México 47(1): 79-92.

Castro, R. R., G. A. Hernández, B. G. Aguilar y R. O. Ramírez. 2011. Comparación de métodos para estimar rendimiento de forraje en praderas asociadas. Naturaleza y Desarrollo 9(1): 38-46.

Chavez, V. A., G. C. Waghorn, I. M. Brookes and D. R. Woodfield. 2006. Effect or maturation and initial harvest dates on the nutritive characteristics of ryegrass (*Lolium perenne* L.). Animal Feed Science and Technology 127: 293-318.

Garduño, V. S., P. J. Pérez, G. A. Hernández, H. J. G. Herrera, H. P. A. Martínez y T. B. M. Joaquín. 2009. Rendimiento y dinámica de crecimiento estacional de Ballico perenne, pastoreado con ovinos a diferentes frecuencias e intensidades. Técnica Pecuaria en México 47(2): 189-202.

Rancane, S., A. Karklins, D. Lazdina and P. Berzins. 2015. Biomass yield and chemical composition of perennial grasses for energy production. Engineering for rural develpoment 20: 46-551.

Rancane, S., A. Karklins, D. Lazdina, P. Berzins, A. Bardule, A. Butlers and A. Lazdins. 2016. The evaluation of biomass yield and quality of Phalaris arundinacea and Festululium fertilized with bio-energy waste products. Agronomy Research 14(1): 198-210.

Rojas, G. A. R., G. A. Hernández, C. A. R. Quero, R. J. D. Guerrero, W. Ayala, R. J. L. Zaragoza y L. C. Trejo. 2016. Persistencia de *Dactylis glomerata* L. solo y asociado con *Lolium perenne* L. y *Trifolium repens* L. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 7(4): 885-895.

SAS. 2002.User´s Guide: Statistics (Version 9.0 ed.). Cary NC, USA: SAS Inst. Inc.

SigmaPlot. 2015. User´s Guide (Versión 10.0). Systat software.

Tampere, M. and R. Viiralt. 2014. The efficiency of biogas digestate on grassland comparated mineral fertilizer and cattle slurry. Research for rural development (1): 89-94.

Velasco, Z. M. E., G. A. Hernández y H. V. A. González. 2007. Cambios en componentes del rendimiento de una pradera de Ballico perenne, en respuesta a la frecuencia de corte. Revista Fitotecnia Mexicana 30(1): 79-87.

Velasco, Z. M. E., G. A. Hernández, H. V. A. González, P. J. Pérez, H. H. Vaquera y S. A. Galvis. 2001. Curva de crecimiento y acumulación estacional del pasto Ovillo (*Dactylis glomerata* L.). Técnica Pecuaria en México 39(1): 1-14.

Walsh, J. J., D. L. Jones, G. Edwards-Jones and A. P. Williams. 2012. Replacing inorganic fertilizer with anaerobic digestate may maintain agricultural productivity at less environmental cost. Journal Plant Nutrition Soli Science 175: 840-845.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# RENDIMIENTO DE FORRAJE EN FUNCIÓN DE LA EDAD DE REBROTE EN *Urochloa brizantha* CV. XARAÉS EN GÜÉMEZ, TAMAULIPAS

# [YIELD OF FORAGE AS A FUNCTION OF THE AGE OF REGROWTH IN *Urochloa brizantha* CV. XARAÉS IN GÜÉMEZ, TAMAULIPAS]

**Juan Eduardo Godina Rodríguez[1], Jonathan Raúl Garay Martínez[2], Santiago Joaquín Cancino[1§], Benigno Estrada Drouaillet[1], Yuridia Bautista Martínez[3], Andrés Gilberto Limas Martínez[1], Fernando Lucio Ruiz[1]**

[1]Facultad de Ingeniería y Ciencias, UAT. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. [2]Campo Experimental Las Huastecas, CIRNE-INIFAP. Altamira, Tamaulipas. México. [3]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UAT. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. [§]Autor para correspondencia: (sjoaquin@docentes.uat.edu.mx).

## RESUMEN

Las condiciones climáticas presentes en el trópico limitan la productividad de las especies forrajeras y, por ende, la productividad de los rumiantes. Se evalúo el efecto de la edad de rebrote del pasto *Urochloa brizantha* cv. Xaraés sobre el rendimiento de materia seca durante el periodo de lluvias. La evaluación fue del 14 de septiembre a 10 de noviembre de 2018. Las variables evaluadas fueron rendimiento de materia seca, composición morfológica, altura de planta, radiación interceptada y área foliar específica. Las variables se analizaron bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones y donde se encontró diferencia estadística, se aplicó la prueba de Tukey ($p = 0.05$). El mayor rendimiento ($p < 0.05$) se obtuvo en la décima semana con 8,369 kg MS $ha^{-1}$, así como la mayor acumulación ($p < 0.05$) de hoja y tallo con 6,981 y 1,219 kg MS $ha^{-1}$ respectivamente, la acumulación de tallo se presentó después de la cuarta semana y esta incrementó en función de la altura de la planta. La mayor altura se obtuvo en la octava semana con 98 cm ($p < 0.05$), debido a que en la décima semana las plantas presentaron acame; además, la mayor intercepción de luz se registró en la décima semana con 98 %. El área foliar específica fue similar en todas las edades de rebrote, con valores que oscilaron entre 190 y 222 $cm^2$ $g^{-1}$. El aprovechamiento de forraje del cv. Xaraés se debe realizar durante la sexta semana después del rebrote, cuando la acumulación de hoja es mayor y de tallo, menor, con la finalidad de no comprometer la calidad del forraje, ya que el contenido de tallo en el forraje disminuye el valor nutritivo.

**Palabras clave:** Crecimiento, precipitación máxima, producción.

## ABSTRACT

The climatic conditions present in the tropics limit the productivity of forage species and therefore the productivity of ruminants. The effect of the regrowth age of the *Urochloa brizantha* cv. Xaraés grass on the dry matter yield during the rainy season was evaluated. The evaluation was from september 14 to november 10, 2018. The variables evaluated were dry matter yield, morphological composition, plant height, intercepted radiation and specific leaf area. The variables were analyzed under a randomized complete block design with three repetitions and where a statistical difference

was found, the Tukey test was applied ($p = 0.05$). The highest yield ($p < 0.05$) was obtained in the tenth week with 8,369 kg DM $ha^{-1}$, as well as the greater accumulation ($p < 0.05$) of leaf and stem with 6,981 and 1,219 kg DM $ha^{-1}$ respectively, the stem accumulation occurred after the fourth week and this increased depending on the height of the plant. The highest height was obtained in the eighth week with 98 cm ($p < 0.05$), this due to the fact that in the tenth week the plants presented lodging; likewise, the greatest interception of light was recorded in the tenth week with 98%. The specific leaf area was similar in all ages of regrowth, with values ranging from 190 to 222 $cm^2$ $g^{-1}$. The use of fodder cv. Xaraés can be done during the sixth week after regrowth when the leaf accumulation is greater and the stem is smaller, in order not to compromise the quality of the forage, since the content of the stalk in the forage decreases the nutritional value.

**Index words:** Growth, maximum precipitation, production.

## INTRODUCCIÓN

En las regiones tropicales de México, las cuales representan el 28% del territorio nacional, se concentra el mayor hato bovino nacional (63%) donde su productividad se basa en el pastoreo de diferentes especies forrajeras (Enríquez *et al*., 1999). Sin embargo, las condiciones climáticas que se presentan limitan la productividad de las especies forrajeras en dichas regiones, lo cual provoca un déficit de producción en los rumiantes. En el estado de Tamaulipas (México), el 27 % del territorio presenta climas secos, donde las lluvias generalmente se presentan durante el verano y el resto del año se ausentan (Vargas *et al*., 2007), lo cual provoca la reducción de hasta 90 % en el rendimiento de forraje (Garay *et al*., 2018). Sin embargo, la productividad de las especies forrajeras no solo depende de las condiciones climáticas, sino también de su composición genética (Miles, 2006) y la edad de la planta, las cuales determinan su composición morfológica y contenidos estructurales (Pedreira *et al*., 2007), así mismo, la frecuencia e intensidad de corte también influyen en el rendimiento y valor nutritivo de las especies forrajeras (Cruz-Sánchez *et al*., 2018).

El pasto Xaraés o Toledo (*Urochloa brizantha*) es originario de Burundi, África, se ha cultivado en regiones tropicales que presentan climas húmedos y subhúmedos; su crecimiento es adecuado en suelos con mediana y baja fertilidad, además, presenta tolerancia a la sequía (Argel *et al*., 2000; Garay *et al*., 2017). Su crecimiento es amacollado y alcanza alturas de hasta 1.60 m, los tallos logran enraizar cuando entran en contacto con el suelo ya sea por acción del pisoteo animal o compactación mecánica, lo cual genera mayor cobertura; las hojas llegan a crecer hasta 60 cm de longitud con 2.5 cm de ancho (Lascano *et al*., 2002).

Para determinar el momento óptimo de cosecha de cualquier especie forrajera, dependiendo de la época del año, se recurre al análisis de crecimiento, mediante el cual, se evalúa la acumulación de biomasa y la proporción de los componentes morfológicos, para determinar la edad de corte en función del mayor y menor proporción de hoja y tallo, respectivamente. Por tal motivo, el objetivo de esta investigación fue evaluar la acumulación de forraje y composición morfológica a diferente edad de rebrote (2, 4, 6, 8 y 10 semanas) para determinar la edad optima de cosecha del cultivar Xaraés en condiciones de Güémez, Tamaulipas.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en condiciones de temporal durante los meses de septiembre a noviembre de 2018 en la Posta Zootécnica "Ingeniero Herminio García González" de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, ubicada en Güémez, Tamaulipas. Las coordenadas geográficas son 23° 56' 26.5" N y 99° 05' 59.9" O, a 193 msnm. El clima del sitio experimental es semiárido clasificado como $BS_1$(h') hw (Vargas *et al*., 2007), la temperatura media anual es de 24 °C, con una precipitación media anual de 940 mm. El suelo es clasificado como arcilloso y pH alcalino (8.5).

Se utilizó el cultivar Xaraés (*Urochloa brizantha*), el cual se estableció en 3 parcelas experimentales de 3×3 m (9 $m^2$). Cada una conformada por 10 surcos, de los cuales se seleccionaron cinco y cada uno correspondió a una edad de rebrote y la unidad experimental fue un metro lineal que se delimitó en cada surco. Para medir la radiación interceptada por la planta se tomaron dos lecturas, una sobre el dosel y otra en la parte inferior de la planta, con un medidor de radiación solar (Spectrum® Light Sensor Reader 3415FX y Quantum Light 6 Sensor Bar 3668I6). Las lecturas se realizaron a las 12:00 h, cuando los rayos del sol estaban perpendicularmente al dosel.

Previo a la evaluación, se realizó un corte de uniformidad a 15 cm sobre el suelo; posteriormente, se inició la evaluación del rendimiento de materia seca y composición morfológica. Para ello, se realizaron muestreos a las 2, 4, 6, 8 y 10 semanas durante el periodo de máxima precipitación. En la unidad experimental, se realizaron dos mediciones para la altura de planta; posteriormente, se cosechó el forraje a 15 cm de altura sobre el nivel del suelo. El forraje cosechado se pesó inmediatamente para determinar el rendimiento de forraje verde (MV). Posteriormente, se tomaron 200 g de la muestra, aproximadamente, y se separaron sus componentes morfológicos: hoja (lamina foliar + vaina), tallo y material muerto (laminas foliares que contenían más del 50 % del tejido clorótico).

Para estimar el área foliar, se tomaron láminas foliares de 5 tallos por cada muestra y se midió con el integrador de área foliar modelo CL-202(CID Bio-Science inc., USA). Todas las muestras se secaron en una estufa de aire forzado (OMS60, Thermo Scientific®, USA) a 60 °C hasta peso constante. Cada componente morfológico se pesó antes (MV) y después de secarse (MS) en una balanza analítica (CQT 2601, ADAM®, USA) para determinar el contenido porcentual de materia seca. Con los datos del área foliar y la materia seca de la hoja se determinó el área foliar específica (AFE; $cm^2\ g^{-1}$). Las variables se analizaron bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones y donde se encontró diferencia estadística se aplicó la prueba de Tukey ($p = 0.05$).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La acumulación de materia seca total presentó diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en todas las edades de rebrote, la mayor acumulación se obtuvo a partir de la octava semana con 7,364 kg MS $ha^{-1}$, así como la mayor acumulación de hoja y tallo con 5,981 y 1,116 kg MS $ha^{-1}$, respectivamente (Cuadro 1). La proporción de tallo incrementó a partir de la sexta semana conforme a la altura y

edad de la planta (Cuadro 1). El material muerto se presentó a partir de la cuarta semana, sin embargo, no se observaron diferencias significativas ($p > 0.05$).

Los resultados de esta investigación son superiores a los documentados por Garay *et al*. (2017) quienes al avaluar la acumulación de forraje de cinco cultivares de *Urochloa* en condiciones climáticas de trópico húmedo obtuvieron en Xaraés una acumulación de MST a la segunda, cuarta, sexta, octava y decima semana de 320; 1,280; 3,160; 4,490 y 6,270 y para MSh de 320; 1,200; 2,450; 3,500 y 4,180 kg MS $ha^{-1}$ respectivamente; sin embargo, la acumulación de tallo fue mayor a la obtenida en esta investigación y se presentó a partir de la cuarta semana, con rendimientos de 0; 80; 710; 1,000 y 1,860 kg MS $ha^{-1}$, respectivamente. Estas diferencias entre los rendimientos se pueden deber a las diferentes condiciones climáticas en las cuales se evaluó el cultivar y al manejo proporcionado.

El crecimiento de los pastos está influenciado por la frecuencia e intensidad de corte los cuales inciden directamente sobre el rendimiento y la composición morfológica de la planta. En este sentido, Rincon *et al*. (2008) al evaluar los cultivares *Urochloa decumbens* cv. Amargo y *Urochloa brizantha* cv. Xaraés obtuvieron para este último, rendimiento inferior de materia seca de hoja a los de esta investigación a las dos, cuatro y seis semanas después del corte de uniformidad con valores de 712; 1,256 y 1,912 kg MS $ha^{-1}$, respectivamente; sin embargo, la acumulación de tallo fue superior con rendimientos de 180, 640 y 848 kg MS $ha^{-1}$, respectivamente. Estos rendimientos difieren probablemente por la intensidad a la cual fue cosechado el pasto, 25 cm de altura residual para el cultivar Xaraés, siendo menor a la cual se cosechó el pasto en esta investigación (15 cm de altura residual). Además, la frecuencia con la cual es cosechado el pasto induce a que se presente la senescencia de las hojas, la cual aumenta al incrementar la frecuencia de corte (Rincon *et al*., 2008; Da Silveira *et al*., 2010).

**Cuadro 1.** Rendimiento de hoja, tallo, material muerto y materia seca total de Urochloa brizantha cv. Xaraés a cinco edades de rebrote durante la época de máxima precipitación en Güémez, Tamaulipas.

| Edad de rebrote (Semanas) | Hoja | Tallo | Material muerto | Materia seca Total |
|---|---|---|---|---|
| | kg $ha^{-1}$ | | | |
| 2 | 1,124 c | 0 b | 0 a | 1,124 c |
| 4 | 2,008 c | 0 b | 20 a | 2,028 c |
| 6 | 4,171 b | 288 ab | 43 a | 4,503 b |
| 8 | 5,981 ab | 1,116 a | 266 a | 7,364 a |
| 10 | 6,981 a | 1,219 a | 169 a | 8,369 a |

Medias con diferente literal en cada columna indican diferencia significativa (Tukey, $p \leq 0.05$).

Por otro lado, la altura de planta incrementó conforme a la edad de rebrote, sin embargo, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre la segunda y cuarta semana, obteniendo alturas de 51 y 54 cm, respectivamente (Cuadro 2). A partir de la sexta, octava y decima semana, la altura fue similar ($p > 0.05$), con valores de 93, 98 y 92 cm, respectivamente (Cuadro 2). La tendencia en disminuir la altura en la décima semana, se debió a que las plantas presentaron acame. Las alturas obtenidas en las diferentes edades de rebrote fueron inferiores a las obtenidas por Garay *et al*. (2017), quienes reportaron para cultivar Xaraés, alturas de 54, 71, 91, 126 y 137 cm en las

semanas 2, 4, 6, 8 y 10, respectivamente; cabe mencionar que las condiciones de temperatura y precipitación fueron más favorables, considerando que se evaluaron en condiciones de trópico húmedo, lo cual propició un adecuado y rápido crecimiento de los pastos (Garay *et al*., 2018).

El área foliar específica fue similar ($p > 0.05$) en todas las edades de rebrote, con valores que oscilaron entre 190 y 222 $cm^2\ g^{-1}$. Sin embargo, se ha reportado que existe una disminución en el AFE en función de edad de rebrote. Esto concuerda con lo reportado por Garay *et al*. (2017) quienes al estimar el AFE en el cultivar Xaraés a diferentes edades de rebrote 2, 4, 6, 8 y 10 semanas obtuvieron una disminución del AFE con valores de 207, 148, 134, 130 y 132 $cm^2\ g^{-1}$, respectivamente.

En cuanto a la radiación interceptada, se observó que, en la cuarta semana, se obtuvo 94 % de radiación interceptada, valor muy cercano al 95 % (Cuadro 2). En diversos estudios realizados se considera que el aprovechamiento del forraje debe ser cuando el dosel intercepta el 95 % de la radiación, debido a que es cuando se obtiene la mayor acumulación de hoja y como consecuencia, la mayor digestibilidad del forraje, incrementando la productividad de los animales (Congio *et al*., 2018). Sin embargo, los cultivares difieren en cuanto a la radiación interceptada; al respecto Calzada-Marín *et al*. (2018) encontraron que la mayor acumulación de hoja y el mayor rendimiento de MST total en el cultivar Taiwán se obtuvo cuando este intercepta el 92 % de la radiación. En otra investigación, Calzada-Marín *et al*. (2014) obtuvieron la mayor acumulación de hoja y mayor rendimiento total en pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp.) cuando la radiación interceptada fue del 97 %. En esta investigación no se pudo observar el efecto de la radiación interceptada ya que no se logró obtener una curva de crecimiento del pasto la cual se pudiese generar al incrementar las edades de rebrote.

**Cuadro 2.** Altura de planta, área foliar específica y radiación interceptada de Urochloa brizantha cv. Xaraés a cinco edades de rebrote durante la época de máxima precipitación en Güémez, Tamaulipas.

| Edad de rebrote (Semanas) | Altura de planta cm | Área foliar específica $cm^2\ g^{-1}$ | Radiación interceptada % |
|---|---|---|---|
| 2 | 51 a | 208 a | 59 b |
| 4 | 54 a | 211 a | 94 a |
| 6 | 93 a | 190 a | 89 ab |
| 8 | 98 a | 222 a | 98 a |
| 10 | 92 a | 196 a | 92 a |

Medias con diferente literal en cada columna indican diferencia significativa (Tukey, $p \leq 0.05$).

## CONCLUSIONES

En Güémez, Tamaulipas, el cultivar Xaraés se debe cosechar a la sexta semana de rebrote durante la época de precipitación máxima, debido a que es cuando se encuentra la menor acumulación de tallo y no existen perdidas de biomasa por senescencia, lo cual se puede traducir en un mayor valor nutritivo y digestibilidad, lo cual podría incrementar la productividad de los rumiantes en los diferentes sistemas de producción.

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada al primer autor. Agradecemos a la empresa Leguminutre y a la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas por su apoyo en la presente investigación.

## LITERATURA CITADA

Argel, P. J., C. Hidalgo y P. M. Lobo Di. 2000. Pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* ClAT 26 110). Gramínea de crecimiento vigoroso con amplio rango de adaptación a condiciones de trópico húmedo y subhúmedo. Consorcio Tropileche Boletín Técnico: CATIE, CIAT, ECAG, MAG, UCR. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (MAG). San José, Costa Rica. 18 p.

Calzada-Marín, J. M., J. F. Enríquez-Quiroz, A. Hernández-Garay, E. Ortega-Jiménez y S. I. Mendoza-Pedroza. 2014. Análisis de crecimiento del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp.) en clima cálido subhúmedo. Revista Mexicana Ciencias Pecuarias 5: 247-260.

Calzada-Marín, J. M., E. Ortega-Jiménez, J. F. Enríquez-Quiroz, A. Hernández-Garay, H. Vaquera-Huerta y J. A. Escalante-Estrada. 2018. Análisis de crecimiento del pasto Taiwan (*Pennisetum purpureum* Schum) en clima cálido subhúmedo. Agroproductividad 11: 69-75.

Congio, S. G. F., C. D. A. Batalha, M. B. Chiavegato, A. Berndt, P. P. A. Oliveira, R. T. S. Frighetto, T. M. R. Maxwell, P. Gregorini and S. C. Da Silva. 2018. Strategic grazing management towards sustainable intensification at tropical pasture-based dairy systems. Science of the Total Environment 636: 872-880.

Cruz-Sánchez, O. E., A. Cruz-Hernández, A. Gómez-Vázquez, A. J. Chay-Canul, S. Joaquín-Cancino, E. De la Cruz-Lázaro, C. Márquez-Quiroz, R. Osorio-Osorio y A. Hernández-Garay. 2018. Producción de forraje y valor nutritivo del pasto mulato II (*Brachiaria* Hibrido 36087) a diferente régimen de pastoreo. Agroproductividad 11:18-23.

Da Silveira, T. M. A., Do N. D. Júnior, S. C. Da Silva, B. V. P. Euclides, D. B. Montagner, A. F. Sbrissia, C. S. Rodrigues, De L. B. M. Sousa, K.da S. Pena and H. H. Vilela. 2010. Morphogenetic and structural comparative characterization of tropical forage grass cultivars under free growth. Scientia Agricola 67: 136-142.

Enríquez, Q. J. F., N. Meléndez y A. E. Bolaños. 1999. Tecnología para la producción y manejo de forrajes tropicales en México. Libro Técnico Núm. 7. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Papaloapan. Veracruz, México. 262 p.

Garay, J. R., S. Joaquín, P. Zárate, M. A. Ibarra, J. C. Martínez, R. P. González and E. G. Cienfuegos. 2017. Dry matter accumulation and crude protein concentration in *Brachiaria* spp. cultivars in the humid tropics of Ecuador. Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales 5: 66-76.

Garay-Martínez, J. R., S. Joaquín-Cancino, B. Estrada-Drouaillet, J. C. Martínez-González, B. M. Joaquín-Torres, A. G. Limas-Martínez y J. Hernández-Meléndez. 2018. Acumulación de forraje de pasto buffel e híbridos de *Urochloa* a diferente edad de rebrote. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 5: 0-8.

Lascano, C., R. Pérez, C. Plazas, J. Medrano y P. Argel. 2002. Pasto toledo (*Brachiaria brizantha* CIAT 26110) gramínea de crecimiento vigoroso para intensificar la ganadería colombiana. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria: Villavicencio, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical: Cali, Colombia. 22 p.

Miles, J. W. 2006. Mejoramiento genético en *Brachiaria*: objetivos, estrategias, logros y proyecciones. Pasturas Tropicales 28: 26-30.

Pedreira, B. C., C. G. S. Pedreira & S. C. Da Silva. 2007. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Urochloa brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. Pesquisa Agropecuária Brasileira 42: 281-287.

Rincon, C. A., M. G. A. Ligarreto y E. Garay. 2008. Producción de forraje en los pastos *Brachiaria decumbens* cv. amargo y *Brachiaria brizantha* cv. toledo, sometidos a tres frecuencias y a dos intensidades de defoliación en condiciones del piedemonte llanero colombiano. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín 61: 4336-4346.

Vargas, T. V., R. M. E. Hernández, L. J. Gutiérrez, D. C. J. Plácido y C. A. Jiménez. 2007. Clasificación climática del estado de Tamaulipas, México. Ciencia UAT 2: 15-19.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CRECIMIENTO INICIAL DE PASTOS DEL GÉNERO *Urochloa* (MULATO II Y XARAÉS)

# [INITIAL GROWTH OF PASTURES OF THE GENUS *Urochloa* (MULATO II AND XARAÉS)]

**Santiago Joaquín-Cancino[1], Jonathan Raúl Garay-Martínez[2§], Lorenzo Danilo Rivera-Granados[3], Carlos Miguel Ramos-Cruz[3], Yuridia Bautista-Martínez[4], Benigno Estrada-Drouaillet[1]**

[1]Facultad de Ingeniería y Ciencias, UAT. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. [2]Campo Experimental Las Huastecas, CIRNE-INIFAP. Altamira, Tamaulipas, México. [3]Campo Experimental General Terán, CIRNE-INIFAP. General Terán, Nuevo León, México. [4]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UAT. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. Autor para correspondencia: (garay.jonathan@inifap.gob.mx).

## RESUMEN

Se evaluó el crecimiento inicial de pastos del género *Urochloa* (Mulato II y Xaraés), durante las primeras 12 semanas posteriores a la emergencia, en condiciones de trópico húmedo. Las variables fueron materia seca (g planta$^{-1}$) de hoja (MSh), tallo (MSt), material muerto (MSmm), aérea (MSA), radicular (MSr), altura de planta (AP; cm), longitud de raíz (LR; cm), área foliar específica (AFE; cm$^2$ g$^{-1}$) y número de tallos (NT). Las variables se analizaron mediante un diseño completamente al azar con cinco repeticiones y se aplicó la prueba de Tukey ($p$ = 0.05). El rendimiento de MSh, MSt y MSmm fue similar ($p$ > 0.05) en ambos cultivares durante todo el periodo de evaluación. Xaraés presentó tallos en la séptima semana, mientras que Mulato II, en la octava, fecha en la cual se presentó la MSmm. La MSA fue similar ($p$ > 0.05) entre los cultivares y en la semana 12 presentaron 14.2 g planta$^{-1}$, en promedio. Mulato II presentó mayor ($p$ < 0.05) MSr y en la semana 12 presentó 10.5 g planta$^{-1}$. Xaraés presentó la mayor AP ($p$ < 0.05), la cual fue de 88 cm a las 12 semanas. A partir de la quinta semana Mulato II presentó los mayores valores en LR y a la semana 12 fue de 74 cm; mientras que en Xaraés fue de 56 cm. Mulato II obtuvo los valores más altos de AFE, los cuales fueron de 380 a 205 cm$^2$ g$^{-1}$, de primera a la séptima semana. Mulato II presentó el mayor NT ($p$ < 0.05) a partir de la séptima y a la doceava semana llegó a 13 tallos planta$^{-1}$, mientras que Xaraés solo 9. El pasto Mulato II presentó mayor MSr, LR y NT, características deseables durante la etapa de establecimiento de las praderas.

**Palabras clave:** *Brachiaria*, biomasa aérea, biomasa radicular.

## ABSTRACT

The initial growth of pastures of the genus *Urochloa* (Mulato II and Xaraés) was evaluated, during the first 12 weeks after the emergency, in humid tropic conditions. The variables were dry matter (g plant$^{-1}$) of leaf (lDM), stem (sDM), dead material (dmDM), aerial (ADM), root (rDM), plant height (PH; cm), root length (RL; cm), specific leaf area (SLA; cm$^2$ g$^{-1}$) and number of stems (NS). The variables were analyzed by a completely randomized design with five repetitions and the Tukey test was applied ($p$ = 0.05). The yield of lDM, sDM and dmDM was similar ($p$ > 0.05) in

both cultivars throughout the evaluation period. Xaraés presented stems in the seventh week, while Mulato II, in the eighth, date on which the dmDM was presented. The ADM was similar ($p > 0.05$) among the cultivars and at week 12 they presented 14.2 g plant$^{-1}$, on average. Mulato II presented greater ($p > 0.05$) rDM and at week 12 presented 10.5 g plant$^{-1}$. Xaraés presented the highest PH ($p < 0.05$), which was 88 cm at 12 weeks. As of the fifth week, Mulato II presented the highest values in RL and at week 12 it was 74 cm; while in Xaraés it was 56 cm. Mulato II obtained the highest SLA values, which were 380 to 205 cm$^2$ g$^{-1}$, from the first to the seventh week. Mulato II presented the greatest NS ($p < 0.05$) from the seventh and twelfth week reached 13 stems plant$^{-1}$, while Xaraés only 9. The Mulato II grass presented greater rDM, RL and NS, desirable characteristics during the grassland establishment stage.

**Index words:** *Brachiaria*, aerial biomass, root biomass.

## INTRODUCCIÓN

El crecimiento y la diferenciación son dos procesos básicos en el desarrollo de las plantas. El crecimiento (cuantitativo) se define como el incremento irreversible en tamaño o volumen; y la diferenciación (cualitativo) es la formación de estructuras y función de los órganos de la planta (Segura, 2008). Las plantas al iniciar su crecimiento dependen de las reservas contenidas en la semilla, por lo que su crecimiento es lento; posteriormente al desarrollarse el sistema radicular y con la emergencia de las hojas, tiene un rápido crecimiento por la absorción de agua y nutrientes, y la actividad fotosintética (Lucchesi, 1984). El sistema radicular de las plantas es fundamental, desde el punto de vista funcional y estructural; para que se de este desarrollo, las partes aérea y radicular debe estar en un balance funcional, que está determinado por las condiciones ambientales, los procesos fisiológicos y la edad de la planta (Clavero y Urdaneta, 1997).

Una manera de cuantificar el desarrollo de las plantas es mediante el análisis de crecimiento; en el cual se relacionan las condiciones morfológicas de la planta a lo largo de su desarrollo. Es un método que se puede utilizar para investigar el efecto de los fenómenos ecológicos y ambientales sobre el crecimiento, desarrollo, competencia y las diferencias genotípicas de la capacidad productiva de las plantas (Stefanini *et al*., 2002), con el fin de seleccionar a los genotipos con las características deseadas (Peixoto y Peixoto, 2009). La principal ventaja en este tipo de análisis es la obtención de información durante intervalos de tiempo, sin la necesidad de utilizar equipos sofisticados, ya que para este tipo de evaluación se miden variables tales como: los órganos de la planta (raíz, hoja, tallo) y el tamaño del sistema fotosintético (área foliar) (Lucchesi, 1984; Peixoto y Peixoto, 2009).

Una pieza clave para conocer el potencial y ciertas limitaciones en cualquier situación de manejo agronómico, es determinar el patrón en el comportamiento de crecimiento y desarrollo de las plantas forrajeras (Pérez *et al*., 2004; Avellaneda *et al*., 2008). En este sentido, cuando se desea introducir un nuevo cultivar de pasto, se debe tener en cuenta que la etapa de establecimiento es la más delicada y riesgosa, porque en esta se genera y se expande el sistema radicular y foliar (Romero, 2006), determinando la capacidad competitiva del cultivo con las malezas y en el aprovechamiento adecuado de los recursos ambientales (Faría-Mármol, 2005). En el caso del

trópico húmedo, se deben seleccionar especies de rápido crecimiento y agresivas, que puedan competir y establecerse rápidamente, ya que la invasión de malezas es alta (Faría, 2006). Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar el crecimiento inicial de pastos del género *Urochloa* (Mulato II y Xaraés), durante las primeras 12 semanas posteriores a la emergencia de la planta.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó entre los meses de abril y junio del 2012 en la Granja Experimental "El Oasis", perteneciente a la Escuela de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Tecnológica Equinoccial. El sitio experimental se encuentra localizado a 00° 13' 37'' S y 79º 15' 04'' O a 416 msnm. El clima se clasifica como tropical húmedo y las condiciones climáticas que se presentaron durante la evaluación se muestran en el Cuadro 1. Los suelos se formaron sobre depósitos de ceniza volcánica, son clasificados como Andisoles y las características químicas se muestran en el Cuadro 2.

**Cuadro 1**. Precipitación mensual acumulada y temperatura (Temp.) promedio mensual máxima y mínima durante el año 2012.

| Variable climática | ene | feb | mar | abr | may | jun | jul | ago | sep | oct | nov | dic |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temp. Mínima (°C) | 20.5 | 20.2 | 21.0 | 20.8 | 21.0 | 20.9 | 19.9 | 19.3 | 19.5 | 19.5 | 18.5 | 18.0 |
| Temp. Máxima (°C) | 26.1 | 27.8 | 28.5 | 29.0 | 28.3 | 26.5 | 26.4 | 26.4 | 27.5 | 26.9 | 30.0 | 30.0 |
| Precipitación (mm) | 549 | 734 | 774 | 624 | 334 | 119 | 51 | 14 | 8 | 15 | 16 | 18 |

**Cuadro 2.** Características químicas del suelo utilizado en el experimento.

| pH | M O | $NH_4$ | P | S | Fe | Cu | Zn | Mn | B | K | Ca | Mg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | % | | | | mg $kg^{-1}$ | | | | | | cmol $kg^{-1}$ | |
| 5.9 | 2.2 | 41.0 | 6.5 | 6.3 | 42.0 | 5.6 | 1.9 | 2.8 | 0.3 | 0.3 | 8.3 | 2.9 |

Laboratorio de Química. Universidad Tecnológica Equinoccial, Campus Santo Domingo.

Se utilizaron dos cultivares del género *Urochloa*: *U.* híbrido cv. Mulato II y *U. brizantha* cv. Xaraés; los cuales se sembraron por semilla botánica en bolsas negras de polietileno con capacidad de 2 kg. Para ello se colectó el suelo, se secó al ambiente, se retiraron los restos de material vegetal y se mezcló completamente para homogenizarlo. Posteriormente, se tomó una muestra de suelo para el análisis químico (Cuadro 2) y por cada 100 kg de suelo se fertilizó con 5, 3, 2, 1.5 y 2 g de N, $P_2O_5$, $K_2O$, MgO y S, respectivamente. Se emplearon 120 bolsas (60 por cultivar) y en cada una se depositaron 4 semillas. Posterior a la emergencia, solo se dejó una planta por bolsa.

Se realizaron 12 muestreos semanales, en cada uno de ellos se utilizaron cinco plantas por cultivar. Los muestreos fueron destructivos con el fin de evaluar la planta completa. Se contabilizó el número de tallos (NT $planta^{-1}$), se midió la altura de la planta (AP; cm) y posteriormente se retiró la bolsa cuidadosamente para no dañar la raíz y el exceso de suelo se quitó al sumergir la raíz en un balde con agua y se procedió a medir su longitud (LR; cm). A continuación, se separó la planta en sus componentes morfológicos: raíz (MSr), hoja (MSh), tallo (MSt) y material muerto (MSmm) y la suma de estos últimos tres componentes fue la materia seca total aérea (MSA). Más adelante,

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

se pesaron antes y después de secarlos en una estufa de aire forzado a 65 °C por 72 h, para determinar los valores de materia seca de cada componente (g planta$^{-1}$). El área foliar se determinó mediante la metodología reportada por Rincón *et al*. (2012) y una vez conocidos el peso y el área de la hoja se estimó el área foliar especifica (AFE; cm$^2$ g$^{-1}$). Las variables se analizaron mediante el procedimiento GLM (SAS, 2003) en un diseño completamente al azar con cinco repeticiones y para la comparación de medias se aplicó la prueba de Tukey ($p$ = 0.05).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó que el rendimiento de MSh, MSt y MSmm fue similar ($p$ > 0.05) en ambos cultivares durante todo el periodo de evaluación (Figura 1). Sin embargo, Xaraés presentó tallos en la séptima semana, mientras que Mulato II, en la octava. Lo anterior se debe a que Xaraés presenta una rápida elongación de tallo, la cual puede ser de hasta 0.8 mm día$^{-1}$ (Paciullo *et al*., 2011). La senescencia foliar (MSmm) se presentó a partir de la onceava semana en ambos cultivares (Figura 1); esto como consecuencia de la maduración y envejecimiento de las hojas del estrato bajo, las cuales pierdieron la capacidad fotosintética y murieron (Buchanan-Wollaston *et al*., 2003). Con respecto a la MSA (MSh+MSt+MSmm) no se observó diferencia entre los cultivares ($p$ > 0.05), los cuales en la semana 12 presentaron 14.2 g planta$^{-1}$. La MSr fue similar ($p$ > 0.05) en ambos cultivares hasta la séptima semana; pero de la octava en adelante, Mulato II presentó los mayores valores ($p$ > 0.05) y en la semana 12 presentó 10.5 g planta$^{-1}$ (Figura 1).

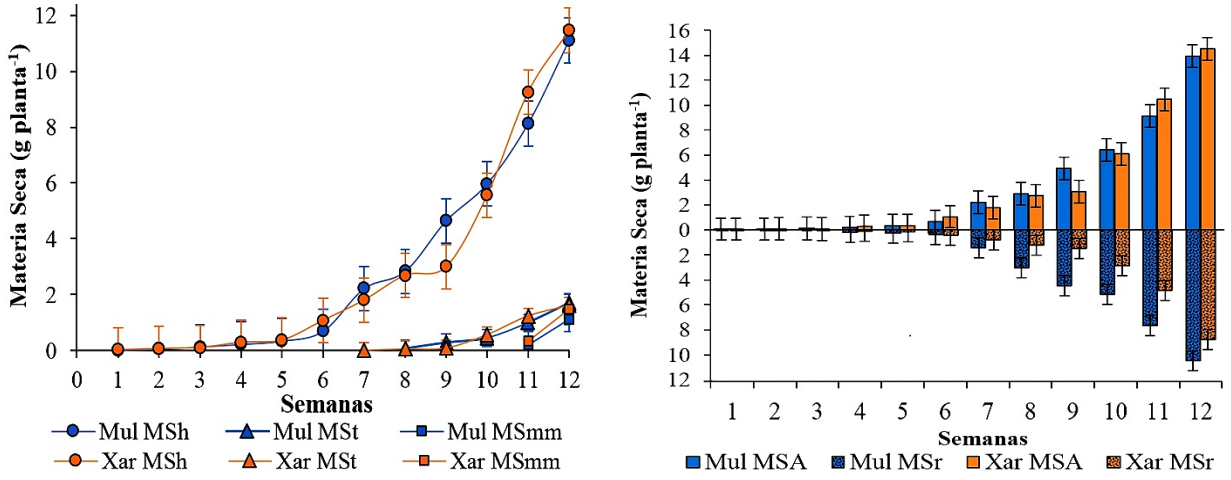



**Figura 1.** Rendimiento de materia seca de hoja (MSh), tallo (MSt), material muerto (MSmm), materia seca aérea (MSA) y radicular (MSr) en Mulato II (Mul) y Xaraés (Xar), durante 12 semanas posteriores a la emergencia de la planta. Las barras representan diferencia estadística (Tukey, $p$ = 0.05).

Ambos cultivares presentaron similar ($p$ > 0.05) altura de planta hasta la semana 5, de ahí en adelante, Xaraés presentó la mayor AP ($p$ > 0.05), la cual llegó a 88 cm a las 12 semanas; mientras que Mulato II presentó 61 cm para el mismo periodo de tiempo (Figura 2). El comportamiento

observado en la AP en Xaraés fue reportado por Lascano *et al*. (2002), el cual se debe a que este genotipo es de crecimiento erecto, condición que hace que las plantas tengan mayor altura.

La longitud de raíz fue similar hasta la cuarta semana y a partir de la semana 5, Mulato II presentó los mayores valores y al final de la evaluación, la longitud de raíz fue de 74 cm; mientras que en Xaraés fue de 56 cm (Figura 2). En este punto es importante mencionar que el genotipo Mulato II, al alcanzar mayor LR tiene mayor posibilidad de explorar el suelo para absorber agua y nutrientes lo que le daría mayor capacidad de establecimiento. Además, al presentar mayor MSr, este genotipo podría acumular las reservas orgánicas (carbohidratos y compuestos nitrogenados), para asegurar su crecimiento y persistencia (Clavero y Urdaneta, 1997; Rincon *et al*., 2008). Lo anterior es importante cuando se pretende establecer alguna gramínea forrajera, se deben seleccionar aquellos genotipos que tengan la capacidad de competir con las malezas por los recursos nutricionales provenientes del suelo, además de los ambientales (Faría, 2006).

En ambos cultivares se presentó una disminución en los valores del AFE a medida que incrementó el tiempo. Solo se observaron diferencias en las primeras 7 semanas, donde Mulato II obtuvo los valores más altos; los cuales fueron de 380 a 205 $cm^2$ $g^{-1}$, de primera a la séptima semana, respectivamente; mientras que para Xaraés fueron de 296 a 154 $cm^2$ $g^{-1}$ durante el mismo periodo de tiempo (Figura 2). En términos generales, el AFE de los cultivares disminuyó con la edad, debido a que con el paso del tiempo la hoja madura y se presenta un aumento en el espesor de esta (Witkowski y Lamont, 1991). Se ha encontrado que en pastos que tienen valores altos de AFE, las hojas son más delgadas, con elevadas concentraciones de nitrógeno (Pérez *et al.*, 2004) y mayores tasas de fotosíntesis (Reich *et al*., 1997); sin embargo, estas tasas decrecen con la edad (Hoyos *et al*., 2009). Por esta razón, Mulato II podría tener ventaja sobre Xaraés, dado que presentó los valores más altos de AFE en las condiciones ambientales en las que se condujo el estudio.

Con respecto al NT, ambos cultivares presentaron los mismos valores hasta la sexta semana; pero a partir de la séptima en adelante, Mulato II presentó el mayor NT ($p < 0.05$) y a la doceava semana alcanzó 13 tallos $planta^{-1}$, mientras que Xaraés solo 9 tallos $planta^{-1}$ (Figura 2). En este sentido, la capacidad que presente un cultivar para emitir tallos es muy importante durante el establecimiento de las gramíneas forrajeras, ya que el NT determinará la capacidad de macollamiento y cobertura de la pradera (Jimba y Adedeji, 2003).

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

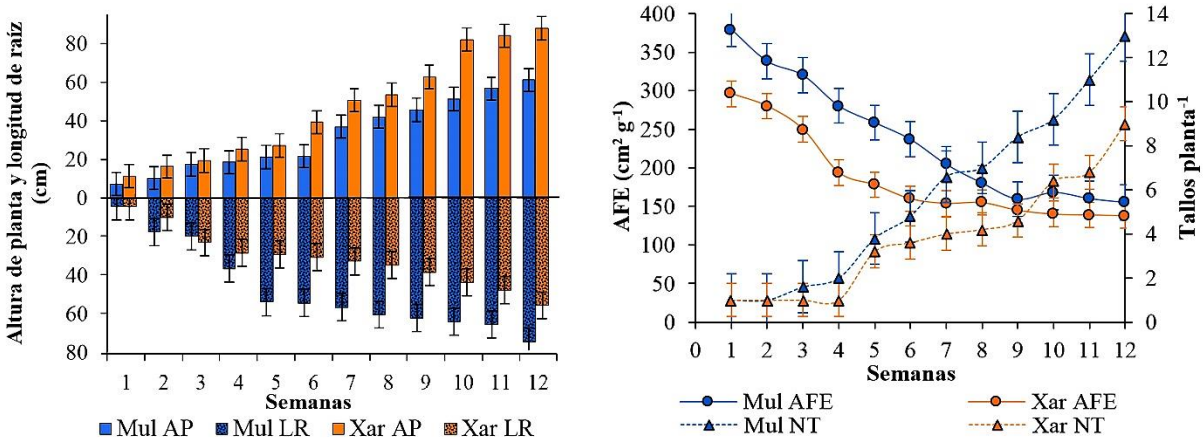



**Figura 2.** Altura de planta (AP), longitud de raíz (LR), área foliar específica (AFE) y número de tallos (NT) en Mulato II (Mul) y Xaraés (Xar), durante 12 semanas posteriores a la emergencia de la planta. Las barras representan diferencia estadística (Tukey, $p$ = 0.05).

## CONCLUSIONES

Durante las primeras 12 semanas de crecimiento y en condiciones de trópico húmedo, el pasto Mulato II presentó mayor masa radicular, longitud de raíz y capacidad de ahijamiento, características deseables durante la etapa de establecimiento de las praderas.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Tecnológica Equinoccial Campus Santo Domingo (Ecuador) y a la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (México) por las facilidades otorgadas para hacer posible esta investigación.

## LITERATURA CITADA

Avellaneda, C., J. F. Cabezas, G. Quintana, R. Luna, O. Montañez, I. Espinoza, S. Zambrano, D. Romero, J. Vanegas y E. Pinargote. 2008. Comportamiento agronómico y composición química de tres variedades de *Brachiaria* en diferentes edades de cosecha. Ciencia y Tecnología 1: 87-94.

Buchanan-Wollaston, V., S. Earl, E. Harrison, E. Mathas, S. Navabpour, T. Page and D. Pink. 2003. The molecular analysis of leaf senescence-a genomic approach. Plant Biotechnology Journal 1: 3-22.

Clavero, T. y R. Urdaneta. 1997. Crecimiento del sistema radical del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv Mott). Revista de la Facultad de Agronomía-LUZ. 14: 657-663.

Faría, J. 2006. Manejo de pastos y forrajes en la ganadería de doble propósito. En: FCV-LUZ (ed.). X Seminario manejo y utilización de pastos y forrajes en sistemas de producción animal. Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia (LUZ). pp.1-9.

Faría-Mármol, J. 2005. Establecimiento de pasturas. *In*: González, C., Soto, E. (eds.). Manual de ganadería doble propósito. Astro Data S.A. Venezuela. pp. 156-161.

Hoyos, V., M. Rodríguez, J. F. Cárdenas-Hernández y H. E. Balaguera-López. 2009. Análisis del crecimiento de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) bajo el efecto de diferentes fuentes y dosis de nitrógeno. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas 3: 175-187.

Jimba, S. C. and A. A. Adedeji. 2003. Effect of plant spacing in the nursery on the production of planting materials for field establishment of vetiver grass. Tropicultura 21: 199-203.

Lascano, C., R. Pérez, C. Plazas, J. Medrano, O. Pérez y P. J. Argel. 2002. Cultivar Toledo - *Brachiaria brizantha* (Accesión CIAT 26110); gramínea de crecimiento vigoroso para intensificar la ganadería colombiana. CIAT. Colombia.

Lucchesi, A. 1984. Utilização prática da análise de crescimento vegetal. Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz 41: 181-202.

Paciullo, D., P. Fernandes, C. Gomide, C. de Castro, F. Sobrinho, C. Augusto and B. de Carvalho. 2011. The growth dynamics in *Brachiaria* species according to nitrogen dose and shade. Revista Brasileira de Zootecnia 40: 270-276.

Peixoto, C. & M. F. Peixoto. 2009. Dinâmica do crescimento vegetal. In: Carvalho, C.A., Dantas, A.C., Pereira, F.A., Soares, A.C., de Melo, J., Oliveira, G.J. (eds.). Tópicos em ciências Agrárias. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Brasil. pp: 39-53.

Pérez, J. A., E. García, J. F. Enríquez, A. R. Quero, J. Pérez y A. Hernández, 2004. Análisis de crecimiento, área foliar específica y concentración de nitrógeno en hojas de pasto "mulato" (*Brachiaria* híbrido, cv.). Técnica Pecuaria en México 42: 447-458.

Reich, P. B., M. B. Walters and D.S. Ellsworth. 1997. From tropics to tundra: Global convergence in plant functioning. Proceedings of the National Academy of Sciences 94: 13730-1373.

Rincon, A., G. A. Ligarreto y E. Garay. 2008. Producción de forraje en los pastos *Brachiaria decumbens* cv. Amargo y *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, sometidos a tres frecuencias y a dos intensidades de defoliación en condiciones del Piedemonte Llanero Colombiano. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín 61: 4336-4346.

Rincón, N., M. A. Olarte y J. C. Pérez. 2012. Determinación del área foliar en fotografías tomadas con una cámara web, un teléfono celular o una cámara semiprofesional. Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín 65: 6399-6405.

Romero, O. 2006. Estacionalidad en la producción de forrajes. Tierra Adentro 71: 36-39.

SAS. 2003. The SAS 9.1 for Windows. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina. USA.

Segura, J. 2008. Introducción al desarrollo. Concepto de hormona vegetal. In: Azcón-Bieto, J., Talón, M. (eds.). Fundamentos de Fisiología Vegetal. Mc Graw-Hill. España. pp:349-376.

Stefanini, M. B., S. D. Rodrigues & L. C. Ming. 2002. Ação de fitorreguladores no crescimento da erva-cidreira-brasileira. Horticultura Brasileira 20:18-23.

Witkowski, E. T., and B. B. Lamont. 1991. Leaf specific mass confounds leaf density and thickness. Oecologia 88: 486-493.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# DINÁMICA POBLACIONAL DE TALLOS EN CULTIVARES DE *Urochloa*, CON RESTRICCIÓN DE MANEJO

# [TILLER POPULATION DYNAMICS IN *Urochloa* CULTIVARS, WITH MANAGEMENT RESTRICTION]

**Fernando Lucio Ruiz[1], Jonathan Raúl Garay Martínez[2], Santiago Joaquín Cancino[1§], Yuridia Bautista Martínez[3], Benigno Estrada Drouaillet[1], Daniel López Aguirre[1], Juan Eduardo Godina Rodríguez[1]**

[1]Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. [2]Campo Experimental Las Huastecas, CIRNE-INIFAP. Altamira, Tamaulipas, México. [3]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UAT. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. [§]Autor para correspondencia: (sjoaquin@docentes.uat.edu.mx).

## RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar la densidad poblacional de tallos en cultivares de *Urochloa* híbrido (Camello II y Convert 330) con restricción de manejo en los meses de febrero a diciembre de 2018, con la finalidad de conocer *per se* a cada cultivar. Se evaluaron bajo un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones, en parcelas de 9 $m^2$, delimitando un área de 100 $cm^2$ para el conteo de tallos muertos e hijuelos, en intervalo de cuatro semanas, se obtuvo la densidad, tasa de mortalidad y tasa de ahijamiento. Los datos se analizaron con el procedimiento GLM de SAS y la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey ($p = 0.05$). Se encontró que Convert 330, obtuvo la mayor densidad total con 4,414 tallos $m^{-2}$, 19 % más que Camello II ($p < 0.05$). Durante los muestreos, el mes de mayo presentó la mayor densidad total con 5,425 tallos $m^{-2}$, en función del aumento de la temperatura y la presencia de precipitación entre fechas de muestreo; sin embargo, la restricción de manejo interfiere posiblemente en las fechas posteriores, debido a la falta de radiación directa sobre la base de los tallos, incrementando así la tasa de mortalidad y disminuyendo la tasa de ahijamiento. Camello II presentó mayor tasa de ahijamiento y menor tasa de mortalidad en promedio con 14.6 y 10.3 %, respectivamente, a diferencia de Convert 330 con 12.5 y 11.7 %. Se concluye que las condiciones ambientales repercuten en la densidad poblacional de tallos, no obstante, el manejo en la pradera complementaría el sistema de producción para brindar persistencia y producción de forraje.

**Palabras clave:** Calidad, tropicales, unidad de crecimiento.

## ABSTRACT

The objective of the study was to determine the population density of tillers in cultivars of hybrid *Urochloa* (Camel II and Convert 330) with management restriction in the months of February to December 2018, in order to know *per se* each cultivar. They were evaluated under a completely randomized block design with three repetitions, in plots of 9 $m^2$, delimiting an area of 100 $cm^2$ for the count of dead tillers and shoot under, in an interval of four weeks, the density, mortality rate and the rate of choke The data were analyzed with the GLM procedure of SAS and the comparison of means was performed using the Tukey test ($p = 0.05$). Convert 330 was found to have the highest

total density with 4,414 tillers $m^{-2}$, 19% more than Camel II ($p < 0.05$). During the sampling, the month of May showed the highest total density with 5,425 tillers $m^{-2}$, depending on the increase in temperature and the presence of precipitation between sampling dates; however, the restriction of handling possibly interferes with the subsequent dates, due to the lack of direct radiation on the base of the stems, thus increasing the mortality rate and decreasing the rate of stifling. Cobra II had a higher rate of drowning and a lower mortality rate on average with 14.6 and 10.3%, respectively, unlike Convert 330 with 12.5 and 11.7%. It is concluded that environmental conditions have an impact on the population density of stems, however, management in the meadow would complement the production system to provide persistence and forage production.

**Index words:** Growth unit, quality, tropical.

## INTRODUCCIÓN

El deterioro ambiental como consecuencia negativa del desarrollo de las actividades humanas, ha sido uno de los temas de interés global, y desde este punto, a la ganadería se le ha considerado como una actividad de importante contribución a este daño. Sin embargo, desde el principio de la domesticación, la ganadería ha sido una fuente importante dentro de las actividades económicas (Santiago, 2009), y de esta manera se ha posicionado como la actividad que ocupa la mayor superficie del área dentro de las actividades primarias a nivel mundial, con un total del 70 %. A dicha actividad se le adjudican deforestaciones, degradación, compactación y erosión del suelo, además de que emite gases de efecto invernadero en grandes cantidades, como el óxido nitroso ($N_2O$) y en mayor cantidad el metano ($CH_4$) (Buitrago-Guillen *et al.*, 2018). Este último, es un subproducto de la digestión y fermentación ruminal, que es expulsado al ambiente por medio del eructo, traduciéndose también como la perdida de energía consumida por los mismos, debido a las reacciones metanogénicas para la degradación de la celulosa a glucosa (Carmona *et al.*, 2005; Buitrago-Guillen *et al.*, 2018).

Sin embargo, desde el punto de vista de las emisiones de gases, existen opciones efectivas para la mitigación de estos efectos si se logra aplicar un sistema de producción sostenible que brinde una mejor alimentación y nutrición a los rumiantes. Algunas opciones pueden ser fórmulas balanceadas, aditivos o forrajes menos lignificados, para optimizar la digestión y el aprovechamiento de los nutrientes (Bonilla y Lemus, 2012) y al mismo tiempo, incrementar la producción de proteína de origen animal y en especial de origen bovino (Buitrago-Guillen *et al.*, 2018). No obstante, los contenidos nutricionales de los forrajes presentan variaciones dependiendo del entorno y del manejo realizado durante el desarrollo del cultivo forrajero, ejerciendo así, la necesidad de las evaluaciones integradas de las especies para maximizar su aprovechamiento (Roca-Fernández *et al.*, 2018).

Las especies mejoradas del género *Urochloa*, han sido participes de estas evaluaciones por su gran aceptación por parte de los ganaderos, debido a su adaptación a diversas condiciones edafoclimáticas, como en suelos con acidez y baja fertilidad, además, tienen una mínima susceptibilidad al ataque de nematodos, soporta las irregularidades en la distribución de las lluvias, entre otras cualidades (Villalobos-Villalobos y Montiel-Longhi, 2015). Las evaluaciones realizadas

basan su objetivo en la sustentabilidad de las especies establecidas en los sistemas de producción, dirigidas en la comparación de cultivares, las dosis de fertilización, la frecuencia y altura del corte, las evaluaciones con ganado en pastoreo, asociaciones con leguminosas, entre otras (Alvaro y Marina, 2019).

Por otro lado, el tallo es considerado como la unidad básica de crecimiento de las gramíneas, por lo que una pradera es vista como una población de tallos, sin embargo, esta densidad de tallos por unidad de superficie es continuamente variable, según las condiciones ambientales, la estación del año y el manejo que se practique durante su desarrollo, y como respuesta, la producción de forraje es determinada por el número de tallos y el peso de los mismos (Rojas *et al.*, 2017). Además del rendimiento, la persistencia de una pradera, en cuanto a la densidad, está determinada por el efecto del ahijamiento y de la mortalidad de tallos, manipulándola por la defoliación, modificando la frecuencia e intensidad de corte (Rojas *et al.*, 2016; Flores-Santiago *et al.*, 2018).

En relación a la frecuencia, se han generado investigaciones en las cuales se ha determinado que la baja frecuencia de corte rinde menos del 4 % de forraje que, a mayor frecuencia, sin embargo, a la intensidad de corte se le ha considerado como un factor de mayor importancia, sobre todo en el primer año de establecimiento (Hernández *et al.*, 2012). Entre las especies de gramíneas forrajeras difiere la altura residual, ya que en algunas necesita cortes ligeros para aumentar la velocidad de flujo de tejido y así, incrementar la tasa de ahijamiento y mortalidad de tallos y en otras especies se requiere de cortes severos, y según la intensidad será la respuesta en la producción de biomasa (Cruz-Hernández *et al.*, 2017). Debido a lo anterior y a la escasa información sobre el comportamiento de la dinámica de tallos en gramíneas forrajeras tropicales, el objetivo de la presente investigación fue determinar la densidad poblacional de tallos en cultivares del género *Urochloa* con restricción de manejo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Posta Zootécnica "Ingeniero Herminio García González" de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Las coordenadas geográficas son 23° 56' 17.55" N y 99° 06' 2.45" O, a 167 msnm. El clima del lugar se clasifica como $BS_1$ (h') w (Vargas *et al.*, 2007), tiene una temperatura media anual de 24 °C y una precipitación media anual de 940 mm, donde la mayor precipitación suele presentarse de mayo a octubre (CONAGUA, 2010).

Se evaluaron dos híbridos del género *Urochloa* (Camello II y Convert 330) durante los meses de febrero a diciembre de 2018. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones. El tamaño de las parcelas experimentales con un año de establecidas fue de 9 $m^2$ (3×3 m). Previo al inicio del estudio, se realizó un corte de uniformidad a 15 cm sobre el suelo.

Para evaluar la dinámica de población de tallos, después del corte de uniformidad, se delimitó un área de 100 $cm^2$ (10×10 cm) mediante un cuadro fijo por parcela. Dentro de cada cuadro, se marcaron todos los tallos presentes con anillos de cable del mismo color, considerándolos como

población inicial. Posteriormente, cada cuatro semanas se contaron y marcaron los tallos nuevos con colores diferentes y se eliminaron los tallos muertos y se les retiró el anillo para su conteo y de esta manera, determinar la densidad poblacional de tallos (DPT= tallos $m^{-2}$), tasa de ahijamiento (TA) y mortalidad (TM); estas tasas determinadas por el número de hijuelos o tallos muertos en el muestreo divididos entre la DPT del muestreo anterior, multiplicado por 100. Los datos se analizaron con el procedimiento GLM (SAS, 2003), con base en un diseño de bloques completamente al azar y la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey ($p$ = 0.05).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La densidad poblacional de tallos fue diferente entre los cultivares Camello II y Convert 330 con 3,560 y 4,414 tallos $m^{-2}$, respectivamente (Cuadro 1). Las mayores densidades se presentaron en el mes de mayo (5,425 tallos $m^{-2}$, en promedio) (Cuadro 1). La densidad de tallos observada en los cultivares Camello II y Convert 330 en los meses de febrero a diciembre sin estrategias de manejo, permite conocer *per se* el comportamiento antes de ser considerado un plan de manejo, en el entendido de que la densidad de tallos determinará el rendimiento de la pradera en función de las condiciones ambientales (Flores-Santiago *et al.*, 2018).

**Cuadro 1.** Comportamiento de la densidad poblacional de tallos en cultivares de *Urochloa* sin estrategia de manejo durante el año 2018. Precipitación (Prec.) acumulada y temperatura máxima (T. Max.) y mínima (T. Min.) promedio durante cada muestreo.

| Cultivar | 24/02 | 24/03 | 21/04 | 19/05 | 18/06 | 13/07 | 11/08 | 8/09 | 6/10 | 3/11 | 1/12 | Promedio |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Camello II | 2233 a | 2800 b | 3600 a | 4350 b | 4333 b | 4250 a | 4367 a | 4000 a | 4233 a | 3500 a | 2000 a | 3560 b |
| Convert 330 | 3550 a | 4300 a | 5400 a | 6500 a | 5850 ab | 5000 a | 4850 a | 4150 a | 4350 a | 2850 a | 1750 a | 4414 a |
| Promedio | 2892 EF | 3550 DF | 4500 AC | 5425 A | 5092 AB | 4625 AB | 4608 AC | 4075 BD | 4292 AD | 3175 DE | 1875 F | 3987 |
| T. Mín. (°C) | 3.3 | 12.4 | 8.8 | 18.1 | 20.0 | 19.4 | 19.1 | 21.1 | 20.2 | 10.8 | -0.2 | |
| T. Máx. (°C) | 34.6 | 40.3 | 36.6 | 35.4 | 39.1 | 36.9 | 40.8 | 39.6 | 36.2 | 34.8 | 33.6 | |
| Prec. (mm) | 45 | 0 | 18 | 143 | 43 | 24 | 1 | 0 | 639 | 83 | 22 | |

Literales diferentes entre cultivares (a, b) y entre fechas de muestreo (A, B, C, D, E, F), indican diferencia estadística significativa (Tukey; $p$ = 0.05).

La temperatura y la precipitación registradas durante el periodo de evaluación, determinaron la densidad poblacional de tallos, ya que en los meses de febrero, marzo, abril, noviembre y diciembre se presentaron temperaturas por debajo de la temperatura base (Cuadro 1), es decir, la temperatura mínima en la cual un organismo puede desarrollarse, en regiones donde las temperaturas mínimas ocurren durante invierno, considerada para los pastos del género *Urochloa* (pastos tropicales) de 14 ºC (Mendonça y Rassini, 2006). Respecto a la precipitación, la acumulación durante cuatro semanas anteriores al muestreo correspondiente de mayo (143 mm), aunado al aumento en la temperatura mínima, resulto en un incremento en la densidad poblacional de tallos. Posteriormente, las fluctuaciones en las precipitaciones acumuladas, afectó de manera notoria a Convert 330 debido a mayores tasas de mortalidad y menores tasas de ahijamiento (Figura 1) a diferencia de Camello

II, el cual mantuvo una menor fluctuación en la densidad poblacional de tallos, en respuesta a la menor tasa de mortalidad y ahijamiento (Figura 2).

En este sentido, Camello II presentó la mayor tasa de ahijamiento y menor tasa de mortalidad en promedio con 14.6 y 10.3 %, respectivamente, a diferencia de Convert 330 con 12.5 y 11.7 %, sin embargo, no afecto la densidad poblacional de tallos total. Al respecto, Saldanha *et al.* (2013) mencionan al índice de área foliar como un factor que determina la tasa de ahijamiento, es decir, a medida que aumenta el índice de área foliar, disminuye la tasa de ahijamiento, debido al sombreado presente en la base de la planta, inhibiendo así el crecimiento de nuevos tallos, lo que pudo haber sucedido durante esta evaluación, debido a la ausencia de manejo mediante corte o pastoreo. Además, la luz interceptada es modificada por el pastoreo o corte y las plantas responden con un aumento o disminución en la densidad de tallos (Castro *et al.*, 2013), originada por los cambios morfogenéticos de la planta (Ramírez *et al.*, 2010), tomando en cuenta el intervalo e intensidad de pastoreo, para evitar reducir los carbohidratos y meristemos apicales disponibles, como mecanismo para activar el rebrote, asegurar la persistencia y mantener la producción (Rincon *et al.*, 2008).

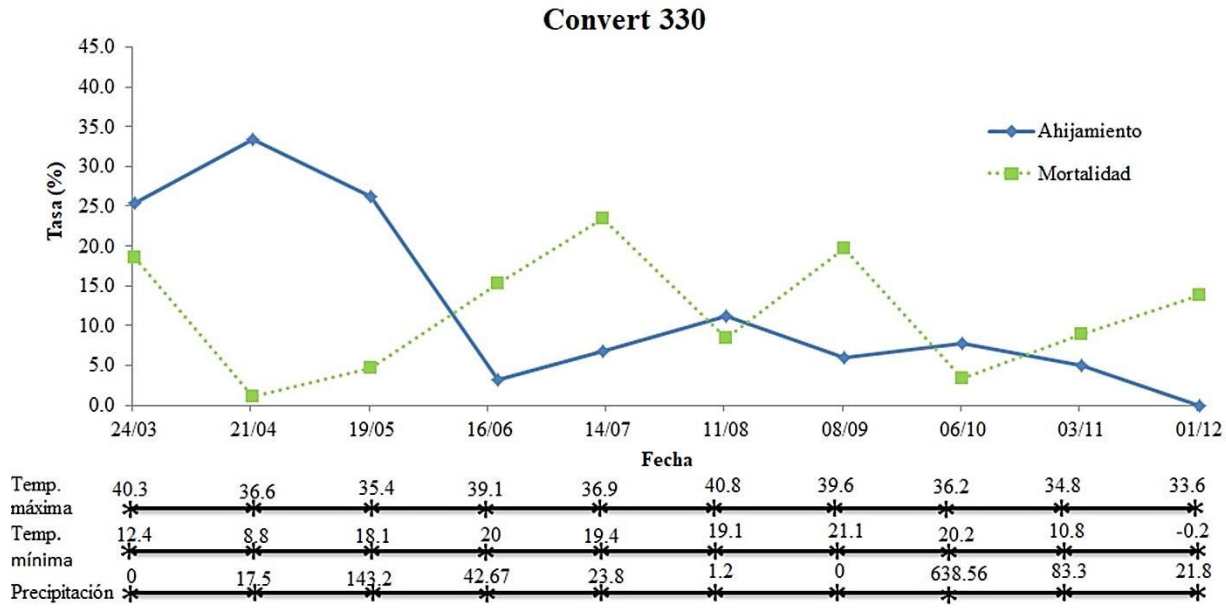



**Figura 1.** Dinámica de la tasa de ahijamiento y mortalidad de tallos en *U.* híbrido cv. Convert 330 en intervalo de cuatro semanas.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

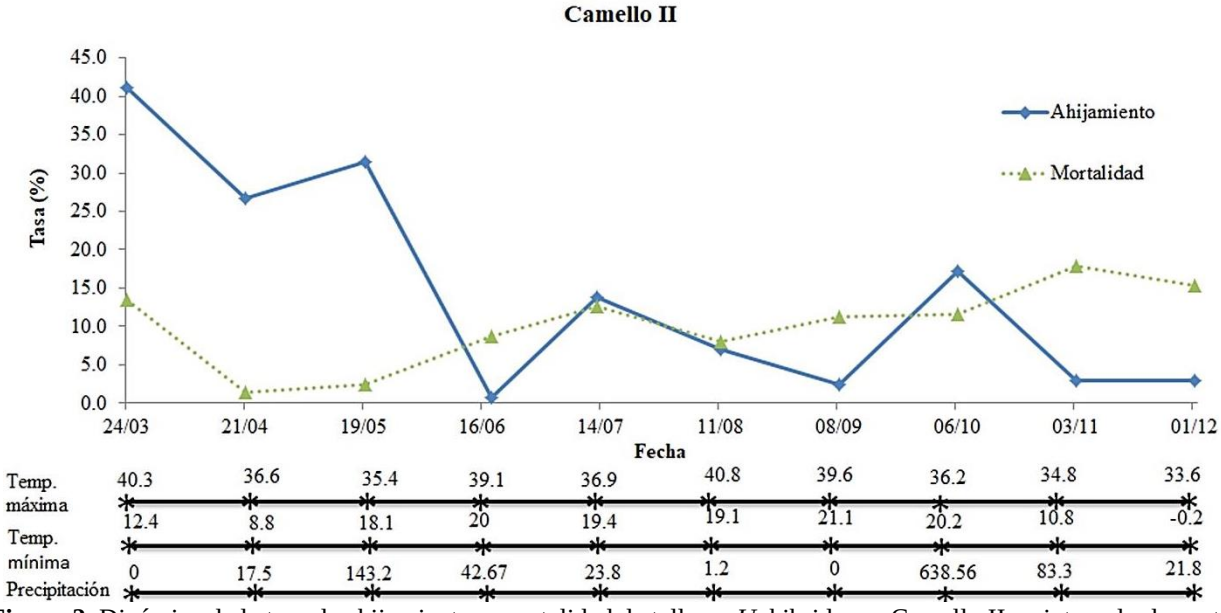



**Figura 2.** Dinámica de la tasa de ahijamiento y mortalidad de tallo en *U*. hibrido cv. Camello II en intervalo de cuatro semanas.

## CONCLUSIONES

Las condiciones ambientales son factores que definen la densidad de población de tallos de los cultivares de *Urochloa* Camello II y Convert 330, principalmente la temperatura, con densidades menores en los meses donde se presentan temperaturas por debajo de los 14 ºC, debido al incremento de la tasa de mortalidad y disminución en la tasa de ahijamiento, sin embargo, la restricción de manejo dentro de la pradera, interfiere en la respuesta de la formación de nuevos tallos, por lo que es necesario un plan de manejo integrado para asegurar la persistencia y mantener la producción de forraje.

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el financiamiento de la formación profesional, a la empresa mexicana de Semillas Papalotla S. A. de C. V. y a la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas.

## LITERATURA CITADA

Alvaro, O. and C. Marina. 2019. Variability of alfalfa (*Medicago sativa* L.) seasonal forage production in the southwest of Uruguay, Agrociencia Uruguay 23: 1-11.

Bonilla, C. J. A. and F. C. Lemus. 2012. Emisión de metano entérico por rumiantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático. Revisión, Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 3: 215-246.

Buitrago-Guillen, M. E., L. A. Ospina-Daza and W. Narváez-Solarte. 2018. Sistemas silvopastoriles: alternativa en la mitigación y adaptación de la producción bovina al cambio climático. Boletín científico, muestreo de historia natural 22: 31-42.

Carmona, J. C., D. M. Bolívar, y L. A. Giraldo. 2005. El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 18: 49-63.

Castro, R. R., G. A. Hernández, R. O. Ramírez, B. G. Aguilar, J. F. Enríquez y S. I. P. Mendoza. 2013. Crecimiento en longitud foliar y dinámica de población de tallos de cinco asociaciones de gramíneas y leguminosas bajo pastoreo. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 4: 201-215.

Comisión Nacional de Agua (CONAGUA). 2010. Normales climatológicas por Estado. Sistema Meteorológico Nacional (SMN). En línea: http://smn.cna.goU.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75

Cruz-Hernández, A., A. Hernández-Garay, H. Vaquera-Huerta, A. Chay-Canul, J. Enríquez-Quiroz y S. Ramírez-Vera. 2017. Componentes morfogenéticos y acumulación del pasto mulato a diferente frecuencia e intensidad de pastoreo. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 8: 101-109.

Flores-Santiago, E. J., J. D. Guerrero-Rodríguez, S. Cadena-Villegas, J. I. Alejos-de la Fuente, S. I. Mendoza-Pedroza, M. J. Luna-Guerrero, M. A. Peña-Aguilar y A. Hernández-Garay. 2018. Dinámica de tallos de pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.), solo y asociado con ryegrass perenne (*Lolium perenne* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.). Agroproductividad 11: 10-17.

Hernández, G. A., H. P. A. Martínez, E. J. Zaragoza, H. H. Vaquera, G. Osnaya, T. B. M. Joaquín, y Z. M. E. Velazco. 2012. Caracterización de rendimiento de forraje de una pradera de alfalfa-ovillo al variar la frecuencia e intensidad de pastoreo. Revista Fitotecnia Mexicana 35: 259-266.

Mendonça, C. F. y Rassini. 2006. Circular Técnica (Ed. Embrapa, Brasil). 9. p

Ramírez, R. O., G. A. Hernández, S. C. Da Silva, P. J. Pérez, J. S. J. De Souza, R. R. Castro y Q. J. F. Enríquez. 2010. Características morfogénicas y su influencia en el rendimiento de pasto mombaza, cosechado a diferentes intervalos de corte. Tropical and Subtropical Agroecosystems 12: 303-311.

Rincon, C. A. y M. G. A. Ligarreto. 2008. Producción de forraje en los pastos *Brachiaria decumbens*cv. amargo y *Brachiaria brizantha* cv. toledo, sometidos a tres frecuencias y a dos intensidades de defoliación en condiciones de piedemonte llanero colombiano. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín 61: 4336-4346.

Roca-Fernández, A. I., L. Díaz-Otero, y M. E. López-Mosquera. 2018. Los forrajes verdes en la alimentación del ganado: panel de las gramíneas y las leguminosas. Ganadería. Nov-Dic: 18-21.

Rojas, G. A. R., G. A. Hernández, C. A. R. Quero, R. J. D. Guerrero, W. Ayala, R. J. L. Zaragoza y L. C. Trejo. 2016. Persistencia de *Dactylis glomerata* L. solo y asociado con *Lolium perenne* L. y *Trifolium repens* L. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 7: 885-895.

Rojas, G. A. R., R. J. Ventura, A. Hernández-Garay, C. S. Joaquín, P. M. A. Maldonado y V. I. Reyes. 2017. Dinámica poblacional de tallos de ovillo (*Dactylis glomerata* L.) solo y asociado con ballico perenne (*Lolium perenne* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.). Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 8: 419-428.

Saldanha, S., A. Cechini y O. Bentancur. 2013. Variables morfogenéticas y estructurales de cinco cultivares de *Lolium* sp. Agrociencia Uruguay 17: 110-120.

Santiago, A. 2009. La globalización del deterioro ambiental. Aldea Mundo 14: 63-71.

Vargas, T. V., R. M. E. Hernández, L. J. Gutiérrez, D. C. J. Plácido y C. A. Jiménez. 2007. Clasificación climática del estado de Tamaulipas, México. Ciencia UAT 2: 15-19.

Villalobos-Villalobos, L. y M. Montiel-Longhi. 2015. Características taxonómicas de pastos *Brachiaria* utilizados en Costa Rica. Nutrición Animal Tropical 9: 39-56.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# DIGESTIBILIDAD *in vitro* DE DIETAS CON ADITIVO DE LEVADURAS Y BAGAZO DE MANZANA FERMENTADO PARA BECERROS EN CRECIMIENTO

# [*In vitro* DIGESTIBILITY OF DIETS WITH YEAST ADDITIVE AND FERMENTED APPLE BAGASSE FOR GROWING CALVES]

**P. F. Mancillas-Flores[1§], D. Díaz-Plascencia[1], P. L. Ordóñez-Baquera[1], J. R. Espinosa-Prieto[1], E. Santellano-Estrada[1], J. L. Guevara-Valdez[1], E. M. Peña-González[2], J. R. Peña-Castro[1], Y. Palma-Rosas[1]**

[1]Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Periférico Francisco R. Almada km 1, C.P. 31453. Chihuahua, Chih., México. [2]Laboratorio Veterinario de Ciencia de la Carne y Salud Pública, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Calz. Del Hueso 1100, Villa Quietud, Coyoacán, Ciudad de México. C.P. 04960. [§]Autor para correspondencia: (pmancillas@uach.mx).

## RESUMEN

Se empleó la técnica de digestibilidad *in vitro* para evaluar el efecto de la adición de un aditivo de levadura y de bagazo de manzana fermentado en dietas para becerros en crecimiento. Los tratamientos consistieron en: T0 (testigo): heno de avena (HA), ensilaje de maíz (SM) y concentrado; T1 (BMZN): HA, SM y concentrado con 12 % de bagazo de manzana fermentado (BMZN); T2 (AL): HA, SM y concentrado con 2 % de aditivo de levaduras (AL). Se realizó un análisis de varianza en un diseño completamente al azar, tomando muestras por triplicado de cada tratamiento, para medir digestibilidad *in vitro* de materia seca (MS), de fibra detergente neutro (FDN), de fibra detergente ácido (FDA) y contenido de lignina detergente ácido (LDA) durante 48 h. Así mismo, se midieron ácido acético, ácido propiónico, ácido butírico, además, nitrógeno amoniacal (N-$NH_3$), ácido láctico y pH a las 3, 6, 12, 24, 48, 72 y 96 h. El T1 y T2 mostraron diferencia significativa ($p < 0.05$) en la digestibilidad de MS, FDN, FDA y LDA. La mayor producción ($p < 0.05$) de AGV lo presentaron el T1 y T2. Estos últimos, mostraron un incremento ($p < 0.05$) en la concentración de N-$NH_3$ y una disminución ($p < 0.05$) de Ác. Láctico, siendo el T2 superior ($p < 0.05$) en el pH. La adición de un AL y de BMZN en la alimentación de becerros en crecimiento es una alternativa ya que mejoran las características nutricionales y fermentativas de la dieta.

**Palabras Clave:** Angus, fermentación, forraje, nutrición.

## ABSTRACT

The technique of *in vitro* digestibility was employed to evaluate the effect of the addition of an additive of yeasts and fermented apple bagasse in the diet of growing calves. The treatments consisted in: T0 (witness): oat hay (OH), corn silage (CS) and concentrated; T1 (BMZN): OH, CS, concentrated with 12 % of fermented apple bagasse (FAB); T2 (AY): OH, CS, concentrated with 2 % of yeast additive (AY). An analysis of variance was performed in a completely randomized design, taking samples in triplicate for each treatment, for measuring digestibility *in vitro* of matter dry (MD), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and acid detergent lignin

(ADL) content for 48 h. Likewise, acetic acid, propionic acid, butyric acid, in addition, amoniacal nitrogen ($NH_3$-N), lactic acid and pH were measured at 3, 6, 12, 24, 48, 72 and 96 h. T1 and T2 showed a significant difference ($p < 0.05$) digestibility of MD, NDF, ADF and ADL. The increased production ($p < 0.05$) of VFA presented it the T1 and T2. The latter, showed an increase ($p < 0.05$) in the $NH_3$-N concentration and a decrease ($p < 0.05$) in lactic acid, being higher in pH T2. The addition of an AY and BMZN in the diet of growing calves is an alternative since they improve the nutritional and fermentation characteristics of diet.

**Index words:** Angus, fermentation, forage, nutrition.

## INTRODUCCIÓN

El valor nutritivo de los alimentos se encuentra determinado por la biodisponibilidad de nutrientes y la dinámica de los procesos de solubilidad en el tracto gastrointestinal. Van Soest (1994) mencionó que la pared celular es el mayor constituyente orgánico de los forrajes, ya que comprende del 40 al 80 % de la materia seca y está constituida por polisacáridos estructurales como celulosa, hemicelulosa y lignina. Diversas estrategias han sido utilizadas para mejorar la digestibilidad de los forrajes, tal como los avances agronómicos y programas de cruzamientos de forrajes (Beauchemin *et al.*, 2003).

En años anteriores, se han utilizado los cultivos de levaduras (CL) para mejorar el valor nutritivo y la utilización eficiente de los forrajes de baja calidad. La adición de CL en dietas para rumiantes puede incrementar el consumo de materia seca, rendimiento productivo, degradación de celulosa y la digestibilidad de nutrientes (Lesmeister *et al.*, 2004). Así mismo, Haddad y Goussous (2005) publicaron que la adición de CL en dietas altas en energía para corderos en finalización, incrementaron la ganancia de peso, la digestibilidad de la materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC) y fibra detergente neutro (FDN). Por otro lado, Bruni y Chilibroste (2001) mencionaron que, de manera alternativa a la desaparición de sustrato, se mide la producción acumulada de gas como indicador del metabolismo del carbono, centrando su atención en la acumulación de los productos finales de la fermentación tales como bióxido de carbono ($CO_2$), metano ($CH_4$) y ácidos grasos volátiles (AGV). Por lo anterior, el objetivo del estudio fue evaluar la digestibilidad *in vitro* de dietas para becerros en crecimiento adicionadas con un aditivo de levaduras y de bagazo de manzana fermentado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua, Chih., México. Se utilizaron tres dietas para becerros en crecimiento (NRC, 1996), las cuales se ofrecieron durante 84 d que duro la prueba: T0 (testigo): 1.2 kg de heno de avena (HA), 1.7 kg de ensilaje de maíz (SM) y 1.2 kg de concentrado en base a MS/animal/d; T1 (BMZN): HA, SM y concentrado + bagazo de manzana fermentado (BMZN); T2 (AL): HA, SM y concentrado + aditivo de levaduras (AL). A los 12 kg de BMZN se le añadieron urea, sulfato de amonio y premezcla de minerales y vitaminas (52, 13 y 28 g),

mezclándose en un fermentador aeróbico por 72 h, manteniendo el mezclado por 15 min en cada tiempo (0, 6, 12, 24, 48 y 72 h).

**Digestibilidad de la materia seca**

Previo a la incubación, las bolsas nylon fueron sumergidas en acetona y al retirarse se dejaron secar a temperatura ambiente, enseguida se mantuvieron por 24 h a 100 ºC (Thelco 28), registrando su peso. Las muestras de las dietas (0.45 g ± 0.05) se colocaron por triplicado en bolsas filtro ANKOM® F57 de 25 µm, además de un blanco (sin muestra), identificadas y selladas con calor (Clamco Corp, 210-8E, CO), por jarra del incubador DAISYll. (Ankom Technology, Macedon, NY) durante 48 h a 39 ºC para la digestibilidad verdadera *in vitro*. El líquido ruminal se colectó de dos vacas Herford provistas de cánula ruminal antes de ser alimentadas por la mañana, las cuales recibieron una dieta para mantenimiento a base de ensilaje de maíz, teniendo agua fresca a libre acceso. El líquido ruminal fue diluido con las soluciones búfer A y B preparadas de acuerdo al protocolo recomendado por Ankom Technology®. Después de la incubación, las bolsas se extrajeron de las jarras y se lavaron con agua corriente, se introdujeron por 3 h a 105 ºC (Thelco 28) para determinar la digestibilidad de MS. Posteriormente, se analizaron secuencialmente la FDN y FDA (Van Soest *et al.*, 1991) en el aparato ANKOM200 (Ankom Technology Corp., Fairport, NY) y LDA (Goering y Van Soest, 1970).

**AGV, nitrógeno amoniacal (N-$NH_3$) y ácido láctico (Ác. Láctico)**

Se colectó una muestra de 20 mL de los frascos de PG para determinar AGV (Ác. Acético, Ác. Propiónico y Ác. Butírico), además, N-$NH_3$ y Ác. Láctico a las 3, 6, 12, 24, 48, 72 y 96 h, la muestra se filtró con dos capas de gasas para separar el contenido sólido y líquido. A este último, se le determinó al instante el pH (Combo, HANNA instruments® Inc., Woonsocket, RI), posteriormente se centrifugó a 3,500 x *g* a 4 ºC por 10 min.

**Producción y perfil de AGV**

Se colectó una submuestra de 8 mL en viales color ámbar rotulados, adicionándole 0.2 mL de $H_2SO_4$ al 50 % y se almacenaron a -20 ºC. Previo a su medición se descongelaron a 4 ºC, agregándole 1.6 mL de ácido metafosfórico al 25 %, centrifugándose nuevamente con las características arriba mencionadas y fueron preservadas en refrigeración (4 ºC) hasta realizar su análisis mediante la técnica de Brotz y Schaeffer (1987).

Los AGV fueron analizados por medio de un cromatógrafo de gases (SRI 8610, SRI Instruments, CA), con una columna Alltech ECONO-CAPTM ECTM de 15 m de largo, un diámetro externo de 0.53 mm y 0.25 mm de diámetro interno. Se inyectó 0.6 µL a temperatura del inyector de 230 ºC y detector de flama de 250 ºC, la rampa de temperatura del horno fue de 100 ºC, 20 ºC por min y 190 ºC por 1 min, un tiempo promedio de lectura de 1.51, 1.92 y 2.48 min para los ácidos acético, propiónico y butírico, y un tiempo de lectura neta de 6.83 min.

**N-$NH_3$**

Para esta variable se depositó una submuestra de 5 mL de sobrenadante en recipientes de plástico, para evaluarse mediante el espectrofotómetro Coleman Junior® II modelo 6|20 a una longitud de onda de 630 nanómetros (nm), siguiendo la técnica de Broderick y Kang (1980). La ecuación de predicción para calcular N-$NH_3$, se obtuvo del análisis por triplicado de soluciones estándar con niveles de 0, 5, 10, 15, 20 y 25 µL de N-$NH_3$/mL, utilizando agua destilada como blanco en el punto cero.

**Ác. Láctico**

Para su medición se colectó una submuestra de 5 mL en recipientes de plástico, para analizarse mediante el espectrofotómetro Coleman Junior® II modelo 6|20 a una longitud de onda de 570 nm, siguiendo la técnica de Taylor (1996). Al realizar la ecuación de predicción arriba mencionada, se utilizó Ác Láctico.

Se utilizó un diseño completamente al azar para analizar la digestibilidad de MS, FDN, FDA y LDA, tomando como efecto fijo el tratamiento, así mismo, para las variables de Ác. Acético, Ác. Propiónico, Ác. Butírico, N-$NH_3$, Ác. Láctico y pH se tomó como efecto fijo el tratamiento y hora, utilizando PROC GLM (SAS, 2006). Por otro lado, la PG se analizó de la misma forma tomando como efecto fijo el tratamiento y hora, así como su interacción. Se usó la prueba de Tukey para establecer las posibles diferencias entre las medias de los tratamientos (Steel y Torrie, 1997) y se declaró significancia estadística si $p < 0.05$.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1 muestra que el T1 y T2 (72.02 y 72.49 %) fueron superiores ($p < 0.05$) al T0 (64.57 %) en MS. Sauvant *et al.* (2004) observaron una tendencia a incrementar la digestibilidad de la MO (0.5 %) en vacas Holstein en el periodo seco que recibieron un cultivo de levaduras (CL) en su dieta con respecto al grupo control. En este estudio no se observó diferencia ($p > 0.05$) entre el T1 y T2, pero fueron superiores ($p < 0.05$) al T0, esta respuesta ha sido asociada al incremento en la digestibilidad FDN, FDA y menor contenido de LDA en ambos tratamientos, lo que sugiere que el BMZN y el AL mejoran por igual las características nutricionales de la dieta beneficiando el ambiente microbial. Lo que coincide con Chaucheyras-Durand y Fonty. (2001) quienes mencionaron que la adición de *Saccharomyces cerevisiae* (Sc) en la dieta de borregos en crecimiento estimuló el desarrollo de la flora celulolítica favoreciendo el funcionamiento del rumen. La mayor ($p < 0.05$) digestibilidad de FDN lo presentó el T1 y T2 (70.77 y 70.25 %) con respecto al T0 (67.32 %). Estos mismo, fueron superiores ($p < 0.05$) en la digestibilidad de FDA (T1 64.07 y T2 64.56 %) al compararse con el T0 (60.53 %). Kholif y Khorshed. (2006) reportaron un efecto positivo en la suplementación con levadura sobre la digestibilidad de la FDN, FDA, celulosa, hemicelulosa y PC. El mayor contenido ($p < 0.05$) de LDA lo reveló el T0 (5.55 %) con respecto al T1 y T2 (4.25 y 4.14 %). Lo que sugiere que el BMZN y el AL mejoran las características nutricionales de la dieta. La lignina es el componente principal de la estructura de

la pared celular de las plantas, incrementando a través de la madurez (Guo *et al.*, 2001), lo que afecta la digestibilidad del tejido vegetal (Van Soest, 1994).

El T1 y T2 mostraron mayor ($p < 0.05$) producción de Ác. acético (16.00 y 17.19 mmol $L^{-1}$), Ác. Propiónico (6.54 y 6.13 mmol $L^{-1}$) y Ác. butírico (2.63 y 2.67 mmol $L^{-1}$) con respecto al T0 (12.06, 3.52 y 1.21 mmol $L^{-1}$). Guedes *et al.* (2008) mencionaron que los CL mejoran la digestibilidad del alimento y los patrones de producción de AGV.

El N-$NH_3$ presentó significancia ($p < 0.05$) por efecto de interacción tratamiento/hora. El T1 y T2 (0.18, 0.22, 0.23 y 0.18, 0.20, 0.24 mmol $L^{-1}$) fueron similares entre sí ($p > 0.05$) pero superiores ($p < 0.05$) al T0 (0.14, 0.17, 0.18 mmol $L^{-1}$) a las 6, 12 y 48 h de incubación. Por otra parte, el T1 (0.26 mmol $L^{-1}$) fue superior ($p < 0.05$) al T0 y T2 (0.17 y 0.22 mmol $L^{-1}$) a las 24 h, siendo este último mayor ($p < 0.05$) al T0. Sin embargo, a las 72 y 96 h el T2 (0.25, 0.27 mmol $L^{-1}$) mostró mayor ($p < 0.05$) concentración de N-$NH_3$ al compararse con el T0 y T1 (0.20, 0.21 y 0.23, 0.22 mmol $L^{-1}$) siendo este último superior ($p < 0.05$) al T0. La concentración de amonio puede estar influenciada por la tasa de degradación de los carbohidratos, además de los componentes nitrogenados (Bernal *et al.*, 2008). En este estudio, se observó un incremento ($p < 0.05$) en la concentración de N-$NH_3$ en las dietas que se adicionó BMZN y un AL, esto tal vez debido a que mejoraron las características fermentativas de la dieta y por consiguiente incrementaron la digestibilidad de la fibra, lo que coincide con Newbold *et al*. (1995) quienes observaron un aumento en la concentración de N-$NH_3$ en la fermentación ruminal *in vitro*, lo que atribuye mayor disponibilidad de substrato para los microorganismos.

**Cuadro 1**. Medias (EE ±) del comportamiento de la digestibilidad, perfil de AGV y la concentración de N-$NH_3$, Ác. Láctico y pH entre tratamientos durante la fermentación *in vitro.*

| Variables | Tratamiento | | | EE (±) |
|---|---|---|---|---|
| | T0 | T1 | T2 | |
| MS, % | 64.57[b] | 72.02[a] | 72.49[a] | 0.82 |
| FDN, % | 67.32[b] | 70.77[a] | 70.25[a] | 0.82 |
| FDA, % | 60.53[b] | 64.07[a] | 64.56[a] | 0.82 |
| LDA, % | 5.55[a] | 4.25[b] | 4.14[b] | 0.04 |
| Ác. Acético, mmol/L | 12.06[b] | 16.00[a] | 17.19[a] | 0.90 |
| Ác. Propiónico, mmol/L | 3.52[b] | 6.54[a] | 6.13[a] | 0.75 |
| Ác. Butírico, mmol/L | 1.21[b] | 2.63[a] | 2.67[a] | 0.41 |
| N-$NH_3$, mmol/L | 0.18[b] | 0.21[a] | 0.22[a] | 0.01 |
| Ác. Láctico, mmol/L | 2.30[a] | 1.46[b] | 1.37[b] | 0.20 |
| pH | 6.19[c] | 6.56[b] | 6.74[a] | 0.06 |

[abc] Medias con diferente literal en fila, son diferentes ($p < 0.05$) entre tratamiento; EE = Error estándar de la media.

El T0 (3.38, 4.82, 3.63, 2.16 mmol $L^{-1}$) mostró mayor ($p < 0.05$) concentración de Ác. Láctico al compararse con el T1 y T2 (0.80, 1.99, 0.99, 0.84 y 1.69, 1.43, 0.80, 0.56 mmol $L^{-1}$) a las 3, 6, 12 y 24 h de incubación. Sin embargo, los tres tratamientos fueron similares ($p > 0.05$) a las 48, 72 y 96 h. El pH más alto ($p < 0.05$) lo presentó el T2 al compararse con el T0 y T1 durante las 96 h de incubación, excepto a las 12 y 24 donde el T2 fue similar ($p > 0.05$) al T1. El T0 presentó el descenso más pronunciado ($p < 0.05$) de pH durante el tiempo de incubación al compararse con el

T1 y T2 respectivamente. El pH ruminal refuerza el balance entre la capacidad amortiguadora y la acidez de la fermentación. De un meta análisis Desnoyers *et al.*, (2009) reportaron un incremento de pH y la concentración total de AGV en rumen, en relación a la suplementación y dosis de Sc.

## CONCLUSIONES

Se concluye que la adición de un aditivo de levaduras y de bagazo de manzana fermentado en la dieta de becerros en crecimiento, mejoran las características nutricionales y fermentativas de la dieta, lo que representa una alternativa en la suplementación animal. Se recomienda desarrollar más investigación con diferentes niveles de inclusión de estos suplementos, con el fin de alcanzar mayor digestibilidad de la fibra.

## LITERATURA CITADA

Beauchemin, K. A., D. Colombatto, D. P. Morgavi and W. Z. Yang. 2003. Use of exogenous fibrolytic enzymes to improve feed utilization by ruminants. Journal of Animal Science 81: 37-47.

Bernal, L., P. Ávila, G. Ramírez, C. E. Lascano, T. Tiemann y H. Hess. 2008. Efecto del ensilaje y el heno de *Calliandra calothyrsus*, *Flemingia macrophylla*, *Cratylia argéntea* y *Vigna unguiculata* sobre la producción de gas *in vitro*. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 3: 101-107.

Broderick, G. A. and J. H. Kang. 1980. Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and *in vitro* media. Journal of Dairy Science 63: 64-75.

Brotz, P. G. and D. M. Schaeffer. 1987. Simultaneous determination of lactic acid and volatile fatty acids in microbial fermentation extracts by gas-liquid chromatography. Journal Microbiol. Methods 6: 139-144.

Bruni, M. A. and P. Chilibroste. 2001. Simulation of ruminal digestion by gas production method. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 9: 43-51.

Chaucheyras-Durand, F. and G. Fonty. 2001. Establishment of cellulolytic bacteria and development of fermentative activities in the rumen of gnotobiotically reared lambs receiving additive *Sacharomyces cerevisiae* CNCM I-1077. Reproduction Nutr. Dev. 41: 57-58.

Desnoyers, M., S. Giger-Reverdin, G. Bertin, C. Duvax-ponter and D. Sauvant. 2009. Meta-analysis of the influence of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on ruminal parameters and milk production of ruminants. Journal of Dairy Science 92: 1620-1632.

Goering, H. K. and P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analyses (Apparatus, Reagents, Procedures and some Applications). Agriculture, Handbook. USDA-ARS, Washington, DC. 379 p.

Guedes, C. M., D. Goncalves, A. M. Rodríguez M. and A. Días-Da Silva. 2008. Effects of a *Saccharomyces cerevisiae* yeast on ruminal fermentation and fiber degradation of maize silages in cows. Animal Feed Science and Technology 145: 27-40.

Guo, D., F. Chen, K. Inoue, J. W. Blount and R. A. Dixon. 2001. Downregulation of ceffeic acid 3-O-methyltranferase and caffeoyl CoA 3-O-methyltranferase in transgenetic alfalfa: Impacts on lignin structure and implications for the biosynthesis of G and S lignin. Plant Cell. 13: 73-88.

Haddad, S. G. and S. N. Goussous. 2005. Effect of yeast culture supplementation on nutrient intake, digestibility and growth performance of Awassi lambs. Animal Feed Science Technology 118: 343-348.

Kholif, S. M. and M. M. Khorshed. 2006. Effect of yeast or selenized yeast supplementation to rations on the productive performance of lactating buffaloes. Egypt. Journal Nutrition Feeds 9: 193-205.

Lesmeister, K. E., A. J. Heinrichs and M. T. Gabler. 2004. Effects of supplemental yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) culture on rumen development, growth characteristics, and blood parameters in neonatal dairy calves. Journal of Dairy Science 87: 1832-1839.

Newbold, C. J., R. J. Wallace, X. B. Chen and F. M. Mcintosh. 1995. Different strains of *Saccharomyces cerevisiae* differ in their effects on ruminal bacterial numbers *in vitro* and in sheep. Journal of Animal Science 73: 1811-1818.

NRC. 1996. Nutrient requirements of beef cattle. 7th edition. Washington: National academy press p. 104.

SAS. 2006. SAS/STAT® 9.3 User´s Guide. Statistic, edition. SAS Institute Inc, United States.

Sauvant, D., S. Giger-Reverdin and P. Schmidely. 2004. Rumen acidosis: Modeling ruminant. Proceeding of the Alltech´s 20th annual symposium: Re-imagining the feed industry. Nottingham University Press. pp. 221-229.

Steel, R. G. D. y J. H. Torrie. 1997. Bioestadística. Principios y procedimientos. 2a. edición. México: McGraw-Hill.

Taylor, K. A. C. C. 1996. A simple colorimetric assay for muramic acid and lactic acid. Applied Biochemistry and Biotechnology 56: 49-58.

Van Soest, P. J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2a edition. United States. Cornell University Press. Ithaca, N.Y. pp. 475.

Van Soest, P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science 74: 3579-3583.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CALIDAD FERMENTATIVA Y DIGESTIBILIDAD *in vitro* DE ACCESIONES DE LEUCAENA DE DISTINTAS PROCEDENCIAS AGROCLIMÁTICAS DE MÉXICO

# [FERMENTATIVE QUALITY AND *in vitro* DIGESTIBILITY OF LEUCAENA ACCESSIONS FROM DIFFERENT AGROCLIMATIC PROVENANCES IN MEXICO]

**Claudio Vite-Cristóbal[1,2§], Pedro Arturo Martínez-Hernández[1], Enrique Cortés-Díaz[1], Ponciano Pérez-Hernández[3], José Manuel Palma-García[4], Luis Alberto Miranda-Romero[1]**

[1]Posgrado en Producción Animal, Universidad Autónoma Chapingo, Km. 38.5 Carretera México-Texcoco, C. P. 56230, Texcoco, Estado de México, México. [2]Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca. Desv. Lindero-Tametate S/N, Col. La Morita, C. P. 92100, Tantoyuca, Veracruz, México. [3]Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, Km. 88.5 Carretera Federal Xalapa-Veracruz, Predio Tepetates, C. P. 91690, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México. [4]Colegio Mexicano de Agroforestería Pecuaria A. C., Centro Universitario de Investigación y Desarrollo Agropecuario, Universidad de Colima, C. P. 28040, Colima, Colima, México. [§]Autor para correspondencia: (cvitec81@hotmail.com).

## RESUMEN

Con el objetivo de caracterizar la cinética de fermentación *in vitro* de follaje de accesiones de Leucaena de distintos sitios y procedencias agroclimáticas de México, se realizó un experimento *in vitro* de producción de gas en el que se incluyeron dos sitios de plantación: Morelos y Veracruz, y cinco procedencias de la semilla: Colima, Cunningham, Morelos, Nuevo León y Veracruz. El forraje se recolectó a los seis meses de rebrote en ambos sitios de plantación. La producción máxima de gas varió en un rango de 159 (procedencia Veracruz) a 185 mL $g^{-1}$ sustrato (procedencia Cunningham). El menor tiempo de establecimiento o colonización microbiana (4.6 h) se observó en el sitio Morelos, el cual fue diferente al de Veracruz ($p < 0.05$). Las desapariciones de MS y MO a las 72 h variaron de 45.8 a 54.9 % y de 67.7 a 76.9 %, respectivamente, siendo ambas variables menor y mayor en la procedencia Nuevo León que en el resto de las procedencias ($p < 0.05$). El valor mayor de la tasa de producción de gas (mL) por cada gramo de MS se observó sólo para la procedencia de Morelos ($p < 0.05$). La fracción fermentable rápida fue mayor para la procedencia Morelos, en tanto la procedencia Nuevo León mostró mayor fracción fermentable media y lenta. Se concluye que las accesiones de Leucaenas establecidas en Veracruz se asoció a disminuciones en la producción de fracciones fermentables rápidas, aunque con mayor tiempo de fase Lag, contrario a lo observado para la procedencia Morelos que mostró además alta tasa de producción de gas y degradación de la MS, características que pueden asociarse a mayor eficiencia en los procesos de fermentación.

**Palabras clave**: *Leucaena leucocephala*, regresión logística.

## ABSTRACT

In order to characterize the *in vitro* fermentation kinetics of foliage of Leucaena accessions from different sites and agroclimatic provenances of Mexico, an *in vitro* gas production experiment was carried out in which two plantation sites were included: Morelos and Veracruz, and five

provenances of the seed: Colima, Cunningham, Morelos, Nuevo León and Veracruz. The forage was collected after six months of regrowth at both planting sites. Maximum gas production ranged from 159 (Veracruz provenance) to 185 mL $g^{-1}$ substrate (Cunningham provenance). The shortest time of establishment or microbial colonization (4.6 h) was observed in the Morelos site, which was different from Veracruz ($p$ <0.05). Disappearances of MS and MO at 72 h ranged from 45.8 to 54.9% and from 67.7 to 76.9%, respectively, both minor and major variables being of Nuevo Leon origin than in the rest of the provenances ($p$ <0.05). The highest value of the gas production rate (mL) for each gram of MS was observed only for the Morelos provenance ($p$ <0.05). The fast fermentable fraction was greater for the Morelos provenance, while the Nuevo León provenance showed a higher average and slow fermentable fraction. It is concluded that the accessions of Leucaenas established in Veracruz was associated with decreases in the production of fast fermentable fractions, although with longer Lag phase, contrary to what was observed for the Morelos provenance, which also showed a high rate of gas production and degradation of MS, characteristics that can be associated with greater efficiency in fermentation processes.

**Index words**: *Leucaena leucocephala,* logistic regression.

## INTRODUCCIÓN

*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (Leucaena) es una especie leñosa nativa del trópico mexicano proveedora de forraje en cantidad y calidad al animal en sistemas silvopastoriles (SSP) (Navas, 2010; Estrada *et al*., 2018). Esta calidad basada en contenidos elevados de proteína bruta (>24.9%) y energía (>4.2 Mcal EB kg $MS^{-1}$) y bajos en fibras (<44% FDN y <27% FDA), capaz de asegurar que el bovino en pastoreo en SSP ingiera una dieta con menor cantidad de carbohidratos estructurales pero suficiente proteína y fibra para mantener la funcionalidad del rumen (Minson, 1990; Sierra-Montoya *et al*., 2017; Martínez-Hernández *et al*., 2019).

Sin embargo, a pesar del contenido elevado de proteína, la Leucaena por su contenido elevado de fibra, se clasifica como un forraje voluminoso que podría limitar la productividad animal si no es degradada eficientemente en el rumen (Gaviria *et al*., 2015). Por tanto, resulta importante estudiar la dinámica fermentativa de la Leucaena, para determinar los patrones de fermentación de nitrógeno y energía en el rumen, con el fin de conocer si se encuentran en equilibrio o si es necesario sugerir ajustes o adiciones a la dieta de los animales que pastorean en SSP.

Además, ante la disponibilidad de Leucaena como recurso autóctono en el trópico mexicano (Palma, 2006; Cortez *et al*., 2016) y para fomentar el aprovechamiento del follaje de la misma en la ganadería se propone estudiar la calidad fermentativa en comparación con variedades mejoradas. El objetivo del presente estudio fue caracterizar la cinética de fermentación *in vitro* de follaje de accesiones de *L. leucocephala*, recolectadas y establecidas en distintas procedencias agroclimáticas de México.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos de campo para el desarrollo de los modelos provinieron de dos sitios en los que se contó con parcelas experimentales plantadas con Leucaenas de diferente procedencia (Colima, Cunningham, Morelos, Nuevo León y Veracruz). Uno de los sitios fue Tepalcingo, Morelos y el otro Tantoyuca, Veracruz. Tepalcingo se localiza a 18°31'18.5"LN y 98°56'25.2"LO y 1,179 msnm, y tiene clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano, precipitación anual de 879 mm y temperatura media de 21.8 °C (García, 2005). Tantoyuca se localiza a 21°19'56.3"LN y 98°13'22.3"LO y 136 msnm, y tiene clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, precipitación anual de 1,228 mm y temperatura media de 23.9 °C (García, 2005). El tipo de suelo en ambos ambientes de crecimiento fue vertisol, de acuerdo con la clasificación del sistema FAO/UNESCO 2010 obtenido del continuo nacional a escala 1: 1,000,000 del INEGI.

El sitio de Tepalcingo se conformó con 11 accesiones y el de Tantoyuca con 14. Para ambos sitios todas las Leucaenas plantadas fueron originalmente crecidas en vivero en la Universidad Autónoma Chapingo y trasplantadas entre cuatro y seis meses de crecimiento. Las distancias entre hileras y plantas fueron 3 y 2 m, de forma que cada accesión tuvo una parcela con 16 plantas. Cada parcela experimental fue establecida en condiciones de temporal, sin fertilización y en un diseño de bloques al azar con dos y tres repeticiones.

Para el inicio de la toma de datos en ambos sitios se dio previamente un corte de homogeneización que consistió en podar a las plantas a 50 cm de altura a partir de la base del suelo, entre los tres y seis meses después del trasplante. Las diferencias en tiempos de establecimiento fueron compensadas con la siembra de plantas de mayor tamaño, corte de homogeneización tres meses más tarde y mayor disponibilidad de agua durante el establecimiento en Veracruz.

El follaje en estudio provino de una muestra compuesta de hojas más tallos de diámetro no mayor a 3 mm realizada en cuatro plantas de cada parcela al inicio de la época lluviosa en el año 2018, con una edad aproximada de seis meses de rebrote a partir del corte de homogeneización, trasladada en termo con gel congelante al laboratorio de forrajes de la Universidad Autónoma Chapingo (UACh), en donde se secó en estufa a aire forzado a 55 ºC hasta peso constante. Una submuestra de follaje seco fue triturada en molino de martillos tipo Wiley con malla de 1 mm y procesada en el laboratorio de Microbiología Pecuaria de la UACh. Los valores del patrón de fermentación se obtuvieron con la técnica de producción de gas de Theodorou *et al*. (1994), para lo cual se utilizó un nanómetro con escala de 0-1 kg que arrojó volúmenes de presión en kg $cm^{-2}$. Con dichos volúmenes fueron generadas las fracciones fermentables: rápida (FR), media (FM) y lenta (FL). Las variables de cinética de producción de gas: volumen máximo de gas producido (Vmax), fase Lag (L) y tasa de producción de gas (S) se obtuvieron mediante un modelo logístico (Gompertz) con el procedimiento NLMIXED (SAS, 2006). Las digestibilidades *in vitro* de la materia seca (DIVMS) y materia orgánica (DIVMO) se obtuvieron mediante la técnica de Tilley y Terry (1963).

Las variables fueron sometidas a un análisis de varianza mediante un modelo que incluyó los efectos fijos de accesión, sitio y procedencia, la interacción sitio x procedencia y el efecto aleatorio

de accesión anidado en sitio, mediante el procedimiento MIXED (SAS, 2006). Cuando fue necesario, las medias de las variables fueron estimadas y comparadas con la prueba de Tukey mediante la instrucción LSMEANS (SAS, 2006)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las curvas de acumulación de gas del follaje de los diferentes sitios de plantación y procedencias de Leucaena estudiadas se presentan en la Figura 1 (A y B). Cabe notar que la mayor acumulación de gas se presentó para el sitio de Morelos en comparación con Veracruz (Figura 1A). En tanto, el volumen acumulado fue mayor para la procedencia de Nuevo León, menor para Veracruz e intermedias para Colima, Cunningham y Morelos. Esta relación positiva demuestra la mayor calidad del follaje de Leucaena para los sitios y procedencias con la menor acumulación de gas a través del tiempo (Naranjo *et al*., 2016).

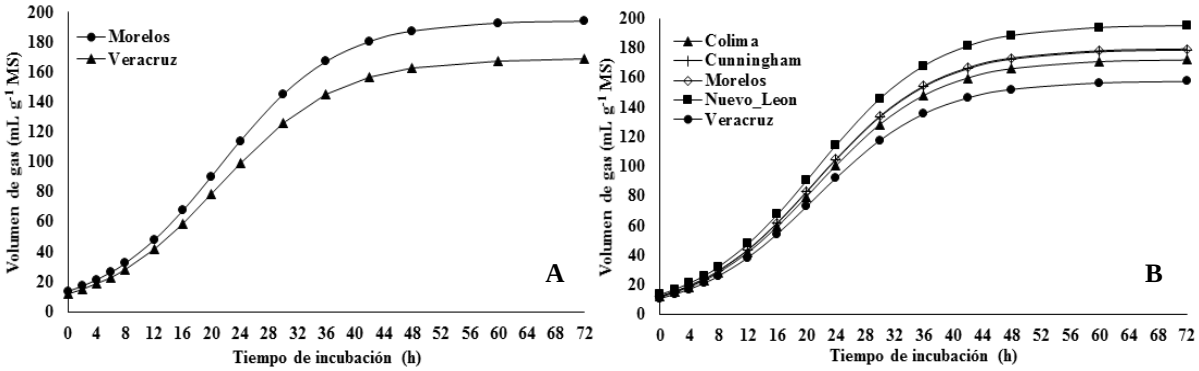



**Figura 1.** Curvas modeladas de producción de gas acumulado del follaje de *Leucaena leucocephala* en sitios (A) y procedencias agroclimáticas (B) distintas de México.

Las digestibilidades de la materia seca y orgánica y los parámetros obtenidos mediante la aplicación del modelo Gompertz a los datos de fermentación *in vitro* de los sitios y procedencias evaluados se muestran en el Cuadro 1. El sitio Veracruz mostró una fase de establecimiento o colonización microbiana (L) superior a 26% ($p$ = 0.0110), así como una fracción fermentable rápida (FR) inferior a 38% ($p$ = 0.0179), en comparación con Morelos; para esta misma variable, la plantación procedente de Nuevo León fue 27% superior ($p$ = 0.0003) a Morelos. La tasa de producción de gas (S) del cultivo establecido en Morelos fue de 15 a 23% superior ($p$ = 0.0003) en comparación al resto de las procedencias. La FR de la procedencia de Morelos fue 32% superior (p = 0.0029) a Colima y Veracruz; en tanto las fracciones fermentables media ($p$ = 0.0018) y lenta ($p$ = 0.0010) fueron 13 y 20% superiores en comparación con el resto de las procedencias. Los resultados de este estudio confirman que la producción de gas *in vitro* está relacionada con la eficiencia de utilización del alimento por parte de los microorganismos ruminales (Gaviria *et al*., 2015).

La procedencia de Nuevo León superó en más del 12% ($p$ = 0.0133) a la DIVMO de las procedencias de Colima, Cunningham y Morelos; contrario a lo observado para DIVMS, que fue superado ($p$ = 0.0004) en más del 20% por estas mismas procedencias (Cuadro 1). También, la

composición química de los forrajes influye sobre el volumen de gas producido, la tasa máxima de producción de gas y el tiempo en que se alcanza la fermentación ruminal *in vitro* (Gaviria *et al*., 2015). En general, Leucaenas de diferente origen cultivadas en Veracruz logran la fase de establecimiento en mayor tiempo con menor cantidad de gas para la fracción fermentable y muestran una calidad del follaje similar a las cultivadas en Morelos. Gaviria *et al*. (2015) encontraron que la mayor producción de gas se obtuvo en los forrajes con menor cantidad de FDN, lo que coincidió con los valores más altos de gas al punto de inflexión (GPI), ya que, posiblemente, la producción de gas se relacione de forma lineal con la degradación de la FDN. Esto podría justificar la mayor calidad del forraje cosechado en Veracruz, aunque la tasa de producción de gas (S) no fue diferente ($p > 0.05$) entre sitios de plantación (Cuadro 1). La semilla procedente de Morelos generó follaje con mayor S y FR, así como menor L y FL que el resto de las procedencias. Fondevila *et al*. (2002), concluyeron que altos contenidos de lignina en los forrajes explican las bajas producción de gas, ritmo de fermentación y degradabilidad, al provocar una menor disponibilidad de los carbohidratos estructurales potencialmente digestibles a los microorganismos del rumen.

Nogueira *et al*. (2000) informaron que los sustratos de mayor valor nutricional favorecen a la colonización y degradación eficiente por los microorganismos, así como el aumento de la tasa y la extensión de la fermentación. Machado *et al*. (2012); Gaviria *et al*. (2015) reportaron que los sustratos con menor contenido de FDN presentan tasas más altas de producción de gas, y esta sucede más rápido. También, Barahona *et al*. (2003) concluyeron que la presencia de niveles altos de taninos condensados (~10 % BS) reduce la producción de gas.

**Cuadro 1.** Parámetros de cinética de producción de gas ($\bar{x}$±s) obtenidos mediante la aplicación del modelo logístico y digestibilidad de accesiones de *Leucaena leucocephala*.

| Factor | Cinética de fermentación | | | Fracciones fermentables (mL $g^{-1}$ de sustrato) | | | Digestibilidad | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Vmax | S | L | Rápida | Media | Lenta | MS | MO |
| Accesión (A) | | | | | | | | |
| 1 | 187±12$^{a}$ | 0.032±0.001$^{a}$ | 5.5±0.1$^{a}$ | 44.8±1.6$^{a}$ | 65.6±2.0$^{a}$ | 89.4±4.4$^{a}$ | 48.8±1.9$^{a}$ | 73.4±1.6$^{a}$ |
| 2 | 153±12$^{a}$ | 0.035±0.001$^{a}$ | 4.8±0.1$^{a}$ | 46.4±1.8$^{a}$ | 56.3±2.2$^{a}$ | 70.6±4.7$^{a}$ | 57.8±2.0$^{a}$ | 65.0±1.8$^{a}$ |
| 3 | 177±13$^{a}$ | 0.034±0.001$^{a}$ | 5.0±0.1$^{a}$ | 50.0±1.9$^{a}$ | 70.4±2.4$^{a}$ | 88.9±5.0$^{a}$ | 49.3±2.0$^{a}$ | 72.3±1.9$^{a}$ |
| Sitio (S) | | | | | | | | |
| Morelos | 176±10$^{a}$ | 0.035±0.001$^{a}$ | 4.6±0.1$^{b}$ | 54.9±1.6$^{a}$ | 66.6±2.0$^{a}$ | 86.3±4.1$^{a}$ | 51.5±1.7$^{a}$ | 74.5±1.6$^{a}$ |
| Veracruz | 169±10$^{a}$ | 0.032±0.001$^{a}$ | 5.8±0.1$^{a}$ | 39.8±1.3$^{b}$ | 61.6±1.6$^{a}$ | 79.5±3.5$^{a}$ | 52.4±1.5$^{a}$ | 65.9±1.3$^{a}$ |
| Procedencia (P) | | | | | | | | |
| Colima | 171±10$^{a}$ | 0.033±0.001$^{b}$ | 5.4±0.2$^{ab}$ | 42.3±2.2$^{b}$ | 61.1±2.7$^{b}$ | 81.2±5.2$^{b}$ | 54.8±1.8$^{a}$ | 68.1±2.1$^{b}$ |
| Cunningham | 185±10$^{a}$ | 0.031±0.001$^{b}$ | 5.2±0.2$^{abc}$ | 46.5±2.2$^{ab}$ | 62.4±2.7$^{b}$ | 85.1±5.2$^{ab}$ | 52.5±1.8$^{a}$ | 68.7±2.1$^{b}$ |
| Morelos | 165±12$^{a}$ | 0.038±0.001$^{a}$ | 4.5±0.2$^{c}$ | 56.8±2.8$^{a}$ | 65.1±3.4$^{ab}$ | 67.0±6.6$^{b}$ | 54.9±2.2$^{a}$ | 67.7±2.8$^{b}$ |
| Nuevo León | 181±09$^{a}$ | 0.033±0.001$^{b}$ | 5.7±0.1$^{a}$ | 47.6±1.9$^{ab}$ | 73.5±2.3$^{a}$ | 101.7±4.6$^{a}$ | 45.8±1.6$^{b}$ | 76.9±1.9$^{a}$ |
| Veracruz | 159±11$^{a}$ | 0.032±0.001$^{b}$ | 4.9±0.2$^{bc}$ | 43.6±2.5$^{b}$ | 58.4±3.0$^{b}$ | 79.6±5.8$^{b}$ | 51.9±1.9$^{ab}$ | 69.5±2.4$^{ab}$ |

$^{a,b,c}$ Medias con al menos una literal igual en la misma columna por factor no presentan diferencias significativas ($p < 0.05$;Tukey). Vmax = volumen máximo de gas producido (mL $g^{-1}$ de sustrato), L = fase Lag (mL $g^{-1}$ de sustrato), S = tasa de producción de gas (mL $g^{-1}$ de sustrato), MS = materia seca (%) y MO = materia orgánica (%).

Las procedencias evaluadas en este estudio que mostraron bajas DIVMS tuvieron valores elevados para DIVMO y viceversa. Aunque, estos valores de DIVMO evidencian una alta MO fermentable del follaje de leucaena, como lo indican Gaviria *et al*. (2015), como indicador de una

buena calidad nutricional que permite el aporte de nutrientes a la flora ruminal (Minson, 1990; Piñeiro-Vázquez *et al*., 2017; Sierra *et al*., 2017).

La interacción Sitio x Procedencia fue importante para S ($p < 0.0001$), FR ($p = 0.0344$) y DIVMS ($p = 0.0330$). La tasa de producción de gas solo fue superior para la procedencia Morelos cultivada en Morelos; la FR mayor se presentó para la procedencia Morelos cultivada en Morelos y las menores para las procedencias Colima y Veracruz cultivadas en Veracruz; la DIVMS fue mayor para la procedencia Morelos y menor para Nuevo León, cultivadas en Morelos (Figuras 2A y 2B).

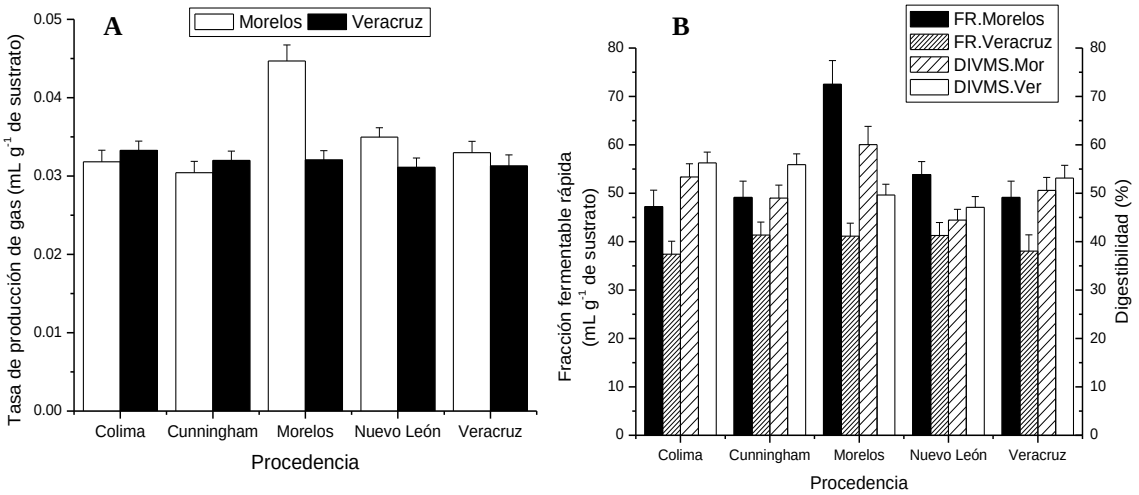



**Figura 2.** Efecto de la interacción Sitio x Procedencia en la tasa de producción de gas (A), la fracción fermentable rápida y digestibilidad de la materia seca (B) del follaje de *Leucaena leucocephala*.

## CONCLUSIÓNES

En este estudio se demostró la calidad nutricional mayor del follaje de *Leucaena leucocephala* establecida en Veracruz y menor en Morelos, esta última como sitio de plantación y procedencia de la semilla, al mostrar la menor producción de gas y ocasionar la mayor desaparición de la materia orgánica, lo cual se asocia a una mayor eficiencia en los procesos de fermentación y beneficios para la alimentación de rumiantes.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores reconocen el financiamiento y apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), el Instituto de Investigación y Posgrado en Ciencia Animal (IIPCA), al Posgrado en Producción Animal (PPA) y a la Dirección General de Investigación y Posgrado (DGIP) de la Universidad Autónoma Chapingo (UACh), y al Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca (ITSTa) para el desarrollo de la Disertación Doctoral del primer autor. El agradecimiento también es extensivo a los Sres. Claudio y Cleotilde Benítez Cardozo por el espacio facilitado para el desarrollo del trabajo de campo en el ejido Limón, Tepalcingo, Morelos, y al área de Microbiología

de Alimentos del Departamento de Zootecnia de la UACh por el apoyo con la instrumentación y técnicas para la obtención de las variables en estudio.

## LITERATURA CITADA

Barahona, R., C. E. Lascano, N. Narvaez, E. Owen, P. Morris and M. K. Theodorou. 2003. *In vitro* degradability of mature and immature leaves of tropical forage legumes differing in condensed tannin and non-starch polysaccharide content and composition. J. Sci. Food Agr. 83: 1256-1266.

Cortez, E. J. G., G. M. Uribe, L. A. Cruz, B. A. Lara y J. L. L. Romo. 2016. Árboles nativos para el diseño de tecnologías silvopastoriles en la Sierra de Huautla, Morelos. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 16: 3371-3380.

Estrada, L. I., J. S. Esparza, P. B. Albarrán, A. G. Yong, A. A. A. Rayas y M. A. García. 2018. Evaluación productiva y económica de un sistema silvopastoril intensivo en bovinos doble propósito en Michoacán, México. Cienc. Ergo-Sum. 25: 1-13.

Fondevila, M., J. C. M. Nogueira-Filho and A. Barrios. 2002. *In vitro* microbial fermentation and protein utilisation of tropical forage legumes grown during the dry season. Anim. Feed Sci. Tech. 95: 1-14.

García, E. 2005. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. 4a Edición. Instituto de Geografía. Universidad Autónoma de México. 217 p.

Gaviria, X., J. F. Naranjo and R. Barahona. 2015. Cinética de fermentación *in vitro* de *Leucaena leucocephala* y *Megathyrsus maximus* y sus mezclas, con o sin suplementación energética. Pastos y Forrajes 38: 55-63.

Machado, P. A. S., S. C. Valadares Filho, R F. D. Valadares, M. F. Paulino, V. R. Paulino, P, y M. I. Marcondes. 2012. Desempenho e exigências de energía e proteína de bovinos de corte en pasto suplementados. Arq. Brasileiro Med. Vet. Zoot. 64: 683-692.

Martínez-Hernández, P. A., E. Cortés-Díaz, R. Purroy-Vásquez, J. M. Palma-García, P. P. Del Pozo-Rodríguez y C. Vite-Cristóbal. 2019. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit especie clave para una producción bovina sostenible en el trópico. Tropic. Subtropic. Agroecosyst. En prensa.

Minson, D. J. 1990. Forage in ruminant nutrition. San Diego: Academic Press.

Naranjo, J. F., O. A. Ceballos, X. Gaviria, A. M. Tarazona, G. A. Correa, J. D. Chará, E. Murgueitio y R. Barahona. 2016. Estudio de la cinética fermentativa *in vitro* de mezclas de forrajes que incluyen *Leucaena leucocephala* proveniente de sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi) en Colombia. Revista CES Med. Vet. Zoot. 11: 6-17.

Navas, P.A. 2010. Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. Rev. Med. Vet. 19: 113-122.

Nogueira, J.C. M., M. Fondevilla, A. Barrios and M. González. 2000. *In vitro* microbial fermentation of tropical grasses at an advanced maturity stage. Anim. Feed Sci. Tech. 83: 145-157.

Palma, J. M. 2006. Los sistemas silvopastoriles en el trópico seco mexicano. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 14: 95-104.

Piñeiro-Vázquez, A. T.; G. O. Jiménez-Ferrer, A. J. Chay-Canul, F. Casanova-Lugo, V. F. Díaz-Echeverría, A. J. Ayala-Burgos, F. J. Solorio-Sánchez, C. F. Aguilar-Pérez, y J. C. Ku-Vera. 2017. Intake, digestibility, nitrogen balance and energy utilization in heifers fed low-quality

forage and Leucaena leucocephala. Anim. Feed Sci. Technol. 228: 191-201. Doi: 10.1016/j.anifeedsci.2017.04.009.

SAS. 2006. SAS/STAT® 9.3 User´s Guide. Statistic, edition. SAS Institute Inc, United States.

Sierra-Montoya, E., R. Barahona-Rosales and Z. T. Ruiz-Cortés. 2017. Reproductive behavior of crossbred dairy cows grazing an intensive silvopastoral system under tropical dry forest conditions. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. 69: 1-9. Doi: 10.1590/1678-4162-8712

Theodorou, M. K., B. A. Williams, M. Dhanoa, A. B. McAllan and J. France. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. Anim. Feed Sci. Tech. 48: 185-197.

Tilley, J. M. A. and R. A. Terry. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forages crops. Grass Forage Sci. 18: 104-111.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA Y DEGRADACION *in vitro* DEL MAIZ FLOTANTE

# [BROMATOLOGICAL CHARACTERIZATION AND *in vitro* DEGRADATION OF THE FLOATING]

**A. Cabrera E.[1], M. J. Ruiz-López[1], N. Espinosa-Nucamendi[1], R. Pinto-Ruiz[2], A. Hernández-López[2], J. A. Venegas-Venegas[2], F. Cruz-Urbina[2]**

[1]Estudiante del Programa Educativo de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad Autónoma de Chiapas. [2]Cuerpo Académico de Agroforestería Pecuaria, Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad Autónoma de Chiapas, Apdo. Postal 78, Villaflores, Chiapas, 30470, México. Autor para correspondencia: (aquiles.cabrera@outlook.com).

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue conocer la composición química y degradación *in vitro* del maíz flotante. Este subproducto es obtenido en las empresas harineras y es maíz nixtamalizado que no cumple con las normas de calidad para el consumo humano y es destinado a la venta para consumo de rumiantes. El estudio se llevó a cabo en el laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Campus V, de la Universidad Autónoma de Chiapas. El diseño experimental fue completamente al azar, con dos tratamientos y cinco repeticiones. Los tratamientos fueron maíz (control) y maíz flotante. Las muestras de maíz flotante y maíz se obtuvieron en la empresa harinera más importante del estado de Chiapas, localizada en el municipio de Ocozocoautla. Las muestras fueron analizadas para determinar el contenido de proteína cruda (PC), cenizas (Ce), materia orgánica (MO) y degradación *in vitro* de la MS a 24 h ($DGRMS_{24}$), así mismo, se calculó el costo por unidad de nutriente (CUN). La comparación de las medias se realizó con la prueba de t de Studen ($p < 0.05$). La MS de maíz flotante fue inferior al maíz, pero presentó mayor contenido de Ce ($p < 0.05$), mientras que el contenido de PC y $DGRMS_{24}$ fue similar ($p > 0.05$). El CUN del maíz fue mayor al de maíz flotante. De acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye que las características nutricionales del maíz flotante son similares con el maíz, por lo que posee alto potencial para ser utilizado como una alternativa de alimentación para rumiantes a menor costo.

**Palabras clave**: Alimento, nixtamal, residuo.

## ABSTRACT

The objective of this work was to know the chemical composition and in vitro degradation of floating corn. This by-product is obtained in flour companies and is nixtamalized corn that does not meet the quality standards for human consumption and is intended for sale for ruminant consumption. The study was carried out in the Animal Nutrition laboratory of the Faculty of Agronomic Sciences, Campus V, of the Autonomous University of Chiapas. The experimental design was completely random, with two treatments and five repetitions. The treatments were corn

(control) and floating corn. Samples of floating corn and corn were obtained at the most important flour company in the state of Chiapas, located in the municipality of Ocozocoautla. The samples were analyzed to determine the content of crude protein (PC), ashes (Ce), organic matter (MO) and in vitro degradation of MS at 24 h (DGRMS24), likewise, the cost per unit of nutrient was calculated (CUN) The comparison of the means was made with the Studen t test ($p < 0.05$). The floating corn MS was lower than the corn, but had a higher Ce content ($p < 0.05$), while the PC and DGRMS24 content was similar ($p > 0.05$). The CUN of corn was higher than floating corn. According to the results obtained, it is concluded that the nutritional characteristics of floating corn are similar to corn, so it has a high potential to be used as a feed alternative for ruminants at a lower cost.

**Index words:** Food, nixtamal, residue.

## INTRODUCCIÓN

En México, el maíz (*Zea mays* L.) es la principal fuente de energía en la alimentación humana (Martínez *et al*., 2018) y se consume principalmente en forma de tortilla. En Chiapas, se producen anualmente 779,125 ton de maíz y aproximadamente el 35% (65,086.7 ton) de la producción es acopiada por dos empresas harineras (SIAP, 2018). En estas empresas se transforma el maíz crudo por cocción alcalina a maíz cocido (proceso de nixtamalización), y posteriormente se obtiene harina industrialmente nixtamalizada (Billeb y Bressani, 2001). Sin embargo, antes de que el maíz nixtamalizado sea transformado en harina, este pasa por un proceso de control de calidad, en el cual se retiran los granos de maíz cocidos que no cumplen con las normas de calidad para consumo humano. Este subproducto es conocido como maíz flotante y actualmente es utilizado en la alimentación de rumiantes, sustituyendo el grano de maíz en las dietas. No obstante, no existe información sobre la calidad nutritiva y aprovechamiento a nivel ruminal del maíz flotante. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue conocer las características nutricionales y degradación *in vitro* de maíz flotante.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en el laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Agronómicas Campus V, de la Universidad Autónoma de Chiapas, localizado en el municipio de Villaflores en la región Frailesca, en Chiapas, México, la cual cuenta con un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, una precipitación de 1,100 mm anuales y una temperatura media anual de 25°C (INEGI, 2014). Las muestras de maíz flotante y de maíz se obtuvieron en la empresa harinera más importante del estado de Chiapas, localizada en el municipio de Ocozocoautla. Para la obtención de las muestras de maíz flotante, se realizaron tres muestreos en el área de distribución a venta durante un periodo de tres semanas. El maíz se obtuvo de la misma empresa antes del proceso de nixtamalización. Las muestras fueron transportadas en bolsas de polietileno y selladas herméticamente para su posterior análisis.

Las muestras fueron analizadas por quintuplicado para determinar el contenido de proteína cruda (PC) de acuerdo con la técnica del micro Kjeldahl (Bateman, 1970), cenizas (Ce) y materia

orgánica (MO) según AOAC (1990). Para determinar la degradación *in vitro* de la MS, se utilizó la técnica descrita por Menke y Steingass (1988). Para lo cual se usaron frascos color ámbar de 125 mL de capacidad a los que se les colocó 0.5 g de MS de los sustratos evaluados (maíz y maíz flotante). Posteriormente y bajo un flujo continuo de $CO_2$, a cada frasco se le agregó 90 mL de inóculo ruminal diluido (1:10) de cada tratamiento y se adicionó en una proporción de 1:9 a una solución mineral reducida compuesta de $K_2HPO_4$ (0.45 g $L^{-1}$), $KH_2PO_4$ (0.45 g $L^{-1}$), $NaCO_3$ (0.6 g $L^{-1}$), $NH4_2SO_4$ (0.45 g $L^{-1}$), NaCl (0.9 g $L^{-1}$), $MnSO_4$ (0.18 g $L^{-1}$), $CaCl_2$ (0.12 g $L^{-1}$), L-cisteína (0.25 g $L^{-1}$) y $Na_2S$ (0.25 g $L^{-1}$). Se incluyeron dos frascos blancos sin sustrato, se cerraron herméticamente con un tapón de goma y un aro de aluminio. El exceso de $CO_2$ de cada frasco se extrajo con el manómetro para igualar la presión a cero y se incubaron en baño maría a 39°C.

Al final del período de incubación el residuo de cada frasco se filtró a través de papel de filtrado previamente pesado. Los papeles con residuo se secaron a 65°C por 48 h y se pesaron. Por diferencia de peso se obtuvo la MS residual para determinar el % de degradación *in vitro* de la materia seca (DGRMS) a 24 h de incubación.

El costo por unidad de nutrientes (CUN) de calculó a partir del porcentaje de proteína cruda de cada ingrediente evaluado y su precio en el mercado en base seca. Para ello se usó la siguiente fórmula:

$$\text{CUN} = \frac{\text{Costo unitario del ingredienteen base seca}}{\text{\% de proteína cruda}} X100$$

Se utilizó el diseño completamente al azar con dos tratamientos y cinco repeticiones. Los datos obtenidos de las variables estudiadas se analizaron mediante PROC GLM (SAS, 2004) y las medias de tratamientos se compararon con la prueba de t de Studen ($p < 0.05$).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido de MS del maíz flotante fue de 18% y es inferior al maíz ($p < 0.05$; Cuadro 1), esto se debe a que el grano se hidrata durante el proceso de nixtamalización (Sefa-Dedeh *et al.*, 2004) y a la cantidad de agua con la que este subproducto sale a la venta. El maíz flotante presentó mayor contenido de Ce ($p < 0.05$), posiblemente por el efecto de la cocción alcalina (Pappa *et al.*, 2010), no obstante, este factor no influyó sobre el contenido de PC y la $DIVMS_{24}$ ($p < 0.05$). Este resultado coincide con Bressani *et al.*, (2002), quienes señalan que el proceso de nixtamalización no mejora el contenido de nutrientes. Por su parte, Castillo *et al.* (2009) indican que el proceso nixtamalización es diferente en cada empresa harinera, por lo que, este factor puede influir en la calidad nutritiva del maíz flotante.

**Cuadro 1.** Calidad nutricional y degradación a 24h del maíz y maíz flotante.

| | MS (%) | PC (%) | MO (%) | Ce (%) | $DIVMS_{24}$ (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| Maíz | $91^{a}$ | 9 | $98.37^{a}$ | $1.62^{b}$ | 70.12 |
| Maíz flotante | $18^{b}$ | 9.6 | $96^{b}$ | $4^{a}$ | 70.43 |

Medias con literal distinta en la misma columna son diferentes ($p < 0.05$). MS= Materia seca. PC = Proteína cruda. MO= Materia Orgánica. Ce= Ceniza. $DIVMS_{24}$= Degradación de la materia seca a 24 h.

En el cuadro 2 se presenta el costo por unidad de nutriente (proteína cruda) estudiados del maíz y maíz flotante. Se observa el costo por kilogramo del maíz fue $60 mientras que del maíz flotante fue de $35.4, con base a los resultados obtenidos en el análisis nutricional (MS, PC, MO, Ce y DGRMS24h) y la obtención del costo por unidad de nutriente del maíz y nixtamal que se estudiaron en el trabajo, el maíz flotante es el de interés debido a su valor de proteína cruda y por su bajo costo de unidad de nutriente ($35.4 pesos$^{-1}$ kg de PC).

**Cuadro 2.** Costo por unidad de nutriente del maíz y maíz flotante.

| | Costo por kilogramo de subproducto ($) en BS+ | %PC en BS | Costo por unidad de nutriente ($) |
|---|---|---|---|
| Maíz | 5.4 | 9 | 60 |
| Maíz flotante | 3.4 | 9.6 | 35.4 |

BS= Base Seca. PC= Proteína cruda

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye que las características nutricionales del maíz flotante son similares con el maíz, por lo que posee alto potencial para ser utilizado como una alternativa de alimentación para rumiantes a menor costo.

## LITERATURA CITADA

Bateman, J. V. 1970. Nutrición Animal. Manual de Métodos Analíticos. Herrero Hnos., Sucesores, S.A. México.

Bressani, R., J. C. Turcios, y A. S. C. Ruiz. 2002. Efectos de nixtamalización en el contenido de ácido fítico, calcio, hierro y zinc en el grano entero, el endospermo y germen del maíz. Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos 8 (2): 81-86.

Billeb, S., A. Cristina y R. Bressani. 2001. Características de cocción por nixtamalización de once variedades de maíz. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 51: 86-94.

Castillo, V. K. C., M. L. A. Ochoa, C. J. D. Figueroa, L. E. Delgado, I. J. A. Gallegos y C. J Morales. 2009. Efecto de la concentración de hidróxido de calcio y tiempo de cocción del grano de maíz (*Zea mays* L.) nixtamalizado, sobre las características fisicoquímicas y reológicas del nixtamal. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 59(4): 425-432.

INEGI. 2014. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Marco Geoestadístico, versión 3.1, Frailesca, Chiapas.

Martínez, R. L., J. C. Aguilar, M. M. Carcaño, G. J. Galdámez, M. A. Gutierrez, C. J. Morales, B. Franklin, M. Aguilar, M. J. Llaven y P. E. Gómez. 2018. Biofertilización y fertilización química en maíz (*Zea mays* L.) en Villaflores, Chiapas, México. Siembra 5(1): 026-037.

Menke, K. and H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. Livestock Research for Rural Development 28:7-55.

AOAC (Official Methods of Analysis of the International). 2000. 17th edición. Association of Official Analytical Chemists. Gaithersburg, MD. USA.

Pappa, R., P. P. Palacios and R. Bressani. 2010. Effect off lime and Wood ash on the nixtamalization of maize and tortilla chemical and nutritional characteristics. Plant Foods Human Nutrition 65:130-135.

SAS. 2004. SAS User´s Guide: Statistics. Ver. 9.2. SAS Institute. Cary, N.C. 5180 p.

Sefa, D. S., B. D. Cornelius, D. Sakyi and A. E. Ohene. 2004. Effect off nixtamalization on the chemical and functional properties of maize. Food Chemistry 86: 317-324.

SIAP. 2018.Avance de siembras y cosechas. Año Agrícola. http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalCultivo.do.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN QUIMICA DE PRADERAS DE PASTO KIKUYO (*Pennisetum clandestinum*) SOLO Y ASOCIADO CON FESTUCA ALTA *(Festuca arundinacea)* EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN PEQUEÑA ESCALA EN VALLES ALTOS DEL CENTRO DE MÉXICO

# [YIELD AND CHEMICAL COMPOSITION OF KIKUYO GRASS (*Pennisetum clandestinum*) ALONE OR IN ASSOCIATION WITH TALL FESCUE *(Festuca arundinacea)* IN SMALL-SCALE DAIRY SYSTEMS IN HIGHLAND VALLEYS OF CENTRAL MEXICO]

**M. N. Marín-Santana[1], F. López-González[1], O. Hernández-Mendo[2], C. M. Arriaga-Jordán[§1]**

[1]Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR), Universidad Autónoma del Estado de México. [2]Colegio de Postgraduados- Campus Montecillo. [§]Autor para correspondencia: (cmarriagaj@uaemex.mx).

## RESUMEN

El objetivo fue evaluar, mediante investigación participativa en unidades de producción de leche en pequeña escala, el efecto del pastoreo continuo con vacas lecheras sobre la el rendimiento y composición química de praderas en valles altos del centro de México, durante la transición verano-otoño. Se evaluó una pradera de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) una gramínea subtropical (KY) invasiva, y praderas de dos variedades de festuca alta (*Festuca arundinacea*) como gramínea de clima templado, invadidas por Kikuyo; variedad Cajun II (FCJ) y variedad TF33 (FTF). Se registró acumulación neta de forraje (ANF) y la composición química de las praderas a partir de muestras de pastoreo simulado, en periodos de medición de 14 días. Los datos se analizaron con un diseño de parcelas divididas. No se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) para altura o ANF; ni para los resultados de composición química en cuanto a materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), digestibilidad i*n vitro* de la materia orgánica (DIVMO) y energía metabolizable estimada (EM). Por lo tanto, se concluye que praderas de Kikuyo solo o asociado con festuca alta son opciones similares para la alimentación de vacas lecheras en pastoreo continuo.

**Palabras clave:** Estrategias de alimentación, gramíneas de clima templado, gramíneas subtropicales, valor nutritivo.

## ABSTRACT

The objective was to assess, through participatory research in small-scale dairy farms, the effect of continuous grazing of dairy cows on the herbage yield and chemical composition of pastures in the highland valleys of central Mexico during the summer - autumn transition. The evaluation was of a Kikuyo grass pasture (*Pennisetum clandestinum*), a subtropical grass (KY), and pastures of two varieties of tall fescue (*Festuca arundinacea*), a temperate grass, invaded by Kikuyu grass: Cajun II (FCJ), and TF33 (FTF) varieties. Net herbage accumulation were recorded and chemical composition was determined in hand-plucked samples simulating grazing in 14-day measurement

periods. The data is analyzed with a split plot design. There were no statistical differences ($p > 0.05$) for net herbage accumulation, nor for chemical composition in terms of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fibre (NDF), acid detergent fibre (ADF), *in vitro* digestibility of organic matter (IVDOM), or estimated metabolizable energy. It is concluded that Kikuyo grass pastures, alone or associated with tall fescue, are a similar option for grazing dairy cows.

**Index words**: Feeding strategies, nutritive value, subtropical climate grasses, temperate climate grasses.

## INTRODUCCIÓN

La lechería en pequeña escala es una herramienta viable para impulsar el crecimiento económico y reducir la pobreza, caracterizada principalmente por contar con unidades de producción con pequeñas superficies de tierra, con hatos entre 3 y 35 vacas más sus reemplazos (Espinoza-Ortega *et al.,* 2007). Actualmente la producción agropecuaria enfrenta nuevas exigencias a nivel mundial, sobre todo en el enfoque sustentable basándose en tres contextos principales; ecológicos, económicos y sociales, siendo la escala económica la más limitante en estos sistemas, por los altos costos y la baja eficiencia, ya que la alimentación abarca desde un 60 a un 90% del total de los costos de producción. (Fadul-Pacheco *et al.,* 2013). Ante los retos que enfrenta la producción de leche en pequeña escala es necesario evaluar estrategias de alimentación adaptadas a las condiciones de estos sistemas de producción, tanto agroecológicas con un clima templado subhúmedo con una época seca muy marcada con muy alta evapotranspiración, como de manejo en cuanto a riego limitado y alta carga animal, haciendo uso de los recursos de las unidades de producción para elevar su rentabilidad y, por ende, su sostenibilidad. Las gramíneas Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y festuca alta (*Festuca arundinacea*) son más tolerantes al déficit hídrico y altas temperaturas, además de su alta producción de forraje, rusticidad, y resistencia (Scheneiter y Amendola 2012). El pasto Kikuyo es una gramínea subtropical del oriente de África naturalizada en el altiplano central de México. Es muy agresiva por su crecimiento estolonífero e invade praderas de gramíneas templadas. (Plata-Reyes *et al.,* 2018). Sin embargo, no resiste las bajas temperaturas, como se presentan en el altiplano central en la época de transición de verano a otoño. Por lo que el objetivo principal de este estudio fue evaluar la asociación de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con praderas de *Festuca arundinacea* libre de endófitos, considerando la transición de verano a otoño, con respecto al rendimiento y composición química de las praderas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en el municipio de Aculco, en el Estado de México que se encuentra entre 20 ° 06' y 20 ° 17' Norte y entre los 99 ° 40' y 100 ° 00' Oeste, a una altitud de 2.440 m con un clima sub-húmedo templado, una temperatura media anual de 13,2 ° C y precipitación anual superior a 700 mm (Fadul- Pacheco *et al.,* 2013). El verano comprende del 21 de junio hasta el 20 de septiembre y el otoño del 21 de septiembre hasta el 20 de diciembre. El experimento comenzó el 1 de septiembre y finalizó el 12 octubre. En este periodo de tiempo se encontraron temperaturas

medias de 16.2 °C y 15.5 °C con una precipitación pluvial de 172.2 mm en septiembre y 112.6 mm en octubre.

Se evaluaron tres praderas. Las primeras dos praderas se establecieron de festuca-trébol blanco: FCJ= *Festuca arundinacea* cv Cajun II sembrada el 8 de febrero de 2018 a una dosis de 22 kg $ha^{-1}$ de semilla de gramínea y 3 kg $ha^{-1}$ de semilla de trébol blanco (*Trifolium repens* cv Fiona) y FTF= *Festuca arundinacea* cv. TF-33, sembrada el 22 de diciembre de 2015 a una dosis de siembra de 30 kg $ha^{-1}$ de semilla de gramínea y 3 kg $ha^{-1}$ de semilla de trébol blanco *(T. repens* cv Ladino). Se fertilizaron a la siembra con una dosis de 60N-80P-60K kg $ha^{-1}$ con urea, fosfato diamónico y cloruro de potasio. Al momento del experimento estaban invadidas por Kikuyo. La tercer pradera fue de Kikuyo KY= *Pennisetum clandestinum* la cual se estableció naturalmente de forma invasiva durante los últimos cinco años, asociado con trébol blanco. Las praderas se ajustaron a 1.0 ha c/u con cerco eléctrico, y una carga animal de tres vacas $ha^{-1}$.

El experimento se realizó del 1 de septiembre al 12 de octubre de 2018, en tres periodos experimentales de 14 días recolectando muestras al final de cada periodo. El experimento se realizó mediante el enfoque de investigación participativa rural (Conroy, 2005)

La acumulación neta de forraje (ANF) se determinó con seis jaulas de exclusión al pastoreo de 0.25 $m^2$ (0.5m x 0.5m) por pradera colocadas de manera aleatoria al inicio de cada periodo, a partir de cortes delimitando el área con un cuadrante de metal de 0.16$m^2$ (0.40 m x 0.40 m). El primer corte correspondiente al día 0 se realizó a un lado de la jaula de exclusión, y el segundo corte correspondiente al día 14 se realizó dentro de la jaula con el mismo cuadrante. El pasto se cortó al ras del suelo, con tijeras para esquila, y se determinó materia seca, estimando por diferencia la acumulación neta de forraje y el resultado se expresó en kg de MS $ha^{-1}$ (Teuber *et al*, 2007).

De las muestras de pradera se determinó materia seca (MS) en una estufa de aire forzado a 55 °C durante 72 h, y molidas en criba de 2 mm. La materia orgánica (MO) se determinó por incineración en mufla a 550°C, proteína cruda (PC) por el método Kjeldahl, fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) mediante el método de micro-bolsas (Ankom, 2005). La digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO) se determinó a través del método de incubación enzimática descrito por Riveros y Argamentaría (1987). El contenido de energía metabolizable (EM) se estimó con la fórmula: EM (MJ/kg MS) = k* DMO (g/kg MO) donde k=0,01557; DMO = digestibilidad de la materia orgánica (g/ kg MO).

Los resultados se analizaron en un diseño estadístico de parcelas divididas, mediante el siguiente modelo:

$$\boldsymbol{Y_{ijk=}\mu + T_j + E_j + p_k + T_{pijk} + e_{ijk}}$$

Dónde: $\boldsymbol{Y_{ijk=}}$Variable respuesta $\boldsymbol{\mu}$ =Media general, $\boldsymbol{T}$ =Efecto de Tratamientos (Parcela Mayor) $\boldsymbol{i}$ = 1… 3, $\boldsymbol{E}$ =Término residual para las Parcelas Mayores $\boldsymbol{p}$=Efecto de los periodos experimentales (Parcela Menor) $\boldsymbol{j}$=1…3 $\boldsymbol{Tp}$=Efecto de la interacción entre los tratamientos y periodo experimental $\boldsymbol{e}$ =Término residual.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## RESULTADOS

El Cuadro 1 presenta los resultados para acumulación neta de forraje por periodo y por día. No existieron diferencias significativas ($p > 0.05$) para ninguna variable, tanto en tratamiento como entre periodo, según el modelo matemático de parcelas divididas.

**Cuadro 1.** Acumulación neta de forraje.

| | PI | PII | PIII | Media TX | EEMPM | EEMPm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANF kg MS/ha | | | | | | |
| FCJ | 262.8 | 521 | 373.5 | 385.77 | | |
| FTF | 167.6 | 288.4 | 266 | 240.67 | | |
| KY | 603.0 | 304.9 | 223.2 | 377.03 | $81.41^{NS}$ | $42.86^{NS}$ |
| Media periodos | 344.47 | 371.43 | 287.57 | | | |
| ANF kg MS/h/día | | | | | | |
| FCJ | 18.77 | 37.24 | 26.68 | 27.56 | | |
| FTF | 11.96 | 20.59 | 18.98 | 17.18 | | |
| KY | 43.00 | 21.77 | 15.94 | 26.90 | $5.8^{NS}$ | $3.06^{NS}$ |
| Media periodos | 24.58 | 26.53 | 20.53 | | | |

ANF = Acumulación Neta de Forraje; FCJ = Kikuyo+*Festuca arundinacea* cv. Cajun II; FTF = Kikuyo+ *Festuca arundinacea* cv. TF33; KY= Kikuyo (*pennisetum clandestimun*). EEMPM = Error estándar de la media parcela mayor; EEMPm= Error estándar de la media parcela menor; *NS* = $p > 0.05$. PI, PII, PIII=Periodos experimentales.

En el Cuadro 2 se muestran los resultados de las variables composición química; no existiendo diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) para ninguna de las variables analizadas. Es interesante notar que no obstante ser una gramínea subtropical, los valores de composición química, digestibilidad y contenido estimado de energía metabolizable fueron similares a los de praderas con un contenido importante de una gramínea de clima templado como las dos variedades de festuca estudiadas; con variaciones mínimas no significativas entre periodos.

## DISCUSIÓN

### Acumulación neta de forraje (ANF)

En acumulación neta de forraje se obtuvo un promedio de 334 kg MS $ha^{-1}$ por periodo, equivalente a 23 kg MS $ha^{-1}$ por día, por lo que las vacas tuvieron disponible de 5 a 7 kg de MS/día de forraje, presentando FTF la disponibilidad numéricamente más baja. Pincay-Figueroa *et al.* (2016) obtuvo en praderas de *Lolium perenne, Lolium multiflorum, Dactylis glomerata y Trifolium repens* una acumulación neta de forraje de 39.9kg kg MS $ha^{-1}$ por, con periodos de medición de 21 días; una acumulación neta de forraje superior a lo encontrado en el estudio aquí reportado.

La disponibilidad de forraje en este estudio significó una limitación en la disponibilidad de forraje al pastoreo, considerando una capacidad de consumo para vacas con un peso vivo medio de 500 kg, que es de 13 a 15 kg MS/vaca al día.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

**Cuadro 2.** Composición química y digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (g/kg MS).

| MS | | | | Media TX | EEMPM | EEMPm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | PI | PII | PIII | | | |
| FCJ | 225.9 | 217.9 | 231.8 | 225.20 | | |
| FTF | 210.15 | 213.45 | 238.45 | 220.68 | | |
| KY | 181.9 | 201.15 | 214.75 | 199.27 | $13.85^{NS}$ | $11.75^{NS}$ |
| Media Periodos | 205.98 | 210.83 | 228.33 | | | |
| MO | | | | | | |
| FCJ | 892.05 | 904.66 | 889.3 | 895.34 | | |
| FTF | 884.01 | 901.13 | 890.49 | 891.88 | | |
| KY | 907.1 | 908.8 | 912.8 | 909.57 | $9.3^{NS}$ | $53.37^{NS}$ |
| Media Periodos | 894.39 | 904.86 | 897.53 | | | |
| PC | | | | | | |
| FCJ | 194.25 | 229.2 | 187.25 | 203.57 | | |
| FTF | 188.9 | 189 | 146.95 | 174.95 | $18.44^{NS}$ | $14.31^{NS}$ |
| KY | 215.2 | 206.5 | 206.55 | 209.42 | | |
| Media Periodos | 199.45 | 208.23 | 180.25 | | | |
| FDN | | | | | | |
| FCJ | 479.8 | 535.3 | 510.05 | 508.38 | | |
| FTF | 490.2 | 501.7 | 506.15 | 499.35 | | |
| KY | 401.1 | 432.25 | 429.6 | 420.98 | $48.06^{NS}$ | $17.08^{NS}$ |
| Media Periodos | 457.03 | 489.75 | 481.93 | | | |
| FDA | | | | | | |
| FCJ | 221.1 | 232.05 | 228.75 | 227.30 | | |
| FTF | 225.35 | 225.5 | 228.15 | 226.33 | | |
| KY | 190.75 | 201.15 | 209.45 | 200.45 | $15.23^{NS}$ | $5.03^{NS}$ |
| Media Periodos | 212.40 | 219.57 | 222.12 | | | |
| DIVMO | | | | | | |
| FCJ | 767.8 | 686 | 734 | 729.3 | | |
| FTF | 736.6 | 766 | 775.3 | 758.0 | | |
| KY | 746.9 | 790.2 | 736.9 | 759.4 | $16.9^{NS}$ | $1.5^{NS}$ |
| Media Periodos | 750.5 | 747.4 | 748.7 | | | |
| EM MJ/KG MS | | | | | | |
| FCJ | 11.4 | 10.1 | 10.9 | 10.8 | | |
| FTF | 10.9 | 11.3 | 11.5 | 11.2 | | |
| KY | 11 | 11.7 | 10.9 | 11.2 | $0.25^{NS}$ | $0.01^{NS}$ |
| Media Periodos | 11.1 | 11.0 | 11.1 | | | |

MS= Materia seca; MO= Materia orgánica; PC= Proteína cruda; FDN= Fibra Neutro Detergente; FDA= Fibra Acido Detergente; DIVMO= Digestibilidad in vitro de la materia orgánica. EM= Energía metabolizable. FCJ= Kikuyo+*Festuca arundinacea* cv. Cajun II; FTF= Kikuyo+ *Festuca arundinacea* cv. TF33; KY= Kikuyo (*pennisetum clandestimun* Hochst). EEMPM= Error estándar de la media parcela mayor; EEMPm= Error estándar de la media parcela menor; *P*= ($p < 0.05$); NS= No significativo; PI=Periodo uno; PII=Periodo dos; PIII=Periodo tres.

**Composición química de los forrajes evaluados**

En cuanto a composición química es notable que la pradera de Kikuyo, no obstante, al ser una gramínea subtropical, presentó un valor nutricional elevado en cuanto a proteína, DIVMO y energía metabolizable estimada; adecuado para vacas lecheras en lactación. La DIVMO elevada se debe al bajo contenido de FDN y FDA, similar a la encontrada en las praderas con presencia de festuca; manteniendo las tres praderas un contenido de EM estimada de 11 MJ EM/kg de MS, lo que indica una alta calidad del forraje.

La falta de diferencias significativas en los valores de PC, FDN, FDA, DIVMO y EM entre periodos indica que las temperaturas observadas durante el experimento al inicio del otoño no tuvieron ningún efecto, dado que la temperatura mínima media registrada por el Sistema Meteorológico Nacional durante el experimento fue de 8°C, por arriba de la temperatura de congelamiento donde el pasto Kikuyo detendría su crecimiento.

Los valores de composición química y nutricionales encontrados en el presente estudio son similares a los reportados por Fulkerson *et al.* (1998) en praderas de pasto Kikuyo en la temporada verano-otoño, estudio similar al aquí reportado en el cual se evaluó la calidad nutritiva de diferentes praderas en distintas temporadas del año en el sur de Australia.

Dobos *et al.* (2009) en un estudio donde se evaluó la altura y la duración del pastoreo en el sur de Nueva Gales del Sur en Australia, obtuvo una composición química de las praderas de 207 g $Kg^{-1}$MS de proteína cruda, 602 g $Kg^{-1}$ de fibra neutro detergente, 230 g $Kg^{-1}$MS de fibra ácido detergente, 607 g $Kg^{-1}$ de DIVMO y 9.9 MJ de EM, a una altura de 10 y 13 cm. En este estudio se obtuvieron valores mayores para DIVMO con más de 100 g (748 g $Kg^{-1}$) respecto al trabajo antes mencionado y con una altura inferior, al igual que para EM que en el experimento aquí reportado fue de 11 MJ EM/kg MS.

## CONCLUSIONES

Las gramíneas y leguminosas son susceptibles a las diferentes estaciones del año. El pasto Kikuyo disminuye su producción cuando se presentan heladas lo cual ocurre en invierno principalmente, aunque en los valles altos del altiplano las heladas son comunes desde principios de otoño, cuando se presentan las primeras heladas; lo cual no ocurrió durante el experimento, por lo que no se vio afectada la composición química de las praderas y se mantuvo con una calidad apta para la alimentación de vacas, donde la presencia de trébol blanco en todas las praderas tuvo una contribución importante en su valor nutritivo. No se comprobó la hipótesis de que la mezcla de una gramínea subtropical como el Kikuyo, con gramíneas de clima templado como las variedades de festuca evaluadas, favorece la calidad y cantidad de forraje en la transición de verano a otoño, época del año en que se esperaría una disminución en el rendimiento y valor nutritivo de praderas de Kikuyo. Por lo tanto, los resultados indican que las praderas de Kikuyo asociado con trébol blanco, con o sin asociación con festuca, son una opción viable para los sistemas de producción de leche en pequeña escala para valles altos del altiplano central mexicano.

## LITERATURA CITADA

Ankom Technology. 2005. Procedures (for NDF and ADF). *In vitro* true digestibility using the DAISY II incubator. Consultado en World Wide Web. http://www.ankom.com.

Conroy, C. 2005. Participatory Livestock Research. Bourton on Dunsmore, Warwickshire, Reino Unido: ITDG Publishing.

Dobos, R. C., K. Sinclair, G. N. Hinch and W. J. Fulkerson. 2009. Frecuency distribution of sward height ok kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) grass pastures intensively grazed by dairy cows. Animal Production Science 49: 574-585.

Espinoza-Ortega, A., E. Espinosa-Ayala, J. Bastida-López, T. Castañeda-Martínez and C. M. Arriaga-Jordán. 2007. Small-scale dairy farming in the highlands of central Mexico: technical, economic and social aspects and their impact on poverty. Experimental Agriculture 43: 241-256.

Fadul-Pacheco L., M. A. Wattiaux, A. Espinoza-Ortega, E. Sánchez-Vera and C. M. Arriaga-Jordan. 2013. Evaluation of sustainability of small-scale dairy production systems in the highlands of Mexico during the rainy season. Agroecology and Sustainable Food Systems 37: 882-901.

Fulkerson, W. J., K. Slack, D. W. Hennessy and G. M. Hough. 1998. Nutrients in ryegrass (*Lolium* spp.), white clover (*Trifolium repens*) and kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) pastures in relation to season and stage of regrowth in a subtropical environment. Australian Journal of Experimental Agriculture 38: 227-40.

Pincay-Figueroa, P. E., F. López-González, J. Velarde-Guillén, D. Heredia-Nava, F. E. Martínez-Castañeda, F. Vicente, A. Martínez-Fernández and C. M. Arriaga-Jordán. 2016. Cut and carry *vs.* grazing of cultivated pastures in smallscale dairy systems in the central highlands of Mexico. Journal of Agriculture and Environment for International Development 110: 349-363. Doi: 10.12895/ jaeid.20162.496

Plata-Reyes, D. A., E. Morales-Almaraz, C. G. Martínez-García, G. Flores-Calvete, F. López-González, F. Próspero-Bernal, C. L. Valdez-Ruiz, Y. G. Zamora-Juárez y C. M. Arriaga-Jordán. 2018. Milk production and fatty acid profile of dairy cows grazing four grass species pastures during the rainy season in small-scale dairy systems in the highlands of Mexico. Tropical Animal Health and Production 50(8): 1797-1805. Doi: 10.1007/s11250-018-1621-8. Published on-line.

Riveros, E. y A. Argamentaría. 1987. Métodos enzimáticos de predicción de la digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica de forrajes. Avances en Producción Anima 12: 59-75.

Scheneiter, O. and C. Amendola. 2012. Tiller demography in tall fescue (*Festuca arundinacea*) swards as influenced by nitrogen fertilization, sowing method and grazing management. Grass and Forage Science 67: 426-436.

Teuber, N., O. Balocchi, y J. Parga. 2007. Manejo del pastoreo. INIA. Osorno, Chile.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CARACTERIZACIÓN PRODUCTIVA DE GRAMÍNEAS FORRAJERAS DEL GÉNERO *Brachiaria* EN EL TRÓPICO SUBHUMEDO DEL ISTMO DE TEHUANTEPEC, OAXACA

# [PRODUCTIVE CHARACTERIZATION OF FORAGE GRAMMARS OF THE GENDER *Brachiaria* IN THE SUBHUMED TROPICS OF THE ISTHMUS OF TEHUANTEPEC, OAXACA]

**Zulma Castillejos Antonio[§], Juan Nicasio Antonio Vásquez, Juan Rendón Cruz, José Manuel Cabrera Toledo**

Tecnológico Nacional de México Campus Instituto Tecnológico de Comitancillo. [§]Autor para correspondencia: (zulmacastian@hotmail.com).

## RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el potencial productivo de gramíneas forrajeras del género *Brachiaria*, se realizó un experimento en el Instituto Tecnológico de Comitancillo, en San Pedro Comitancillo, Oaxaca. El clima es cálido subhúmedo $Aw_0$ (w) ig, el más seco de los subhúmedos, con régimen de lluvias en verano. Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con parcelas divididas y tres repeticiones; los tratamientos A fueron: Mulato II, Cobra, Cayman, Insurgente, Señal, Piata y Xaraes (Mg5), los tratamientos B correspondieron a los cortes realizados; se tomaron datos de interceptación solar (%IS), altura a cosecha (AC), diámetro de macollo (DM), rendimiento de forraje verde (RFV), rendimiento de materia seca (RMS) y relación hoja/tallo (RH/T). Se encontraron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre especies para la variable RMS, sobresaliendo la especie Piata con 4.38 t $ha^{-1}$; y diferencias significativas ($p < 0.05$) para RFV sobresaliendo Mulato II con 14.46 t $ha^{-1}$ y 88 % de IS. Se observaron diferencias altamente significativas entre cortes para las variables %IS, AC, RFV, RMS y RHT, mostrando los mejores valores en los cortes 2 y 3 a excepción de RHT que mostró su mejor valor en el corte 1. La interacción especies por cortes fue altamente significativa ($p < 0.01$) en RFV observando que las especies mostraron una tendencia a aumentar la producción de forraje verde del primer al segundo corte, y únicamente Xaraes y Mulato II continuaron con la misma tendencia hacia el tercer corte.

**Palabras clave:** Agronómico, forrajes.

## ABSTRACT

In order to evaluate the productive potential of forage grasses of the Brachiaria genus, an experiment was conducted at the Technological Institute of Comitancillo, in San Pedro Comitancillo, Oaxaca. The climate is warm subhumid $Aw_0$ (w) ig, the driest of the subhumid, with rainfall regime in summer. An experimental design was used in random blocks with divided plots and three repetitions; A treatments were: Mulato II, Cobra, Cayman, Insurgent, Signal, Piata and Xaraes (Mg5), treatments B corresponded to the cuts made; solar interception data (%IS), height to harvest (AC), tiller diameter (DM), green forage yield (RFV), dry matter yield (RMS) and leaf / stem ratio (RH / T) were taken. There were highly significant differences ($p < 0.01$) between

species for the RMS variable, with the Piata species standing out with 4.38 t $ha^{-1}$; and significant differences ($p < 0.05$) for RFV excelling Mulato II with 14.46 t $ha^{-1}$ and 88% of IS. Highly significant differences were observed between cuts for the variables %IS, AC, RFV, RMS and RHT, showing the best values in sections 2 and 3 with the exception of RHT that showed its best value in section 1. The interaction species by sections it was highly significant ($p < 0.01$) in RFV observing that the species showed a tendency to increase the production of green forage from the first to the second cut, and only Xaraes and Mulato II continued with the same tendency towards the third cut.

**Index words**: Agronomic, forages.

## INTRODUCCIÓN

En la región tropical de México, donde la producción bovina se basa en sistemas de pastoreo extensivos, los pastos del género *Brachiaria* son de importancia debido a su alto rango de adaptación, buen rendimiento y calidad nutricional (Cruz *et al*., 2011). Sánchez (2007) comenta que los pastos constituyen la principal fuente de nutrimentos para la alimentación del ganado bovino en las regiones tropicales. Rojas *et al*. (2011) mencionan que la disponibilidad de pastos de buena calidad, ha sido una de las principales limitaciones para que los trópicos; dadas sus características de ubicación y condiciones climáticas, se conviertan en zonas especializadas para la producción de carne y leche, mejorando así las condiciones de vida de los productores pecuarios. Una decisión del ganadero es elegir el pasto que mejor se adapte a las condiciones de su terreno, al manejo y finalidad zootécnica de su unidad productiva. Así mismo comentan que la evaluación local de la productividad, la adaptabilidad, competencia, capacidad de rebrote y persistencia de especies forrajeras en parcelas experimentales previas a su introducción, en una determinada región, es una práctica que puede generar recomendaciones más aceptadas para la elección de especies con mayor potencial por parte de los productores. Los pastos del género *Brachiaria* son una opción para estudiar en parcelas de manera controlada y, de esta forma, probar si son una opción potencial a recomendar para la ganadería tropical de la región. La alimentación del ganado bovino en la región, se basa en el uso de pastos nativos y esquilmos agrícolas, presentándose en la época de sequía escases de alimentos. La dieta alimenticia de estos animales puede mejorarse al introducir en los potreros especies de gramíneas con mejor aptitud productiva y adaptada al medio ambiente (Enríquez *et al*., 1999). Por lo anterior el objetivo del trabajo fue evaluar el potencial productivo de gramíneas forrajeras del género *Brachiaria* en San Pedro Comitancillo, Oaxaca.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el Instituto Tecnológico de Comitancillo, bajo condiciones de clima cálido subhúmedo, el más seco de los subhúmedos, temperatura media de 27 °C y precipitación anual de 700 a 800 mm, en suelos de textura ligera y pH neutro a ligeramente alcalino. Las especies evaluadas fueron: Mulato II (*Brachiaria hibrido* CIAT 36087), Cobra (*Brachiaria hibrido* cv. CIAT BRO2/1794), Cayman (*Brachiaria hibrido* cv. CIAT BRO2/1752), Señal (*Brachiaria decumbens*), Insurgente (*Brachiaria brizanta*), Xaraes (Mg5) (*Brachiaria brizanta* cv. Mg5) y Piata (*Brachiaria brizanta* cv. Piata). Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con

pacerlas divididas y tres repeticiones, los tratamientos A correspondieron a las especies evaluadas y los tratamientos B a los cortes realizados, se midieron las variables interceptación solar (%IS), altura a cosecha (AC), diámetro de macollo (DM), rendimiento de forraje verde (RFV), rendimiento de materia seca (RMS) y relación hoja/tallo (RH/T). Se realizó un ANOVA para las variables en estudio y la prueba de diferenciación de medias de Duncan para las variables con significancia.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se observan los valores encontrados para RFV en las especies estudiadas, observando el mejor valor en el pasto Mulato II al obtener 14.46 t $ha^{-1}$. Estos resultados difieren con lo reportado por Luna (2017) quien presenta a Xaraes e Insurgente como sobresalientes y reporta además mejores promedios para rendimiento de forraje verde mostrando a Xaraes con 34 t $ha^{-1}$, Insurgente con 31.65 t $ha^{-1}$ y Piata con 31.37 t $ha^{-1}$. Por otro lado, los resultados para este trabajo coinciden con lo presentado por Sánchez (2017) al mostrar de igual manera a Mulato II como el más sobresaliente.

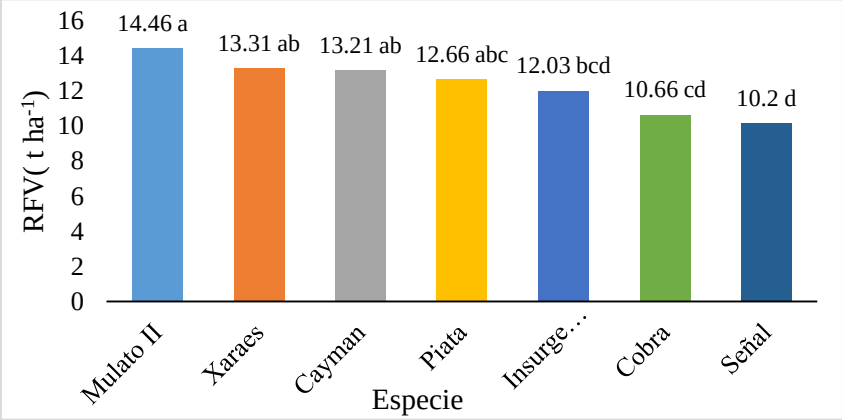



**Figura 1**. Comportamiento de las especies en rendimiento de forraje verde.

Los promedios por especie para la variable %IS se observan en la Figura 2 mostrando como la más sobresaliente a Mulato II con 88 %. El resultado obtenido en este trabajo coincide con lo mostrado por Luna (2017) al mencionar de la misma manera al Mulato II como uno de los más sobresalientes reportando valores de 84.18 %, sin embargo, este valor es inferior a lo reportado en el presente trabajo. Por otro lado, Sánchez (2017) muestra como los mejores en radiación interceptada a Insurgente con 93.90 %, Mulato II con 93 % y Piata con 92.60 %, marcándose una gran diferencia tanto en la clasificación de Duncan como en los valores reportados para cada una de las especies.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

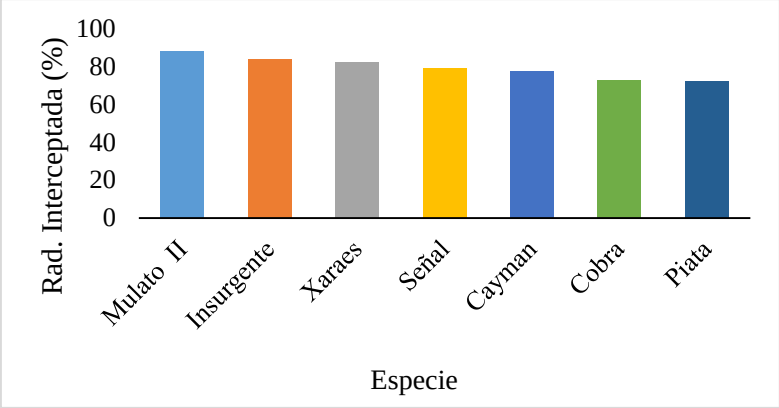



**Figura 2.** Comportamiento de las especies para porcentaje de radiación interceptada.

La Figura 3 muestra los resultados para RMS (t ha$^{-1}$) donde se observa a Piata con el mejor rendimiento al obtener 4.38 t ha$^{-1}$, los valores observados en esta investigación se muestran inferiores a los reportados por Luna (2017) quien reporta valores de 11.87 t ha$^{-1}$ para Xaraes, 9.26 t ha$^{-1}$ para Mulato II, 9.12 en Piata y 8.89 t ha$^{-1}$ en Insurgente. Así mismo en estudios hechos por Sánchez (2017) se observó como el mejor a Mulato II con 5.82 t ha$^{-1}$. Por otro lado, en los estudios realizados por Rojas *et al* (2011) se presenta como la especie más sobresaliente en RMS a Mulato II con un valor de 1.23 t ha$^{-1}$ el cual resulta muy inferior a lo reportado en este trabajo.

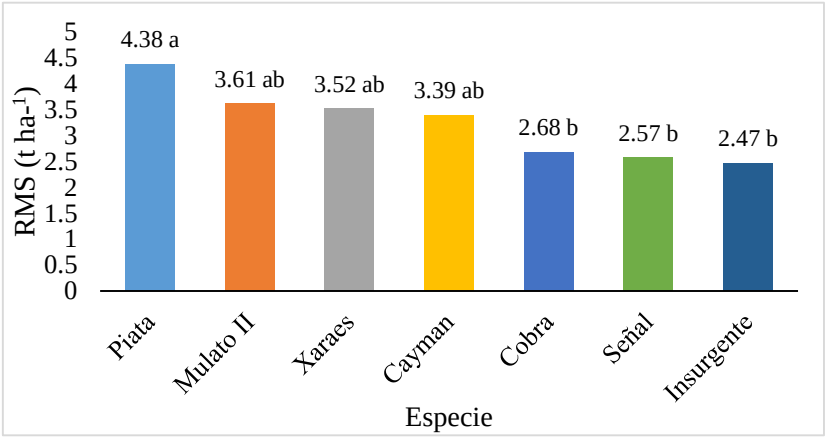



**Figura 3**. Comportamiento de las especies forrajeras para RMS.

Para el efecto de corte (Cuadro 1) se encontraron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) en las variables AC, RFV, RMS, %IS y RH/T siendo sobresalientes los cortes 2 y 3 en AC, RFV y %IS; y el corte 1 en RH/T. En los estudios realizados para especies de *Brachiaria* por Jiménez (2018) se reporta la mejor AC en el corte 1 con 14.51 cm lo que difiere tanto en la clasificación de Duncan como el valor observado en este estudio. Bajo la misma situación se observan los resultados reportados por Ocampo y German (2016) quienes reportaron el mejor valor de AC con 38.12 cm; Cabrera y Martínez (2016) reportan la mejor AC en especies del género *Brachiaria* en el quinto corte realizado, lo que difiere de los resultados obtenidos en el presente trabajo. En RFV Ocampo y German (2016) reportan el mejor rendimiento en el sexto corte con 11.41 t ha$^{-1}$. La

misma situación se observa con los reportado por Cabrera y Martínez (2016) quienes reportaron el mejor valor para RFV en el sexto corte con 27.58 t ha$^{-1}$. En el RMS Jiménez (2018) reporta un rendimiento de 21.19 t ha$^{-1}$ en el primer corte. En RHT Jiménez (2018) reporta valores para los primeros cinco cortes realizados (C1 1.5, C2 1.43, C3 1.41, C4 1.41 y C5 1.40). Por otro lado, Ocampo y Germán (2016) de la misma forma que en este trabajo reportan como el mejor al corte 1 con 11.53. Para %IS Jiménez (2018) reporta el mejor valor en el corte 1 con 49. 62.

**Cuadro 1**. Resultados para cortes en las variables significativas.

| Variable | C1 | C2 | C3 |
|---|---|---|---|
| Altura (cm) | 35.35$^{b}$ | 47.37$^{a}$ | 44.43$^{a}$ |
| Rendimiento de forraje verde (t ha$^{-1}$) | 5.65$^{b}$ | 15.7$^{a}$ | 15.73$^{a}$ |
| Rendimiento de materia seca (t ha$^{-1}$) | 1.48$^{b}$ | 3.83$^{a}$ | 4.38$^{a}$ |
| Relación hoja/tallo | 3.8$^{a}$ | 3.52$^{b}$ | 1.94$^{b}$ |
| Radiación interceptada (%) | 58.5$^{b}$ | 89.2$^{a}$ | 88.49$^{a}$ |

La Figura 4 muestra la interacción especies por cortes en la variable RFV, observando que las especies mostraron una tendencia a aumentar la producción de forraje verde del primer al segundo corte, y únicamente Xaraes y Mulato II continuaron con la misma tendencia hacia el tercer corte. La tendencia de los datos observados en el presente trabajo difiere de lo reportado por Cabrera y Martínez (2016) quienes observaron una tendencia a aumentar el rendimiento de forraje verde a través de los cortes realizados, mostrando siempre sobresaliente a Insurgente en todos los cortes. Las referencias utilizadas para la discusión de resultados para cortes y la interacción especies por cortes corresponden a periodos similares de evaluación en el año.

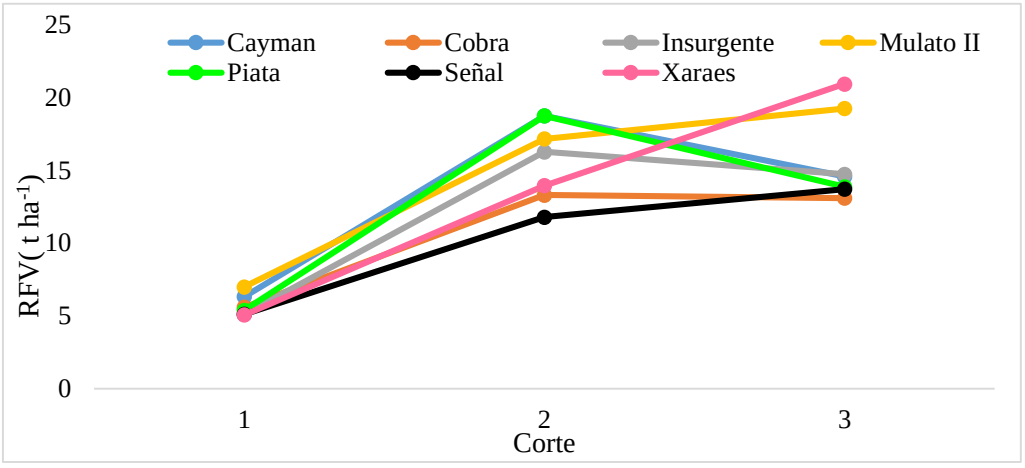



**Figura 4.** Interacción especies por corte para rendimiento de forraje verde.

## CONCLUSIONES

En general, el comportamiento de las especies evaluadas muestra que el pasto Mulato II, se desempeñó mejor bajo las condiciones ambientales de la zona, reflejándose en su mayor rendimiento y mejor radiación interceptada.

## LITERATURA CITADA

Cabrera, D. S. y L. F. Martínez. 2016. Comportamiento agronómico de 4 gramíneas forrajeras del género *Brachiaria* en San Pedro Comitancillo, Oaxaca. Etapa III. Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Comitancillo, Oaxaca, México. 71 p.

Cruz, P. I., A. Hernández, J. F. Enríquez, S. I. Mendosa, A. R. Quero y B. M. Joaquín. 2011. Desempeño Agronómico de Genotipos de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schwelckt en el trópico húmedo de México. Revista Fitotecnia México 34 (2): 123.

Enríquez, Q. J. F.; N. F. Meléndez y A. E. D. Bolaños. 1999. Tecnología para la producción y manejo de forrajes tropicales en México. INIFAP-CIRGOC. Campo experimental Papaloapan. Libro técnico No. 7. Veracruz, México. 255 p.

Jiménez, T, A. M. 2018. Potencial productivo de gramíneas forrajeras del genero *Brachiaria* en 4 frecuencias de corte en San Pedro Comitancillo, Oaxaca. Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Comitancillo, Oaxaca, México. 76 p.

Luna, R. J. 2017. Potencial productivo de gramíneas forrajeras del genero *Brachiaria* en San Pedro Comitancillo Oaxaca. D1. Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico de Comitancillo. 86 p.

Ocampo, E. A. y A. S. German. 2016. Efecto de la densidad de población en el comportamiento agronómico de 7 gramíneas forrajeras del género *Bachiaria* en San Pedro Comitancillo, Oaxaca. Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Comitancillo, Oaxaca, México. 91 p.

Rojas, H. S., P. J. Olivares, G. R. Jiménez, S. I. Gutiérrez y N. F. Avilés. 2011. Producción de materia seca y componentes morfológicos de cuatro cultivares de *Brachiaria* en el trópico. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campus Iguala Guerrero, México. 15(1): pp. 3-8. ISSN 0188789-0. Disponible en: http://www.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2011/enero/1.pdf.

Sánchez, J. M. 2007. Utilización eficiente de las pasturas tropicales en la alimentación del ganado lechero. *In*: Conferencia; XI Seminario de pastos y forrajes en sistemas de producción animal. Universidad de Costa Rica, Barquisimeto, Venezuela. 15 p.

Sánchez, A. J. 2017. Potencial productivo de gramíneas forrajeras del genero *Brachiaria* en San Pedro Comitancillo, Oaxaca. D2. Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Comitancillo. 112 p.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# RENDIMIENTO Y VALOR NUTRITIVO DEL PASTO CHETUMAL (*Brachiaria humidicola Cv Humidicola)* EN RESPUESTA AL PASTOREO

# [PERFORMANCE AND NUTRITIVE VALUE OF CHETUMAL GRASS (*Humidicola brachiaria Cv Humidicola)* IN RESPONSE TO GRAZING]

**J. H. López-Sánchez[1], A. Gómez-Vázquez[1§], A. Cruz-Hernández[1], A. Govea-Luciano[1], N. P. Brito-Manzano[1], S. Ramirez-Vera[1], J. M. Pinos-Rodriguez[2], A. Cordova Izquerdo[3], Y. Villegas-Aparicio[4]**

[1]División Académica de Ciencias Agropecuarias. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carretera Villahermosa-Teapa, km 25, R/A. La Huasteca 2ª Sección, CP 86280, Villahermosa, Tabasco, México. Tel. (993) 3581585, 1429151, Fax: (993) 1429150. [2]Universidad Veracruzana, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Veracruz. México. [3]Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco. Departamento de Producción Agrícola y Animal. Tel. 54 83 70 00 ext 3190. Calz. Del Hueso 110 Col. villa Quietud, C.P. 04960, México. D.F. [4]División de Estudios de Posgrado e Investigación, ITVO-TecNM-SEP. [§]Autor para correspondencia: (armandoujat@outlook.com).

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar el rendimiento de materia seca, tasa de acumulación neta de forraje (TANF), dinámica de tallos, peso por tallo, recambio de tejido y valor nutritivo del pasto Chetumal a diferente manejo de pastoreo. El estudio se realizó en el Area Experimental de la División Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), localizado a 17º 46´ 56" LN y 92º 57´ 28" LO, a 10 msnm, ubicada en el municipio del Centro, Tabasco, en el km 25 de la carretera Villahermosa - Teapa. Se utilizaron 12 parcelas y dos frecuencias de pastoreo (F: 21 y 28 días), El análisis estadístico de los datos se realizó utilizando PROC MIXED del paquete estadístico SAS (2001). Los efectos de intervalo entre defoliaciones, época del año y sus interacciones, fueron considerados fijos y el efecto de bloques se consideró aleatorio. El pasto Chetumal presentó mayor acumulación de forraje, aparición de tallos y recambio de tejido foliar en la época de lluvias y nortes. Con pastoreo cada 28 días, a intensidad de 13-15 cm se obtuvo mayor acumulación de forraje (5847 kg MS $ha^{-1}$), TC (38 kg MS $ha^{-1}$ $dia^{-1}$) y altura de planta (32 cm), con una proporción de hojas y tallos de 4196 y 1548 kg MS $ha^{-1}$, que propicio una disminución en la relación hoja:tallo, hoja:no hoja, y una tasa de crecimiento foliar de 3.2 cm $tallo^{-1}$ $dia^{-1}$). Al ampliar el intervalo de pastoreo de 21 a 28 días, disminuyó la aparición y densidad de tallos y aumentó el peso del mismo, en este sentido la MS digestible y el contenido de PC disminuyeron. El pasto Chetumal, en época de seca, no presentó síntomas de marchites y conservaron un color verde pálido en sus hojas. Se concluye que los mejores resultados se obtuvieron al pastorear ligeramente (13-15 cm) y cada 21 y 28 días. Por lo que se recomienda pastorear cada 21 días a una intensidad ligera en época de lluvias y en nortes y seca cada 28 días.

**Palabras clave**: Acumulación de forraje, frecuencia e intensidad de pastoreo, recambio de tejido.

## ABSTRACT

The objective of the research was to determine the dry matter yield, net forage accumulation rate (NFAR), stem dynamics, stem weight, tissue turnover and nutritional value of Chetumal grass to

different grazing management. The study was conducted in the Experimental Area of the Academic Division of Agricultural Sciences of the Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), located at 17º46´56" LN and 92º57´28" LO, at 10 masl, located in the municipality del Centro, Tabasco, at km 25 of the Villahermosa - Teapa road. 12 plots and two shepherd frequency were used (F: 21 and 28 days). Statistical analysis of the data was performed using PROC MIXED of the SAS statistical package (2001). The effects of interval between defoliation, time of year and their interactions, were considered fixed and the effect of blocks was considered random. Chetumal grass presented greater accumulation of fodder, appearance of stems and replacement of leaf tissue in the rainy and northern season. With grazing every 28 days, at an intensity of 13-15 cm, greater accumulation of fodder (5847 kg DM $ha^{-1}$), CT (38 kg DM ha-1 day-1) and plant height (32 cm) were obtained, with a proportion of leaves and stems of 4196 and 1548 kg DM $ha^{-1}$, which led to a decrease in the ratio leaf: stem, leaf: no leaf, and a leaf growth rate of 3.2 cm $stem^{-1}$ $day^{-1}$). When extending the grazing interval from 21 to 28 days, the appearance and density of stems decreased and the weight of the stems increased, in this sense the digestible DM and the PC content decreased. Chetumal grass, during the dry season, did not show signs of wilting and kept a pale green color on its leaves. It is concluded that the best results were obtained by grazing slightly (13-15 cm) and every 21 and 28 days. So it is recommended to graze every 21 days at a light intensity in the rainy season and in the north and dry every 28 days.

**Index words**: Forage cumulation, frequency and grazing intensity, tissue replacement.

## INTRODUCCIÓN

En México más de 112 millones de hectáreas están cubiertas por plantas forrajeras, y la región tropical comprende aproximadamente 56 millones de hectáreas (28% del territorio nacional), de las cuales 24 millones de hectáreas se ubican en el trópico húmedo que representa el 12% del territorio nacional (Jaramillo, 1994; Enríquez *et al.*, 1999). Las plantas forrajeras tropicales presentan alto potencial de producción de materia seca; sin embargo, las condiciones ambientales y el manejo de las praderas inciden directamente en el rendimiento y calidad de las mismas, de modo que su valor nutritivo y la producción de materia seca es variable durante todo el año. La estacionalidad climática es importante en la producción de forraje, debido principalmente a un desequilibrio en el rendimiento de las plantas forrajeras, atribuido a falta de agua en la época de seca y excedente en la temporada de lluvias. En este sentido, Hernández *et al.* (2002) consignan que las decisiones de manejo de una pradera deben evitar los extremos (sobreutilización o subutilización), ya que una cobertura insuficiente limita el crecimiento y una utilización ineficiente significa desperdicio de forraje. Ante esta situación es necesario mantener un equilibrio, entre la cantidad de forraje producido y la cantidad de forraje consumido por el ganado. Por lo que la introducción y evaluación de nuevas especies en la región tropical tales como: *B. brizantha* (A. Rich.) Stapf, *B. decumbens* Stapf, *B. humidicola* y Mulato (*B. brizantha* X B. *ruziziensis*) (Hernández *et al*., 2002; Pérez *et al*., 2004; Martínez *et al*., 2008), con alto potencial forrajero, han sido considerados prominentes dentro de su género, al igual que las especies nativas como el pasto Remolino (*Paspalum notatum*). Por lo que el objetivo de esta investigación fue evaluar el rendimiento y valor nutritivo del pasto Chetumal, a diferentes frecuencias de manejo.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Area Experimental de la División Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), localizado a 17º 46´ 56" LN y 92º 57´ 28" LO, a 10 msnm, ubicada en el municipio del Centro, Tabasco, en el km 25 de la carretera Villahermosa - Teapa. La precipitación y temperatura promedio anual es de 2010 mm y 27.2 °C y corresponde a un clima Am (f) (i') gw (García, 1988). El suelo predominante corresponde a un luvisol crómico (Palma y Cisneros, 1996).

En las praderas del pasto Chetumal se utilizó un área de 1200 $m^2$ (25 x 48 m), divididas en 12 unidades experimentales de 100 $m^2$ (12.5 x 8 m) por especie; se utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones y un arreglo factorial 2 x 2 donde los factores fueron dos frecuencias de pastoreo (FP: 21 y 28 días) y dos intensidades de pastoreo (IP): severa (entre 9-11 cm de altura) y ligera (entre 13-15 cm de altura). Quince días antes de iniciar el estudio, se realizó un pastoreo de uniformización a 10 cm de altura, en todas las unidades experimentales. No se aplicó fertilizante durante todo el periodo experimental.

La altura de las plantas (cm), en cada repetición, se determinó antes de cada pastoreo, como el promedio de 20 mediciones realizadas al azar, en toda la unidad experimental, con una regla graduada en cm, desde el suelo hasta el primer contacto con cualquier estructura de la planta.

Para evaluar el rendimiento estacional y anual de forraje, un día antes de iniciar el estudio, se colocaron aleatoriamente, en cada repetición, dos cuadrantes fijos de 50 x 100 cm, los cuales se cosecharon con tijeras un día antes de cada pastoreo a 10 y 14 cm de altura, respectivamente y todo el forraje presente se colectó y a la frecuencia correspondiente. Posteriormente, se utilizaron cinco becerros de 180 a 230 kg por parcela como defoliadores, hasta alcanzar la intensidad de pastoreo correspondiente (de 4 a 8 h dependiendo de la estación del año). Se peso el forraje en verde y se obtuvo una submuestra de aproximadamente 100 g, la cual se separó en los componentes morfológicos: hoja, tallo y material muerto que se depositaron en bolsas etiquetadas, se secaron por separado en una estufa de aire forzado a 55 °C durante 48 h y pesaron. El rendimiento de forraje se agrupó de manera estacional y total anual, y resultó de la suma de forraje recolectado en cada corte.

Para calcular la tasa de crecimiento se emplearon los datos de forraje cosechado antes de cada pastoreo, utilizando la siguiente fórmula: TANF= FC/t; donde, TAF=tasa de acumulación de forraje (kg MS $ha^{-1}$ $d^{-1}$); FC=forraje cosechado (kg MS $ha^{-1}$); t=días transcurridos entre pastoreos.

Para determinar la composición botánica, a mediados de cada estación del año del forraje cosechado en los muestreos, se tomó una submuestra de aproximadamente 100 g, la cual se separó por especie (pasto chetumal, otras gramíneas y malezas), se secaron por separado a 55 ºC durante 48 h y se pesaron.

Las relaciones hoja:tallo y hoja:no hoja, resultaron de dividir el rendimiento del componente hoja entre el rendimiento de tallo o de la suma del tallo y material muerto, respectivamente. El

forraje cosechado en cada repetición, a mediados de cada época, se tomó una muestra de aproximadamente 5 kg de forraje verde (100% hoja), la cual se lavó y depositó en bolsas de papel debidamente etiquetada, se secó en una estufa de aire forzado a 55 $^{o}$C durante 48 h y después se molió (malla de 1 mm de diámetro). Posteriormente, se tomaron submuestras de ese material para realizar las siguientes determinaciones: Proteína**,** mediante el método de Microkjendhal (AOAC, 1990**)**; Digestibilidad *in situ* de la materia seca, se utilizó la técnica de la bolsa de nylon descrita por Orskov *et al.* (1980).

El análisis estadístico de los datos se realizó utilizando PROC MIXED del paquete estadístico SAS (2001). Los efectos de intervalo entre defoliaciones, época del año y sus interacciones, fueron considerados fijos y el efecto de bloques se consideró aleatorio. Las medias de tratamientos fueron estimadas utilizando LSMEANS y la comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey ($\alpha$=0.05) (Steel y Torrie, 1988). La densidad poblacional de tallos durante el estudio, se presenta mediante diagramas, para cada intervalo de corte, utilizando estadística descriptiva (promedios), de cada generación de tallos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En hoja, hubo efecto de frecuencia y de intensidad ($p < 0.01$) de pastoreo en todas las épocas del año. La frecuencia de pastoreo de 28 días presentó 35% mayor acumulación anual de hojas que el de 21 días (Cuadro 1). La mayor acumulación de hojas se presentó en la época de lluvias y aumentó en un 24% al ampliar el intervalo entre pastoreo de 21 a 28 días, respectivamente; seguido por la época de nortes y seca (Cuadro 1). El pastoreo ligero presentó un 20, 30 y 86% ($p < 0.05$) mayor acumulación de hojas para las épocas de nortes, seca y lluvias.

La acumulación de tallos presentó efecto ($p < 0.01$) de frecuencia en las épocas de nortes y lluvias y efecto de intensidad en la época de lluvias ($p < 0.01$). En las demás épocas no se observaron tales efectos. La mayor acumulación de tallos se observó en la época de lluvias con un aumento de 76% al ampliar el intervalo de pastoreo de 21 a 28 días, respectivamente; seguido por la época de nortes. Al realizar pastoreo ligero la acumulación de tallos aumentó en un 13 y 25% con respecto al pastoreo severo, en las épocas de nortes y lluvias.

Respecto a la acumulación de material senescente se presentó efecto ($p < 0.01$) de frecuencia en las épocas de nortes y lluvias y efecto de intensidad en la época de nortes ($p < 0.05$), en las demás épocas no se presentaron efectos de intensidad. La mayor acumulación de material senescente se observó en la época de lluvias con un aumento de 73% al ampliar el intervalo de pastoreo de 21 a 28 días, respectivamente; seguido por la época de nortes. Al realizar pastoreo ligero la acumulación de materia senescente aumentó en un 3 y 60% con respecto al pastoreo severo, en las épocas de nortes y lluvias.

Los cambios en la composición morfológica en la época de lluvias se debieron a que las condiciones edáficas y climáticas favorecieron el crecimiento de las hojas, lo cual concuerda con Festo *et al.* (2003), quienes encontraron que las hojas incrementa su aparición, cuando existen temperatura entre 20 a 32.5 $^{o}$C, pero disminuye cuando la temperatura superan los 35 $^{o}$C. Middleton

(1982); Hernandez *et al*. (2000), consignaron que la proporción de hojas en el forraje cosechado disminuye al aumentar el intervalo entre cosechas, debido a un mayor crecimiento del tallo, cuando hay condiciones ambientales favorables para el crecimiento de las plantas (época de lluvias); en contraste, durante la época de nortes la elongación del tallo es inhibida por las bajas temperaturas, mientras que en el periodo de seca, el déficit de agua (Sage y Kubein, 2007) es el factor limitante del crecimiento vegetal y por consiguiente de la escasa contribución del tallo al rendimiento.

**Cuadro 1.** Acumulación estacional y anual de componentes morfológicos del pasto *Brachiaria humidicola* (Chetumal), sometido a diferentes frecuencias e intensidades de pastoreo.

| Tratamientos | | Épocas del año | | | Rendimiento Total |
|---|---|---|---|---|---|
| Frecuencia (días) | Intensidad | Nortes | Seca | Lluvias | |
| | | Hojas (kg MS ha$^{-1}$) | | | |
| 21 | | 1424b | 367b | 3308b | 5100b |
| 28 | | 1920a | 834a | 4109a | 6863a |
| | Severo | 1517b | 521a | 3556b | 5594b |
| | Ligero | 1827a | 680a | 3861a | 6369a |
| EEM | | 52.4 | 52.1 | 53.8 | 45.8 |
| FP | | ** | * | ** | ** |
| IP | | ** | ** | ** | ** |
| | | Tallos (kg MS ha$^{-1}$) | | | |
| 21 | | 209b | & | 877b | 1087b |
| 28 | | 297a | & | 1548a | 1845a |
| | Severo | 237a | & | 1076b | 1313b |
| | Ligero | 269a | & | 1349a | 1618a |
| EEM | | 18.8 | | 24.5 | 32.6 |
| FP | | * | & | ** | ** |
| IP | | ns | & | ** | ** |
| | | Material muerto (kg MS ha$^{-1}$) | | | |
| 21 | | 68b | & | 111b | 180b |
| 28 | | 153a | & | 192a | 346a |
| | Severo | 85b | & | 150a | 236a |
| | Ligero | 136a | & | 154a | 290a |
| EEM | | 16.6 | | 13.6 | 21.8 |
| FP | | ** | & | ** | ** |
| IP | | ** | & | ns | ns |

Norte (Nov-Feb), seca (Mar-May), lluvias (Jun-Oct). &= no se encontró. Severo (9-11 cm) y ligero (13-15 cm). ns= no significativo; $**p \leq 0.01$; $*p \leq 0.05$, ab= Diferente literal minúscula, en cada columna, indican diferencia ($p<0.05$); EEM= Error estándar de la media. FP= Frecuencia de pastoreo, IP= Intensidad de pastoreo.

Los promedios obtenidos son similares a los observados por Barbosa (2004), quien reportó elevados valores de masa forrajera de Campim-tanzania en tratamientos con mayor periodo de descanso (100% de intersección luminosa) generando cambios en los componentes morfológicos de la planta, elevada elongación de tallos y mayor acumulación de materia senescente; en este sentido, al aumentar el intervalo de pastoreo de 21 y 28 días se obtuvieron mayor acumulación de forrajes (Cuadro 1), lo cual coincidió con un aumento en los componentes morfológico del pasto

Chetumal (Cuadro 1); que generó aumento en la tasa de crecimiento y menor relación hoja:tallo y hoja:no hoja (Cuadro 2), este comportamiento es confirmado por investigadores como Hodgson (1990); Lemaire *et al*. (2000); Hernandez *et al*. (2002); Difante *et al.* (2008) quienes observaron que la edad de la planta determina la distribución de materia seca en sus diferentes componentes morfológicos.

En general, se observó que el pasto Humidicola tiene una buena relación hoja:tallo (Cuadro 2) ya que se pudo constatar efecto de frecuencia y de intensidad, a si como interacción frecuencia x intensidad ($p < 0.05$), en la época de lluvias. La relación hoja:tallo durante la época de lluvias fue 37% mayor, 14 y 19% en nortes al pastorear cada 21 días con respecto al de 28 días ($p < 0.05$). Durante las lluvias se registró la menor relación hoja:tallo (Cuadro 2), la cual, tendió a disminuir conforme se incrementó el intervalo entre pastoreos. Durante la época seca, el forraje cosechado fue 100% hoja. La intensidad de pastoreo afectó ($p < 0.01$) la relación hoja:tallo en la época de lluvias (Cuadro 2), superando el pastoreo severo en 6% al ligero.

Con respecto a la relación hoja:no hoja, se presentó efecto de frecuencia y de intensidad, a si como interacción frecuencia x intensidad ($p < 0.05$), en la época de lluvias. La relación hoja:no hoja durante la época de lluvias fue 27%, mayor a la de nortes con un 19% ($p < 0.05$) al pastorear cada 21 días, con respecto al de 28 días. Durante las lluvias se registró la menor relación hoja:no hoja (Cuadro 2), la cual, tendió a disminuir conforme se incrementó el intervalo entre pastoreos. La intensidad de pastoreo afectó ($p < 0.01$) la relación hoja:no hoja en la época de lluvias (Cuadro 2), superando el pastoreo severo, al ligero, en 7% en lluvias y 4%.

Los altos valores en relación hoja:tallo estuvieron asociados con la técnica de muestreo, ya que la cosecha se realizó a las alturas de pastoreo predeterminadas para ambas intensidades, lo que evitó que se cosechara gran cantidad de tallo, el cual se ubica cerca de la superficie del suelo. Al respecto, la edad de la planta es un factor que determina la distribución de materia seca en sus diferentes partes; es decir, conforme aumenta la edad de rebrote hay un incremento en la proporción de tallos y material senescente y disminuye la formación de hojas (Man y Wiktorsson, 2003), lo que puede ocasionar una disminución en la relación hoja:tallo, asi como en la relación hoja:no hoja (Zaragoza, 2004). Durante la época de sequía no hubo presencia de tallos, en el forraje cosechado y se debió a que, en situaciones de estrés hídrico, se reduce el crecimiento de la parte aérea y consecuentemente el de tallos (Ludlow, 1980; Chapman y Lemaire, 1993); sin embargo, la aparición de hojas es la última característica morfogénica que es afectada por las plantas, en estas condiciones (Gerdes *et al.*, 2000).

**Cuadro 2**. Cambios estacionales en la relación hoja:tallo y hoja: no hoja del pasto *Brachiaria humidicola* (Chetumal), sometido a diferentes frecuencias e intensidades de pastoreo.

| Tratamientos | | Épocas del año | | |
|---|---|---|---|---|
| Frecuencia (días) | Intensidad | Nortes | Seca | Lluvias |
| | | Relación Hoja:Tallo | | |
| | Severo | 7.6a | & | 3.7a |
| 21 | Ligero | 7.1a | & | 3.8a |
| | Promedio | 7.4 | & | 3.7 |
| | Severo | 6.6a | & | 3.0b |
| 28 | Ligero | 6.3a | & | 2.3c |
| | Promedio | 6.5 | & | 2.7 |
| Promedio $\bar{x}$ | Severo | 7.0 | & | 3.3 |
| | Ligero | 6.9 | & | 3.1 |
| EEM | | 1.3 | | 0.1 |
| Frecuencia de pastoreo (FP) | | ns | & | ** |
| Intensidad de pastoreo | | ns | & | * |
| Interacción (FP X IP) | | ns | & | ** |
| | | Relación Hoja:No hoja | | |
| 21 | Severo | 5.3a | & | 3.2a |
| | Ligero | 5.3a | & | 3.4a |
| | Promedio | 5.3 | & | 3.3 |
| 28 | Severo | 4.5a | & | 2.7b |
| | Ligero | 4.0a | & | 2.1c |
| | Promedio | 4.3 | & | 2.4 |
| Promedio $\bar{x}$ | Severo | 4.9 | & | 2.9 |
| | Ligero | 4.7 | & | 2.7 |
| EEM | | 0.6 | | 0.08 |
| Frecuencias de pastoreo (FP) | | ns | & | ** |
| Intensidad de pastoreo (IP) | | ns | & | * |
| Interacción (FP X IP) | | ns | & | ** |

Norte (Nov-Feb), seca (Mar-May), lluvias (Jun-Oct). &= 100% hojas, ns= no significativo; ** $p \leq 0.01$; * $p \leq 0.05$ abc= Diferentes literal minúscula, en cada columna, indican diferencia ($p<0.05$); EEM= Error estándar de la media.

## CONCLUSIONES

La mayor acumulación de forraje, tasa de crecimiento, peso por tallo y contenidos de fibra, se obtuvieron al pastorear a una intensidad ligera cada 28 días, en el pasto Chetumal. Independientemente de la frecuencia e intensidad de pastoreo al que fue sometido el pasto Chetumal su potencial forrajero fue influenciado por la época del año, con mayor dinámica de rebrote durante la época de lluvias, asi como el potencial propio de este forraje.

## LITERATURA CITADA

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Washington, D.C. USA. Association of Official Analytical Chemists.

Barbosa, R. A. 2004. Manejo de desfolhação e seus efeitos nas características morfofisiológicas e no acúmulo de forragem do capim-tanzânia (*Panicum maximum* jacq. cv. tanzânia). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa.

Chapman, D. F. and G Lemaire. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: Baker, M.J. (Ed.) Grasslands for Our World. SIR Publishing, Wellington. pp. 55-64

Difante, S. G., J. S. Nascimento, C. B. V. Da Silva, M. A. Euclides y B. A. Zanine. 2008. Dinâmica do perfilhamento do capim-marandu cultivado em duas alturas e três intervalos de corte. Revista Brasileira de Zootecnia 37: 189-196.

Enríquez, Q. F., N. F. J. Meléndez y A. E. Bolaños. 1999. Tecnología para la producción de forrajes tropicales en México. INIFAP - Veracruz. México. 262 p.

Festo, J. M., N. A. Sabed and A. R. Jeremy. 2003. The impact of temperature on leaf appearance in bamba groundnut landraces. Crop Science 43: 1375-1379.

García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. 4ª ed. Ed. Limusa. México. 217 p.

Gerdes, L., C. J. Werner, T. M. Colozza, D. D. Carvalho y A. E. Schammass. 2000. Avaliação de características agronômicas e morfológicas das gramíneas forrageiras marandu, setária e Tanzânia aos 35 dias de crescimento nas estações do ano. Rev Bras Zootec. 4: 947-954.

Hernandez, G. A., C. Mathew and J. Hodgson. 2000. The influence of defoliation height on dry-matter partitioning and CO2 exchange of perennial ryegrass miniature swards. Grass Forage Sci 55: 372-37.

Hernández, G. A., H. P. A. Martínez, U. M. Mena, P. J. Perez y Q. J. F. Enriquez. 2002. Dinámica del rebrote en pasto insurgente (*Brachiaria brizantha* Hochst. stapf.) pastoreado a diferente asignación en la estación de lluvia. Tec Pec Méx 40(2): 193-205.

Hodgson, J. 1990. Grazing management. Science into practice. Ed. Harlow, England: Longman Scientific & Technical. 203 pp.

Jaramillo, V. V. 1994. Revegetación y reforestación de las áreas ganaderas en las zonas tropicales de México. SARCH. 38 p.

Lemaire, G., J. Hodgson, A. De Moraes, P. C. de F. Carvalho and C. Nabinger. 2000. Grassland ecopysiolgy and grazing ecology. Cab international. 422 pp.

Ludlow, M. M. 1980. Stress physiology of tropical pasture plants. Trop Grassl (12):136-145.

Martínez, M. D, G. A. Hernández, Q. J. F. Enríquez, P. J. Pérez, M. S. S. González y H. J. G. Herrera. 2008. Producción de forraje y componentes del rendimiento del pasto *Brachiaria humidicula* CIAT 6133 con diferente manejo de la defoliación. Téc. Pec. Méx. 46(4): 427-438.

Man, N. V. and H. Wiktorsson. 2003. Forage yield, nutritive value, feed intake and digestibility of three grass species as affected by harvest frequency. Trop Grassl. 3(37): 101-110.

Middleton, C. H. 1982. Dry matter and nitrogen changes in five tropical grasses as influenced by cutting height and frequency. Tropical Grassl (16): 112-117.

Orskov, E. R., F. D. Hovell and F. Mould. 1980. The use of the nylon bag tchnique for the evaluation of feedstuffs. Trop. Anim. Prod. (3):195-2013.

Palma, L. D. J. y D. J. Cisneros. 1996. Plan de uso sustentable de los suelos de Tabasco. Vol. I. Fundación Produce Tabasco, A.C. Villahermosa, Tabasco. 116 p.

Perez, A. J., M. E. Garcia, Q. A. Enriquez, C. Quero, P. J. Perez y G. A. Hernandez. 2004. Análisis de crecimiento, area foliar especifica y concentración de nitrógeno en hoja de pasto "mulato" (Brachiaria hibrido, cv,). Tec. Pec. Mex. 42(3): 447-458.

Sage, F. R. and S. D. Kubein, 2007. The temperature response of C 3 and C4 photosynthesis. Plant Cell and Enviroment (30): 1086-1106.

SAS (Stastistic Analysis System Institute). 2001. Sas User's Guide: Statistics. Version 8. Cary, N.C. Cdroom

Steel, R. G. y J. H. Torrie. 1988. Bioestadística. Principios y procedimientos. 2ª, ed, McGraw Hill. México. 622 p.

Zaragoza, E. J. 2004. Dinamica de crecimiento y productividad de alfalfa (Medicago sativa L.) pasto Ovillo (*Dactylis glomerata L.)* con diferente manejo de la defoliación. Tesis de Doctorado en ciencias, Colegio de postgraduados, Montecillos Texcoco, edo de Mexico. http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=BCVER.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=003622.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# SUPLEMENTACIÓN CON CONCENTRADO A VACAS HOLSTEIN EN PASTOREO SOBRE PRODUCCIÓN INDIVIDUAL Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE

# [SUPPLEMENTARY FEEDING WITH CONCENTRATE TO GRAZING HOLSTEIN COWS ON MILK PRODUCTION AND COMPOSITION]

**Ricardo Daniel Améndola-Massiotti[1§], Citlali Anais Castro-Jaime[1], Juan Andrés Burgueño[2], María Magdalena Crosby- Galván[3], Luis Alberto Miranda-Romero[1], Rodolfo Ramírez-Valverde[1]**

[1]Posgrado en Producción Animal Universidad Autónoma Chapingo, Km 38.5 Carretera México-Texcoco, Edo. de México, México C.P. 56230. [2]Unidad de Biometría y Estadísticas, CIMMYT C.P. 6-641, CDMX, México. [3]Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados. Km 36.5 Carretera México-Texcoco. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. C.P. 56230. Autor para correspondencia: (r_amendola@yahoo.com).

## RESUMEN

El objetivo fue evaluar el efecto de 2.5, 5.0 y 7.5 kg de MS de concentrado vaca-1 d-1 sobre la producción individual de leche y composición (grasa, proteína y sólidos totales). El diseño experimental fue cruzado 3x3 tal que cada lote aleatoriamente recibió cada tratamiento de manera consecutiva. Las unidades experimentales fueron tres lotes de cinco vacas Holstein Neozelandés, homogenizados por peso vivo inicial (525 ± 23, 512 ± 15, y 522 ± 24 kg), número de partos (3.4 ± 0.51, 2.6 ± 0.51, y 3 ± 0.63), días en lactancia (19.6 ± 3.61, 22.4 ± 8.70, y 33.4 ± 13.96), y producción previa de leche (11.96 ± 1.12, 10.54 ± 1.83, y 11.90 ± 0.55 kg). El pastoreo fue rotacional con cerco eléctrico móvil en praderas de alfalfa (*Medicago sativa* L.) y pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.), usando como criterio de manejo 8 cm de altura del forraje residual (disco descendente), independientemente del nivel de suplementación. El objetivo de este manejo fue evitar que con mayor nivel de suplementación se desperdiciara forraje por causa del efecto sustitutivo. Las producciones de leche matutina y vespertina se midieron automáticamente (medidores Alfa Laval®), muestras de ambas ordeñas se analizaron con MilkoScan®. El modelo lineal incluyó efectos de tratamiento, período y lote. La producción de leche aumentó linealmente ($p < 0.0001$) con el incremento en el nivel de suplemento (19.4, 21.4 y 22.2 ± 0.23 L v-1 d-1). El nivel de suplemento no afectó ($p > 0.05$) la composición de la leche (3.80 % grasa, 3.26 % proteína, y 12.42% sólidos totales). La respuesta pequeña en producción individual (en promedio 0.55 L kg-1 concentrado) fue función de la estrategia de manejo del pastoreo, por medio del cual se canceló el efecto sustitutivo y, con el aumento en el nivel de suplemento, se incrementó la carga animal.

**Palabras clave:** Diseño experimental cruzado, grasa en leche, pastoreo rotacional, proteína en leche, sólidos totales en leche.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# GANANCIA DE PESO Y TIEMPO DE PASTOREO EN VAQUILLAS BAJO DIFERENTES INTENSIDADES DE PASTOREO CONTINUO

# [LIVEWEIGHT GAIN AND GRAZING TIME IN HEIFERS UNDER DIFFERENT INTENSITIES OF CONTINUOUS GRAZING]

**J. D. Jiménez-Rosales[1], A. Planisich[2§], S. Almirón[2], J. Galli[2]**

[1]Posgrado en Producción Animal, Universidad Autónoma Chapingo, Km 38.5 Carretera Federal México-Texcoco, C.P. 56230, Chapingo, México. [2]Sistemas de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (FCA), C.C. 14, S 2125 ZAA, Zavalla, Santa Fe, Argentina. [§]Autor para correspondencia: (aplanisich@gmail.com).

## RESUMEN

En rumiantes, el consumo diario de materia seca es el producto de la tasa de consumo (TC) y el tiempo de pastoreo (TP). En condiciones limitantes de altas intensidades de pastoreo (IP) los animales intentan compensar la disminución de TC con mayor TP, manteniendo su ganancia diaria de peso (GDP). El objetivo fue evaluar las GDP y los TP en vaquillas en pastoreo continuo de ballico anual (*Lolium multiflorum*) con distintas IP. El trabajo se realizó en la FCA (33°01'S, 60°53'O) en una superficie de 7.5 ha. Se evaluaron 4 IP (alturas): alta (5 cm, IA), media alta (10 cm, IMA), media baja (15 cm, IMB) y baja (20 cm, IB), con 16 vaquillas Holstein (317±54 kg) distribuidas en las 4 IP. La variación en IP se obtuvo ajustando el área de las parcelas. Las IP se monitorearon con un bastón graduado. Se usó un diseño de bloques completos al azar con dos repeticiones. El TP se obtuvo mediante el registro acústico de cada vaquilla durante 24 h y en dos días diferentes para cada bloque, con micrófonos sujetos a la frente del animal. Los registros fueron analizados mediante un software específico, estimándose el TP total, TP matutino (6:00-14:00 h), TP vespertino (14:00-22:00 h) y TP nocturno (22:00-6:00 h). GDP se obtuvo mediante regresión lineal de 3 pesadas cada 21 días. Los resultados se analizaron mediante ANOVA y Tukey. Los TP totales (503±42 min), matutinos (180±10 min) y nocturnos (123±26) no difirieron significativamente ($p > 0.05$) entre IP. El TP vespertino (253±11 min) fue 38% mayor en IA respecto al resto de las IP (183±11 min). La GDP (0.15±0.13 kg) en IA fue el 12% en comparación con las IP menores (1.22±0.13 kg). En situaciones limitantes (IA), las vaquillas no lograron mantener las GDP a pesar de compensar con un aumento del TP vespertino.

**Palabras clave:** Altura de pastoreo, comportamiento de pastoreo, intensidad de pastoreo.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# GENERACIÓN DE BIOMASA AÉREA DE *Tithonia diversifolia* BAJO DOS MÉTODOS DE SIEMBRA Y USO DE FERTILIZANTE

# [GENERATION OF AIR BIOMASS OF *Tithonia diversifolia* UNDER TWO METHODS OF SEEDING AND USE OF FERTILIZER]

**E. V. Ramírez N.[1], Jorge Morín Rubio[2§], Jorge Hernández Bautista[2], Salvador Lozano Trejo[3], María Isabel Pérez León[3]**

[1]Pasante de Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Autónoma "Benito Juárez" de Oaxaca. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia., Avenida Universidad S/N, Cinco señores. CP. 68120. Oaxaca, México. [2]Profesor Investigador. Universidad Autónoma "Benito Juárez" de Oaxaca. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia., Avenida Universidad S/N, Cinco señores. CP. 68120. Oaxaca, México. [3]Profesor Investigador. TecNM-Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Ex hacienda Nazareno Xoxocotlán. CP. 71233. Oaxaca, México. [§]Autor para correspondencia: (morinrubio@yahoo.com.mx).

## RESUMEN

La producción de forrajes para generar biomasa con calidad nutrimental para alimentación del ganado es prioritaria en agroecosistemas tropicales. El objetivo de estudio fue determinar la generación de biomasa aérea de dos ecotipos de *Tithonia diversifolia* (*Td*) en fase de establecimiento. El material vegetativo se colectó en forma dirigida de esquejes vegetativos silvestres. La investigación se realizó en Bajos de Chila, municipio San Pedro Mixtepec, Oaxaca, 16° 40' LN, -96° 0' LO, altitud de 10 m. Se estableció un diseño aleatorizado, con dos ecotipos *Td*: Chila (Ch) y La Chao (LCh), bajo dos métodos de siembra, horizontal (H) y vertical inclinada a $45^0$ (V), con tres tratamientos de fertilización; sin fertilizante (T1), (T2) y (T3), con 23.5 y 47 g de triple 17, con tres repeticiones cada uno, con riego semanal por una hora por bloque con aspersores de agua de dos pulgadas. Se realizó defoliación a 60 y 120 días post siembra, utilizando el 50% en cada cosecha, se midieron las variables hojas por planta (HP), grosor de tallo (GT), altura de planta (ALT), brotes por planta (BP), a través de ocho conteos quincenales. Los resultados se sometieron a análisis estadístico mediante la prueba de mínimos cuadrados, observando diferencias altamente significativas ($p < 0.05$) para ecotipos: Ch; HP (21.6±1.6), GT (0.22±0.01), ALT (14.12±1.02), BP (1.16±0.05); LCh; HP (10.9±1.6), GT (0.12±0.01), ALT (6.00±1.03), BP (0.54±0.05). Para método de siembra: V; HP (22.0±1.6), GT (0.21±0.01), ALT (13.11±1.02), BP (1.11±0.06),). H; HP (10.5±1.6), GT (0.13±0.013), ALT (7.0±1.02), BP (0.60±0.06). Para fertilización: T1; HP (14.01±1.95), GT (0.16±0.02), ALT (9.80±1.26), BP (0.79±0.07). T2; HP (15.36±1.95), GT (0.17±0.02), ALT (10.11±1.26), BP (0.91±0.07). T3; HP (19.35±1.96), GT (0.18±0.02), ALT (10.25±1.26), BP (0.86±0.07). Se concluye que el ecotipo Chila sembrado verticalmente con fertilización 47 g de triple 17 presentó mejor respuesta para generación de biomasa aérea.

**Palabras clave:** Botón de oro, forraje proteico, planta arbustiva, sustentabilidad forrajera.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EVALUACIÓN DE *Leucaena leucocephala* Y *Albizia lebbeck* COMO FUENTES DE TANINOS SOBRE LA PRODUCCIÓN DE METANO Y DEGRADACIÓN *in vitro* DE MATERIA SECA

# [EVALUATION OF *Leucaena leucocephala* AND *Albizia lebbeck* AS SOURCES OF TANINS ON THE PRODUCTION OF METHANE AND *in vitro* DEGRADATION OF DRY MATTER]

**B. Espinoza V.[1§], M. Ramírez M.[2], A. Sánchez V.[3], O. Hernández M.[1], M. M. Crosby G.[1], M. A. Cobos P.[1]**

[1]Programa de Ganadería. Colegio de Postgraduados. Montecillo, estado de México. CP 56230. [2] CONACYT - Colegio de Postgraduados. Campus Campeche. Sihochac, Champotón, Campeche. CP 24450. [3]Bioprospección y Sustentabilidad Agrícola en el Trópico. Colegio de Postgraduados. Campus Campeche. Sihochac, Champotón, Campeche. CP 24450. [§]Autor para correspondencia: (berna_betaza@hotmail.com).

## RESUMEN

El objetivo fue evaluar el potencial de *Leucaena leucocephala* y *Albizia lebbeck* como fuentes naturales de taninos, una fuente purificada de saponina y tanino y un nitrocompuesto en la degradación y producción ruminal de metano. Se llevó a cabo un ensayo *in vitro*, con seis tratamientos: un testigo (Ali), dieta 70:30 (forraje: concentrado); Nitrooxipropanol a 60 mg/100 kg PV (NiP), 2.4% de taninos (Tan), 1.2% de saponinas (Sap), 30% *de Leucaena leucocephala* (Leu) y 30% de *Albizia lebbeck* (Alb) por kg de MS. Se usó la técnica de producción de gas *in vitro*, se midió volumen máximo de gas producido (Vmax), tasa de producción de gas (S) y fase de retardo (L), degradación *in vitro* de la materia seca (DIVMS), metano y nitrógeno amoniacal ($N\text{-}NH_3$). El diseño experimental fue en bloques al azar generalizado y comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$). El tratamiento NiP mostró menor Vmax (264.08 mL $g^{-1}$) en comparación con el testigo (364.32 mL $g^{-1}$). Para la variable L, los valores fueron menores en los tratamientos Sap, Leu y Alb, en contraste con el tratamiento Nip (L=1.77 h). Respecto a la producción de metano, Alb tuvo el nivel más alto (27.155%), seguidos de Tan (26.81%), Sap (26.70%), Leu (26.64%), Alb (26.57%) y NiP con el nivel más bajo (24.14%). Para la variable $N\text{-}NH_3$, Alb tuvo la mayor concentración (20.07 mol $dL^{-1}$) vs NiP (16.06 mol $dL^{-1}$), para la variable DIVMS Ali tuvo el valor más alto (48.07) vs Alb (39.01). Se concluye que el tratamiento con NiP tuvo los valores más bajos para Vmax, metano, $N\text{-}NH_3$ y DIVMS. Las fuentes purificadas de taninos y saponinas no afectaron la producción de metano y la DIVMS. *Albizia* redujo ligeramente el metano reduciendo la DIVMS y aumentando $N\text{-}NH_3$, mientras que la *Leucaena* no tuvo efecto en alguna de estas variables.

**Palabras clave**: Leguminosas tropicales, metabolitos secundarios, metanogénesis, mitigación.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# SOCIOECONOMÍA

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# LA MELEAGRICULTURA MEXIQUENSE DE PEQUEÑA ESCALA: ANÁLISIS ESPACIAL PARA IDENTIFICAR LA COMPETITIVIDAD REGIONAL

# [THE MEXICAN MELEAGRICULTURA OF SMALL SCALE: SPATIAL ANALYSIS TO IDENTIFY REGIONAL COMPETITIVENESS]

**Gabriela Rodríguez-Licea[1§], Juan Gabriel Rivera-Martínez[2], Benjamín Carrera-Chávez[3], Brisia Guadalupe Sánchez Muñoz[4], Jesús Lisandro Pacheco Mora[5]**

[1, 4, 5]Centro Universitario UAEM Amecameca. [2]Universidad Autónoma Metropolitana.[3]Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. [§]Autor para correspondencia: (gabyrl1972@hotmail.com).

## RESUMEN

La Meleagricultura de pequeña escala juega un papel muy importante en la generación de empleos directos e indirectos y en la conservación de tradiciones socioculturales en el Estado de México; no obstante, estos sistemas productivos se han caracterizado por ineficiencias técnico-productivas y económico-comerciales que han limitado la integración horizontal y vertical y, en consecuencia, la generación de ventajas comparativas y competitivas. Bajo este contexto, el trabajo tiene por objetivo identificar la competitividad regional a partir del factor de localización, para lo cual se realizó un análisis preliminar de la meleagricultura mexiquense de pequeña escala a nivel regional para el período 2000-2017, arrojando como evidencia la heterogeneidad que existe en las unidades melagrícolas en relación a la infraestructura; conformación de la parvada, tecnología, manejo, mano de obra que emplean y el destino de la producción. Por otro lado, el análisis exploratorio de información estadística aporta evidencia de la distribución espacial de las unidades productivas y, en consecuencia, de la concentración geográfica de la producción, la cual en un 70% se genera en Atlacomulco, Toluca y Zumpango. En este orden de ideas, se realizó trabajo en campo del que se recopilo información a nivel regional de unidades de producción meleagrícolas mexiquenses de pequeña escala. A partir análisis de frecuencia de la información obtenida se clasificaron los aspectos técnico-productivos y económico-comerciales; de acuerdo a los cuales estas unidades de producción meleagrícola operan bajo sistemas de producción tradicionales, situación que limita su integración vertical y horizontal y, en consecuencia la generación de ventajas comparativas y competitivas; sin embargo, las condiciones agroclimátológicas y socioeconómicas derivadas de su ubicación geográfica representan una oportunidad de convertir los recursos disponibles en carne, generar empleos a través de la utilización de mano de obra familiar y generar ingresos por concepto de la venta de excedentes.

**Palabras clave.** Factor de localización espacial, integración vertical-horizontal, ventajas comparativo-competitivas.

## ABSTRACT

The Meleagricultura of small scale plays a very important role in the generation of direct and indirect jobs and the preservation of cultural traditions in the State of Mexico. However, these production systems have been characterized by displayed and commercial inefficiencies that have

limited horizontal and vertical integration and thus the generation of comparative and competitive advantages. In this context, the work aims to identify regional competitiveness from the location factor, for which it was created, a preliminary analysis of the meleagricultura State of Mexico's small scale at the regional level for the period 2000-2017, throwing as evidence the heterogeneity that exists in units melagricolas in relation to the infrastructure; formation of the flock, technology, management, labour employed and the destination for the production. On the other hand, exploratory analysis of statistical information provides evidence of the spatial distribution of the productive units and, as a result of the geographical concentration of production, which 70% is generated in Atlacomulco, Toluca and Zumpango. In this order of ideas, work was conducted on field which will collect information at the regional level of meleagricolas State of small-scale production units. Analysis of frequency of information obtained from classified aspects tecnico-productivos and commercial; According to which these production meleagricola units operate under traditional production systems, situation that limits their integration, vertical and horizontal, and thus the generation of comparative and competitive advantages; However, the conditions agroclimatologicas and socioeconomic derived from its geographical location represents an opportunity to convert the resources available in the flesh, generating employment through the use of family labour and generate income from the sale of surplus.

**Index words:** Factor of spatial localization, vertical integration, comparativo-competitivas advantages.

## INTRODUCCIÓN

La cadena de valor es una herramienta que se utiliza para para generar ventajas comparativas y competitivas en las unidades de producción pecuaria (Fennelly y Cormican, 2006); dado que al estar integradas por diferentes agentes económicos la vinculación entre ellos favorece la distribución y/o comercialización de productos de las zonas productoras a las de consumo (Büyüközkan *et al*., 2008); así mismo, factor de localización espacial, los factores de especialización y aspectos económicos y no económicos ha jugado un papel muy importante como determinantes de las ventajas comparativas y competitivas (Bejarano, 1995). Bajo este contexto, para fines del presente trabajo se partirá del concepto de competitividad amoldado a las cadenas agroalimentarias y el impacto que sobre ellas tiene el factor de localización espacial; el cual refiere que estas deben tener la capacidad para mantener, ampliar y mejorara, continua y sostenidamente su participación en el mercado a través de la producción, distribución y/o comercialización en el tiempo y forma solicitados, buscando como último fin el beneficio del consumidor; y que, su capacidad depende de aspectos económicos y no económicos (Rojas y Sepúlveda, 1999a).

Es importante referir que, el factor de localización espacial en la geográfica económica soportada por las teorías de Von Thunen (1826) quien enfatiza el papel de los costos según la distancia, y de Weber (1909), que utiliza los costos de distancia y transporte como principal variable explicativa; ha sido primordial en las cadenas agroalimentarias dado que son influenciadas por las características del territorio donde se desarrollan, otorgándole ventajas o desventajas de localización y distribución, en función de factores territoriales, ubicación (de mercados), red de transporte u otros elementos (Rojas y Sepulveda, 1999b). Asimismo, en los canales de distribución

y/o comercialización, las alianzas entre agentes económicos garantiza el nivel de especialización y determina la productividad, eficacia y eficiencia que dan lugar al desarrollo de ventajas regionales comparativa. Por lo anterior y, ante el proceso de globalización, la competencia en costos, precio, calidad, cantidad, servicio, presencia en el mercado e innovación tecnológica; se intensificaron en el mercado meleagrícola mexiquense; por lo que una de las alternativas para afrontar las nuevas tendencias de producción, distribución y consumo por parte de las unidades productivas fue generar ventajas comparativas y competitivas básicas rentables y sustentables que favorecieran la entrada, posicionamiento y permanencia en el mercado. No obstante, a pesar de lo anterior, la meleagricultura mexiquense de pequeña escala presenta un importante rezago en la cadena de valor. A fin de soportar esta aseveración a continuación se presenta un contexto general al respecto.

**Contexto exploratorio preliminar**

En México la producción de guajolote criollo (*Melagris gallipavo*) se remonta a la época precolombina, en la que los mayas y aztecas domesticaron guajolotes salvajes (llamados Huaxolotl) para la producción y el consumo familiar (Burcher de Uribe, 1996). Ante la llegada de los españoles, esta ave fue llevada a Europa y diseminada hacia otros países, por lo que es una de las aportaciones de México para el mundo (Llamas, 2005). Hasta antes de los años setenta, la producción de guajolotes se realizaba en pequeños criaderos; sin embargo, actualmente, existen tres sistemas productivos que aportan en promedio al año el 0.39% de la producción pecuaria nacional: traspatio (40%), semi-tecnificado (10%) y tecnificado (50%); caracterizado el primero por carecer de tecnología moderna y control sanitario, implementar dietas basadas en granos, desperdicios de hortalizas, sobrantes de cocina, pasto y poco alimento comercial, contar con parvadas conformadas por máximo 100 guajolotes criollos, y destinar la producción al autoconsumo y ocasionalmente a cubrir la demanda de fin de año de los mercados locales (Financiera Rural, 2012). Actualmente, de la producción de nacional, el 79.48% de guajolote en pie y el 81.85% en canal, lo aportan seis entidades, ocupando la tercera posición el Estado de México con una producción promedio anual equivalente el 11.5% de la producción nacional (SIACON, 2018).

Estado de México aporta cerca del 11% de la producción meleagrícola nacional, destacando Zumpango, Toluca y Atlacolulco, aportan conjuntamente 69.34% de guajolote en pie, un sacrificio de la parvada del 72.09% y una producción de carne en canal del 68.88%; aunque, los animales con mayor peso en pie (10.670 kg) y en carne en canal (7.522 kg) se obtienen en Valle de Bravo y, de acuerdo con estimaciones propias, todas las regiones analizadas muestran un crecimiento medio anual positiva. De las 382 unidades de producción que reportan producción de guajolotes, 7.33% se encuentran en Amatepec, 5.50% en Almoloya de Juárez, y 4.71% en Jocotitlán (véase Figura 1); sin embargo, en cuanto al equipo e instalaciones por unidad productiva, sobresalen Jilotepec, Otumba, Tecámac, Teotihuacán y Zumpango, los cuales cuentan con incubadoras, naves, mezcladoras, básculas y otro tipo de equipos; derivándose de lo anterior que, dentro del estado se producen guajolotes bajo sistemas de producción tecnificado, semi-tecnificado y de traspatio (INEGI, 2017).

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

Por otro lado, al hacer referencia al uso de tecnología se tiene que, de las 943 unidades de producción de aves en el Estado, 817 hacen uso de vacunas, 769 administran alimento balanceado ya sea generado por el productor o alimento comercial, 166 cuenta con asistencia técnica y únicamente 14 con mejoramiento genético; lo que se traduce en que más del 50% de las unidades de producción meleagrícolas son de traspatio, es decir, con de aves sin mejoramiento genético, ello contrastando a los sistemas semitecnificados y tecnificados que representan una minoría. Finalmente, en relación al nivel de estudios de los productores, se tiene lo siguiente: 55% de los meleagricultores mexiquenses cuenta solo con educación primaria, el 24% no tiene escolaridad, el 15% tiene grado de secundaria, el 3% preparatoria, y únicamente el 3% tiene algún estudio superior.

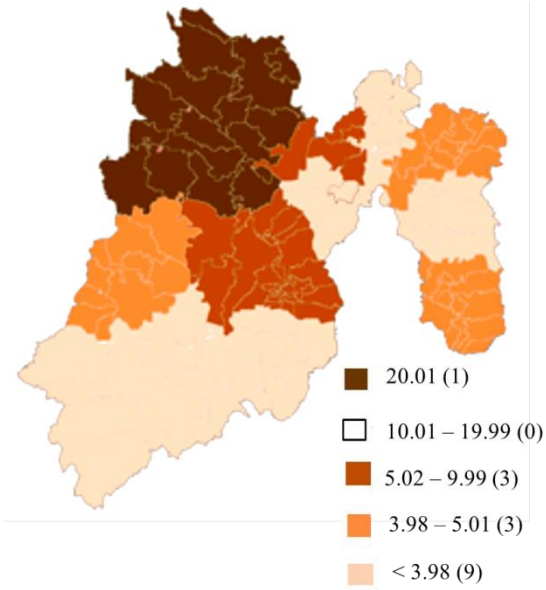



**Figura 1.** Estado de México: Distribución espacial de la producción de guajolote, 2018
Fuente. Elaboración propia a partir de información recopilado en campo y reportada por el SIAP.

La producción estatal tiene un comportamiento estacional diferente con respecto al nacional, dado que de mayo a septiembre es constante en el estado, teniendo un ligero repunte a partir de noviembre y un considerable descenso de enero a abril como se muestra en la Figura 2. Derivado de lo anterior, la venta anual (expresada en cabezas) de guajolote en el Estado se centra en 10 municipios, entre los que sobresale: Aculco 200, Atlacomulco 129, Atlautla 5000, Chalco 3000, Jilotepec 172, Jocotitlán 70, Temascaltepec 107, Tlalmanalco 100, Villa Victoria 111, San José del Rincón 70. En este sentido, la participación de cada sistema productivo en la producción nacional es la siguiente: 50% tecnificado, 10% semi-tecnificado y 40% de traspatio o familiar.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

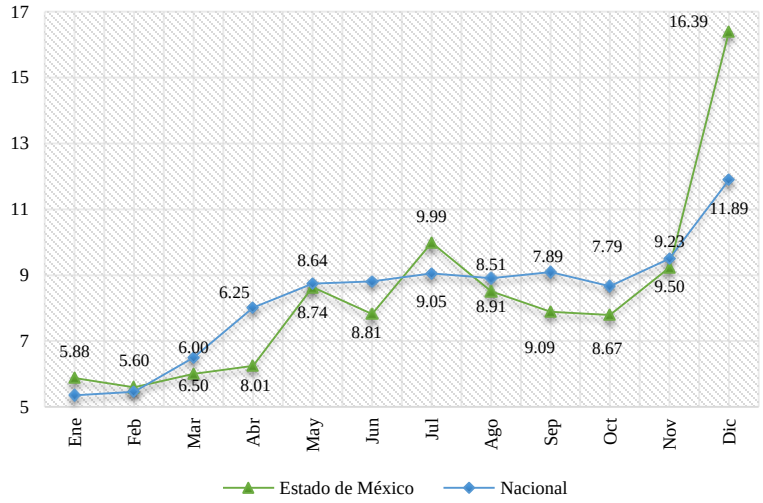



**Figura 2.** Participación mensual de la producción de guajolote en pie. Cifras en porcentajes
Fuente: Elaboración propia con información del SIAP

El panorama planteado deja ver la importancia que tiene la Meleagricultura mexiquense de pequeña escala, sin embargo, no existen trabajos encaminados a analizar esta importante actividad económica en la entidad; por lo que, el presente trabajo tiene por objetivo identificar de que manera el factor de localización espacial favorece la integración vertical y horizontal y, en consecuencia la generación de ventajas comparativas y competitivas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para el trabajo en campo las unidades de investigación e instrumentos de medición fueron las unidades productivas dedicadas a la Meleagricultura de pequeña escala, ubicadas en las principales regiones del Estado de México, previamente identificadas con base a información reportada por INEGI (2007) y SAGARPA (2012). A partir de la ubicación espacial, se determinó un tamaño muestral proporcional regional a partir de 350 granjas, el cual arrojo el siguiente número de encuestas: Toluca, 40; Zumpango, 71; Texcoco, 27; Tejupilco, 13; Atlacomulco, 130; Coatepec Harinas, 6; Valle de Bravo, 29; y Jilotepec, 33; obtenidas a partir de la siguiente fórmula: $n = [N*Z\alpha\ 2\ *p*q] / [d2*(N-1)+ Z\alpha\ 2\ *p*q]$; dónde: N = total de población a nivel regional; $Z\alpha = 1.962$ con una seguridad de 95%; p= proporción esperada de 5% (0.05); q = 1-p = 1-0-05 = 0.95. La ubicación temporal comprendió el año 2017, durante el cual se aplicaron encuestas en unidades meleagríciolas mexiquenses para recopilar información sobre aspectos: i) técnico-productivos – tipo y uso de la infraestructura de las unidades productivas, conformación de la parvada (tamaño, raza y etapa productivo-reproductiva), tipo y cantidad de alimento consumido semanalmente, ganancia de peso y conversión alimenticia durante un período de engorda, aspectos de manejo y sanitarios; ii) económico-comerciales -producción generada durante el período de engorda, utilización de mano de obra y generación de empleos, precio de compra-venta de los guajolotes y costos de producción, peso de mercado de los guajolotes en pie o de las canales, destino de la producción (autoconsumo, tipo de comercialización y cobertura de consumo, precios de venta e

ingresos generados por concepto de ventas. Sumado a las encuestas, la observación y toma de fotografías enriquecieron los resultados, por lo que, una vez obtenida la información, se elaboró una base de datos en formato Excel y se procedió, a partir de tablas dinámicas, a realizar un análisis de frecuencia. Se diseñaron cuadros para determinar la ganancia de peso de los guajolotes, el consumo de alimento y la conversión alimenticia semanal y acumulada; con esta última información se identificó el nivel de competitividad.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis técnico-productivo

La Meleagricultura de traspatio se realiza todo el año de manera tradicional y es intercalada ocasionalmente, con otras actividades agropecuarias que demandan mano de obra familiar, realizando las mujeres labores domésticas y limpieza de gallineros; los hombres trabajos en otros sectores y el sacrificio y venta de guajolotes; y, los hijos estudios y alimentación de las parvadas. El tiempo dedicado a esta actividad es de: 2 a 4 horas, 63%; 4 a 8 horas, 21%; 8 horas al día, 16%. Las parvadas se forman a partir de crías adquiridas en unidades productivas cercanas o de las propias parvadas a través de la selección de por lo menos una hembra y un macho en cada cría para la producción de la siguiente parvada; por lo que, están integradas por no más de 10 aves (hembras 20%, machos 28%, pavipollos 52%), generalmente criollas de plumaje negro o bronceado, de una talla menor al guajolote mejorado, y de alta rusticidad y resistencia a climas adversos. Dentro de las parvadas, la reproducción se realiza en primavera y parte del verano con parvadas conformadas por varias hembras y un macho dominante, esto con base al conocimiento de que las guajolotas ponen de 8 a 16 huevos que incuban en 28 días.

Las parvadas son confinadas en gallineros tradicionales en la parte trasera de las casas-habitación, los cuales son cuartos adaptados con perchas para el descanso de las aves, y nidos para la postura de los huevos. El material es de ladrillo, madera reutilizada en marcos forrados con tela de gallinero o cartón, y láminas de cartón en los techos; mientras que, los comederos son canaletas, bandejas de lámina o el piso del gallinero y, los bebederos tinas de plástico. Solo el 18% de los meleagricultores tiene algún tipo de criadora casera para el manejo de las parvadas. Bajo estas condiciones, el poco control sanitario genera brotes epizoóticos reflejados en los altos índices de morbilidad y mortalidad. Las enfermedades más frecuentes en las parvadas son viruela (acentuada en pavipollos en temporadas de sequía), patas dobladas, ectoparásitos y diarreas; las cuales en promedio causan la muerte de dos crías por parvada. Aunado a esto, el retiro de las excretas se realiza en promedio una vez por semana, las cuales en algunos casos se utilizan como abono en campos agrícolas y jardines, y en otros son desechadas como parte de la basura.

Por el tipo de alimentación y las condiciones sanitarias descritas, las parvadas alcanzan un peso promedio máximo de 7.83 kg a las 28 semanas, con un consumo promedio semanal de alimento de 0.84 kg y un acumulado de 23.45 y, una ganancia de peso semanal de 0.280 kg (véase Cuadro 1), lo que genera una conversión alimenticia (definida como relación entre el alimento consumido por una parvada y la ganancia de peso que ésta tiene durante el tiempo que la consumo) de 1.89 kg, lo

que significa que para producir un kg de guajolote en pie, éste deberá consumir en promedio a la semana 1.89 kg de alimento (véase Figura 3)

**Cuadro 1.** Estado de México: Consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia, 2017

| Concepto | Edad (semanas) | Consumo de alimento (kg) | | Ganancia de peso (kg) | | Conversión alimenticia (kg) (Pme) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Semanal | Acumulado | Semanal | Acumulada | |
| Mínimo | 1.0 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.06 | 0.83 |
| Promedio | 14.5 | 0.84 | 7.85 | 0.28 | 3.19 | 1.89 |
| Máximo | 28.0 | 1.20 | 23.45 | 0.40 | 7.83 | 2.99 |

Fuente: Elaboración propia con información recopilada en campo.

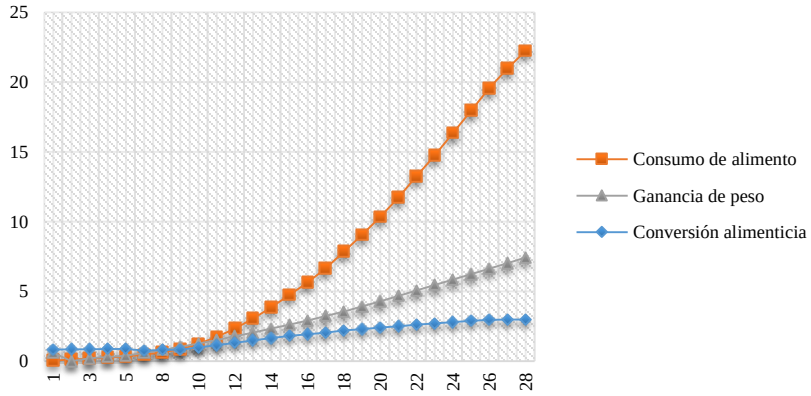



**Figura 3.** Indicadores técnicos, 2017. Cifras en kg
Fuente. Elaboración propia con información de campo.

Ante el desconocimiento de los meleagricultores sobre los requerimientos nutricionales de las aves, la calidad y cantidad de alimento, la hora y número de veces que les dan de comer es variado. En la mayoría de los casos la dieta está conformada por: sobrantes de cocina, 32%; pastoreo, 16%; maíz, 14%; tortilla, 12%; alimento comercial, 10%; sema, 9%; y alfalfa, 7%. En ocasiones a los pavipollos se les da alimento comercial combinado con otros alimentos a fin de asegurar su rápido crecimiento y reducir la mortalidad.

## Análisis económico

La Meleagricultura de traspatio representa un medio de subsistencia para muchas familias rurales y de zonas conurbanas de la Ciudad de México, dado que la producción se destina al autoconsumo para la elaboración de platillos regionales que se consumen en mayordomías vinculadas a la religión y festividades familiares, o se comercializan durante la época decembrina o fin de año en mercados locales. Para cubrir estas necesidades, el 78% de los meleagricultores crían una parvada al año, y el 22% de 2 a 3 parvadas y, dependiendo los recursos económicos y la infraestructura con la que cuenten, la venta de guajolote en pie se realiza en patio de la casa, 65%; a pie de carretera, 25%; plaza o mercado local, 6%; e intermediarios, 4%; y, la de carne en mercados locales previo el sacrificio en éstos o en las unidades productivas.

Los guajolotes en pie son sacados al mercado a un peso máximo de 7.83 kg y comercializados a $30.00/kg, ante este precio, la actividad parece rentable; sin embargo, considerando que los costos por concepto de alimento van de 10 a 12 pesos por kg y que, en la mayoría de los casos no se contabilizan el costo de la mano de obra familiar ni de otros insumos, los márgenes de ganancia se reducen. A un peso de 7.83 kg, el guajolote demanda un consumo acumulado de alimento de 23.450 kg, derivado de una conversión alimenticia de 1.89 kg, la cual fue más o menos constante en las primeras cinco semanas, con un descenso a partir de la semana seis y un incremento a partir de la semana ocho. Las unidades de producción que operan bajo sistemas de traspatio no alcanzan el óptimo técnico; sin embargo, al vender al guajolote en pie a un peso máximo de 8.6 kg y un precio de $30.00/kg, logra alcanzar el óptimo económico a cuando el ave llega a un peso de 5.8 kg con un consumo de alimento de 15.4 kg.

La evidencia empírica indica que la meleagricultura mexiquense de pequeña escala se realiza bajo un escenario poco competitivo, motivo por el cual es necesario plantear opciones y construir escenarios estratégicos que coadyuven a visualizar la tendencia prospectiva. Las características técnico-productiva y económico-comerciales, consideradas como debilidades representan una oportunidad de convertir los recursos disponibles en carne en carne, generar empleos a través de la utilización de mano de obra familiar y generar ingresos por concepto de la venta de excedentes. Por otro lado, ante la demanda de guajolote en mercados locales durante festividades religiosas o familiares en fin de año, las tendencias de los hábitos de consumo no han tenido efectos sobre esta actividad, por lo que se podría esperar que ésta prevalezca. Los resultados anteriores coinciden con los reportados por Camacho *et al.* (2006), quienes realizan un análisis sobre la avicultura de traspatio en la Costa de Oaxaca, México; Mallia (1998) quien describe brevemente el tipo de alimentación de guajolotes en el sur de México; Rodríguez *et al.* (1996) quienes realizaron un estudio de la avicultura de traspatio en el Municipio de Dzununcán, Yucatán; y, Rodríguez *et al*. (2016) quienes realizaron un análisis diferencial técnico-económico de los sistemas productivos de guajolotes en el Estado de México.

## CONCLUSIONES

A partir análisis exploratorio previo a nivel regional sobre la meleagrícultura mexiquense de pequeña escala, seguido del análisis espacial realizado con datos estadísticos para el período 2000-2017 y, derivado del análisis de frecuencia de información recopilada durante trabajo de campo, se encontró evidencia de que los indicadores técnico-productivos y económico-comerciales bajo los cuales operan las unidades meleagricolas limitan su integración vertical y horizontal y, en consecuencia la generación de ventajas comparativas y competitivas; aunque, su ubicación geográfica representan una oportunidad de convertir los recursos disponibles en carne, generar empleos e ingresos por concepto de la venta de excedentes.

## LITERATURA CITADA

Bejarano, J. A. 1995. Elementos para un enfoque de la competitividad en el Sector Agropecuario. Serie Competitividad/IICA, No. 3. Ministerio de Agricultura Rural. Colombi.

Burcher de Uribe, P. 1996. Origen de los animales domésticos. Universidad de Antioquia. Colombia.

Büyüközkan G., O. Feyzioglu y E. Nebol. 2008. Selection on the strategic alliance partner in logistics value chain. International Journal Production Economics. 113:148-158

Camacho Escobar, M.A., I. Lira Torres, L. Ramírez Cancino, R. López Pozos y J. L.Arcos García, J.L. (2006). La avicultura de traspatio en la Costa de Oaxaca, México. Ciencia y Mar. IX (28): 3-11.

Fennelly D. y K. Cormican. 2006. Value chain migration from production to product centered operations: an analysis of the Irish medical device industry. Journal Science Direct. Technovation

Financiera Rural. 2012. Monografía del pavo. Consultado en junio de 2013. Disponible en www.financierarural.gob.mx

INEGI. 2007. Censo Agrícola, Ganadero y Forestal Consultado en mayo de 2013. Disponible en http://www.inegi.org.mx.

Mallia, J. G. 1998. Indigenous domestic turkeys of Oaxaca and Quintana Roo, Mexico. Animal Genetic Resourses Information 23: 68-78.

Rojas, P. H., Chavarria y S. Sepúlveda. 1999a. ¿Qué es competitividad? Competitividad de la agricultura: cadenas agroalimentarias y el impacto del factor espacial. Folleto No. 2. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Costa Rica.

Rojas, P. H., Chavarria y S. Sepúlveda 1999b. Territorio, agricultura y competitividad. Cuaderno Técnico No. 10, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Costa Rica.

Rodríguez, B. J. C., C. E. Allaway, G. J. Wassink, C. J. Segura y O. T. Rivera. 1996. Estudio de la avicultura de traspatio en el municipio de Dzununcán, Yucatán. Veterinaria México 27(3): 215-219.

Rodríguez, L. G., J. C. Carrillo y M. J. Hernández. 2016. Análisis diferencial técnico-económico de los sistemas productivos de guajolotes en el Estado de México. CIENCIA ergo sum. [S.I], 42(1): 25-33.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# PAPEL DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE A PEQUEÑA ESCALA EN LA SEGURIDAD ALIMENTARIA DE FAMILIAS RURALES DEL CENTRO DE MÉXICO

## [ROLE OF SMALL-SCALE DAIRY FARMS ON FOOD SECURITY OF RURAL FAMILIES FROM CENTRAL MEXICO]

**M. E. Ruiz Torres, C. G. Martínez García[§]**

Intituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR), Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex). [§]Autor para correspondencia: (cgmartinezg@uaemex.mx).

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue analizar el papel de las unidades de producción de leche en pequeña escala en la seguridad alimentaria de las familias del centro de México. La zona de estudio demarcada para la presente investigación fue el Municipio de Aculco, ubicado al Noroeste del Estado de México, México. Los datos se recabaron a partir de la aplicación de un cuestionario enfocado a obtener características generales del productor y de la unidad de producción (UP) en una muestra de 212 unidades de producción de leche de pequeña escala, los cuales representan el 23.5% del total de la región. El trabajo de campo se realizó de agosto de 2018 a febrero de 2019. Para determinar el papel de las unidades de pequeña escala en la seguridad alimentaria de las familias se comparó el ingreso bruto de la producción de leche con el valor oficial del ingreso mínimo para la compra de la canasta básica de alimentos por persona al mes en zonas rurales. Se detectó que los productores de leche de pequeña escala podrían comprar los alimentos de la canasta básica con un ingreso mínimo de $4,997.3 MXN por familia por mes, sin embargo, tienen un ingreso bruto mensual de $14,168.7 MXN. Si se considera que el gasto de producción del 52% del ingreso total de la producción de leche en la zona, las UP en pequeña escala son una alternativa viable y atractiva, ya que representa una fuente de ingresos regular que permite la adquisición de los insumos de la canasta alimentaria.

**Palabras clave:** Ganadería, pobreza, sistemas de producción familiar.

## ABSTRACT

The aim of the research was to analyse the role of the small-scale dairy farmers on the food security of rural families from central Mexico. The study was conducted in the Municipality of Aculco, located in the northwest of the State of Mexico, Mexico. A questionnaire was conducted with 212 farmers to collect information on farmers and farm characteristics. The sample size represents 23.5% of the overall population in the region. The field work was carried out during six months from August 2018 to February 2019. To identify the role of the small-scale dairy farms on the food security of the rural families, the overall income of milk production and the official value of the minimum income to buy the groceries of a basic food basket per person per month in rural areas were compared. It was identified that the small-scale dairy farmers may buy a basic food basket with $4.997.3 MXN as a minimum income per family per month; however, it was observed that farmers' income per month was $14,168.7 MXN. Considering that the milk production expenses

represent 52% of the total income in the study area, the small-scale dairy farm should be an attractive option to generate full time jobs and daily income allowing the purchase a basic food basket.

**Index words:** Livestock, poverty, small-scale farms.

## INTRODUCCIÓN

En la década de los noventa, las grandes agencias de desarrollo como respuesta a la desnutrición generalizada y la creciente preocupación por la capacidad de la agricultura para cubrir la demanda de alimentos, se enfocaron en erradicar el hambre, la inseguridad alimentaria y la malnutrición en las zonas más pobres y rurales del planeta (FAO, 1999). A raíz de esto, la FAO (2019) conceptualiza la seguridad alimentaria expresando que, a nivel de individuo, hogar, nación y global se tenga acceso a nivel físico y económico a suficiente alimento, seguro y nutritivo, para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias, con el objetivo de llevar una vida activa y sana.

En México, la agricultura familiar es la responsable de manejar la mayor parte de la tierra y producir una parte equiparable de alimentos (Rivera, 2017), por lo que se ha considerado a la producción pecuaria de pequeña escala como una alternativa viable de desarrollo en zonas rurales (Espinoza-Ortega *et al*., 2007). Además, la familia es considerada la base de la organización social productiva en el medio rural, por lo que en México y en toda Latinoamérica hablar de agricultura es hablar de agricultura familiar (Herrera, 2017).

Con base en los postulados anteriores, el objetivo de la presente investigación fue analizar el papel de las unidades de producción de leche en pequeña escala en la seguridad alimentaria de las familias del centro de México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La zona de estudio demarcada para el presente trabajo fue el municipio de Aculco, ubicado al Noroeste del Estado de México, México. Esta región, es conocida por la producción de lácteos, originando una simbiosis entre el productor de leche y quesos artesanales (Crespo *et al*., 2014).

La producción de leche en la zona posee las características necesarias para ser considerada familiar o de pequeña escala, es decir, tienen un tamaño de hato de 2 a 35 vacas en ordeña más reemplazos, el principal insumo de la alimentación del ganado son forrajes locales (Juárez-Moras *et al.,* 2017), y hacen uso preponderante de mano de obra familiar (Ruiz-Torres *et al.,* 2017).

Se seleccionó una muestra de 212 unidades de producción de leche de pequeña escala, las cuales representan el 23.5% del total de la región. Los datos fueron colectados través de un cuestionario dirigido a los jefes de las unidades productivas (UP) que tuvo por objetivo obtener información sobre las características generales de la UP y del productor. El trabajo de campo se realizó de agosto de 2018 a febrero de 2019.

Para poder determinar el papel de las unidades productoras de leche de pequeña escala en la seguridad alimentaria de las familias se comparó el ingreso bruto (total de litros producidos por día por el precio de venta) y a este se le comparó con el valor oficial de la canasta alimentaria por persona al mes en zonas rurales, que en el momento de la investigación corresponde a $1, 110.50 MXN (CONEVAL, 2019).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características generales de las unidades de producción de leche de pequeña escala se presentan en la Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Características generales de las unidades de producción de leche de pequeña escala en el centro de México.

| Variables | $\chi$ (N=212) |
|---|---|
| Edad del productor | 51.9±14.9 |
| Escolaridad del productor | 6.4±3.4 |
| Años de experiencia en la producción de leche | 29.4±17.1 |
| Número total de miembros de familia | 4.5±1.8 |
| Mano de obra familiar | 2.4±1.1 |
| Mano de obra contratada | 2.2±4.3 |
| Tamaño de hato | 14.5±9.4 |
| Total de producción vaca/día | 12.9±5.3 |
| Total de ha. destinadas a la producción leche | 4.1±3.8 |
| Precio de venta de litro de leche | 5.7±0.3 |
| Ingreso bruto por día | 472.3±422.23 |
| Ingreso bruto mensual | 14,168.7±12,667.1 |

Con base en la definición de FAO (2019) para tener seguridad alimentaria, son básicos la disponibilidad y acceso de los alimentos. Para el caso de zonas rurales, y con base en cifras oficiales, el acceso a los recursos se logra con un ingreso mínimo de $1,110.50 MXN por persona por mes. Considerando los ingresos brutos de las UP y el valor oficial vigente del salario mínimo en la región (STPS, 2019), la producción de leche genera un total de 4.6 salarios mínimos. Adicional, y acorde al número de miembros de familia y a las cifras oficiales (CONEVAL, 2019), las UP requieren $4,997.3 MXN para poder adquirir la canasta alimentaria considerada.

Es importante considerar que según Martínez-García *et al*. (2015) el gasto en producción en la región de estudio corresponde entre el 52% y el 70% del ingreso total, estas cifras dependerán de las estrategias e innovaciones en alimentación de ganado adoptadas dentro de las UP. Si se considera el gasto de producción del 52% del ingreso de la producción de leche en los casos observados, las UP en pequeña escala representan una fuente de ingresos capaz de mantener la adquisición de la canasta alimentaria para la totalidad de los miembros de las familias. Estos resultados concuerdan con diversos estudios (Espinoza-Ortega *et al.*, 2007; Fadul-Pacheco *et al*., 2013; Martínez-García *et al*., 2015; Martínez-García *et al.*, 2018) que consideran que los sistemas de producción de leche son una alternativa viable al desarrollo rural, puesto que son una fuente de

ingresos regular y confiable en comparación con otras actividades agropecuarias y que además son económicamente viables considerando los índices de devolución y gastos en efectivos.

Contrario a lo anterior, si se considera el 70% como gasto en producción la realidad cambia, y los ingresos generados por las UP no son suficientes para mantener la adquisición de la canasta alimentaria para la totalidad de los miembros de la familia. Sin embargo, se detectó que las UP de producción de leche cuentan con un sistema adicional, denominado traspatio que en promedio mantiene 24 animales. Las especies consideradas dentro de esta categoría son aves de corral, cerdos, conejos y borregos. Para Hamilton-West *et al*. (2012) la ganadería de traspatio, y en especial las aves de corral son una herramienta de alivio de la pobreza en zonas rurales, Ruiz-Torres *et al.* (2017) determinaron que el cultivo de la milpa y la ganadería de traspatio, en especial las aves, son una estrategia de almacenamiento de activos desarrolladas por las mujeres en granjas lecheras de pequeña escala y se asocian como una alacena viva ya que proveen a las familias de vegetales y proteínas animales como carne y huevo. Adicional, Ruiz-Torres (2019) considera que este tipo de ganadería juntamente con la recolección de recursos forestales son estrategias de ahorro e intercambio entre las familias rurales y además son factores de conformación de identidades campesinas.

Aunado a lo anterior, se observó que las UP tienen ingresos adicionales provenientes de trabajos asalariados, autoempleo (conducción de taxi, albañilería), negocios propios (venta de alimentos preparados, tiendas de abarrotes), u otras actividades agrícolas como la engorda. Para Jarquín Sánchez *et al.* (2017) la pluriactividad rural significa la alternancia de actividades no agrícolas con las agropecuarias que pudiera ser empleada como una estrategia de desarrollo en las comunidades.

## CONCLUSIONES

Con base en los datos generados se determinó que, si el gasto de producción corresponde al 52% del ingreso de la producción de leche, las UP en pequeña escala son una alternativa viable y atractiva, ya que representan una fuente de ingresos regular que permite la adquisición de los insumos de la canasta alimentaria determinada para zonas rurales. Sin embargo, si se considera el 70% como gasto de producción, las UP en pequeña escala no permiten la compra de la canasta alimentaria en la zona por lo que se sugiere realizar investigaciones profundas que retomen el papel del traspatio y los ingresos adicionales como estrategias desarrolladas por las familias para completar la compra de la canasta alimentaria en la zona de estudio.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto "Comunicación e innovación para el desarrollo rural" con clave CONACyT PN2016-2323 y clave UAEMex 4598/2018C.

## LITERATURA CITADA

CONEVAL. 2019. Valor de la canasta alimentaria, marzo 2019. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social.

http://blogconeval.gob.mx/wordpress/index.php/2019/04/11/valor-de-la-canasta-alimentaria-marzo-2019/ Fecha de Consulta: 1 de junio de 2019.

Crespo, J., D. Réquier-Desjardins and J. Vicente. 2014. Why can collective actions fail in Local Agri-food Systems? A social network analysis of cheese producers in Aculco, Mexico. Food Policy 46: 165-177.

Espinoza-Ortega, A., E. Espinosa-Ayala, J. Bastida-López, T. Castañeda-Martínez and C. M. Arriaga-Jordán. 2007. Small-scale dairy farming in the highlands of Central Mexico: Technical, economic and social aspects and their impact on poverty. Experimental Agriculture 43: 241-256.

FAO. 1999. Cumbre Mundial sobre la Alimentación. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. http://www.fao.org/3/X2051s/X2051s00.htm Fecha de Consulta: 4 de junio de 2019.

FAO. 2019. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. http://www.fao.org/home/es/ Fecha de Consulta: 4 de junio de 2019.

Hamilton-West, C., H. Rojas, J. Pinto, J. Orozco, L. P. Hervé-Claude and S. Urcelay. 2012. Characterization of backyard poultry production systems and disease risk in the central zone of Chile. Research in Veterinary Science 93: 121-124.

Herrera-Tapia, F. 2017. Agricultura Familiar: importancia para las políticas públicas y posición dentro del marco legal. Estudios de caso sobre ciencias agropecuarias y rurales en el siglo XXI (Coord. Gomez Demetrio W. y Thomé Ortíz H.), México: Universidad Autónoma del Estado de México.

Jarquín-Sánchez, N. H., J. A. Castellanos-Suárez y D. M. Sangerman-Jarquín. 2017. Pluriactividad y agricultura familiar: retos del desarrollo rural en México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 8 (4): 949-963.

Juárez-Morales, M., C. M. Arriaga-Jordan, E. Sánchez-Vera, J. D. García-Villegas, A. Rayas-Amor, T. Rehman, P. Dorward y C. G. Martínez-García. 2017. Factores que influyen en el uso de praderas cultivadas para la producción de leche en pequeña escala en el altiplano central mexicano. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 8(3): 317-324.

Martínez-García, C. G, A. A. Rayas-Amor, J. P. Anaya-Ortega, F. E. Martínez-Castañeda, A. Espinoza-Ortega, F. Prospero-Bernal and C. M. Arriaga-Jordan. 2015. Performance of small-scale dairy farms in the highlands of central Mexico during the dry season under traditional feeding strategies. Tropical Animal Health and Production 47(2): 331-337. Doi: 10.1007/s11250-014-0724-0.

Martínez-García, C. G., C. M. Arriaga-Jordán, P. Dorward, T. Rehman and A. A. Rayas-Amor. 2018. Using a socio-psychological model to identify and understand factors influencing the use and adoption of a successful innovation by small-scale dairy farmers of central Mexico. Experimental Agriculture 54: 142-159.

Rivera-Herrejón, G. 2017. Agricultura familiar: definición, fortalezas y retos. Estudios de caso sobre ciencias agropecuarias y rurales en el siglo XXI (Coord. Gomez Demetrio W. y Thomé Ortíz H.), México: Universidad Autónoma del Estado de México.

Ruiz-Torres, M. E., S. Moctezuma-Pérez, C. M. Arriaga-Jordán y F. E. Martínez-Castañeda. 2017. Espacios productivos y roles domésticos en granjas de leche en pequeña escala en México. Agricultura, Sociedad y Desarrollo 14(3): 367-381.

Ruiz-Torres, M. E. 2019. Modos de vida rurales en el área de protección de flora y fauna Nevado de Toluca. Ciencia Ergo-Sum, 26: 1-8.

STPS. 2019. Salarios mínimos-Secretaría del Trabajo y Previsión Social-Comisión Nacional de los Salarios Mínimos. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/426395/2019_Salarios_Minimos.pdf Fecha de Consulta: 1 de junio de 2019.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# IMPACTO DE LA GLOBALIZACIÓN Y APERTURA COMERCIAL SOBRE LA PRODUCTIVIDAD, SUSTENTABILIDAD Y SEGURIDAD ALIMENTARIA EN LA REGIÓN CIÉNEGA DEL ESTADO DE JALISCO. PERÍODO 1982-2018

# [IMPACT OF GLOBALIZATION AND TRADE LIBERALIZATION ON PRODUCTIVITY, SUSTAINABILITY AND SAFETY FOOD OF THE REGION CIENEGA OF THE STATE OF JALISCO. PERIOD 1982-2018]

**José Manuel Núñez Olivera[1§], Rodolfo Cabral Parra[2], Miguel Ángel Noriega García[2], Josefina Elizabeth Godínez Chavoya[2], Sonia Navarro Pérez[3], Armando Antonio Domech Gónzalez[1], Sandra Eva Lomelí Rodríguez[1]**

[1]Universidad de Guadalajara; Centro Universitario de la Ciénega. [2]Centro Universitario del Norte. [3]Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. [§]Autor para correspondencia: (nunezoliv@yahoo.com.mx).

## RESUMEN

Con el propósito de determinar el impacto que tuvo la globalización y la apertura comercial durante el periodo 1982-2018, sobre la productividad, sustentabilidad y seguridad alimentaria de los diferentes productores agropecuarios presentes en la región Ciénega del estado de Jalisco, se desarrolló este estudio. Para esto, se seleccionaron 90 productores de los tres principales municipios: Atotonilco el Alto, La Barca y Tototlán, en cuanto a su productividad (rendimiento de maíz: ton $ha^{-1}$), sustentabilidad (preservación y conservación del medioambiente) y seguridad alimentaria (visión ligada con la productividad y sustentabilidad en la explotación). Los resultados indican que la productividad se incrementó de 1982 a 2018, si bien los propios productores expresaron que se descuidó el cuidado de los recursos naturales (agua y tierra, básicamente) y se trabajó sin tener como objetivo la seguridad alimentaria; resaltando el hecho de que la mayoría de los insumos utilizados son extranjeros y no nacionales, con el agravante de que la riqueza generada no se queda necesariamente en el país. Los productores no manejan sus procesos productivos bajo criterios sustentables y por lo tanto, dilapidan una buena cantidad de recursos. Particularmente grave, es el hecho de que no se visualice la sustentabilidad y la seguridad alimentaria como prioridad, y no se dirijan esfuerzos directos en este sentido. Es evidente en el estudio una notoria desigualdad económica y/o desconocimiento por tipo de productor acerca de la trascendencia de la productividad basada en prácticas sustentables dirigidas hacia el logro de la seguridad alimentaria. Es necesario combatir eficazmente el desconocimiento de la importancia de la sustentabilidad enfocada hacia la seguridad alimentaria; además de que se diseñen estrategias que lleguen a cada uno de los diversos estratos productivos presentes en los municipios y región, y se termine de una vez con el doble discurso y la doble moral de las autoridades.

**Palabras clave**: Globalización, productividad, sustentabilidad, seguridad alimentaria.

## ABSTRACT

In order to determine the impact that globalization and trade liberalization during the period 1982-2018, about productivity, sustainability and food security for the different agricultural producers

present in the Cienega region of the state of Jalisco, this study was developed. 90 producers of the three main municipalities were selected for this: Atotonilco el Alto, La Barca and Tototlan, in terms of its productivity (yield: ton / has), sustainability (preservation and conservation of the environment) and security food (vision linked to productivity and sustainability in the exploitation). The results indicate that productivity increased from 1982 to 2018, even though the producers themselves expressed that it was neglected the care of natural resources (water and earth, basically) and worked without having aimed at food security; highlighting the fact that the majority of the used inputs are foreigners and not nationals, with the aggravating circumstance that the generated wealth will not necessarily stay in the country. The producers do not manage their productive processes under sustainability criteria and therefore waste a lot of resources. Particularly serious is the fact that is not displayed the sustainability and food security as a priority, and not address direct efforts in this regard. A notorious economic inequality or ignorance by type of producer about the significance of the productivity based on sustainable practices directed toward the achievement of food security is evident in the study. It is necessary to effectively combat the ignorance of the importance of sustainability focused on food security; In addition to that is to design strategies that reach each of the diverse productive strata present in the municipalities and region, and ends once the doublespeak and double moral of the authorities.

**Index words:** Globalization, productivity, sustainability, food security.

## INTRODUCCIÓN

El campo en México ha estado sujeto a mucha polémica en los últimos 36 años (1982-2018, periodo nombrado como "neoliberal", y en el que se implementó en el país la globalización y con ella la apertura comercial), cambios que para muchos productores agropecuarios representó una muy buena oportunidad de mejora en todos los aspectos, pero para otros significó el inicio de una era desastrosa para su economía y su calidad de vida (Núñez *et al.*, 2010). Lo que, si queda evidenciado, es que los productores han venido sufriendo cambios importantes en su estructura y en su productividad, que han modificado sustancialmente su calidad de vida y han fomentado fenómenos como la migración y el incremento de la pobreza (OCDE, 2010). Por esta razón, y a raíz del cambio de administración en este año 2019, en el que en teoría se ha dejado atrás el periodo neoliberal, se pensó en realizar una evaluación del citado periodo, que abarcó los años de 1982 en su inicio y 2018 en su final.

De esta forma, resulta interesante el recabar los argumentos suficientes para determinar con un nivel aceptable de certeza, si este periodo mejoró sustancialmente la productividad (y con ella la economía familiar) y calidad de vida de los propios productores agropecuarios, o si definitivamente, se dio un paso atrás en este aspecto. Y aquí es donde términos tan fundamentales como productividad, sustentabilidad y seguridad alimentaria, adquieren relevancia y dan pie a plantearse varias preguntas: ¿La globalización y la apertura comercial incrementaron la productividad en el campo mexicano?; ¿La productividad, está ligada con prácticas y/o estrategias sustentables en las explotaciones, y van dirigidas o enfocadas hacia el logro de la seguridad alimentaria?; ¿Los productores agropecuarios en México trabajan bajo criterios de sustentabilidad en sus explotaciones, respetando los recursos naturales, utilizándolos en favor de la conservación

y cuidado ambiental?; y finalmente, ¿Se trabaja en las unidades de producción agropecuaria bajo criterios que busquen encaminarse hacia la seguridad alimentaria?.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para el logro de los objetivos planteados se diseñó la investigación de la siguiente manera: se recurrió a las listas de productores agrícolas oficiales encontradas en cada uno de los tres municipios seleccionados, haciendo una depuración con los productores ya fallecidos o que han abandonado su unidad de producción (UP) en este periodo señalado (1982-2018). De esta forma, se seleccionaron al azar a 30 productores por municipio, haciendo un total de 90 productores a los que se visitó y entrevistó directamente en su UP con el fin de verificar sus procesos productivos. La entrevista consistió en preguntas abiertas acerca de lo que ha significado para ellos la globalización y la apertura comercial, y cuestionarlos acerca de su percepción personal sobre el incremento o no de la productividad en sus UP en el periodo neoliberal, además de su conocimiento y/o entendimiento de los términos "sustentabilidad" y "seguridad alimentaria", así como de las prácticas o estrategias que han implementado en su explotación para llegar a ser una explotación con compromiso social que piensa no sólo en incrementar su producción, sino además en la sustentabilidad y seguridad alimentaria como las banderas o ejes de sus sistemas productivos.

Los productores se agruparon en uno de tres estratos identificados en función de los recursos económicos (cantidad y tipo de tierra agrícola y animales) y la infraestructura disponible, además del nivel tecnológico implementado en su UP. El análisis de los datos se realizó mediante la obtención de estadística descriptiva (MTC-MD), además de tablas de contingencia por tipo de productor (Prueba Ji cuadrada). Los datos recopilados fueron analizados mediante el paquete estadístico STAT-GRAPHIC versión 3.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los datos, arrojó los siguientes resultados: sólo el 60% de los productores enlistados en los 3 municipios (N=437), siguen siendo productores agropecuarios; el restante 40% considera productores fallecidos (5%), del 7% no se encontró físicamente su instalación, y el 28% pertenece a otra persona no registrada en el padrón de productores y que adquirió parcial o totalmente la UP (tierras y/o animales). La estructura productiva obtenida fue de 43%, 44% y 12% para pequeños, medianos y grandes productores (ver Cuadro 1), lo que implica un cambio evidente en la tradicional estructura productiva manejada por organismos oficiales (FIRCO, 1995; SAGARPA, 2008) de 60%, 30% Y 10%.

**Cuadro 1**. Productores entrevistados en el estudio.

| Municipio | Pequeños | Medianos | Grandes | Total Productores |
|---|---|---|---|---|
| Atotonilco el Alto | 12 (40%) | 14 (47%) | 4 (13%) | 30 |
| La Barca | 16 (53%) | 11 (37%) | 3 (10%) | 30 |
| Tototlán | 11 (37%) | 15 (50%) | 4 (13%) | 30 |
| Total Productores | 39 (43%) | 40 (44%) | 11 (12%) | 90 |

Fuente: Datos personales.

Esto implica que los pequeños productores disminuyeron su presencia (17%), los medianos la incrementaron (14%), al igual que los grandes productores (2%). Esto podría explicarse por el abandono de las UP de parte de los productores de menores recursos, en tanto que los medianos y grandes productores incrementaron su presencia. Los propios productores expresan que un factor que influyó definitivamente en la conservación de las UP, es la posibilidad de disponer en tiempo y forma de los apoyos y/o subsidios oficiales, además del seguimiento de programas eficientes de asistencia técnica.

El Cuadro 2 señala con claridad, el hecho muy entendible de que 8 de 10 productores establezcan estrategias en sus UP encaminadas hacía el incremento de su productividad y hayan aprovechado los evidentes avances tecnológicos tanto en la agricultura como en la ganadería presentes en este periodo tecnológico; sin embargo, queda la percepción de que los productores (lo mismo que las autoridades del campo) se preocuparon básicamente por producir, sin pensar en "cómo" producir sin dañar el ecosistema y llegar a producir alimentos de calidad y en cantidad suficiente para contribuir a la seguridad alimentaria no sólo de la región, sino del estado y del país en general.

Fue evidente en el estudio que la implementación de estrategias sustentables que aparte de producir tuvieran como norma preservar y conservar el medioambiente escasearon en las explotaciones (28%), con un 60% de los productores expresando que pensaron en la seguridad alimentaria al momento de sembrar y de levantar sus cosechas. Y más lamentable aún, lo representa el hecho de que estos tres términos ligados entre sí (productividad, sustentabilidad y seguridad alimentaria), no sean una prioridad para las instituciones oficiales de apoyo al campo, y no fomenten la integración y el convencimiento entre los productores, de que no pueden manejar los términos de manera separada. Ya que una mayor productividad será lograda a partir de la implementación de prácticas sustentables enfocadas hacía la seguridad alimentaria. Es decir, no basta con sólo producir, ya que es necesario el establecer el cómo se va a producir y bajo qué criterios se alcanzarán los objetivos propuestos.

**Cuadro 2.** Productores con estrategias específicas implementadas en sus unidades de producción enfocadas hacía el incremento de la productividad y visiones enfocadas hacía la sustentabilidad y seguridad alimentaria en los municipios seleccionados.

| Tipo de Productor | Productividad | Sustentabilidad | Seguridad Alimentaria |
|---|---|---|---|
| Pequeños | 30 de 39 (77%) | 7 de 39 (18%) | 23 de 39 (59%) |
| Medianos | 32 de 40 (80%) | 15 de 40 (38%) | 23 de 40 (58%) |
| Grandes | 11 de 11 (100%) | 3 de 11 (27%) | 8 de 11 (73%) |
| Totales | 73 de 90 (81%) | 25 de 90 (28%) | 54 de 90 (60%) |

**Fuente**: Datos personales.

## CONCLUSIONES

La globalización provocó efectos muy diferentes entre los productores del campo, encontrándose una correlación positiva entre los productores con mayores recursos y la implementación de estrategias enfocadas hacía el aumento de la productividad, la preservación y conservación de recursos naturales y la seguridad alimentaria. Es evidente que, durante el periodo neoliberal, se priorizó la obtención de ganancias económicas en detrimento del desarrollo humano y mejores

condiciones de vida en general. La desigualdad económica es una de las principales consecuencias de este periodo, haciendo evidente el incremento de la pobreza, el abandono de estrategias ligadas a la preservación y/o conservación del medioambiente y su relación con la seguridad alimentaria. La seguridad alimentaria es buscada, sólo en la medida que dejé dinero (dividendos) a los productores, pero no porqué sea o represente una búsqueda permanente de los productores y autoridades.

El 81% de los productores agropecuarios entrevistados expresó que su productividad se incrementó sustancialmente de 1982 a 2018, aunque en contraparte, queda la percepción entre ellos, que se descuidó el cuidado y la preservación de los recursos naturales (agua y tierra básicamente). A los productores no les queda muy claro en sí, que significa el término: Globalización y apertura comercial (30%), y no lo supo interpretar adecuadamente, aunque si le queda claro que les ayudó a contar con mayor tecnología y mayor calidad en los insumos que se reflejó en sus mayores rendimientos. Sin embargo, les queda la percepción de que se ha dado prioridad a las compañías extranjeras y no a las nacionales, ya que el 90% de los insumos utilizados en sus tareas agropecuarias provienen del extranjero. Tendencia similar de "duda o inseguridad" se observa en lo referente a la definición del término sustentabilidad, ya que sólo el 28% de los productores conoce el término y lo relaciona adecuadamente, y su trascendencia en la conservación de los recursos y el medioambiente en general. Esta situación es especialmente grave, ya que sólo 3 de 10 productores maneja estrategias en su UP para la preservación y cuidado ambiental.

En lo referente a la seguridad alimentaria, el 60% de los productores manifestó estar consciente de la trascendencia de producir para asegurar la producción de alimentos y garantizar así que la gente no se quede con hambre y disponga de alimentos saludables a mediano y largo plazo, sin recurrir más a la compra o importación de alimentos. Es bastante evidente, que se requieren urgentemente estrategias que fomenten el conocimiento conjunto de estos términos enfocados a la productividad, sustentabilidad y seguridad alimentaria por parte de las instituciones oficiales de apoyo al campo. Hasta ahora, se ha trabajado para producir, sin detenerse a establecer estrategias sustentables que posibiliten la conservación de recursos naturales y estén encaminados a la seguridad alimentaria.

Un punto importantísimo lo representa el hecho de que los propios productores independientemente de su estrato, establezcan con total certeza, que, contando con recursos económicos al inicio del ciclo agrícola, mejorarían sustancialmente su productividad, y la enfocarían directamente hacía prácticas sustentables, contribuyendo asimismo de manera muy importante al logro de la seguridad alimentaria. En este sentido, se establece que es necesaria una vinculación real entre los productores y organismos de ayuda al campo, que certifiquen que el productor reciba apoyos en tiempo y forma, independientemente de su estrato. La educación y la creatividad juegan un papel fundamental en el incremento de la productividad, a partir de prácticas sustentables enfocadas hacia la seguridad alimentaria.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento muy sentido a todos y cada uno de los productores que muy amablemente nos permitieron el acceso a sus unidades de producción e inclusive a su casa durante el desarrollo del estudio, así como a los estudiantes del CUCIENEGA que participaron en la investigación y que ayudaron de forma invaluable al desarrollo de éste.

## LITERATURA CITADA

FIRCO (Fideicomiso de Riesgo Compartido). 1980. Manual de actividades y procedimientos lecheros. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Recursos Naturales, Pesca y Alimentación (SAGARPA). México, D.F.

Núñez, O. J. M., P. R. Cabral y G. M. A. Noriega. 2010. Actividad lechera en los Altos y Cienega de Jalisco. *In*: Memorias XXV Congreso Internacional en la Administración de Empresas Agropecuarias. Mayo 2010. Universidad Autónoma de Chapingo, Texcoco, Estado de México.

OCDE (Organismo de Cooperación para el Desarrollo Económico). 2010. Comercio Informal en México: Crecimiento y Desarrollo. Manual de Información. México, D.F.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Recursos Naturales, Pesca y Alimentación). 2010. Retos y oportunidades del campo mexicano en los próximos 20 años. México, D.F.

SAGARPA. 2011. Actividad lechera en el estado de Jalisco, México. México, D.F.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CLASIFICACIÓN DE LOS CAPRINOCULTORES BENEFICIARIOS DEL PROGAN EN LA COMARCA LAGUNERA, MÉXICO

# [CLASSIFICATION OF GOAT PRODUCERS BENEFICIARIES OF PROGAN IN THE COMARCA LAGUNERA, MEXICO]

**Irving César Farrera-Vázquez[1§], Enrique Genaro Martínez-González[1], Reyna Azucena Luna-Olea[2], Jorge Aguilar-Ávila[1], Norman Aguilar-Gallegos[1]**

[1]Universidad Autónoma Chapingo, CIESTAAM, Km. 38.5 Carretera México-Texcoco, Méx. C.P. 56230. [2]Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo, Km 36.5 Carretera México-Texcoco, Méx. C.P. 56230. [§]Autor para correspondencia: (ic.farrera@ciestaam.edu.mx).

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo clasificar a productores caprinos beneficiarios del PROGAN de acuerdo con su nivel de innovación, costos, ingresos y características personales, para proponer estrategias de intervención diferenciadas. Este estudio se llevó a cabo en la región de la Comarca Lagunera en el norte de México, con información de 88 caprinocultores. Se utilizó la información obtenida de una encuesta, la cual estuvo estructurada de la siguiente manera: i) características personales del productor; ii) dinámica de la innovación; iii) ingresos por venta de productos caprinos y iv) costos de producción, estas variables fueron sometidas a un análisis multivariante, obteniendo tres grupos: I. productores en desarrollo; II. productores experimentados; y III. productores innovadores. Siendo el grupo III el que mostro mayor capacidad para desarrollar el potencial económico de la caprinocultura.

**Palabras clave:** Análisis multivariante, innovación, sistemas de producción caprina.

## ABSTRACT

The purpose of this work was to classify goat producers that benefit from PROGAN according to their level of innovation, costs, income and personal characteristics, to propose differentiated intervention strategies. This study was carried out in the region of the Lagunera Region in northern Mexico, with information from 88 caprinocultores. The information obtained from a survey was used, which was structured as follows: i) personal characteristics of the producer; ii) innovation dynamics; iii) income from the sale of goat products and iv) production costs, these variables were subjected to a multivariate analysis, obtaining three groups: I. developing producers; II. experienced producers; and III. Innovative producers Being the group III the one that showed greater capacity to develop the economic potential of the caprinocultura.

**Index words:** Multivariate statistical analysis, innovation, goat production systems.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## INTRODUCCIÓN

La rusticidad y adaptabilidad nutricional de los caprinos a distintos ambientes ha permitido utilizar las regiones áridas y semiáridas para su producción, además de ser una actividad que contribuye a mejorar los ingresos de la unidad económica familiar de los caprinocultores (Farhad- Vahidi *et al.*, 2014). El sostenimiento del hato no resulta ser muy alto, debido a los bajos requerimientos de alimento y capital, en comparación con otras especies animales, lo que hace más apropiado su manejo entre los pequeños productores (Devendra, 2007).

En México, los sistemas de producción de carne y leche de cabra han sido tradicionalmente, una manera de aprovechar las áreas que poseen recursos naturales de baja productividad. De esta forma, los recursos productivos asociados al manejo económico de estas zonas representan una posibilidad real de sustento para las unidades familiares que las habitan. Para fortalecer esta actividad es necesario realizar dos cosas: 1) mejorar el nivel tecnológico de los caprinocultores a través de cambios de tipo técnico, socioeconómico, político, ambiental, cultural, entre otros; y 2) clasificar y tipificar las explotaciones caprinas en función de su estado actual. De esta forma, el objetivo de este trabajo fue clasificar a productores caprinos de acuerdo con su nivel de innovación, costos, ingresos y características personales (edad, experiencia, escolaridad y tamaño del hato), para proponer estrategias de intervención diferenciadas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó la información obtenida de una encuesta, la cual estuvo estructurada de la siguiente manera: i) características personales del productor; ii) dinámica de la innovación; iii) ingresos por venta de productos caprinos y iv) costos de producción. El apartado de dinámica de innovación por parte del productor se valoró con el Índice de Adopción de Innovaciones (INAI) conforme los aportes de Muñoz *et al.* (2007), para lo cual se consideraron 32 ítems agrupados en las siguientes cinco categorías: i) prácticas de ordeño; ii) mejoramiento genético; iii) sanidad; iv) infraestructura; y v) equipo.

El trabajo se realizó en los municipios de Lerdo, Mapimí y Tlahualilo, Durango, los cuales aportan casi el nueve por ciento de la producción nacional (SIAP, 2018). Se aplicó una encuesta a 88 productores caprinos de un total de 251, los cuales fueron seleccionados mediante muestreo probabilístico (estratificado simple). La información se levantó durante el periodo de junio a julio de 2017. El marco muestral estuvo conformado por el padrón de productores beneficiarios del PROGAN en 2016.

Estudios previos han realizado clasificación de productores de acuerdo con el grado de adopción de innovaciones (Aguilar *et al*., 2014), con base en estos resultados se realizó un análisis de clúster jerárquico mediante el paquete estadístico Statistical Package for the Social Sciences® (SPSS) considerando 11 variables (edad, experiencia, tamaño del hato, indicadores de adopción de innovaciones por categoría, entro otros), los datos fueron estandarizados a valor Z. Se utilizó el método de agrupamiento jerárquico de Ward, basado en la distancia euclidiana al cuadrado. Este método de aglomeración funciona paso a paso para combinar pares de observaciones individuales

o agrupaciones, a la vez que minimiza la varianza interna. Finalmente, se realizó un análisis canónico discriminante, como un medio de comprobación de la agrupación realizada (Pérez, 2004).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Descriptivo

El rango de edad de los productores oscila entre los 24 y 75 años, cerca del 15% son menores de 40 años, esto indica que la caprinocultura en la región de estudio es manejada principalmente por personas mayores, que cuentan en promedio con más de 21 años de experiencia en esta actividad. Datos similares fueron reportados por diversos autores en sistemas de producción caprinos en la misma región de estudio (Escareño-Sánchez *et al.*, 2011; Salinas-González *et al.*, 2011; Salinas-González *et al*., 2016).

### Análisis clúster

Como resultado del análisis multivariante se obtuvo un dendograma (Figura 1) que, a una distancia de corte de 12, presentó tres grupos. El primer grupo estuvo conformado por 48 productores (54.5%), el segundo por 26 (29.5%) y el tercero por 14 (15.9%).

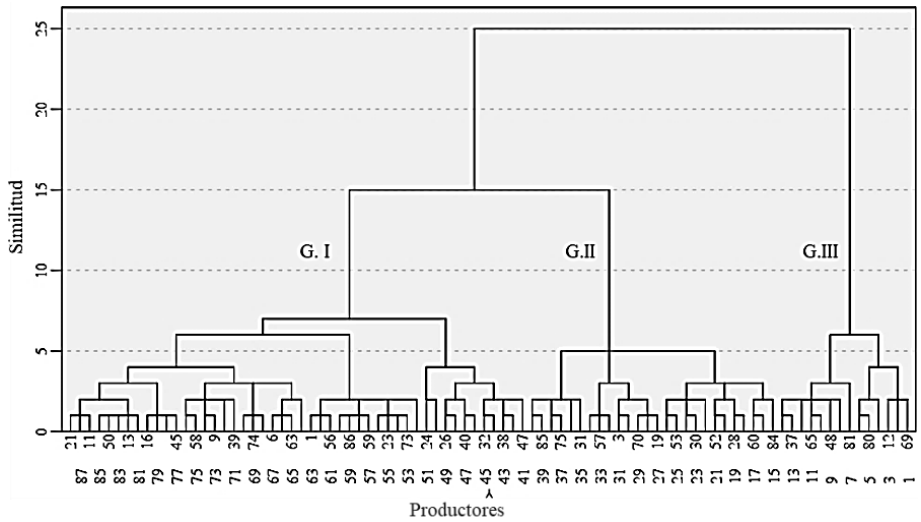



**Figura 2**. Dendograma de caprinocultores construido sobre la base de parámetros técnicos y económicos.

### Análisis discriminante canónico

La prueba de Lambda de Wilks indicó que las 11 variables contempladas en el análisis clúster fueron significativas ($p < 0.05$), lo cual indica que tienen la capacidad de agrupar a los productores. Por otro lado, se obtuvo que las variables analizadas son homocedasticas, lo cual se comprobó con el valor de la prueba de M de Box ($p < 0.05$).

Sin embargo, al utilizar el método de inclusión por pasos se obtuvo que las variables que realmente discriminaron la agrupación de los productores fueron seis (Cuadro 11).

**Cuadro 11.** Coeficientes estandarizados de las funciones discriminantes canónicas de las variables significativas.

| Variables | Función | |
|---|---|---|
| | 1 | 2 |
| Edad | 0.199 | 0.790 |
| Experiencia | -0.127 | 1.119 |
| Tamaño del hato | 0.453 | -0.178 |
| INAI ordeño | 0.637 | -0.324 |
| INAI genética | 0.457 | 0.692 |
| INAI infraestructura | 0.403 | -0.295 |
| Varianza aportada (%) | 58.7 | 41.3 |
| Varianza acumulada (%) | 58.7 | 100 |

La clasificación realizada con las dos funciones discriminantes canónicas (Figura 3) coincide en un 98.9% con la formación de clúster. El restante 1.1% se encuentra dado por un productor que esta entre el grupo I y II.

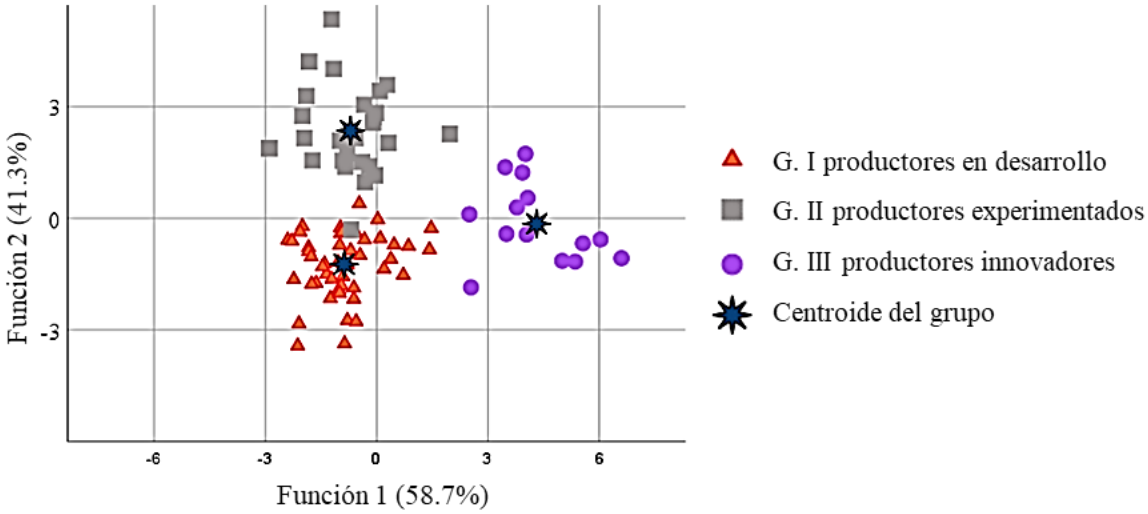



**Figura 3**. Agrupamiento de productores caprinos mediante análisis discriminante.

## Diferencias entre grupos

Al comparar los grupos conformados se encontró que los grupos I y III presentaron diferencias significativas con el grupo II en cuanto a edad, escolaridad y experiencia. Por otro lado, los grupos I y II no mostraron diferencias significativas en las variables restantes; mientras que el grupo III se diferenció por obtener los mejores índices de adopción de innovaciones, lo cual también se refleja mayores ingresos, aunque habría que considerar que son los de mayor tamaño del hato (Cuadro 12). En este mismo sentido Salas-González *et al*. (2013) mencionan que la adopción de tecnologías constituye un factor importante en la rentabilidad y producción de las empresas ganaderas.

Cada uno de los grupos se puede definir de acuerdo con sus características. El grupo I, cuenta con más del 54% de los productores y pueden clasificarse como "productores en desarrollo", a pesar de ser los de menor experiencia en la actividad son capaces de competir en los niveles de innovación y los costos e ingresos con el grupo II, que les duplican la experiencia en el desarrollo de la actividad.

**Cuadro 12.** Diferencia de medias entre grupos

| Variable | Grupo 1 (n=48) | Grupo 2 (n=26) | Grupo 3 (n=14) |
|---|---|---|---|
| Edad | 44.60[a] | 63.38[b] | 49.36[a] |
| Experiencia | 15.35[a] | 32.62[b] | 18.79[a] |
| Escolaridad | 7.63[a] | 4.96[b] | 8.29[a] |
| Tamaño del hato | 72.89[a] | 74.88[a] | 118.50[b] |
| INAI Ordeña | 22.61[a] | 20.32[a] | 48.97[b] |
| INAI Genética | 23.95[a] | 31.73[a] | 50.00[b] |
| INAI Sanidad | 55.83[a] | 55.38[a] | 68.57[b] |
| INAI Infraestructura | 41.09[a] | 37.41[a] | 77.27[b] |
| INAI Equipo | 42.08[a] | 34.61[a] | 65.71[b] |
| Ingresos anuales ($) | 138,195.41[a] | 148,082.30[a] | 266,708.92[b] |
| Costos anuales ($) | 75,534.08[a] | 75,476.05[a] | 166,976.37[b] |

a b Medias con diferentes literales por fila, indican diferencias estadísticamente significativas según prueba de Scheffé ($p < 0.05$).

El grupo II, se puede clasificar como "productores experimentados". A pesar de contar con mayor experiencia en el desarrollo de la actividad, no son capaces de adoptar algunas innovaciones tecnológicas ya sea por su avanzada edad, o debido a una baja escolaridad que les impide comprender del todo la aplicación de una nueva tecnología. O por los altos costos que podrían generar al utilizarlas. Para ambos grupos el sistema de alimentación es el pastoreo con suplementación estacional (invierno).

Finalmente, el grupo III se puede clasificar como "productores innovadores" se distinguen principalmente por tener el mayor índice de innovación dentro de la actividad caprina en la zona de estudio, esto podría a explicarse debido a un mayor nivel académico, lo cual les permite poder comprender de mejor manera el uso de las nuevas tecnologías, además de una mayor escala de producción (tamaño del hato). Respecto al nivel de innovación, Diederen *et al*. (2003), hacen referencia al comportamiento que tienen los agricultores frente de los procesos de innovación, encontrando que los productores innovadores y los primeros adoptantes se diferencian de los rezagados en lo que respecta al tamaño de las explotaciones, su posicionamiento en el mercado, solvencia económica y la edad del productor. No obstante, estas características, a excepción de la edad, no son diferentes entre los innovadores y los primeros adoptantes. Por otro lado, la necesidad de poder atender a un mayor número de animales en pequeños espacios ha provocado que estos productores tengan que suplementar de una mejor manera a sus animales, lo cual se ve reflejado en una mayor cantidad de leche comercializada y por lo tanto mayores ingresos y costos.

## CONCLUSIONES

Los resultados sugieren que el tamaño del hato es un factor determinante en el grado de adopción de las innovaciones conjugado con el grado de escolaridad; caso contrario a lo que se concluye en otras investigaciones, la experiencia en la actividad no es un factor que mejore los niveles de adopción de nuevas tecnologías. Por otra parte, este análisis permite identificar que dentro de los beneficiarios del PROGAN existen tres grupos, con características y necesidades específicas las cuales pueden ser una guía para que se mejore el diseño del programa, y así otorgar apoyos diferenciados, no solo económicos, que permitan elevar el nivel tecnológico por parte de los caprinocultores y reducir la brecha tecnológica entre ellos. Ya que el nivel de adopción de tecnología en la región de estudio es bajo, convirtiéndose en un factor limitante para el desarrollo de la actividad a nivel comercial. Para lograr estos cambios se deberían considerar los atributos de los productores. En este sentido, la edad, escolaridad y la experiencia se convierten en variables de interés al momento de establecer programas de trabajo diferenciados.

Por ejemplo, para lograr la transición de productores del grupo I y II, hacia el III, habría que desarrollar talleres que ayuden a mejorar el nivel adopción de innovaciones a través de actividades de bajo costo y alto impacto como son las buenas prácticas de ordeño, suplementación, manejo sanitario, entre otras. En contraste, para impulsar o al menos mantener a los productores del grupo III, sería conveniente reforzar las prácticas de mejoramiento genético, sin descuidar las innovaciones adoptadas hasta el momento. La metodología utilizada para la definición de los grupos se recomienda debido a que se formaron lo más homogéneos posibles; además, porque se obtuvieron mejores resultados al corroborar el agrupamiento. La aplicación de este método puede ocuparse para la distribuir los de recursos de manera más equitativa de cualquier programa de apoyo para el campo.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los caprinocultores participantes de la Comarca Lagunera, por las facilidades otorgadas para el uso y manejo de la información generada en esta investigación.

## LITERATURA CITADA

Aguilar G. N., A. J. Aguilar, C. H. Santoyo, R. M. Muñoz y G. E. Martínez. 2014. Clasificación de productores a través de clúster jerárquicos. *In*: M. R. García Mateos, J. Martínez Solís, & N. Magaña Lira (Eds.), II Congreso Internacional y XVI Congreso Nacional de Ciencias Agronómicas. Chapingo, México. pp.102-103.

Devendra, C. 2007. Small ruminants in Asia ; Contribution to food security, poverty alleviation and opportunities for productivity enhancement. International Workshop on Small Ruminant Production and Development in South East Asia. pp. 19-34.

Diederen, P., H. Meijl, A. Wolters and K. Bijak. 2003. Innovation adoption in agriculture: Innovators, early adopters and laggards. Cahiers d'économie et Sociologie Rurales 67(67): 30-50.

Escareño-Sánchez, L. M., M. Wurzinger, F. Pastor-López, H. Salinas, J. Sölkner y L. Iñiguez. 2011. La cabra y los sistemas de producción caprina de los pequeños productores de la comarca

lagunera, en el norte de México. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, XVII(Edición especial), 235-246. doi: https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.10.087

Farhad-Vahidi, S. M., A. Reza-Tarang, A. N. Naqvi, M. Falahati-Anbaran, P. Boettcher, S. Joost and P. Ajmone-Marsan 2014. Investigation of the genetic diversity of domestic Capra hircus breeds reared within an early goat domestication area in Iran. Genetics, Selection, Evolution 46(1): 27. doi: https://doi.org/10.1186/1297-9686-46-27.

Muñoz, M., J. Aguilar, R. Rendón y J. Altamirano. 2007. Análisis de la dinámica de innovación en cadenas agroalimentarias. In U. A. Chapingo (Ed.), CIESTAAM - Universidad Autónoma Chapingo. doi: https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Pérez, C. 2004. Técnicas de análisis multivariante de datos. Aplicaciones con SPSS (S. A. Perason Educación, Ed.). Madriz.

Salas-González, J. M., J. A. Leos-Rodríguez, L. M. Sagarnaga-Villegas y M. J. Zavala-Pineda. 2013. Adopción de tecnologías por productores beneficiarios del programa de estímulos a la productividad ganadera ( PROGAN ) en México. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 4(2): 243-254.

Salinas-González, H., E. D. Valle-Moysen, M. A. de Santiago-Miramontes, F. G. Veliz-Deras, J. A. Maldonado-Jáquez, L. I.Vélez-Monroy y U. Figueroa-Viramontes. 2016. Análisis descriptivo de unidades caprinas en el suroeste de la región lagunera, Coahuila, México. Interciencia 41(11): 763-768.

Salinas-González, H., F. G. Echavarría, M. J. Flores-Najera, M. A. Flores-Ortiz, R. Gutiérrez, A. Rumayor y F. Pastor. 2011. Evaluación participativa de tecnologías en caprinos en el semiárido del norte centro de México. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente XVII(Especial), 225-234. https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.11.106

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2018. Producción y precio de la carne y leche de cabra en México 2016. Retrieved July 30, 2018, from http://infosiap.siap.gob.mx/anpecuario_siapx_gobmx/indexnal.jsp

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CARACTERIZACIÓN DE UNIDADES CAPRINAS SEGÚN SU INGRESO EN LA MIXTECA POBLANA

# [CHARACTERIZATION OF GOAT UNITS ACCORDING TO THEIR INCOME IN THE MIXTECA REGION OF PUEBLA]

**Reyna Azucena Luna-Olea[1§], José Miguel Omaña-Silvestre[2], Miguel Ángel Martínez-Damián[2], Sergio Pérez-Elizalde[2], S. R. Márquez-Berber[3], Irving César Farrera-Vázquez[4]**

[1]Estudiante de Doctorado, Economía, Colegio de Postgraduados. [2]Profesor Investigador, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. [3]Profesor Investigador, Universidad Autónoma Chapingo. [4]Estudiante de Doctorado, Universidad Autónoma Chapingo, CIESTAAM. [§]Autor para correspondencia: (luna.reyna@colpos.mx).

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo es describir las características productivas, sociales y económicas de las unidades de producción caprina, partiendo de un agrupamiento según el ingreso anual por venta de producto, para observar la existencia de diferencias significativas entre los grupos que orienten a mejorar la remuneración de la caprinocultura. Se esperaba que el número de vientres, volumen y precios de venta mostraran un comportamiento directo con el ingreso de los caprinocultores de la región, además de otras características como la adopción de innovaciones, la experiencia, la asociatividad, la importancia de la actividad como fuente de ingreso y empleo, y la participación en otros mercados fuera de la plaza más cercana y su propia unidad, fueran distintivos de los grupos formados. Efectivamente, el grupo con mayor ingreso presento mayores niveles de venta, precios, experiencia e índices de adopción de innovaciones, sin embargo, dichos índices están por abajo del 67% siendo un área de mejora potencial. En cuanto a características sociales, lo grupos mostraron similitudes, pues comparten en mayor proporción el no estar asociado, producir bajo pastoreo y la gran importancia de la actividad como fuente de ingreso y empleo. Aunque ambos grupos presentaron ingreso anual bajos, existen oportunidades de mejora, algunas de bajo costo como la adopción de prácticas de manejo del hato e infraestructura. Por otro lado, algunas áreas requieren inversión como lo es la adopción de innovaciones sanitarias, mejorar genética y búsqueda de mercados con mejores precios, sin embargo, la asociación entre productores puede reducir el gasto y su riesgo, y finalmente verse reflejado en mejor ingreso para los caprinocultores.

**Palabras clave:** Asociatividad, innovación, mercado, producción.

## ABSTRACT

The objective of this paper is to describe the productive, social and economic characteristics of the goat production units, starting from their grouping according to the annual income from the product sale, to observe the existence of significant differences between the groups, which guide us to improve the remuneration of the activity. It was expected that the number of breeders, the volume and the sale prices showed a direct behavior with the income of the goat producers of the region, as well as other characteristics such as the adoption of innovations, experience, associativity, the importance of the activity as a source of income and employment, and participation in other

markets outside the nearest plaza and its own unit, were distinctive of the groups formed. Effectively, the group with the highest income presented higher levels of sales, prices, experience and innovation adoption indices, however, these indices are below 67% being an area of potential improvement. Regarding social characteristics, the groups showed similarities in not being associated, in producing under grazing and in the great importance of the activity as a source of income and employment. Although both groups presented low annual income, there are areas for improvement, some of which are low cost, such as the adoption of livestock management innovations and infrastructure. On the other hand, some areas require investment such as the adoption of sanitary innovations, improve genetics and search for markets with better prices, however, the association between producers can reduce spending and risk, and finally be reflected in better income for the goat producers of the region.

**Index words:** Associativity, innovation, market, production.

## INTRODUCCIÓN

Según Aréchiga *et al*. (2008), los caprinos tiene grandes ventajas como su elevada eficiencia alimenticia y utilización de forrajes toscos lo que los hace excelentes controladores de malezas, además existe alta demanda de sus productos como la carne (birria, barbacoa y cabrito), leche y piel. La población caprina en México, del 2008 al 2017, ha variado entre los 8.7 a 9 millones de cabezas, y los principales estados productores en el 2018 fueron Zacatecas, Coahuila, San Luis Potosí y Puebla aportando el 12.08%, 10.03%, 9.90% y 9.61% de la producción nacional, respectivamente, según datos del SIAP (2019a, 2019b).

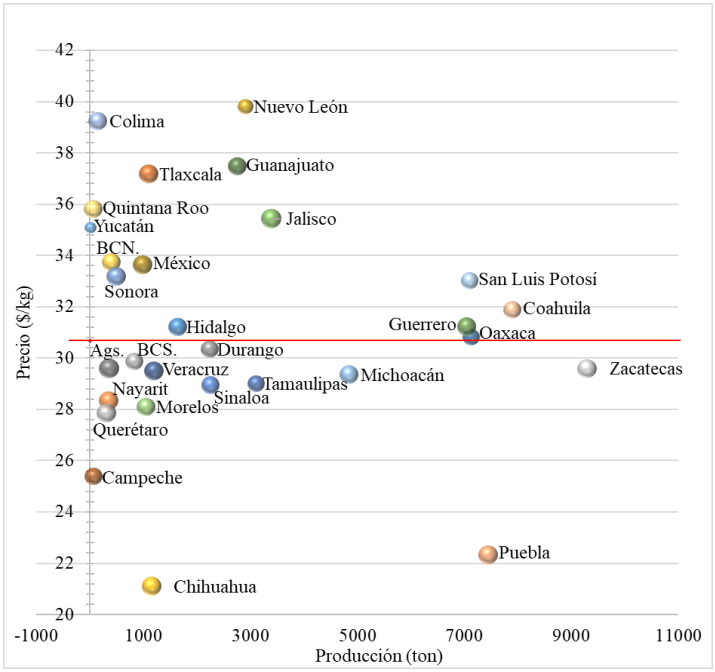



**Figura 1.** Producción caprina y precio en píe, 2018.

**Fuente:** Elaboración propia con datos del SIAP (2019a).

La SAGARPA y SDR Puebla (2011) afirma que esta actividad representa una cadena productiva prioritaria en los municipios de estudio, Huatlatlauca, Molcaxac, Santa Inés Ahuatempan, San Juan Ixcaquixtla, Tepexi de Rodríguez y Zacapala, estado de Puebla. Esta región es de alta marginación y presenta escasez de agua, de forma que la cabra es de gran importancia en el sector rural pues implica baja inversión y adaptación a condiciones climáticas extremas. Conjuntamente, la carne caprina está arraigada a la cultura gastronómica poblana, sobresaliendo platillos como la barbacoa, mole de caderas y chito. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos de diferentes instancias, el productor permanece en una situación vulnerable, pues su producción no le remunera apropiadamente, recibiendo precios incluso por debajo del costo productivo. La Figura tienen los precios estatales de ganado caprino en pie y marca con una línea roja el precio medio nacional, lo que deja observar que los precios no favorece a algunos estados, entre ellos Puebla que presento el precio estatal más bajo. Tratándose de un mercado en competencia perfecta, el precio se rige por la ley de la oferta y la demanda por lo que el productor necesita ver otras características de producción y comercialización que le permitan mejorar su ingreso. Es por ello que el objetivo de este trabajo es describir las características productivas, sociales y económicas de las unidades de producción caprina, partiendo de su agrupamiento según el ingreso anual por venta de caprino, para observar la existencia de diferencias significativas entre los grupos que nos orienten a mejorar la remuneración de la caprinocultura.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La región de estudio abarco seis municipios del estado de Puebla: Huatlatlauca, Molcaxac, Santa Inés Ahuatempan, San Juan Ixcaquixtla, Tepexi de Rodríguez y Zacapala. Se realizó una encuesta semiestructurada a caprinocultores, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico de cadena y accidental (Hernández-Sampieri *et al.,* 2006; Salkind Neil, 1999), en el periodo de junio a julio de 2013. La base de datos se conformó por aquellos que producían cabras para la obtención de carne y que ya comercializan su producto y se descartaron dos casos especiales que referían a unidades de producción estabuladas para su estudio por separado debido a su singularidad. Con lo que resulto información de 283 caprinocultores.

Las variables analizadas fueron: ingreso anual por venta de producto (IT), volumen de venta anual (Vv), lugar de venta (Lv), precio de venta promedio de sus productos (Pvp), porcentaje de sus productos con trato de venta (%Tv), porcentaje de la producción destinada a la venta (%v), años de experiencia del productor, aportación de la actividad al ingreso familiar (principal, secundaria, complementaria), número de vientres y número de sementales que componen la unidad de producción, número de nacidos por parto (Nacim), tres tipos de índices de adopción de innovaciones (INAI: sanidad, manejo e infraestructura-equipo), raza del semental, sistema de producción (pastoreo, semiestabulado), pertenencia a una asociación (si, no), tipo de tierra disponible para la actividad (TierraD), porcentaje de empleo tipo familiar(%EmpTF), tipo de producto caprino en venta (ganado menor a 1 año, ganado mayor o igual a 1 año, o ambos) y posición del precio promedio de venta (PP10g). Los INAI sanidad, manejo e infraestructura-equipo se conformaron como lo indican Muñoz *et al*. (2007), considerando 5, 15 y 5 prácticas de cambio, respectivamente. La PP10g resulta de comparar el precio promedio que recibe cada productor respecto al precio promedio global±10% (es un rango de precios), y se señala si se encuentra dentro,

por abajo, o por encima de este rango o bien si dependen del producto que vende (para los casos que venden más de un tipo de producto).

La información obtenida se analizó mediante el software SPSS. Se clasificó a los productores según su ingreso anual por ventas para lo cual se usó un agrupamiento jerárquico, clúster, con el método de Ward y distancia euclidiana. Posteriormente se aplicó la prueba de U de Mann-Whitney y Kruskal-Wallis según fuera el caso, para identificar diferencias entre los grupos (con significancia de 0.05), prueba de Chi-2 en el caso de variables nominales para mostrar independencia entre éstas y los grupos formados, y tablas y gráficos de frecuencias para describir el comportamiento de las variables en cada grupo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 2 se muestra el resultado del proceso de agrupamiento donde se optó por dos grupos a analizar. El grupo uno está conformado por 115 productores cuyo IT medio es de $24320.65/año; mientras que el segundo grupo es de 168 productores con IT medio de $4098.51/año.

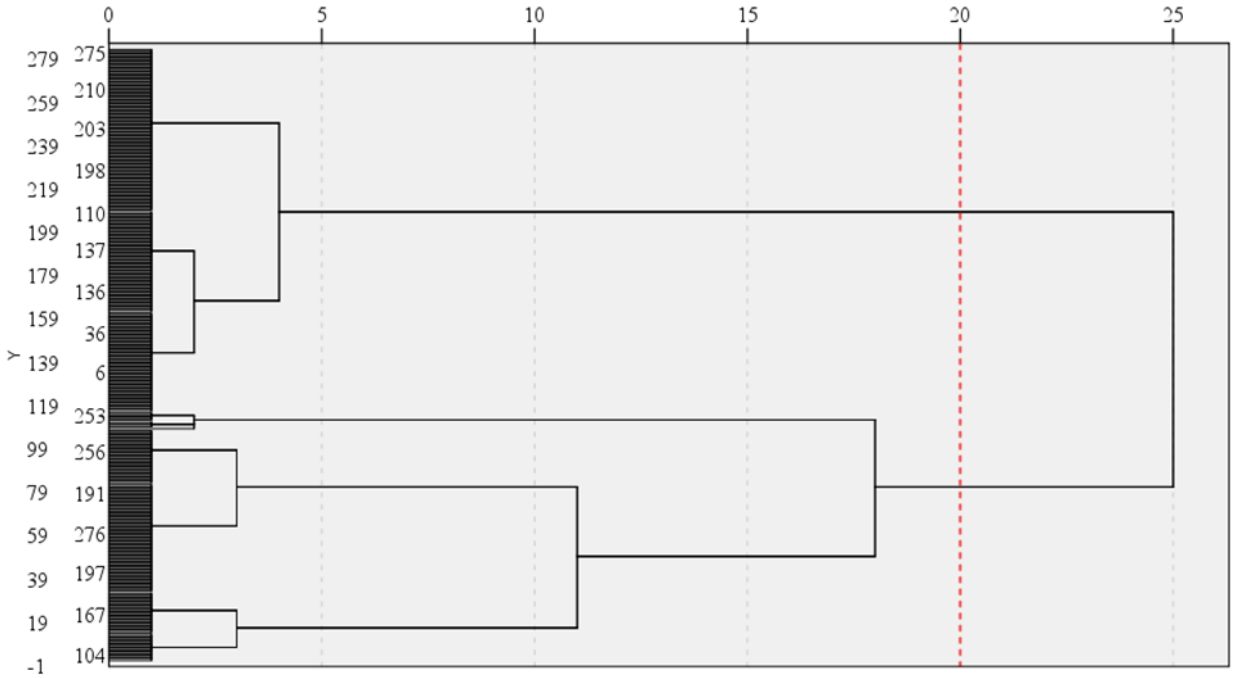



**Figura 2**. Clasificación de los caprinocultores según la variable ingreso.
**Fuente:** Elaboración propia.

En el Cuadro 1, se muestran con significancia menor a 0.05 las variables que presentaron diferencia entre los grupos, que son características referentes al tamaño y manejo de la unidad de producción, así como al volumen e ingresos por la comercialización. También, se observan tres variables que mostraron dependencia entre éstas y los grupos formados, posición del precio que reciben, el tipo de producto que venden y la raza del semental que le confiere características particulares a la producción. Por otro lado, los productores tienen características en común que

resalta la importancia de la caprinocultura como lo es su aportación al ingreso y empleo familiar, ya que para el 60.4% de los productores es la principal fuente de ingreso, y el 94.7% ocupa únicamente mano de obra familiar; el sistema de producción que sobresale es el de pastoreo (95.4%) pues este minimiza el gasto en alimento además de que el 86.9% puede aprovechar la tierra que tienen disponible concordando con Hernández *et al.* (2011) sobre la importancia de la propiedad en el sistema silvopastoril de la mixteca, mientras que el 11% tiene que rentar y el 2.1% ocupa tierras prestadas.

También comparten desventajas como que el 93.3% no posee ningún tipo de trato de comercialización lo que los deja con incertidumbre de las características bajo las cuales se llevaran a cabo las ventas, lo que se acentúa debido a que solamente el 4.2% comercializa fuera de sus unidades de producción y/o la plaza de Moralillo en Tepexi de Rodríguez, donde la mayoría de los caprinocultores vende su producto. El 90.8% no está asociado valor contrastante con lo reportado por Valerio *et al.* (2009) donde reporta 68% de caprinocultores asociados; no aprovechándose los beneficios como compras/ventas mancomunadas si trabajaran bajo un mismo objetivo y beneficios institucionales o gubernamentales como lo menciona Aréchiga *et al*. (2008). Y el 79.9% de los productores poseen pie de cría que únicamente tienen una cría por parto.

**Cuadro 1.** Diferencias entre grupos y dependencia entre variables-grupos.

| Variable comparada entre grupos | [abc]Sig. asintótica | Variable comparada entre grupos | [abc]Sig. asintótica |
|---|---|---|---|
| IT | [a] 0.000 | Importancia en común | |
| Vv | [a] 0.000 | %EmpTF | [b] 0.108 |
| No. Vientres | [a] 0.000 | Aportación al ingreso | [b] 0.702 |
| No. Semental | [a] 0.000 | Sistema de producción | [c] 0.870 |
| Pvp | [a] 0.000 | TierraD | [c] 0.351 |
| Experiencia | [a] 0.000 | %v | [b] 0.781 |
| INAI manejo | [b] 0.002 | Desventajas en común | |
| INAI sanidad | [b] 0.011 | %Tv | [b] 0.241 |
| INAI infra-equipo | [b] 0.033 | Lv | [c] 0.115 |
| PP10g | [c] 0.000 | Asociado | [c] 0.308 |
| Raza del semental | [c] 0.001 | Nacim | [a] 0.327 |
| Producto | [c] 0.002 | | |

[a] Prueba de Kruskal Wallis. [b] Prueba U de Mann-Whitney, [c] Prueba de independencia Chi-2.

Con el uso de frecuencias podemos observar con más detalle las variables que presentaron diferencias o dependencia con los grupos. En la Figura 3a se observa que en ambos grupos sobresale la venta de ganado mayor, aunque sobresale el grupo dos. Mientras que el grupo 1 el 39.9% diversifica vendiendo ambos productos. Y en ambos grupos menos del 9% orienta su producción a ganado menor. Como se esperaba y se puede observar en la Figura 3b el grupo de ingresos más bajos (dos) tiene un mayor porcentaje de productores que reciben un precio por abajo del rango promedio, esto puede deberse a varios factores, ya que el precio está directamente relacionado con el tipo de producto que venden, quien vende ganado mayor tiene mejores posibilidades de negociar antes de que el ganado pase de 2 años de edad, después de ello el precio

cae por las características organolépticas que pierde la carne, ya que de acuerdo al comprador (barbacoyeros de la región) y comprobado por Jiménez-Badillo *et al.* (2013), la suavidad de la carne es menor en ganado de mayor edad; además, el precio cae con el aumento de la oferta y es precisamente el ganado mayor el principal producto vendido.

El precio también varía según la apariencia y tamaño del ganado, siendo la raza del semental (Figura 3c) un factor importante en dichas características; la raza Boer es conocida por su mayor rendimiento en carne, la Nubia en leche que en la región es crucial para que sobrevivan las crías, y el criollo destaca por mejor adaptabilidad a la región, la retrocruza no necesariamente tiene efecto negativo pues puede ser resultado de combinar estas razas para equilibrar los rendimiento del ganado pero en la mayoría de los casos implicaba consanguinidad ya que conservan algún descendiente para reemplazar al semental padre lo que es contraproducente. En contraste, la mayor parte del grupo uno recibe un precio ya sea por arriba del promedio o bien depende del producto e incursiona en mayor porcentaje en otras razas.

Para uso meramente descriptivo, en el Cuadro 2 se observan las medias grupales de las variables que mostraron diferencias de rangos entre los grupos, y que principalmente son características del tamaño de producción como se mencionó antes. La experiencia media general es de 17.7 años valor intermedio con lo reportado por Chacón-Villalobos y Mora-Valverde (2017) y Salinas-González *et al*. (2016), 8 y 26.7 años respectivamente. Siendo el grupo uno el que presenta mayor experiencia y tamaño, así como índice de adopción de innovaciones, aunque estos últimos difieren ligeramente entre los grupos de forma que más allá de indicar diferencias es de suma importancia ver que es un área de mejora potencial ya son niveles muy bajos al tratarse de prácticas indispensable para la actividad y continúan rezagadas pues Hernández *et al.* (2011) reporta esta situación deficiente años atrás.

**Cuadro 2.** Medias grupales de variables que resultaron significativas en el Cuadro 1.

| Variable | Media grupal | | Media general |
|---|---|---|---|
| | 1 (n=115) | 2 (n=168) | |
| IT | 24320.65 | 4098.51 | 12315.99 |
| Vv | 26.93 | 5.73 | 14.35 |
| No. Vientres | 42.41 | 18.02 | 27.93 |
| No. Semental | 2.13 | 1.46 | 1.73 |
| Pvp | 945.2565 | 764.0377 | 837.6779 |
| Experiencia | 22.2609 | 14.6994 | 17.7721 |
| INAI manejo | 18.0870 | 14.7619 | 16.1131 |
| INAI sanidad | 55.1304 | 50.1190 | 52.1555 |
| INAI infra-equipo | 66.6087 | 61.6667 | 63.6749 |

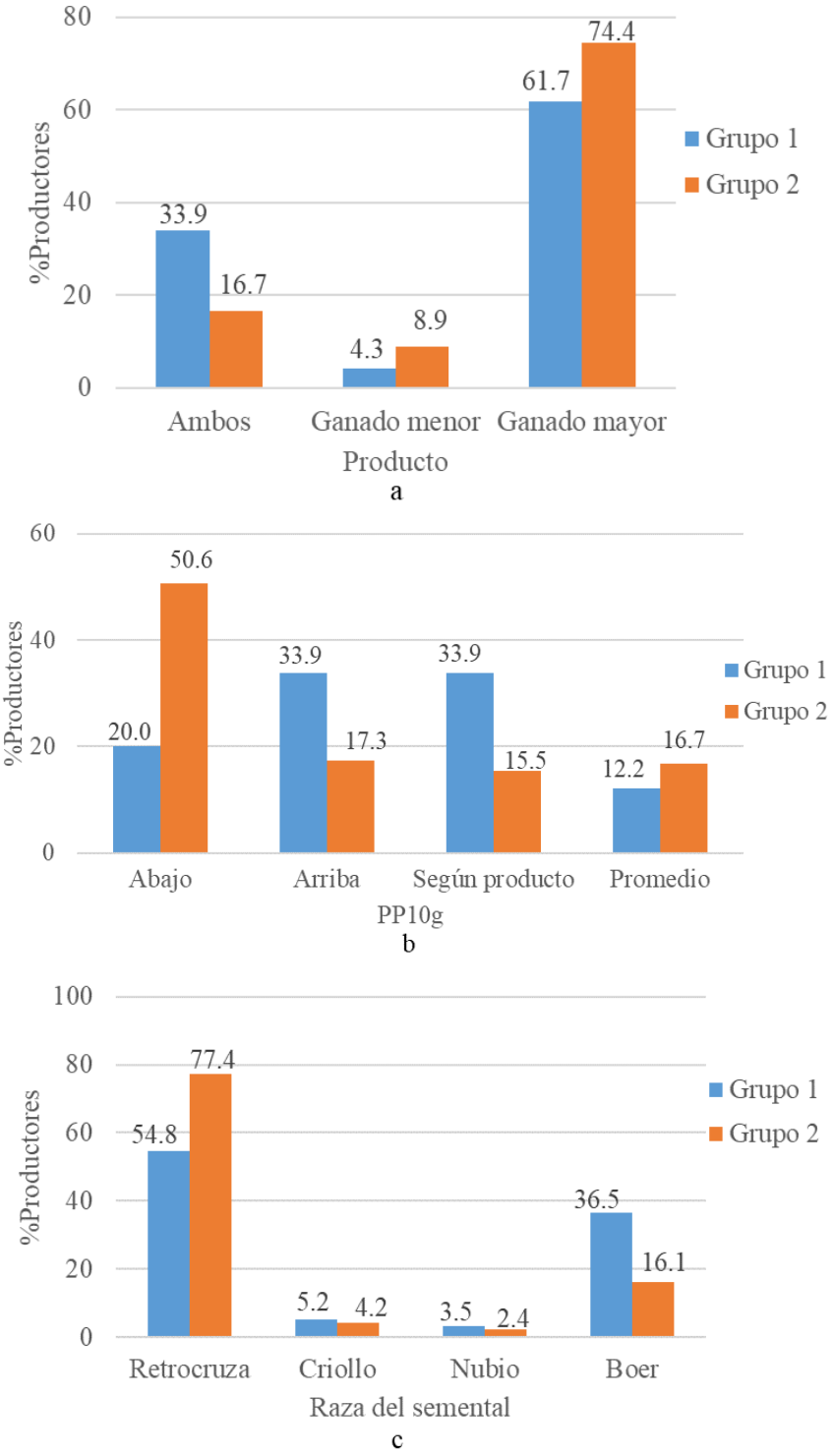



**Figura 4.** Comportamiento de las variables que mostraron dependencia con los grupos.
**Fuente.** Elaboración propia.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## CONCLUSIONES

A pesar que los dos grupos de caprinocultores tienen ingreso anual bajo por la venta de ganado en pie para obtención de carne, existen diferencias estadísticamente significativas entre ellos y áreas de mejora, algunas de bajo costo como la adopción de prácticas de manejo del hato e incluso de infraestructura ya que pueden utilizar materiales de la región para los corrales, a las que tienen acceso a bajo costo. Otras áreas requieren un desembolso monetario de los productores, como lo es la adopción de innovaciones sanitarias, sin embargo, no solo implica gastos en insumos y servicio veterinario, sino que garantiza la sanidad del ganado, mayor rendimiento de producción y seguridad para el consumidor, además de cumplir los reglamentos y normas sanitarias que les facilitara la comercialización hacia otras regiones, lo que finalmente se reflejara en mayor ingreso. De la misma forma la raza del semental es un punto de atención, pues si bien pueden mejorar rendimiento también es necesario asegurar su adaptabilidad y evitar la consanguinidad. Y aunque las experiencias asociativas de productores los tienen renuentes a agruparse es una forma de poder crecer reduciendo el riesgo, costos e inversión, si los integrantes trabajan con un objetivo afín.

Por el lado de la comercialización, la mayor parte de la producción es vendida lo que hace la diferencia en el ingreso es el volumen de venta lo cual requiere de capitalización en vientres para aumentarlo, lo que puede ser gradual a reserva del productor, lo que es de vital importancia es la búsqueda de mejores precios para lo cual es necesario atender los criterios de nuevos mercados y calidad del ganado.

## LITERATURA CITADA

Aréchiga, C. F., J. I. Aguilera, R. M. Rincón, S. Méndez de Lara, V. R. Bañuelos y C. A. Meza-Herrera. 2008. Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. Tropical and Subtropical Agroecosystems 9: 1-14.

Chacón-Villalobos, A. y D. Mora-Valverde. 2017. Caracterización sectorial de la caprinocultura en Costa Rica. Nutrición Animal Tropical 11: 23-60.

Hernández, J. E., F. J. Franco, O. A. Villarreal, J. C. Camacho y R. M. Pedraza. 2011. Caracterización socieconómica y productiva de unidades caprinas familiares en la mixteca poblana. Archivos de Zootecnia 60: 175-182.

Hernández-Sampieri, R., C. Fernández-Collado y P. Baptista-Lucio. 2006. Metodología de la investigación (4a ed.). McGraw-Hill. México.

Jiménez-Badillo, M. del R., D. Braña-Varela, J. A. Partida de la Peña y S. Soto-Simental. 2013. Evaluación de la calidad en la canal caprina. (D. Braña Varela, Ed.). INIFAP. México.

Muñoz, R. M., J. A. Aguilar, R. M. Rendón y J. R. C. Altamirano. 2007. Análisis de la dinámica de innovación en cadenas agroalimentarias. Universidad Autónoma Chapingo-CIESTAAM/PIIAI. México.

SAGARPA & SDR Puebla. 2011. Caracterización de la cadena productiva caprinos. Puebla.

Salinas-González, H., E. D. Valle-Moysen, M. A. de Santiago-Miramontes, F. G. Veliz-Deras, J. A. Maldonado-Jáquez, L. I. Vélez-Monroy y U. Figueroa-Viramontes. 2016. Análisis descriptivo de unidades caprinas en el suroeste de la región lagunera, Coahuila, México. Interciencia 41: 763-768.

Salkind Neil, J. 1999. Métodos de investigación (3a ed.). Pentrice Hall. México.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2019a. Cierre de producción caprina 2018. Recuperado el 2 de julio de 2019, de https://nube.siap.gob.mx/cierre_pecuario

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2019b. Población ganadera caprina. Recuperado el 2 de julio de 2019, de https://www.gob.mx/siap/documentos/poblacion-ganadera

Valerio, D., A. García, J. Perea, R. Acero y G. Gómez. 2009. Caracterización social y comercial de los sistemas ovinos y caprinos de la región noroeste de República Dominicana. Interciencia 34: 637-644.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# INNOVACIÓN TECNOLÓGICA E INDICADORES TÉCNICOS Y ECONÓMICOS DE PRODUCTORES DE LECHE EN GUANAJUATO

## [TECHNOLOGICAL INNOVATION AND TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS OF MILK PRODUCERS IN GUANAJUATO]

**Tomas Arturo González Orozco[§], America Alejandra Luna Estrada**

INIFAP, Campo Experimental Bajío, [§]Autor para correspondencia: (gonzalez.arturo@inifap.gob.mx).

## RESUMEN

El objetivo del trabajo fue analizar la información de las actividades tecnológicas implementadas en 12 Grupos Ganaderos de Validación y Transferencia de Tecnología (GGAVATT) del estado de Guanajuato, y evaluar indicadores productivos y económicos en sistemas familiares de producción de leche de vaca, que recibieron asistencia técnica (AT) en el periodo de mayo a diciembre de 2018. Se compiló información de los diagnósticos iniciales, programas de trabajo y formatos de seguimiento (técnicos y económicos); con ello, se elaboró una base de datos y se creó la variable diferencial tecnológico (DT) para medir el grado de avance tecnológico de los grupos en las diferentes disciplinas evaluadas; además, se calcularon indicadores productivos, reproductivos y económicos. Los resultados señalaron un incremento en el uso de la mayoría de las tecnologías; no obstante, por su importante participación para reducir costos de producción destacaron las siguientes: uso de alternativas forrajeras (avena, ebo y ryegrass), uso de ensilado de maíz y la suplementación con minerales, variables con DT de 16.05, 14.33 y 11.11%, respectivamente. Paralelamente, se observó un DT de -7.85% en el uso de alfalfa y la organización en grupo para la compra de insumos, con 19.5%. En cuanto a indicadores productivos y reproductivos, en promedio se tuvieron 82.55% de hembras en ordeño, un periodo abierto de 125 días, 1.67% de abortos y un porcentaje de hembras de reemplazo de 42.3. La relación beneficio costo promedio de 11 GGAVATT fue de 59%. Con base en lo anterior, se concluye que la reducción en los costos de alimentación, el desarrollo y la venta de toretes de media ceba, vaquillas de reemplazo, hembras de desecho y de queso, además de la compra de insumos en grupo, favorecieron una elevada relación beneficio costo.

**Palabras clave:** Organización, pecuario, producción, tecnología.

## ABSTRACT

The objective of the work was to analyze the information of the technological activities implemented in 12 Livestock Validation and Technology Transfer Groups (GGAVATT) in Guanajuato state, and to evaluate productive and economic indicators in familiar cow's milk production systems, which received technical assistance (TA) in the period from May to December 2018. Information was compiled from the initial diagnoses, work programs and follow-up formats (technical and economic); with this, a database was created and the technological differential variable (DT) was created to measure the degree of technological advance of the groups in the

different disciplines evaluated; in addition, productive, reproductive and economic indicators were calculated. The results indicated an increase in the use of most of the technologies; however, due to their important participation to reduce production costs, the following stand out: use of forage alternatives (oats, ebo and ryegrass), use of corn silage and supplementation with minerals, variables with TD of 16.05, 14.33 and 11.11%, respectively. At the same time, a TD of -7.85% was observed in the use of alfalfa and the organization in group for the purchase of inputs, with 36.8%. As for productive and reproductive indicators, on average there were 82.55% of females in milking, an open period of 125 days, 1.67% of abortions and a percentage of replacement females of 42.3. The average cost-benefit ratio of 11 GGAVATT was 59%. Based on the above, it is concluded that the reduction in feeding costs, the growth and sale of half-fat bulls, replacement heifers, scrap females and cheese, in addition to the purchase of group supplies favored high cost benefit ratio.

**Index words:** Organization, livestock, production, technology.

## INTRODUCCIÓN

A partir del año 2000 el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SDAyR) del estado de Guanajuato, han sumado esfuerzos para impulsar la ganadería de leche de vaca en el sistema familiar. Lo anterior, ha sido posible por la formación de Grupos Ganaderos de Validación y Transferencia de Tecnología (GGAVATT) en el estado. Durante 19 años el uso de la metodología GGAVATT ha fomentado la implementación de tecnologías en las unidades de producción (UP), el trabajo en equipo y la capacitación continua de los productores; además, han generado indicadores productivos, reproductivos y económicos, así como el conocimiento del potencial productivo de los hatos lecheros. El objetivo del presente estudio es mostrar el impacto técnico por el uso de tecnología, así como el comportamiento de algunos indicadores productivos, reproductivos y económicos en las UP de lechería familiar de Guanajuato que trabajaron bajo el esquema del modelo GGAVATT.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se efectuó en el estado de Guanajuato y se utilizó información generada en 12 GGAVATT productores de leche de vaca en el sistema familiar (360 ganaderos), que recibieron asistencia técnica (AT) de Prestadores de Servicios Profesionales (PSP) o extensionistas, en el periodo de mayo a diciembre de 2018; los grupos se distribuyeron en los municipios de Abasolo, Dolores Hidalgo, León, Villagrán, Juventino Rosas, Romita, Tarimoro, Villagrán y Valle de Santiago. La Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SDAyR) del estado de Guanajuato y la SAGARPA, financiaron el servicio de AT a través del Programa Apoyo a Pequeños Productores (en el componente de Extensionismo) y el INIFAP realizó el seguimiento y evaluación de los GGAVATT. Durante el servicio de AT las siguientes acciones permitieron recopilar la información básica para el seguimiento y evaluación de los grupos cooperantes, así como del trabajo realizado por los extensionistas: i) evaluación del trabajo en equipo de los PSP y ganaderos (elaboración de diagnósticos iniciales (DI), mediante entrevistas a cada productor en las UP; ii) elaboración, por parte de los PSP, de los programas de trabajo (PT) de cada grupo, basados en los DI para plantear

las acciones, metas e indicadores que pretendían lograr; y iii) seguimiento mensual de las actividades tecnológicas implementadas en las UP (recopilación y captura mensual de información técnica y económica generada en las UP, como el pesaje de animales y leche, fechas de parto o destete, animales enfermos, ingresos y egresos mensuales, entre otros datos. La información del seguimiento técnico e indicadores productivos de los 12 grupos fue capturada en una base de datos del programa Excel (Office Microsoft®) y se calcularon las frecuencias, promedios y porcentajes.

En el cálculo de indicadores económicos (ingresos, egresos, utilidad y la relación beneficio costo), también se elaboró una base de datos y se utilizó la metodología para empresas familiares bovinas propuesta por Espinosa *et al*. (2005). Finalmente, para estimar el porcentaje de uso de cada tecnología en las UP, se creó la variable diferencial tecnológico (DT), aplicando la siguiente fórmula: DT = SF - SI; en donde el mes de mayo fue la situación tecnológica inicial (SI) y diciembre la situación tecnológica final (SF) y el valor obtenido se expresó en porcentaje.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mayoría de las UP se ubicaron en los municipios del sur de Guanajuato, donde la producción de leche se efectuó en confinamiento, en los hatos las razas que predominaron fueron la Holstein y Jersey. Las tecnológicas o actividades tecnológicas que los ganaderos consideraron imprescindibles para mejorar la producción e implementaron en las UP fueron el uso de la inseminación artificial (I. A.), elaboración y uso de ensilado de maíz, siembra y uso de forrajes diferentes a la alfalfa, uso de echaderos, manejo sanitario de la ordeña, programa de medicina preventiva para enfermedades de importancia sanitaria en el estado (brucelosis, tuberculosis y leptospirosis, entre otras) y el manejo de excretas generadas en los establos. En el siguiente cuadro se muestran las actividades tecnológicas que se efectuaron en los GGAVATT, su grado de avance o diferencial tecnológico durante el periodo evaluado.

En el Cuadro 1 se observa que, en cuestión de nutrición y alimentación de los animales, las prácticas de mayor interés fueron el uso de forrajes alternos (avena, ebo y ryegrass), ensilado de maíz y la suplementación con minerales, que presentaron un DT de 16.1, 14.3 y 11.1%, respectivamente. El uso de la alfalfa mostró una reducción, con DT de -7.85%, quizá debido a que mantiene un mayor precio en comparación con otros forrajes. De lo anterior, debe tomarse en cuenta el incremento del uso de alternativas forrajeras y ensilado de maíz en la alimentación del ganado, e incluso de esquilmos o subproductos agroindustriales, que tuvo un modesto DT de 2.5%.

Por otro lado, la salud de los animales fue un área relevante para los ganaderos (después de la alimentación) y las actividades con mayor avance fueron la bacterinización contra clostridios, desparasitación interna, vacunación contra leptospirosis, con DT de 25.6, 22.4 y 18.9%, respectivamente. Asimismo, las pruebas diagnósticas para brucelosis y tuberculosis, y vacunación contra brucelosis presentaron valores de 11.8, 6.7 y 7.8%. El DT para el diagnóstico de mastitis y uso de selladores fue de 12.6 y 1.6%, respectivamente; mientras que el uso de jeringuillas con antibiótico de amplio espectro para el secado de la ubre fue de 2.8%. Lo anterior concuerda con los resultados de Luna y González (2017), quienes mostraron que productores de lechería familiar privilegiaron innovaciones tecnológicas en las áreas de alimentación y la conservación de forrajes

en sus UP, sin dejar a un lado la salud de los animales que se mantuvo en segundo término. De igual forma, Cuevas *et al*. (2013) encontraron que las tecnologías de mayor uso en ganaderías lecheras de doble propósito fueron la conservación de forraje y en segundo lugar aquellas relacionadas con la salud de los hatos.

**Cuadro 1.** Situación tecnológica inicial y final, y diferencial tecnológico de las actividades realizadas en GGAVATT productores de leche de vaca en Guanajuato. Mayo a diciembre de 2018.

| Actividades tecnológicas | Situación tecnológica inicial (%) | Situación tecnológica final (%) | Diferencial tecnológico (%) |
|---|---|---|---|
| Uso de ensilado de maíz | 49.08 | 63.4 | 14.3 |
| Suplementación con minerales | 68.73 | 79.8 | 11.1 |
| Uso de alfalfa | 91.52 | 83.7 | -7.9 |
| Uso de alternativas forrajeras (avena, ebo y rye grass) | 31.36 | 47.4 | 16.1 |
| Uso de granos y/o concentrados comerciales | 96.11 | 95.7 | -0.4 |
| Uso de esquilmos o subproductos agroindustriales | 74.17 | 76.7 | 2.5 |
| Evaluación reproductiva de la hembra en el posparto | 56.7 | 66.3 | 9.6 |
| Diagnóstico de gestación | 60.52 | 56.0 | -4.5 |
| Inseminación artificial (I.A.) | 68.89 | 69.4 | 0.5 |
| Uso de semen sexado | 4.89 | 8.1 | 3.2 |
| Análisis coproparasitoscópico | 0.00 | 2.5 | 2.5 |
| Desparasitación interna | 33.27 | 55.7 | 22.4 |
| Desparasitación externa | 34.93 | 36.2 | 1.2 |
| Vacunación contra leptospirosis | 17.47 | 36.4 | 18.9 |
| Bacterinización contra clostridiasis | 29.87 | 55.5 | 25.6 |
| Vacunación contra brucelosis | 31.11 | 38.9 | 7.8 |
| Diagnóstico de brucelosis | 20.56 | 32.3 | 11.8 |
| Diagnóstico de tuberculosis | 15.28 | 22.0 | 6.7 |
| Diagnóstico de mastitis | 31.58 | 44.2 | 12.6 |
| Uso de selladores | 56.01 | 57.6 | 1.6 |
| Uso de jeringuillas con antibiótico para el secado de la ubre | 47.94 | 50.8 | 2.8 |
| Conservación de forraje (ensilaje) | 25.77 | 55.0 | 29.2 |
| Siembra de forraje de corte (avena-ebo) | 21.67 | 41.2 | 19.5 |
| Registro de egresos e ingresos mensuales | 35.00 | 59.2 | 24.2 |
| Compras de insumos en grupo | 17.22 | 36.8 | 19.5 |
| Venta de productos en grupo | 20.00 | 20.8 | 0.8 |
| Transformación de la leche | 8.14 | 8.4 | 0.3 |
| Elaboración de composta | 17.55 | 22.8 | 5.3 |

Las prácticas reproductivas como la evaluación de las hembras en el posparto, el uso de semen sexado y la inseminación artificial presentaron un DT de 9.6, 3.2 y 0.5%, de manera respectiva; de forma contraria, el diagnóstico de gestación tuvo un retroceso de -4.5%, situación que pudo deberse a la falta de interés de los productores por la técnica, o bien, porque confiaron en el "no retorno al estro" como un signo de gestación, ya que fueron constantes en la evaluación reproductiva de los vientres en el posparto.

Finalmente, en actividades del registro de egresos e ingresos mensuales y la compra de insumos en grupo, el avance fue de 24.1 y 19.5%, respectivamente; lo que señala una buena organización de los grupos para acceder a mejores precios de compra, además de llevar el control económico de sus UP. La organización de los grupos para su tecnificación a través de una figura jurídica se ha considerado como benéfico para los asociados (Espinosa *et al.,* 2009), ya que varios GGAVATT se constituyeron como Sociedades de Producción Rural (S.P.R.), que les proporcionó identidad y solidez; situación contraria a un estudio con GGAVATT lecheros del estado de Michoacán, en el cual los productores no se organizaron para comprar y vender en grupo, lo que evitó que apreciaran las ventajas del trabajo organizado (Ponce *et al.,* 2016).

## Evaluación de indicadores productivos

En el Cuadro 2 se muestran los valores de indicadores productivos y reproductivos obtenidos en el periodo evaluado.

**Cuadro 2.** Valores promedio de indicadores productivos, reproductivos y sanitarios evaluados en GGAVATT productores de leche de vaca en Guanajuato. Mayo a diciembre de 2018.

| Indicadores | Valores promedio de los GGVATT |
|---|---|
| Porcentaje promedio de hembras en ordeño | 82.5 |
| Duración de periodo abierto (días) | 125.0 |
| Producción de leche promedio por día (kg) | 17.1 |
| Porcentaje de hembras de reemplazo | 42.3 |
| Porcentaje de hembras desechadas | 9.6 |
| Porcentaje de hembras enfermas de mastitis | 2.0 |
| Porcentaje de abortos | 1.7 |
| Porcentaje de mortalidad en becerras | 2.9 |

El promedio de hembras en ordeño en las UP fue 82.5%; es importante señalar que si los productores mantienen el valor de este indicador podrán contar con ocho hembras en lactación y con dos vacas secas, lo cual podría mantenerles el ingreso por la venta de leche, una situación contraria lo reduciría. Los valores para el periodo abierto y porcentaje de abortos fueron similares a los recomendados por Vera *et al.* (2009) para unidades familiares. La producción de leche promedio/día (17.1 l), superó las producciones de sistemas familiares clasificados como pequeños, medianos y grandes (8.6 l, 11.6 y 11.6 litros, respectivamente) en el estado de Michoacán (Sánchez *et al.*, 2008). El porcentaje de hembras de reemplazo de 42.3% indicó que los productores disponen de un gran número de hembras para ser seleccionas como futuros vientres y al mismo tiempo que contarán con vaquillas excedentes para la venta, lo que a corto plazo representará un importante ingreso. El sector ganadero nacional históricamente ha sido incapaz de generar sus propios reemplazos y se ha visto obligado a importar hembras para corregir esta insuficiencia (González y Luna, 2007). Si los GGAVATT lecheros del estado mantienen su producción de becerras podrán soportar este déficit, e incluso tendrán la oportunidad de crecer el tamaño de los hatos.

**Evaluación de indicadores económicos**

El Cuadro 3 muestra los valores de los indicadores económicos: ingresos, egresos y utilidad promedio de solo 11 grupos, observando que todos los productores tuvieron utilidades y al calcular la relación beneficio costo se obtuvo el valor de 59%, el cual es un valor relevante, e indica cuánto se gana por cada peso gastado.

**Cuadro 3.** Ingresos, egresos y utilidad promedio en los GGAVATT productores de leche de vaca en Guanajuato. Mayo a diciembre de 2018.

| GGAVATT | Ingreso ($) | Egreso ($) | Utilidad ($) |
|---|---|---|---|
| 1 | 12,575,341.00 | 5,905,340.00 | 6,670,001.00 |
| 2 | 2,118,551.00 | 1,874,175.00 | 244,376.00 |
| 3 | 3,341,193.00 | 1,023,228.00 | 2,317,965.00 |
| 4 | 5,281,956.87 | 3,200,222.00 | 2,081,734.87 |
| 5 | 10,812,748.00 | 6,692,230.00 | 4,120,518.00 |
| 6 | 9,805,718.00 | 8,463,360.00 | 1,342,358.00 |
| 7 | 3,599,881.00 | 2,845,700.00 | 754,181.00 |
| 8 | 7,416,588.00 | 6,722,782.00 | 693,806.00 |
| 9 | 4,141,551.00 | 1,589,200.00 | 2,552,351.00 |
| 10 | 4,242,332.00 | 2,054,601.00 | 2,187,731.00 |
| 11 | 7,919,368.00 | 4,357,889.00 | 3,561,479.00 |

## CONCLUSIONES

Los resultados observados obedecen a una mayor atención de los PSP a la problemática de costos altos de alimentación, referida por los productores como principal problema detectado en los DI, situación que se atendió y se logró un incremento en el uso de alternativas forrajeras y ensilaje de maíz; dos insumos de bajo costo y buenas opciones de alimentación, es muy probable que con ello se indujo una reducción importante en el uso de alfalfa, un forraje de muy buena calidad, pero desafortunadamente su precio elevado, y en la mayoría de los casos, su uso desproporcionado en las raciones alimenticias hace incosteable la producción de leche. Los resultados obtenidos dan la pauta para que la SDAyR, los PSP y productores beneficiados promuevan en forma permanente el uso de tecnología que reducen los costos de alimentación, mejoramiento genético, buen comportamiento productivo y reproductivo, y la salud animal. No se debe pasar por alto la organización de los productores, que son la clave para la compra en volumen a menor precio y en forma paralela la venta de sus productos al mejor precio. Seguirá siendo importante el apoyo oficial a los productores para la adquisición de ensiladoras, remolques, tanques fríos, termos de inseminación y semen, entre otros, que faciliten el uso de tecnologías y mejoren su producción.

## AGRADECIMIENTOS

A la SDAyR del estado de Guanajuato, a los productores integrantes de los GGAVATT, PSP y Coordinadores de los grupos por la información proporcionada.

## LITERATURA CITADA

Cuevas, R. V., J. del M. Baca, F. Cervantes, J. A. Espinosa, J. Aguilar y A. Loaiza. 2013. Factores que determinan el uso de innovaciones tecnológicas en la ganadería de doble propósito en Sinaloa, México. Rev Mex Cienc Pecu 4(1):31-46.

Espinosa, G. J. A., T. A. González, U. Aguilar y S. A. Ríos. 2005. Planeación, Seguimiento y Evaluación Económica: Metodología para empresas familiares bovinas. Folleto Técnico No. 2. SAGARPA. INIFAP. CIRCE. Campo Experimental Bajío. Celaya, México. 32 p.

Espinosa, G. J. A., T. A. González, A. A. Luna y M. Ramírez. 2009. Efectos productivos y económicos de la transferencia de tecnología a través de grupos organizados en el sistema de lechería familiar de Guanajuato. *In:* La lechería familiar en México. Ed. Porrúa. 1ª. Edición.

González, P. E. y M. E. Luna. 2007. Producción nacional de vaquillas lecheras con énfasis en control de brucelosis y tuberculosis. I*n:* 15ª Reunión Anual del Consejo Técnico Consultivo Nacional de Sanidad Animal. Coordinación General de Ganadería de la SAGARPA. México, D.F.

Luna, E. A. A. y O. T. A. González. 2017. La lechería familiar en Guanajuato a través de Grupos Ganaderos de Validación y Transferencia de Tecnología (GGAVATT). p. 1630-1642. *In*: Vinay, V. J. C., V. A. Esqueda, O. H. Tosquy, A. Ríos, M. V. Vázquez y C. Perdomo (comps.). 2017. Avances en Investigación, Agrícola, Pecuaria, Forestal, Acuícola, Pesquería, Desarrollo rural, Transferencia de tecnología, Biotecnología, Ambiente, Recursos naturales y Cambio climático-2017. Veracruz, México. Año 1, Núm. 1, 2633 p.

Ponce, M. F., B. Álvarez y L. F. Ceja. 2016. Modelo GGAVATT y redes de innovación en la cuenca lechera Ciénega de Chapala, Michoacán. Rev Mex Cien Agric 7(1): 545-558.

Sánchez, G. L. G., J. L. Solorio y J. Santos. 2008. Factores limitativos al desarrollo del sistema familiar de producción de leche, en Michoacán, México. Cuadernos Des. Rural 5(60):133-146.

Vera, Á. H. R., F. J. Padilla, H. Jiménez y J. F. de la Torre. 2009. Proceso de manejo reproductivo. p. 115-144. *In*: Vera, Á. H. R., L. Hernández, J. A. Espinosa, L. Ortega, H. Román, G. Núñez *et al.,* (eds.). Producción de leche de bovino en el sistema familiar. Libro Técnico No. 24. SAGARPA. INIFAP. CIRGOC. Veracruz, México. 384 p.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# TIPIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN OVINAS DE MICHOACÁN

# [TYPOLOGY AND CHARACTERIZATION OF THE SHEEP PRODUCTION UNIT OF MICHOACAN]

**María Guadalupe Josefina Nuncio-Ochoa[1], Federico Escobedo-Amezcua[1], José Nahed-Toral[2], Edmundo Santana-Huicochea[1], Encarnación Ernesto Bobadilla-Soto[3§]**

[1]Instituto Tecnológico del Valle de Morelia, km. 6.5 Carretera Morelia-Salamanca, Col. Los Ángeles, Morelia, Michoacán, México. [2]El Colegio de la Frontera Sur, carretera Panamericana y Periférico Sur s/n, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México. [3]CONACYT-Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Carretera Morelia-Zinapécuaro Km 9.5, Tarímbaro Michoacán. [§]Autor para correspondencia: (bosee06@yahoo.com.mx).

## RESUMEN

En Michoacán como en otros estados del país, no se tiene el conocimiento de la tipología y caracterización de las unidades de producción ovinas que se desarrollan, mucho menos las limitantes o posibilidades de crecimiento de la ovinocultura. El objetivo del trabajo fue tipificar, caracterizar unidades de producción y sistemas ovinos a través de aspectos socioeconómicos y tecnológicos en Michoacán. Se realizó un estudio de corte transversal en 152 unidades de producción ovina, se aplicó un cuestionario a los productores. La tipificación se hizo mediante análisis multivariante de componentes principales, análisis factoriales y de conglomerados, por el método K-medias. Para la caracterización de los sistemas de producción ovinas se agruparon de acuerdo con el sistema de alimentación de los ovinos y se emplearon 11 variables que determinaron las características de los sistemas. Las unidades se agruparon en tres estratos: alto, medio y bajo. El estrato alto presentó mayor capital invertido en infraestructura, semovientes, maquinaria y equipo; menos años de experiencia en la actividad ovina y mayor grado de preparación escolar. En el estrato medio, la finalidad productiva fue la actividad agropecuaria con diversidad de especies agrícolas y ganaderas, así como mayor superficie y más años de experiencia en la cría de ovinos. El estrato bajo, presentó menor superficie, menor número de animales y bajo grado de escolaridad. De acuerdo con el sistema de alimentación de los animales se distinguieron tres grupos a) sistema pastoril, caracterizado por un pastoreo intensivo de praderas naturales y rastrojeo en residuos de cosecha, b) sistema semi-intensivo, con pastoreo y complementado con granos o concentrados y c) sistema intensivo, ausencia de pastoreo, proporcionándole a los animales una dieta integral. Las unidades de producción ovinas en el estado de Michoacán presentantaron una marcada diferenciación socioeconómica y productiva.

**Palabras clave**: Ovinos, sistemas ovinos, tipología de unidades.

## ABSTRACT

In Michoacán as in other states of the country, there is no knowledge of the typology and characterization of the sheep production units that are developed, much less the limitations or

possibilities of ovineculture growth. The aim of this work is to categorize and characterize sheep production units and systems through socio-economic and technological aspects in Michoacan. A cross sectional study was developed in 152 sheep production units. A survey was answered by the producers. The categorization was made with the help of a multi-variable analysis of main components, a factorial and conglomerate analysis by the K-medias factor. For the characterization of the sheep production systems, these were grouped according to the feeding system of the sheep and 11 variables were applied which determined the characteristics of the systems. The units were grouped into three layers: high, medium, low. The high layer presented a bigger amount of capital invested in infrastructure, machinery and equipment; also, less years of experience in sheep activity and a higher school level. In the medium layer, the production aim was the farming activity with diversity on the agricultural and animal species; there was also a bigger surface and more years of experience in sheep activity. The low layer presented less surface, less amount of animals and a low school level. According to the animals' feeding system three groups were distinguished: a) Pastoral system, characterized by intense grazing in meadows and fields after the harvest; b) semi-intense system, with grazing and complementing with grains; c) Intense system, lack of grazing, giving the animals an integral diet. The sheep production units in the state of Michoacan showed a remarkable socio-economic and productive difference.

**Index words:** Sheep, sheep systems, classification of units.

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción ovina en México se han desarrollado históricamente de manera extensiva, en base a pastoreo sobre áreas con vegetación nativa (Vázquez *et al.,* 2009). Estos sistemas de producción muestran grandes coincidencias en los distintos países en donde se practican, principalmente en los agroecosistemas de clima y orografía difícil, es decir los terrenos más abruptos o áridos y menos aptos para otras actividades agropecuarias (Valerio *et al.,* 2004; Góngora-Pérez *et al.,* 2010).

Los sistemas de producción ovinos en México se han conformado dentro de unidades de producción heterogéneas, por lo que existen grandes diferencias socioeconómicas y tecnológicas entre éstas, la mayoría carecen de programas de capacitación y de transferencia de tecnología eficientes para su desarrollo, por lo tanto, la actividad ovina en el país tiene una importancia secundaria en la producción agropecuaria. Razones por las que se requiere del conocimiento a profundidad de los sistemas agropecuarios, a través de investigaciones que deben partir de una caracterización de los tipos de unidades de producción existentes (Valerio *et al.,* 2004).

Por otro lado, el desempeño de la investigación en México se ha concentrado en tecnologías sin tomar en consideración la tipología de los productores, o bien se han impulsado tecnologías para productores que cuentan con los recursos económicos para aplicarlas, con el objetivo de incrementar sus rendimientos y ganancias, sin tomar en cuenta a los productores de escasos recursos (Góngora-Pérez *et al.,* 2010).

Lo anterior obliga a realizar estudios para conocer los indicadores técnicos, como son; los medios de trabajo, la finalidad productiva, la infraestructura, el destino de la producción, la experiencia en la crianza, entre otros, que ayuden a construir una tipificación y caracterización de UPO, para proponer la generación, transferencia y adopción de tecnologías con base en la disponibilidad de los recursos económicos y productivos de los ovinocultores. A través de ello se podrá proponer y diseñar políticas agropecuarias para una zona o región determinada (Valerio *et al.*, 2004).

En Michoacán como en otros estados del país, no se tiene el conocimiento de la tipología y caracterización de las unidades de producción ovinas (UPO) que se desarrollan en esta entidad, mucho menos las limitantes o posibilidades de crecimiento de la ovinocultura. Con base en lo anterior, el objetivo de esta investigación fue tipificar, caracterizar unidades de producción y sistemas ovinos a través de aspectos socioeconómicos y tecnológicos en Michoacán, a través de aspectos socioeconómicos y tecnológicos

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en 152 UPO ubicadas en las cuatro zonas ovejeras del estado de Michoacán; Altiplano, Bajio, Trópico Subhúmedo y Valle de Apatzingán (Nuncio *et al.*, 2014). Se realizó un estudio de corte transversal, a través de una entrevista semiestructurada la cual incluyó información técnica y económica de la UPO.

Para la estratificación de las UPO, se consideraron las siguientes variables: finalidad productiva (FP), superficie total (ST), tipo tenencia de la tierra (TT), años de experiencia con ovinos (EO), infraestructura (I), destino de la producción (DP), mano de obra (MO), ocupación principal del productor (OP), escolaridad del productor (EP), número de ovinos (NO), número de bovinos (NB), medios de trabajo (MT), número de trabajadores (NT) e ingresos totales (IT). Para equiparar las variables cuantitativas y cualitativas, estas últimas se codificaron de forma jerárquica con valores numéricos discretos del uno al cinco.

Se realizó un análisis estadístico multivariado de componentes principales (ACP), análisis factorial y análisis de conglomerados de acuerdo al método propuesto por Coronel y Ortuño (2005). El análisis de componentes principales se aplicó para simplificar la descripción de las variables que se midieron en las UPO y poder entender sus interrelaciones para reducir las dimensiones de los datos sin perder la información original, escogiendo el número de componentes principales que explicaran la mayor varianza total posible. Con la finalidad de mejorar la interpretación de los resultados de los componentes principales en cuanto a la relación entre variables, se realizó el análisis factorial y de factores rotados que permitió obtener nuevas variables sintéticas distintas. El análisis de conglomerados se realizó con el método de K-medias, lo que permitió formar grupos homogéneos de UPO en los cuales la variabilidad dentro del grupo es mínima y máxima entre grupos. De los grupos conformados se realizó un análisis de varianza con un diseño completamente al azar y se utilizó una prueba de Tukey ($p < 0.05$) para la comparación de medias entre grupos. El paquete estadístico utilizado fue el JMP Ver. 10.0.0 (2012).

Para la caracterización de los Sistemas de Producción Ovina (SPO), se agruparon las UPO de acuerdo al sistema de alimentación de los ovinos; posteriormente se utilizaron las siguientes variables; ST, NO, NB, MT, FP, MO, OP infraestructura de ovinos (IO), número de potreros (NP), destino de la producción (DP) y asistencia técnica (AT), realizándose un análisis de varianza a través de un diseño completamente al azar con diferente número de repeticiones.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de componentes principales permitió la jerarquización de cuatro componentes que representaron el 63.7% de la varianza de la matriz de 152 UPO (Cuadro 1). Por lo que del grupo de 14 variables filtradas fueron eliminadas cuatro para llegar a una lista de 10: FP, ST, TT, EO, NO, MT, I, NT, OP y EP.

Con la finalidad de encontrar nuevos factores con cargas más fáciles de estudiar, con el propósito de asignarles sentido y nombre a cada uno de ellos, se empleó el método de rotar los factores provisorios iniciales, mediante rotación ortogonal, en el Cuadro 2, se observan las cargas factoriales de cada una de las variables sobre los cuatro factores.

**Cuadro 1.** Ciclo del análisis de componentes principales con diez variables.

| Extracción: principales componentes (matriz de 152 x 9) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Componentes | Varianza del componente | % de varianza total | Varianza acumulada | % de varianza acumulada |
| 1 | 2.51 | 25.07 | 2.51 | 25.07 |
| 2 | 1.71 | 17.15 | 4.22 | 42.22 |
| 3 | 1.20 | 12.00 | 5.42 | 54.22 |
| 4 | 0.94 | 9.45 | 6.36 | 63.66 |

Componentes y variables que los conforman: 1: Número de ovinos, medios de trabajo, Infraestructura y número de trabajadores. 2: Finalidad productiva, ocupación principal y tenencia de la tierra. 3: Experiencia en ovinos y escolaridad del productor 4: Superficie total y tenencia de la tierra.

En el Cuadro 3, se sintetiza la carga factorial de las variables en los factores rotados, el porcentaje de varianza total que explica cada factor y la interpretación física asignada a los mismos: el factor F1 tiene correlación elevada con las variables: I, NO, NT y MT; por lo tanto, el primer factor se le denominó "Capacidad Productiva", esta nueva variable expresa el 24.4% de la varianza, es el factor de mayor importancia en el análisis, por ser el que mejor explicó las diferencias para lograr la tipología entre las UPO. El factor F2, posee una correlación alta con las variables 0P y FP, y puede interpretarse como indicativo de la caracterización social y la orientación del productor, por lo que el F2 se denominó "Vocación Productiva" y esta variable explica el 15.9% de la varianza. El factor F3 que presentó correlación elevada con las variables EO, EP y MT. Esta variable se le denominó "Tradición Productiva" y expresó el 12.2% de la varianza. El factor F4, se interpretó por su correlación alta en las variables ST y TT; por lo que se le denominó "Dimensión Productiva" y que expresó el 11.1% del total de la varianza.

**Cuadro 2.** Cargas factoriales de las variables en los factores rotados.

| Extracción de los componentes principales (rotación varimax) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Cargas factoriales | | | |
| Variables | Factor 1 | Factor 2 | Factor3 | Factor 4 |
| FP | 0.102739 | -0.799298 | 0.120898 | 0.075940 |
| ST | 0.228926 | 0.029180 | 0.061673 | 0.843287 |
| TT | 0.385856 | 0.348464 | 0.208310 | -0.539276 |
| EO | -0.036232 | 0.059454 | 0.881899 | 0.004247 |
| NO | 0.742369 | -0.100059 | -0.007809 | -0.001530 |
| MT | 0.534587 | -0.253425 | 0.401130 | 0.276349 |
| I | 0.804439 | 0.030405 | -0.102544 | 0.039867 |
| NT | 0.725713 | -0.048614 | -0.020948 | 0.040215 |
| OP | -0.027568 | 0.832502 | 0.063012 | -0.013598 |
| EP | 0.463430 | 0.249022 | -0.456307 | 0.137062 |
| Varianza explicada | 2.4394 | 1.5973 | 1.2237 | 1.1063 |
| Proporción del total | 0.2439 | 0.1597 | 0.1234 | 0.1106 |

Variables: FP finalidad productiva, ST superficie total, TT tipo de tenencia, EO experiencia en ovinos, NO número de ovinos. MT medios de trabajo, I infraestructura, NT número de trabajadores, OP ocupación principal, EP escolaridad del productor.

## Descripción de los estratos

Estrato I denominado "Alto o Especializado"; representado por el 25.7 % del total de la muestra de las UPO (*n*=39); el estrato II "Medio o Diversificado"; este grupo se conformó con el 29.6 % (*n*=45) y el estrato III denominado "Bajo o Marginal", representado por el 44.7 % (*n*=68). En el Cuadro 4, se muestran los resultados del análisis de varianza de las diez variables evaluadas en los tres grupos: el estrato Alto presento mayor capital económico invertido en infraestructura, semovientes, maquinaria y equipo; así como menos años en la actividad ovina, mayor grado de preparación escolar y la tenencia de la tierra en pequeña propiedad, mayor mano de obra asalariada; la preparación académica puede ser determinante para el manejo eficiente de los factores productivos. En el estrato medio, la finalidad productiva fue la actividad agropecuaria con diversidad de especies agrícolas y ganaderas, así como mayor superficie de la UPO, con un régimen de tenencia predominantemente ejidal, más años de experiencia en la cría de ovinos y los productores tienen su principal actividad dentro de su UPO. El estrato bajo, presentó la superficie más reducida, la tenencia de la tierra mayormente ejidal, menor número de animales, con mano de obra predominantemente familiar, el más bajo grado de escolaridad, menor capital invertido en bienes.

En Michoacán en el estrato medio existe mayor tradición ovina en promedio 24.1 años, y en el estrato alto 10.2 años en promedio, estos datos coinciden con lo estudiado en Yucatán; donde la experiencia de los productores empresariales fue de 15 años y siendo menor a la de los productores tradicionales que tuvieron una antigüedad superior a los 15 años (Góngora-Pérez *et al.,* 2010), mientras que para los productores de la región nor-poniente de Tlaxcala la experiencia en la cría de ovino se reportó con un promedio de 14.9 años (Galaviz-Rodríguez *et al*., 2011).

**Cuadro 3.** Análisis factorial; rotación de factores y su denominación.

| Factores | Variables | Carga factorial | Porcentaje de Varianza explicada | Interpretación |
|---|---|---|---|---|
| | I | 0.804439 | | |
| Primero | NO | 0.742369 | 24.39 | Capacidad productiva |
| | NT | 0.725713 | | |
| | MT | 0.534587 | | |
| Segundo | OP | 0.832502 | 15.97 | Vocación productiva |
| | FP | -0.799298 | | |
| | EO | 0.881899 | | Tradición productiva |
| Tercero | EP | -0.456307 | 12.24 | |
| | MT | 0.401130 | | |
| Cuarto | ST | 0.843287 | 11.06 | Dimensión productiva |
| | TT | -0.539276 | | |

**Cuadro 4.** Medidas estadísticas descriptivas de los grupos formados (M ± DE).

| Variables | Estrato 1 (Alto) | Estrato 2 (Medio) | Estrato 3 (Bajo) |
|---|---|---|---|
| N | 39 | 45 | 68 |
| FP | $4.54 \pm 0.17^{ab}$ | $5.0 \pm 0.16^{a}$ | $4.34 \pm 0.13^{b}$ |
| ST (ha) | $17.32 \pm 5.11^{ab}$ | $27.48 \pm 4.76^{a}$ | $6.16 \pm 3.87^{b}$ |
| TT | $2.54 \pm 0.13^{a}$ | $1.56 \pm 0.12^{b}$ | $1.81 \pm 0.10^{b}$ |
| EO (años) | $10.18 \pm 2.15^{b}$ | $24.09 \pm 2.00^{a}$ | $13.14 \pm 1.62^{b}$ |
| NO | $169.82 \pm 20.02^{a}$ | $88.91 \pm 18.64^{b}$ | $42.49 \pm 15.16^{b}$ |
| MT | $4.05 \pm 0.15^{b}$ | $4.66 \pm 0.14^{a}$ | $2.60 \pm 0.11^{c}$ |
| I | $58.49 \pm 4.08^{a}$ | $33.24 \pm 3.80^{b}$ | $27.34 \pm 3.09^{b}$ |
| NT | $1.66 \pm 0.19^{a}$ | $0.72 \pm 0.18^{b}$ | $0.13 \pm 0.15^{c}$ |
| OP | $2.05 \pm 0.18^{a}$ | $1.33 \pm 0.17^{b}$ | $2.04 \pm 0.14^{a}$ |
| EP | $2.72 \pm 0.14^{a}$ | $1.16 \pm 1.13^{b}$ | $1.15 \pm 0.10^{b}$ |

Variables: FP finalidad productiva, ST superficie total, TT tipo de tenencia, EO experiencia en ovinos, NO número de ovinos. MT medios de trabajo, I infraestructura, NT número de trabajadores, OP ocupación principal, EP escolaridad del productor. Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

## Análisis de conglomerados

Con los datos obtenidos del análisis factorial, se realizó el análisis de conglomerados mediante el método de K-medias, con las cuatro nuevas variables creadas: Capacidad Productiva, Vocación Productiva, Tradición Productiva y Dimensión Productiva.

## Caracterización de los sistemas de producción

De acuerdo al sistema de alimentación de los animales, se conformaron tres grupos; a) Sistema Pastoril ($n_1$=24), caracterizado por un pastoreo extensivo en praderas naturales, bosques y rastrojeo en residuos de cosecha; b) Sistema semi-intensivo ($n_2$=104), caracterizado por un pastoreo complementado con granos o concentrado y c) Sistema intensivo ($n_3$= 24), caracterizado por la

ausencia de pastoreo, proporcionándoles a los animales una dieta integral a base de forrajes y granos o concentrados.

En el Cuadro 5, se presentan los valores de las variables que caracterizan a los sistemas, en donde las diferencias entre los tres grupos como son; una mayor superficie de terreno en el Sistema Pastoril con respecto al sistema Semi-intensivo e Intensivo ($p < 0.05$). Como se esperaba en la variable NP, se presentaron diferencias ($p < 0.05$) entre el sistema intensivo y los otros dos sistemas debido a la carencia de potreros en esos sistemas. También se presentaron diferencias entre el Sistema Pastoril mostrando mayor diversificación en las actividades agropecuarias con respecto a los otros dos sistemas ($p < 0.05$) y por último se mostraron diferencias en cuanto la OP ya que para los sistemas Pastoril y Semi-intensivo la actividad principal del productor es dentro de su UPO a diferencia del sistema Intensivo en donde el productor sus principales actividades se realizan fuera su UPO ($p < 0.05$). Con respecto a las demás variables: NO, NB, MT, MO, I, DP y AT no se encontraron diferencias entre los tres sistemas.

**Cuadro 5.** Resultados del análisis de varianza para la caracterización de los SPO.

| Variables | Pastoril | Semi-intensivo | Intensivo |
|---|---|---|---|
| ST | 33.72±6.55$^{a}$ | 13.39±3.15$^{b}$ | 5.35±6.55$^{b}$ |
| NO | 80.20±27.57$^{a}$ | 86.01±13.24$^{a}$ | 110.08±27.57$^{a}$ |
| MT | 3.74±0.26$^{a}$ | 3.62±0.12$^{a}$ | 3.25±0.26$^{a}$ |
| I | 36.00±5.82$^{a}$ | 36.21±2.79$^{a}$ | 41.91±5.82$^{a}$ |
| NP | 1.58±0.53$^{a}$ | 1.36±0.25$^{a}$ | 0 |
| NB | 13.33±3.94$^{a}$ | 9.93±1.89$^{a}$ | 7.04±3.94$^{a}$ |
| FP | 5.00±0.22$^{a}$ | 4.59±0.10$^{ab}$ | 4.12±0.22$^{b}$ |
| MO | 2.12±0.19$^{a}$ | 1.71±0.90$^{a}$ | 1.87±0.19$^{a}$ |
| OP | 1.58±0.24$^{b}$ | 1.75±0.11$^{b}$ | 2.45±0.24$^{a}$ |
| DP | 2.83±0.32$^{a}$ | 3.51±0.15$^{a}$ | 3.75±10.32$^{a}$ |
| AT | 1.91±0.25$^{a}$ | 1.92±0.12$^{a}$ | 2.41±0.25$^{b}$ |

Variables: ST superficie total, NO número de ovinos, MT medios de trabajo, I infraestructura, NP número de potreros, NB número de bovinos, FP finalidad productiva, MO mano de obra, OP ocupación principal, DP destino de la producción y AT asistencia técnica. Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

## CONCLUSIONES

Las UPO en el estado de Michoacán presentaron una marcada diferenciación socioeconómica y productiva. Las factores o variables compuestas en orden de importancia; Capacidad productiva, Vocación productiva, Tradición y Dimensión productivas, permitieron la estratificación de las UPO en tres estratos; Alto o Especializado, Medio o Diversificado y Bajo o Marginal. De acuerdo con el sistema de alimentación de los animales se distinguieron tres grupos a) sistema pastoril, caracterizado por un pastoreo intensivo y rastrojeo en residuos de cosecha, b) sistema semi-intensivo, con pastoreo y complementado con granos y c) sistema intensivo, alimentados con dieta balanceada

## LITERATURA CITADA

Coronel, R. M. y P.S.F. Ortuño. 2005. Tipificación de los sistemas productivos agropecuarios en el área de riego de Santiago del Estero, Argentina. Problemas del Desarrollo, Revista Latinoamericana de Economía 36(140): 63-84.

Galaviz-Rodríguez J. R., S. Vargas-López, J. L. Zaragoza-Ramírez, A. Bustamante-González, E. Ramírez-Bribiesca, J. D. Guerrero-Rodríguez y J. S. Hernández-Zepeda. 2011. Evaluación territorial de los sistemas de producción ovina en la región nor-poniente de Tlaxcala. Revista Mexicana de Ciencias Pecuaria 2(1): 53-68.

Góngora-Pérez, R. D., S.F. Góngora-González, M. A. Magaña-Magaña y L. P. E Lara. 2010. Caracterización técnica y socioeconómica de la producción ovina en el estado de Yucatán, México. Agronomía Mesoamericana 21: 131-144.

Nuncio, O. M. G. J., T. J. Nahed, C. J. Herrera, M. V Salinas, J. C. M. Arriaga y V. E. Sánchez. 2014. Caracterización de las zonas borregueras de Michoacán y sus implicaciones para el desarrollo rural. *In*: Arriaga JCM, Anaya OJP. (Compiladores). Contribución de la producción animal en pequeña escala al desarrollo rural. Editorial Reberté, Barcelona España. pp.167-179.

JMP. Statistical Discoveri Sofware. 2012. Version 10.0, SAS Institute.

Valerio, C. D., M. A. García, C. R. Acero, A. Castaldo, J. M. Perea y P. J. Martos. 2004. Metodología para la caracterización y tipificación de sistemas ganaderos. Documento de trabajo Producción Animal y Gestión 1(1): 1-9.

Vázquez, M. I., L. S Vargas, R. J. L. Zaragoza, G. A. Bustamante, S. F. Calderón, A. J Rojas y V. M. A. Casino. 2009. Tipología de las explotaciones ovinas en la Sierra Norte del estado de Puebla. Técnica Pecuaria de México 47(4): 357-369.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN PECUARIO EN EL ÁREA NATURAL PROTEGIDA NEVADO DE TOLUCA, EN ÉPOCA DE LLUVIAS: EL CASO DE AGUA BLANCA

# [PROFITABILITY ANALYSIS OF LIVESTOCK PRODUCTION SYSTEM IN THE NEVADO DE TOLUCA NATURAL PROTECTED AREA, IN THE RAINY SEASON: THE CASE OF AGUA BLANCA]

**Juana Martínez-Hernández[1], María Guadalupe Valdés-Piña[1], Carlos Manuel Arriaga-Jordán[1], Benito Albarrán-Portillo[2], David Jesús Monroy-Elizalde, Julieta Gertrudis Estrada-Flores[1§]**

[1]Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR), Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), Instituto Literario #100, Col. Centro, 50000 Toluca, (Estado de México), México. [2]Centro Universitario UAEM Temascaltepec, Carretera Toluca – Tejupilco, Km 67.5, Temascaltepec 51300, México. [§]Autor para correspondencia: (jgestradaf@uaemex.mx).

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo analizar la rentabilidad del sistema de producción pecuario, durante la época de lluvias, mediante un estudio de caso, se recolectó información por medio de entrevistas semiestructuradas a 13 unidades de producción, pertenecientes a la localidad de Agua Blanca, municipio de Zinacantepec, Estado de México. Se utilizaron los indicadores de evaluación económica: valor actual neto (VAN), relación beneficio-costo (B/C) y tasa interna de retorno (TIR) para realizar el análisis de rentabilidad. Los resultados obtenidos para la época de lluvias reflejan una rentabilidad positiva para el 100% de las unidades de producción analizadas, concluyendo que dicha época puede ser considerada sustentable, pues las unidades de producción alcanzan balances positivos, representando una producción rentable económicamente.

**Palabras clave:** Análisis financiero, ovinos, montaña.

## ABSTRACT

The purpose of this work was to analyze the profitability of the livestock production system, during the rainy season, through a case study, the information was collecting by means of semi-structured interviews to 13 production units, belonging to the town of Agua Blanca, Zinacantepec, State of Mexico. The economic evaluation indicators were used: net present value (NPV), benefit-cost ratio (B/C) and internal rate of return (IRR) to perform the profitability analysis. The results obtained for the rainy season reflect a positive profitability for 100% of the production units. In conclusion, the rainy season can be considered sustainable, because the production units reach positive balances, it is representing economically profitable production.

**Index words:** Financial analysis, sheep, mountain.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## INTRODUCCIÓN

Este trabajo se centra en el pueblo de montaña Agua Blanca, localizado en el Nevado de Toluca, es un área natural protegida (ANP) con estatus de Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca (APFFNT) (CONANP, 2016). El APFFNT está sujeta a una gran diversidad de actividades agropecuarias, sin embargo, al ser un ANP, sus habitantes encuentran restricciones en el uso de los recursos naturales, lo que plantea un dilema ético de difícil solución entre la exclusión y el derecho al acceso de dichos recursos, lo que impacta en los modos de vida, debido a que muchos hogares dependen de la agricultura, la ganadería y los recursos naturales (Hernández *et al.,* 2016).

Los habitantes del APFFNT son ejidatarios y emplean diferentes áreas para el pastoreo de ganado ovino y en menor escala de bovinos, por lo que esta actividad constituye la principal fuente de alimentación del ganado. Otras fuentes de forraje corresponden al suministro ocasional de rastrojo de maíz, forraje de avena, y residuos de cosecha, papa y avena (Maldonado-Ferrucho *et al*., 2014; Martínez-Hernández *et al*., 2018a). La producción ovina es una actividad con tradición en la población y constituye una opción de percibir un ingreso en función del conocimiento de su territorio y de los recursos aprovechables mediante el pastoreo. Las razas de ovinos utilizadas corresponden a Suffolk (40%), cruces de Suffolk-Hampshire (40%), Hampshire (10%) y criollo local (10%) (Maldonado-Ferrucho *et al.,* 2014).

La forma en que los hogares pastorales utilizan el ganado para responder a sus necesidades, es de interés para los responsables políticos que buscan mejorar los medios de vida rurales, la importancia relativa de los beneficios orientados al hogar debe ser cuantificada como primer paso para la formulación de políticas ganaderas equilibradas (Ng'ang'a, 2018). La información sobre los ingresos y gastos potenciales asociados con la cría de ganado en comparación con otras actividades en la granja y fuera de ella es necesaria para ayudar a los productores a tomar decisiones informadas para identificar las actividades más beneficiosas para sus hogares y motivarlos para aumentar los ingresos familiares (Ashley, 2018). Este trabajo se llevó a cabo con la finalidad de analizar la rentabilidad del sistema de producción pecuario en la época de lluvias, la cual proporciona una idea muy clara, precisa y real de la situación económica, que pueda proporcionar un marco analítico de estos sistemas de producción.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la localidad de Agua Blanca Ejido de Santa María del Monte, perteneciente al municipio de Zinacantepec, en el Estado de México, México (Figura 1), se ubica a una altitud de 3200 msnm., en la zona de amortiguamiento a una distancia aproximada de 6.5 km de la zona núcleo. El clima predominante es semifrío subhúmedo, con una precipitación promedio anual de 1300 mm y temperatura media anual de 12 °C (INEGI, 2018). INEGI (2010) reportó para Agua Blanca Ejido de Santa María del Monte un total de población de 113 individuos, hay 2 personas que hablan una lengua indígena, el otomí. Hay 19 Hogares, no disponen de radio, televisor, lavadora, línea telefónica, celular, internet, ni tampoco luz eléctrica; sin embargo, cuando se realizó la presente evaluación los hogares ya contaban con luz eléctrica.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

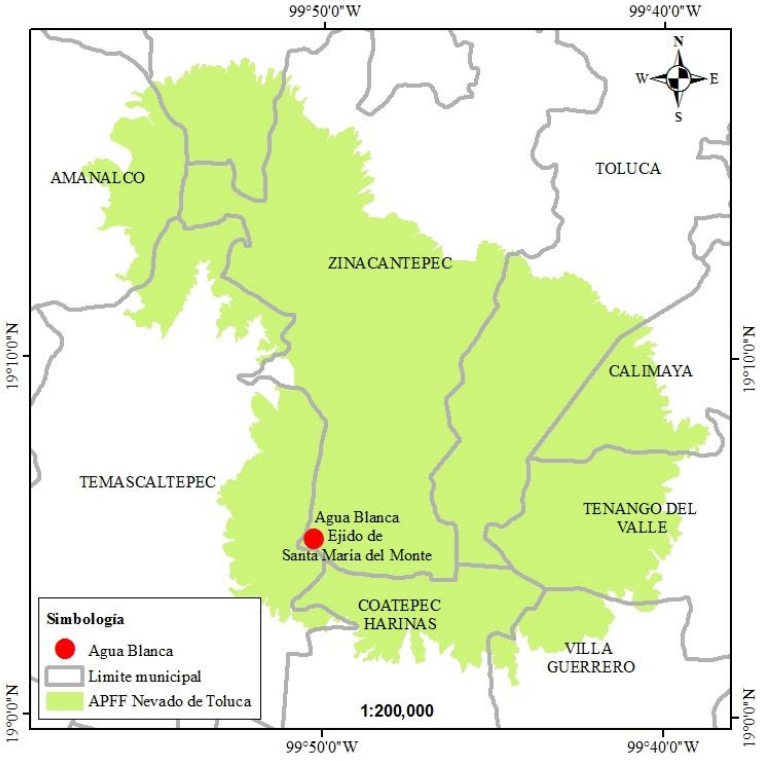



**Figura1**. Localización de Agua Blanca, Zinacantepec, Estado de México.
**Fuente:** Elaboración propia con base en información cartográfica (CONABIO, 2012).

## Recolección y análisis de datos

Se adoptó la metodología de estudio de caso (Yin, 2018) basada en la particularidad de las dinámicas socio-ambientales desarrolladas en torno a las actividades pecuarias. La evaluación se realizó de abril a octubre de 2018, a partir de un muestreo tipo bola de nieve (Goodman, 1961). Se identificó un total de 17 Unidades de Producción (UP), de las cuales se trabajó con titulares de 13 UP. Se aplicaron entrevistas semiestructuradas utilizando formatos ad hoc, complementadas con observación directa, registradas en diarios de campo e incorporadas a una base de datos. Los productores no acostumbran realizar registros de ningún tipo en su granja, por lo que se hicieron visitas mensuales para realizar el seguimiento de las variables económicas a lo largo del estudio.

## Análisis financiero

Para establecer el nivel de rentabilidad de la actividad agropecuaria, se realizó un análisis económico-financiero de los productores utilizando una variante de la técnica de Análisis Costo-Beneficio (ACB). Esta es técnica idónea y fácil de llevar a cabo por el tipo de información que requiere (ingresos, costos, pérdidas y productividad) (López-Sánchez *et al.*, 2007). Para la evaluación de las inversiones se aplicaron: el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y la relación beneficio-costo (RBC). La ecuación para calcular el VAN de una inversión es: VAN= (FNE1/(1+i)1) + (FNE2/(1+i)2) +…+ (FNEn/(1+i)n) – C, donde VAN es igual al valor

actual, FNE es el flujo neto en efectivo en el año, i es la tasa de descuento y C es el costo inicial de la inversión (Márquez y Castro, 2015).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El sistema de producción pecuario en Agua Blanca está caracterizado por un encierro nocturno y pastoreo diurno todos los días del año, alternando diversas rutas y sitios de pastoreo, de esta manera los productores contribuyen a disminuir la carga animal para el bosque y permiten que los pastos se recuperen, por lo que el ganado representa una fuente permanente de materia orgánica contribuyendo a la fertilidad del medio en donde se realiza la actividad (Zahm *et. al.*, 2008), además es un medio para que las semillas puedan viajar a nuevas áreas (El Aicha y Waterhouseb, 1999; Celaya *et al*., 2012). La ganadería tiene la capacidad de transformar vegetales en proteínas, aprovechando los recursos que de otra forma quedarían sin utilizar; así pues, en muchos lugares de montaña la ganadería es la principal actividad económica para la capitalización de sus habitantes ya que aporta lo imprescindible para la subsistencia de la gente (Lasanta, 2010). Existen dos épocas en que las actividades entorno al pastoreo de ganado cambia: secas y lluvias (Figura 2). En el caso de lluvias se desarrollan actividades de pastoreo diario para cumplir con los requerimientos de alimentación de los animales, en ocasiones se alterna el pastoreo con la colecta de los hongos que posteriormente son vendidos o intercambiados por comida en los mercados aledaños.

Para el caso de la época de secas, se recorren distancias más largas y se prefiere el bosque a los pastizales, en esta época los productores acostumbran vender el estiércol que se acumuló durante todo el año a compradores que asisten a la localidad, representando un ingreso importante durante la época de secas (Martínez-Hernández *et al*., 2018b). De acuerdo a la información obtenida en campo, es a partir del pastoreo que las personas son conscientes de su entorno y de la importancia que este tiene para que puedan continuar con la actividad que realizan, el 100% de los productores, reconoce que el bosque les proporciona alimento para el ganado y recursos naturales para su vida cotidiana.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

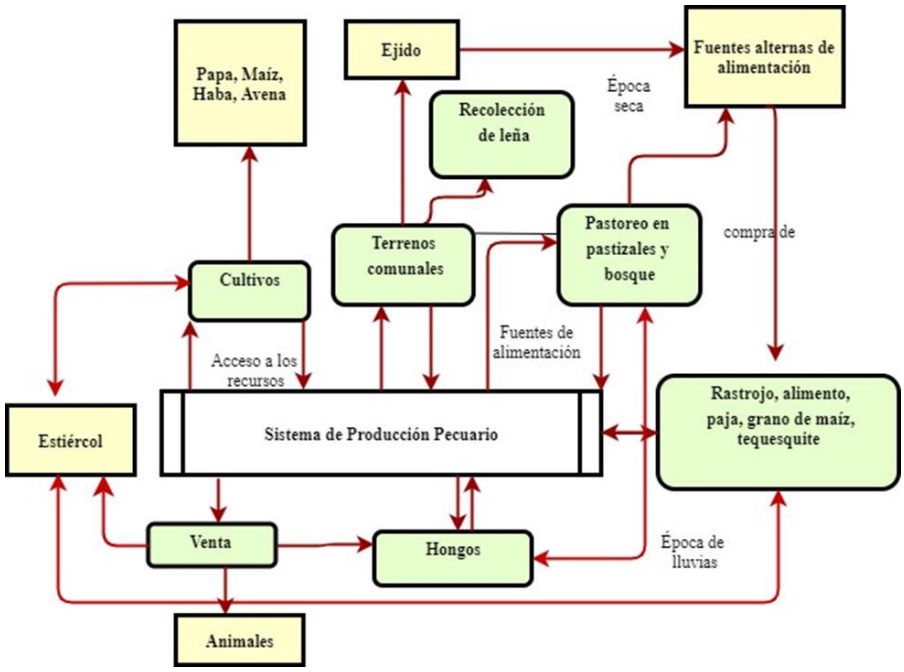



**Figura 2.** Descripción del sistema de producción pecuario en Agua Blanca.

En cuanto al análisis financiero (Figura 3), los resultados de la evaluación, muestran que la rentabilidad (analizada en base al valor actual neto) es positiva para las 13 unidades de producción y pueden ser considerados sustentables pues alcanzan balances positivos, representando una producción rentable económicamente, en el cual sus costos son menores a sus ingresos y su flujo de efectivo es superior a sus inversiones.

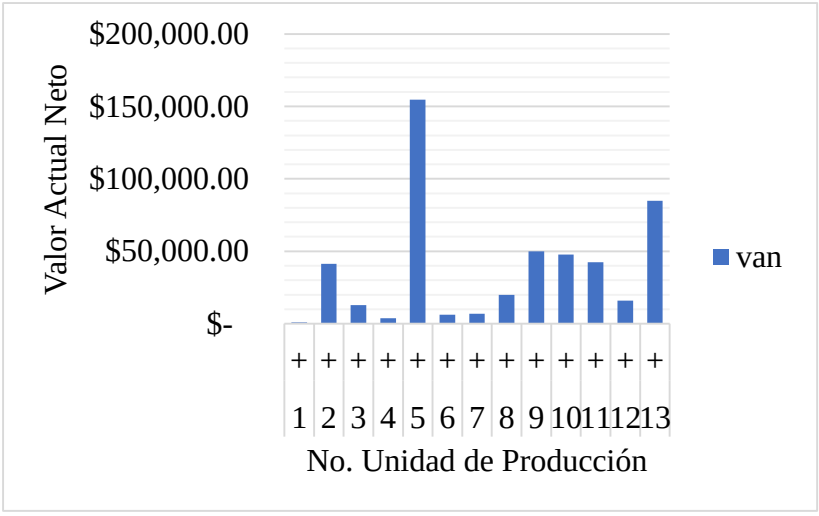



**Figura 3.** Rentabilidad Económica (valor actual neto) de las 13 UP analizadas en Agua Blanca durante la época de lluvias respectivamente (*n*=13).

El 100% de los productores (*n*=13), presenta flujos de caja positivos en cuanto a la producción pecuaria (Cuadro 1), es decir su producción tiene ingresos superiores a los costos lo que significa que la producción pecuaria es rentable, sin embargo el periodo de análisis contempla sólo el periodo de abril a octubre, que comprende la época de lluvias, por lo que también es importante tomar en cuenta las características de la época de sequía donde el panorama en cuestión de rentabilidad es menos favorecedor (Martínez-Hernández *et al*., 2018b).

**Cuadro 1.** Resumen de indicadores financieros del análisis de rentabilidad durante la época de lluvias (n=13).

| No. UP | VAN | Relación Beneficio/Costo | TIR(%) | Flujo de caja ($) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 932.5 | 3.35 | 51 | 1,330.0 |
| 2 | 41,384.4 | 16.06 | 258 | 44,131.9 |
| 3 | 12,922.0 | 4.98 | 81 | 16,172.0 |
| 4 | 3,749.5 | 3.18 | 4800 | 933.9 |
| 5 | 154,599.5 | 16.68 | 278 | 164,462.0 |
| 6 | 6,306.9 | 22.75 | 379 | 6,596.9 |
| 7 | 6,778.0 | 55.22 | 920 | 7,413.0 |
| 8 | 19,812.5 | 14.21 | 237 | 27,062.5 |
| 9 | 49,868.0 | 8.93 | 148 | 57,008.0 |
| 10 | 47,808.9 | 1275.9 | 21265 | 50,546.4 |
| 11 | 42,459.5 | 75.43 | 1257 | 43,030.0 |
| 12 | 15,912.2 | 20.01 | 333 | 18,499.2 |
| 13 | 84,932.0 | 13.91 | 232 | 143,836.0 |

Roura y Cepeda (1999) mencionan que, desde el punto de vista económico, el criterio de decisión del VAN es que debe ser igual o mayor que cero, en términos generales, el VAN representa la ganancia adicional actualizada que genera el proyecto por encima de la tasa de descuento.

## CONCLUSIONES

La rentabilidad del sistema de producción pecuario de Agua Blanca durante la época de lluvias es positiva y puede ser considerada sustentable, pues las unidades de producción alcanzan balances positivos, representando una producción rentable económicamente.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a los pastores de Agua Blanca que cooperaron en gran medida para la realización este estudio. A CONACYT por la concesión de la beca a la primera autora.

## LITERATURA CITADA

Ashley, K., H. Harrison, P. H. Chan, S. Sothoeun, J. R. Young, P. A. Windsor y R. D. Bush. 2018. Livestock and livelihoods of smallholder cattle-owning households in Cambodia: the contribution of on-farm and off-farm activities to income and food security. Tropical Animal Health and Production 50 (8): 1747-1761. doi: https://doi.org/10.1007/s11250-018-1615-6

Celaya, R., U. García y K. Osoro. 2012. Goat grazing, its interactions with other herbivores and biodiversity conservation. Small Ruminant Research 107: 49-64.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2016. Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca. México-CONANP.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2012. División Política del Estado de México. Metadatos.

El Aicha, A. y A. Waterhouseb. 1999. Small ruminants in environmental conservation. Small Ruminant Research 34(3): 271-287. doi: https://doi.org/10.1016/S0921-4488 (99)00079-6

Goodman, L. 1961. Snowball Sampling. The Annals of Mathematical Statistics 32(1): 148-170. http://www.jstor.org/stable/2237615

Hernández-Valenzuela, D., E. Sánchez-Vera, W. Gómez-Demetrio y C. Martínez-García. 2016. Funcionalidad de la ganadería en las estrategias socioeconómicas de hogares que habitan áreas protegidas de montaña. *In*: Cavallotti-Vázquez BA, B. Ramírez-Valverde y J. A. Cesín-Vargas, (eds.). Ganadería, sociedad y Recursos Naturales. Universidad Autónoma Chapingo: México, pp. 75-87 ISBN 978-607-12-0442-4.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010. Censo de Población y Vivienda. https://www.inegi.org.mx/app/tmp/scitel/default?ev=5

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2018. Mapa digital de México. Clima (1921-1975). http://gaia.inegi.org.mx/mdm6.

Lasanta, T. 2010. Pastoreo en áreas de montaña: Estrategias e impactos en el territorio. Estudios Geográficos 268: 203-233.

López-Sánchez, E. y M. A. Musálem. 2007. Sistemas agroforestales con cedro rojo, cedro nogal y primavera, una alternativa para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales en los Tuxtlas. Revista Chapingo: Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 13 (1): 59-66.

Maldonado-Ferrucho, G, S. Franco-Maass, G. Nava-Bernal y A. García-Martínez A. 2014. La ovinocultura del Nevado de Toluca: Factor de deterioro o elemento de desarrollo y manejo ambiental en zonas naturales protegidas. *In*: Arriaga-Jordán CM y J.P. Anaya-Ortega (eds.). Contribución de la producción animal en pequeña escala al desarrollo rural, México: Reverte Press, pp. 149-165.

Márquez, D. C. L. y J. Castro. 2015. Uso del Valor Actual Neto, Tasa Interna de Retorno y Relación Beneficio-Costo en la Evaluación Financiera de un Programa de Vacunación de Fiebre Aftosa en el estado Yaracuy, Venezuela. Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias 56 (1): 58-61.

Martínez-Hernández, J., F. López-González, C. M. Arriaga-Jordán, C. González-Rebeles, R. Rosa García, G. B. Hernández-Luna, J. Valdés Reyna y J. G. Estrada Flores. 2018a. Characterization of grasslands in the "Nevado de Toluca Flora and Fauna Protection Area" for sheep production. Tropical and Subtropical Agroecosystems 21: 477-486.

Martínez-Hernández, J, M. G. F. Valdés-Piña, C. M. Arriaga-Jordán, B. Albarrán-Portillo, D. J. Monroy-Elizalde y J. G. Estrada-Flores. 2018b. Caracterización socioeconómica de la actividad pecuaria en época de secas: caso de estudio Agua Blanca en el APFF Nevado de Toluca. *In*: Memorias del V Congreso Internacional de Investigación Socioeconómica y Ambiental de la Producción Pecuaria. 19, 20 y 21 de septiembre, 339-350 p.

Martínez-Peña, M., J. A. Villagómez-Cortés y A. H. Mora-Brito. 2018. Profitability of the sheep production system in the Bajo Mixe, Oaxaca, Mexico. Agrociencia 52: 107-122.

Ng'ang'a Stanley, K., C. Ritho, M. Herrero y S. Fraval. 2018. Household-oriented benefits largely outweigh commercial benefits derived from cattle in Mabalane District, Mozambique. The Rangeland Journal 40(6): 565-576. doi: https://doi.org/10.1071/RJ17115.

Roura, H. y H. Cepeda. 1999. Manual de identificación, formulación y evaluación de proyectos de desarrollo rural. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social – ILPES. CEPAL. Santiago de Chile.

Yin, R. K. 2018. Case study research and applications: design and methods. 6th edition. Thousand Oaks, California. SAGE Press.

Zahm, F., P. Viaux, L. Vilain, P. Girardin and C. Mouchet. 2008. Assessing farm sustainability with the IDEA method - From the concept of agriculture sustainability to case studies on farms. Sustainable Development16: 271-281.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# ACCESO A RECURSOS GUBERNAMENTALES, POR PRODUCTORES DE LECHE A PEQUEÑA ESCALA, EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE MÉXICO

# [ACCESS TO GOVERNMENT RESOURCES, BY SMALL-SCALE DAIRY FARMERS, IN THE CENTRAL HIGHLANDS OF MEXICO]

**Guillermo Gómez-Espinoza[1], Carlos Manuel Arriaga-Jordán[1], José Alejandro Polanco-Jaime[2], Mónica Elizama Ruiz-Torres[1], Carlos Galindo Martínez-García[§1]**

[1]Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales, Universidad Autónoma del Estado de México.[2]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. [§]Autor para correspondencia: (cgmartinezg@uaemex.com.mx).

## RESUMEN

El objetivo del trabajo fue analizar características sociales, técnicas y económicas de las unidades de producción de leche a pequeña escala (UPLPE) que favorecen el acceso a programas gubernamentales estatales, así como los vínculos que les apoyaron en la gestión de los recursos con la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del estado de México (SEDAGRO), para hacer propuestas alternativas a una mejor aplicación de los recursos. Se trabajó en el municipio de Aculco, Méx., con el sector de PLPE, se seleccionaron productores por muestreo tipo bola de nieve, para aplicar un cuestionario en el que se recabó información de tipo sociodemográfica, técnica, productiva y económica, y sobre fuentes de información del productor para la mejora de su unidad de producción, así como de los vínculos que le apoyan en la gestión de recursos de SEDAGRO. Se realizaron análisis mediante la prueba *U* de Mann-Whitney para identificar diferencias entre los productores que reciben y los que no reciben apoyos; y se analizaron descriptivamente las características de los vínculos que apoyan en la gestión de los recursos. En las unidades de producción que reciben recursos se observa mayor capitalización, mayor número de tecnologías pecuarias, agrícolas y de medios de comunicación. Lo anterior favorece el acceso, al contar con los recursos para participar en el programa, hay también influencia de los vínculos que apoyan en la gestión, a partir de relaciones de amistad, parentesco y políticas, además de contar con información que favorece la adopción de tecnología. Los conceptos ofertados por los programas demandan del productor una inversión relativamente alta. Estas condiciones dejan a los productores en mayor rezago, sin posibilidad de acceder a estos recursos, siendo contrario a los principios establecidos en los programas, por lo que, para lograr los objetivos planteados, conviene ajustar las estrategias de los programas institucionales.

**Palabras clave:** Apoyos gubernamentales, lechería familiar, políticas públicas, productividad agropecuaria, transferencia de tecnología.

## ABSTRACT

The objective of the work was to analyze social, technical and economic characteristics of small-scale dairy farmers (UPLPE) that favor access to state government programs, as well as the links

that supported them in resource management with the Secretariat of Agricultural Development of the State of Mexico (SEDAGRO), to make alternative proposals for a better application of resources. Work was carried out in the municipality of Aculco, Méx., With the PLPE sector, producers were selected by snowball sampling, to apply a questionnaire in which sociodemographic, technical, productive and economic information was collected from sources of producer information for the improvement of its production unit, as well as the links that support it in the management of SEDAGRO resources. Analyzes were performed using the Mann-Whitney U test to identify differences between the producers who receive and those who do not receive support; and the characteristics of the links that support the management of resources were descriptively analyzed. In the production units that receive resources there is greater capitalization, greater number of livestock, agricultural and media technologies. The aforementioned favors access, by having the resources to participate in the program, there is also influence of the links that support management, based on friendly, kinship and political relations, in addition to having information that favors the adoption of technology. The concepts offered by the programs demand a relatively high investment from the producer. These conditions leave producers in greater lag, without the possibility of accessing these resources, contrary to the principles established in the programs, so that, in order to achieve the objectives set, it is appropriate to adjust the strategies of the institutional programs.

**Index words:** Agricultural productivity, family dairy, government support, public policies, technology transfer.

## INTRODUCCIÓN

El impacto de acciones para el desarrollo rural llega a tener consecuencias con efectos acumulados, con o sin cambios en el bienestar individual y comunitario, en la infraestructura social, con inequidades entre y al interior de las comunidades, situaciones ahora propiciadas por acciones gubernamentales y por la privatización de responsabilidades públicas. Asegurar la prosperidad, mediante el buen uso de recursos implica fomentar la capacidad individual y comunitaria generando procesos participativos, de otro modo, no se da en y entre las comunidades, puede ser efímera o solo será para unos cuantos (Stienstra *et al*., 2017).

En ese sentido, el objetivo de las políticas públicas a nivel rural, es mejorar el nivel de vida de las familias y la población, propiciando mayor igualdad y cohesión social, en particular al sector de productores de pequeña escala, mejorando con visión de largo plazo aspectos como: productividad, uso sustentable de recursos, capacidad de gestión, vinculación, participación de productores organizados, cadenas de procesos, comercialización, monitoreo y evaluación (Cardozo-Brum, 2005). La baja productividad es un desafío, para articular factores que permitan: apoyo financiero, asistencia técnica, capacitación y desarrollo de mercados. En ocasiones, a pesar de una larga trayectoria en apoyos, no se han modificado condiciones de pobreza rural, por lo que se debe evitar caer en errores, mejorando políticas públicas para desarrollar el sector agropecuario con mayor éxito (Chiriboga y Wallis, 2010; Birner y Resnick, 2010).

Amplias regiones de México tienen producción de pequeña escala, es el caso del municipio de Aculco, en el Estado de México, el cual tiene una importante actividad en producción de leche, caracterizándose por hatos de entre 5 y 35 cabezas (SAGARPA, 2017). En la región, la actividad ha tenido un desarrollo relativamente reciente, obedeciendo a la posesión de pequeñas áreas de cultivo de temporal y con riego, que favorecen la producción de forrajes, así como a la posibilidad de comercializar leche hacia queserías y con ello integrar procesadores, comercializadores, proveedores y fomentar el turismo (Castañeda-Martínez *et al*., 2009; Crespo *et al*., 2014). Por ello el sector de productores de leche a pequeña escala (PLPE) es representativo de la producción agropecuaria y muy relevante en el municipio, de él se deriva una importante actividad económica. También los recursos gubernamentales, han contribuido, generado beneficios en adopción de tecnología y capitalización, con los que, si se mejora su aplicación puede haber un impacto mayor, al punto de superar condiciones de rezago (Martínez-García *et al.*, 2015; Espejel-García *et al.*, 2016).

Dentro de los programas gubernamentales, los que ha ofrecido el Estado de México, a los productores por parte de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SEDAGRO), han mostrado continuidad en el tiempo y además han sido relevantes en montos y número de beneficiarios. Los programas ofertados en 2018, fueron: Programa de Desarrollo Social, Familias Fuertes (Gob. Edo. Méx., 2018a); Programa de Acciones para el Desarrollo (Gob. Edo. Méx, 2018, b) y el Programa de Concurrencia (SEGOB, 2018). Con los antecedentes, de una distribución no siempre equitativa que favorece a ciertos estratos de productores rurales, el objetivo del trabajo fue analizar las características sociales, técnicas y económicas de las UPLPE que favorecen o limitan su acceso a programas gubernamentales estatales, así como los vínculos que les apoyan en la gestión de los recursos con la SEDAGRO, para hacer propuestas alternativas a una mejor aplicación de los apoyos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio: La investigación se llevó a cabo en el municipio de Aculco, Estado de México, caracterizado por ser una de las principales regiones productoras de leche y queso dentro del estado (Crespo *et al.*, 2014). La colecta de datos se realizó mediante un cuestionario dividido en cuatro secciones: I) Socio demográfica: datos personales y familiares (edad, escolaridad, años de experiencia como productor, miembros de la familia, colaboradores en la unidad de producción) y contratación de personal). II) Técnico productiva y económica: inventario de activos, tierras, ganado, instalaciones; ingresos por venta de leche; otros ingresos; gastos en alimentación; tecnologías agrícolas y pecuarias. III) Fuentes de conocimiento con apoyo de tecnologías de la información y comunicación. IV) Vínculos, gestión de recursos ante SEDAGRO, y recepción de apoyos en los últimos 18 años (2000 a 2018). Para validar y ajustar el cuestionario, se realizó una prueba piloto.

Selección de productores: se consideró el padrón de "PROGAN Productivo", que incluía a 2018, 624 PLPE, en 32 comunidades, de las cuales se consideraron las 26 con el mayor número de productores. Esto fue de utilidad para identificar a los primeros productores en cada comunidad, los siguientes fueron ubicados a partir de un muestreo tipo bola de nieve, los entrevistados no

necesariamente pertenecieron al padrón de "PROGAN Productivo". Previo a la aplicación del cuestionario y para tener la aceptación del productor, se le informó del objetivo de la investigación, los cuestionarios se aplicaron en el domicilio del productor o en sus lugares de trabajo, durante los momentos de descanso o en actividades que al productor le permitían el diálogo, como el corte de forraje, la cosecha de maíz o el ordeño, y se aplicaron del 31 de agosto de 2018 al 7 de febrero de 2019.

Para el análisis de los datos, los productores participantes ($n$=212) fueron divididos en dos grupos, dependiendo de la recepción de apoyos de SEDAGRO: con apoyo ($n$=62) y sin apoyo ($n$=150). Para identificar diferencias entre grupos con respecto a las variables analizadas (Cuadro 1 y 2), y tomando en cuenta que las variables no mostraron una distribución normal, con excepción de la edad de los productores, se realizó la prueba de $U$ de Mann-Whitney ($p < 0.05$) (Field, 2013).

Las variables analizadas fueron: sociodemográficas de la unidad familiar; técnicas, productivas y económicas de la unidad de producción; de fuentes de conocimiento sobre tecnología y los medios de comunicación por las que la obtiene; asesoría; fuentes por las que se entera de programas gubernamentales y opinión sobre ellos. Las variables se analizaron con el programa SPSS versión 24. Los vínculos del productor que le apoyan en la gestión, se analizaron descriptivamente, identificando el tipo y número de ellos para cada productor.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro del proceso de gestión de los apoyos de la SEDAGRO, los productores se llegan a enterar de la "apertura de ventanillas" por medio de vecinos, familiares, autoridades, técnicos y funcionarios relacionados con la institución. Para acceder a los programas, el interesado debe estar atento, por lo que le conviene contar con un vínculo, que le notifique del momento en que puede realizar el trámite, ya que, aunque la convocatoria está disponible en el Periódico Oficial, no precisa la fecha de apertura de ventanillas y no existe constancia de que se publicite masivamente ese evento.

Los resultados de la prueba $U$ de Mann-Whitney ($p < 0.05$), mostraron diferencias significativas para las variables que se presentan en los Cuadros 1 y 2.

Los productores que tienen acceso a los programas de SEDAGRO, se caracterizan porque presentan mayores valores en variables como: años de experiencia en la producción de bovinos lecheros; mayor contratación de mano de obra temporal; capitalización de sus unidades de producción en activos como superficie de tierra, ganado e infraestructura; además de tecnologías utilizadas e ingresos por venta de leche, como principal ingreso de la unidad pecuaria. Se puede considerar que estos indicadores son reflejo de un mayor dinamismo económico, que lógicamente permite mayor disponibilidad de recursos al productor.

En los productores que acceden a recursos de los programas analizados, se observa también mayor uso de tecnologías pecuarias, agrícolas, y de acceso a conocimiento sobre ellas, por medios de comunicación electrónicos. De las primeras ha habido consecuentemente un impacto en

eficiencia productiva en la unidad de producción (Martínez-García *et al*., 2015; Espejel-García, *et al.*, 2016), sin concluir que necesariamente el mayor uso de tecnologías es debido a los recursos recibidos, ya que la mayoría de las tecnologías descritas, fue puesta en práctica previo a la recepción de los apoyos analizados.

Dentro de las variables que no mostraron diferencias entre los dos grupos ($p > 0.05$) están: edad y grado de escolaridad del productor, miembros que integran la familia, familiares que colaboran en la unidad de producción, mano de obra contratada en forma permanente, principal fuente de ingresos y gastos totales en alimentación del ganado.

**Cuadro 1**. Variables que caracterizan a la unidad de producción con y sin apoyos gubernamentales, en experiencia del productor, inventarios, producción, productividad, aspectos económicos, uso de tecnología y tecnologías de la información y comunicación.

| Variable | Mediana en: recibe o no apoyos de SEDAGRO | | Significancia asintótica bilateral |
|---|---|---|---|
| | Si | No | |
| Experiencia con bovinos lecheros (años) | 35.00 | 25.00 | 0.018 |
| Contratación de mano de obra temporal (No.) | 2.00 | 0.00 | 0.000 |
| Superficie propia (has) | 3.00 | 2.00 | 0.000 |
| Superficie total (has) | 6.00 | 2.00 | 0.000 |
| Superficie con praderas (has) | 1.00 | 0.50 | 0.000 |
| Superficie cultivada de maíz (has) | 4.00 | 1.75 | 0.000 |
| Instalaciones pecuarias (No.) | 3.00 | 2.00 | 0.000 |
| Tamaño del hato (No.) | 18.00 | 9.00 | 0.000 |
| Venta de leche por día (l) | 90.00 | 49.00 | 0.000 |
| Producción por vaca/día (l) | 14.15 | 10.95 | 0.000 |
| Precio por litro de leche ($) | 5.80 | 5.70 | 0.001 |
| Ingreso semanal: leche menos gastos en alimentación ($) | 1,682.75 | 720.00 | 0.000 |
| Tecnologías de manejo (No.) | 4.00 | 2.50 | 0.000 |
| Tecnologías en alimentación (No.) | 5.00 | 4.00 | 0.000 |
| Tecnologías en sanidad y reproducción(No.) | 6.00 | 5.00 | 0.000 |
| Tecnologías en agricultura (No.) | 11.00 | 8.00 | 0.000 |
| TICs por las que obtienen información (No.) | 3.00 | 1.50 | 0.006 |

El nivel de significancia es $p < 0.05$, para prueba U de Mann-Whitney.

Los vínculos que los productores reconocen les han facilitado la gestión de los apoyos de la SEDAGRO, se encuentran descritos en el Cuadro No 3, respecto a ellos, de los 62 productores beneficiados: un 22.6% gestionan los recursos por cuenta propia, realizando los trámites directamente en la ventanilla, manifestando que no ha habido quien les apoye; el 53.2%, declara contar con un vínculo; y el 24.2% declara tener dos o más vínculos que le pueden apoyar en el proceso.

Generalmente el vínculo es contactado cuando el productor tiene la capacidad económica y el interés por participar en los programas, o en ocasiones las relaciones ya existen o incluso el productor es identificado por la persona que constituye el vínculo, notificándole de la posibilidad

de la gestión. En ello intervienen además componentes importantes de afinidad por relaciones de parentesco, amistad o de tipo político, lo que ha sido reportado por otros autores (Gómez-Demetrio *et al*., 2009). Esto lo constatan productores que, aunque contando con la suficiencia económica, han realizado gestiones y si no cuentan con esas relaciones, se han percibido descartados del apoyo; o quien luego de varios intentos, al fin ha encontrado quien le apoyara en la gestión; hay también testimonio de lo anterior, de productores que gestionan ya contando con el vínculo. Si bien es cierto, no en todos los ciclos anuales, quien cuenta con el vínculo puede realizar una gestión exitosa de algún recurso.

**Cuadro 2**. Variables que caracterizan a la unidad de producción en comunicación de programas de gobierno, participación en PROGAN, acceso a asesoría, y opinión sobre los programas de SEDAGRO.

| Variable | Mediana en: recibe o no apoyos de SEDAGRO | | Significancia asintótica bilateral |
|---|---|---|---|
| | Si | No | |
| Fuentes que le enteran de programas de gobierno (No.) | 2.00 | 1.00 | 0.000 |
| Ha contado con PROGAN (Si) | 1.00 | 0.00 | 0.000 |
| Tiene asesoría o capacitación (Si) | 1.00 | 0.00 | 0.000 |
| Período de recibir asesoría (años) | 1.50 | 0.00 | 0.000 |
| Opinión de utilidad de los programas de SEDAGRO (De 1 a 5) | 5.00 | 0.00 | 0.000 |

El nivel de significancia es $p < 0.05$, para prueba U de Mann-Whitney.

**Cuadro 3.** Vínculos que el productor considera le apoyan para gestionar recursos de SEDAGRO.

| Vínculo | Número de productores que lo contactan |
|---|---|
| SEDAGRO: Delegado o Técnico | 23 |
| Representante de organización No. 1 | 12 |
| Presidente municipal y otros vínculos en Ayuntamiento | 10 |
| PSP: Programa "Alta productividad en maíz" | 10 |
| Representante de organización No. 2 | 6 |
| Partido político: PRI | 6 |
| SEDAGRO: Mandos superiores | 4 |

El resultado de las condiciones descritas de mayor capitalización de los productores que favorecen la disponibilidad de recursos, y que a su vez permite la aportación de la parte proporcional del apoyo, es desde luego condición esencial (Gob. estado de Méx., 2018 a; Gob. estado Méx.,2018, b). Lo anterior es manifestado también en las respuestas de un gran número de la población potencial, que refiere la imposibilidad de hacer la aportación para participar, ya que los programas ofertan conceptos con montos relativamente altos, y ellos tienen otras necesidades. Aquí un elemento que descarta de la posibilidad de apoyo a un sector importante de productores, que de acuerdo a lo que los programas establecen, debería tener atención prioritaria ya que son los de mayor rezago.

Tomando en cuenta que si los programas gubernamentales analizados tienen dentro de sus principales objetivos "corregir disparidades de desarrollo regional en las regiones de mayor rezago mejorando la productividad del sector agropecuario" (Gob. estado de Méx., 2018, a; SEGOB, 2018), y que los productores que están siendo beneficiados, son los que cuentan con mayores ingresos y capitalización, no necesariamente debido a los beneficios que los recursos de los programas ofrecen, ya que estos los han recibido en los últimos años, es por ello que los programas no están cumpliendo con el objetivo que los fundamenta, aun cuando, están incrementando la productividad de los ganaderos que de por sí ya tienen mejor desarrollo.

## CONCLUSIONES

Las condiciones descritas, que se observan en el proceso de otorgamiento de los apoyos gubernamentales, está fuera de los objetivos que los programas establecen para atender a la población con mayor necesidad, lo anterior ha provocado que los beneficiarios de los recursos sean, en general, los que tienen mayores posibilidades económicas y que como segunda condición sean quienes se han vinculado a quienes les pueden apoyar en la gestión. Lo anterior descarta un proceso equitativo, por lo que es necesario buscar alternativas que superen estas condiciones y que puedan atender a la esencia que persiguen las políticas públicas de las que dependen los programas gubernamentales. Es entonces conveniente identificar las necesidades de apoyo de los productores de menor desarrollo, que están fuera del alcance de los programas gubernamentales bajo los esquemas actuales, para establecer los conceptos de apoyo y los esquemas que les favorezcan.

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por el apoyo de la beca para estudios de Doctorado del primer autor, así como por los recursos del proyecto con fondos CONACYT "Comunicación e innovación para el desarrollo rural" con Clave PN2016-2323.

## LITERATURA CITADA

Birner, R. y D. Resnick. 2010. The political economy of policies for smallholder agriculture. World Development 38: 1442-1452.https://sci-hub.tw/https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2010.06.001

Cardozo-Brum, M. I. 2005. Neoliberalismo y eficiencia de los programas sociales en México. Política y cultura 24: 169-186.

Castañeda-Martínez, T., F. Boucher, E. Sánchez-Vera y A. Espinoza-Ortega. 2009. La concentración de agroindustrias rurales de producción de quesos en el noroeste del Estado de México: un estudio de caracterización. Estudios Sociales 34: 73-109.

Chiriboga, M. y B. Wallis. 2010. Diagnóstico de la pobreza rural en Ecuador y respuestas de política pública. Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural. pp 2-19.

Crespo, J., D. Réquier-Desjardins y J. Vicente. 2014. Why can collective action fail in local agri-food systems? A social network analysis of cheese producers in Aculco, Mexico. Food Policy 46: 165-177.

Espejel-García, A, A. Barrera-Rodríguez y V. Cuevas-Reyes. 2016. Dinámica de la innovación y ganancias económicas de la producción de leche en el Valle del Mezquital, Hidalgo, Revista Electrónica Nova Scientia 17: 391-408.

Field, A. 2013. Discovering statistics using IBM SPSS Statistics. 4th ed: SAGE Publications, Great Britain.

Gob. del estado de Méx. (2018,a) Periódico Oficial, Gaceta del Gobierno 28-02-2018: http://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/gct/2018/feb285.pdf. Consultado 20 de abril de 2018.

Gob. del Edo. de Méx, (2018, b) Periódico Oficial, Gaceta del Gobierno 09-03-2018, http://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/gct/2018/mar091.pdf. Consultado 20 de abril de 2018.

Gómez-Demetrio, W., O. A. Castelán-Ortega, G. Nava-Bernal y E. Sánchez-Vera. 2009. Identificación de indicadores de impacto en un programa de gobierno y modos de vida rurales. Estudios sociales 17(34): 8-36.

Martínez-García, C. G., P. Dorward y T. Rehman. 2015. Factors influencing adoption of crop and forage related and animal husbandry technologies by small-scale dairy farmers in central Mexico. Experimental Agriculture 52: 87-109.

SAGARPA. 2017. Componente PROGAN Productivo. SAGARPA. Acciones y programas. Programa de Fomento Ganadero 2017. https://www.gob.mx/sagarpa/acciones-y-programas/componente-progan-productivo-91676. Consultado 20 octubre 2018.

SEGOB. 2018. DOF 11-05-18 http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5522374&fecha=11/05/2018. Consultado 18 de mayo 2018.

Stienstra, D., S. M. Manning, L. Levac, y G. Baikie. 2017. Generating prosperity, creating crisis: impacts of resource development on diverse groups in northern communities. Community Development Journal 1-18. doi:10.1093/cdj/bsx022

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EXPLORACIÓN DE LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN PREFERIDOS POR PEQUEÑOS PRODUCTORES DE LECHE EN ACULCO ESTADO DE MÉXICO

# [EXPLORATION OF THE COMMUNICATION MEDIA PREFERRED BY SMALLHODERS FARMERS IN ACULCO ESTADO DE MEXICO]

**Juan de Dios García-Villegas[1§], Anastasio García-Martínez[2], Carlos Manuel Arriaga-Jordan[1], Carlos Galindo Martínez-García[1]**

[1]Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR). [2]Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex) Centro Universitario UAEM Temascalpec[2]. [§]Autor para correspondencia: (mvzgarcia@outlook.com).

## RESUMEN

La comunicación en sistemas rurales donde las tecnologías de información y comunicación son escasas se basan en el dialogo personal entre productores, sin embargo, en años recientes las TIC´s (Tecnologías de Información y Comunicación) son consideradas como tecnologías emergentes que facilitan la comunicación y desarrollo de la comunidad. En este sentido se entrevistaron a 172 productores de leche a pequeña escala del municipio de Aculco estado de México, con el objetivo de agruparlos y conocer los medios de comunicación que prefieren, tomando en cuenta el grupo al que pertenecen. En el estudio de consideraron diez TIC´s. Por lo tanto, utilizando técnicas de estadística multivariada, se identificaron cuatro grupos de productores y sus preferencias en comunicación para difundir sus ideas e innovaciones aplicables a la unidad de producción, al mismo tiempo se logró conocer cuáles son las TIC´s más frecuentemente utilizadas y quienes son los que más uso hacen de ellas. Se concluye que una vez identificadas las formas de comunicación preferidas por los productores se deberían utilizar como herramientas promotoras de innovaciones, lo que en determinado momento le facilitara a oficinas gubernamentales y extensionistas la diseminación optima de las mismas. Por otro lado, la difusión de estas estrategias va ligada a la forma en que se estructuran redes de comunicación y la manera en que éstas pueden influir sobre los tomadores de decisiones.

**Palabras clave:** Difusión de información, innovaciones, rural, tecnología, telecomunicaciones.

## ABSTRACT

Communication in rural systems where information and communication technologies are scarce is based on personal dialogue between producers, but in recent years ICTs (Information and Communication Technologies) are considered as emerging technologies that facilitate communication and development of the community. In this sense, 172 small-scale milk producers from the municipality of Aculco, State of Mexico, were interviewed, with the aim of grouping them and knowing the media they prefer, taking into account the group to which they belong. In the study they considered ten ICTs. Therefore, using multivariate statistics techniques, four groups of producers and their communication preferences were identified to disseminate their ideas and innovations applicable to the production unit. At the same time, it was possible to know which

ICTs are most frequently used and who They are the ones that use most of them. It is concluded that once the communication forms preferred by the producers have been identified, they should be used as promoters of innovations, which at a certain moment will facilitate the optimal dissemination of the same to government offices and extension agents. On the other hand, the diffusion of these strategies is linked to the way in which communication networks are structured and the way in which they can influence decision makers.

**Index words:** Dissemination of information, innovations, rural, tecnology, telecommunications.

## INTRODUCCIÓN

La comunicación es crucial en todas las facetas de desarrollo, y el medio rural caracterizado por el limitado acceso a la información y capacitación, no es la excepción (Murisa y Chikweche, 2015) independientemente de cómo se creen las innovaciones, éstas se ven como el principal motor del crecimiento de la productividad en la agricultura, en este sentido la adecuada difusión de innovaciones en medios rurales es una estrategia para promover el desarrollo de la región, sin embargo la infraestructura de telecomunicaciones limita proporcionalmente este fin. En Aculco Estado de México, solo el 4% de la población tiene acceso directo a internet, y el 67% a teléfono celular, 6.4% a teléfono fijo y 7.3% a computadora (INEGI, 2013), estos números son relativamente bajos si los comparamos con otras regiones del mismo estado, sin embargo, la utilización de TIC´s por los productores de leche a pequeña escala es emergente y relativamente nueva (Rathod, 2016), en años anteriores las oficinas gubernamentales encargadas del extensionismo se valían de medios impresos para facilitar la información, hoy en día esta estrategia está siendo relevada por nuevas tecnologías, por lo tanto es importante conocer la percepción de los productores sobre las TIC´s.

La extensión implica el uso consiente de la comunicación de información para ayudar a los agricultores a formarse opiniones sólidas y tomar buenas decisiones basadas en sus circunstancias (Masendeke *et al*., 2010) en particular la extensión agropecuaria, se centra en mejorar la productividad, la competitividad y la promoción de los vínculos comerciales para mejorar la comercialización (Moyo y Salawu, 2018) a pesar de existir tecnología e innovaciones, los agricultores no las han adoptado debido, entre otras razones, a la falta de comunicación y la formulación de políticas. Sin embargo, la teoría de la difusión de Rogers (2003) reconoció más tarde los límites de los medios de comunicación, que son lineales, para provocar directamente cambios de comportamiento, así como la importancia de los canales interpersonales en el proceso de adopción de nuevas ideas (Inagaki, 2007). Lo anterior obliga a conocer las preferencias de grupos de productores de leche a pequeña escala sobre las principales TIC´s como promotoras de innovaciones en sistemas de producción de leche a pequeña escala.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en Aculco Estado de México, con ayuda de cuestionario semi-estructurado entrevista que recababa información sobre características del productor y unidad de producción, características del núcleo familiar, tecnificación de la unidad de producción y uso de

tecnologías de información y comunicación. Se entrevistó a 172 productores de leche a pequeña escala, los cuales utilizando el criterio de pequeña escala (menos de 35 vacas más sus reemplazos) fueron seleccionados. Para llevar a cabo la colecta de la información se empleó un muestreo no probabilístico tipo bola de nieve (Vogth y Johnson, 2016). Este mismo se dio por terminado cuando se llegó al punto de saturación de información (Valles, 2009).

Los datos fueron preparados, como lo recomienda Broman y Woo (2018) además se emplearon pruebas de normalidad (Kolmogorob-Smirnov), gráficos de caja para identificar datos atípicos y para la identificación de colinearidad, se realizaron correlaciones bi-variadas. Para el análisis de la información se utilizó el software SPSS versión 24. dividido dos fases; la primera consistió en la identificación de grupos de productores a través de la selección de 20 variables que fueron sometidas a un análisis de componentes principales y un análisis de factores (Field, 2013) con base en trabajos previos de Santos-Chávez (2014) y Alvarez *et al.* (2014).

Una vez identificados los grupos se establecieron diferencias de percepción con respecto a tecnologías de información y comunicación a través de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. 10 tecnologías de información y comunicación fueron consideradas en este estudio: teléfono fijo, teléfono móvil, mensaje sms, whats app, radio, televisión, computadora, internet, facebook y correo electrónico.

Para medir la importancia percibida por los productores hacia las TIC´s se empleó una escala de Likert de 5 puntos en donde 1=nada importante y 5 =muy importante.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron cuatro factores que explican el 70.91% de la varianza, de esta manera el factor 1 relacionado con tecnificación de la granja: aquí se incluyen variables como el uso de tecnologías de manejo del hato, alimentación, sanidad y reproducción, agrícolas y complementarias. Factor 2 características de la unidad de producción, incluidas venta de leche, tamaño de hato, e ingreso por día. Factor 3 transferencia de información: temas de interés del productor y principal forma de comunicación. Por último, factor 4 explica la relación entre uso de TIC´s y experiencia del productor. Con ayuda de un dendograma se logró la visualización de cuatro grupos de productores, los dos más grandes formados por 48 productores y los dos más pequeños por 37 productores, las características de cada grupo se describen en el Cuadro 1.

### Comunicación entre productores

En la zona la falta de infraestructura limita en cierta medida el uso de TIC´s tal podría ser la razón por la cual los productores prefieren la comunicación personal sobre las TIC´s, sin embargo podemos encontrar que el uso de estas no está del todo ausente, siendo el uso de teléfonos móviles una opción viable de comunicación aun manifestándose la falta de infraestructura de telecomunicaciones, de esta manera podemos darnos cuenta que una de las fortalezas del grupo dos, es el uso de estas tecnologías en su comunicación y obtención de información ya sea para uso personal o aplicación en su unidad de producción. Caso contario al grupo 4 en el que a pesar de

mencionar el uso de teléfonos móviles no lo hacen de forma directa ya que de acuerdo a información rescatada de entrevistas con integrantes de este grupo, el uso de las TIC´s es en su mayoría por familiares cercanos o personas con las que tienen contacto frecuente.(Cuadro 2) esto concuerda en cierta medida con Läpple *et al.* (2015) que encontraron que la edad de los productores tiene un efecto negativo sobre el uso de tecnologías dado que en general ellos tienen un horizonte temporal más corto que considerar, y el uso de innovaciones no está dentro de sus prioridades.

**Cuadro 1.** Características de grupos de productores de leche a pequeña escala.

| Características | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 3 | Grupo 4 |
|---|---|---|---|---|
| Número de productores | 48 | 48 | 37 | 37 |
| Edad | 60 | 46 | 47 | 53 |
| Experiencia (años) | 40 | 20 | 20 | 29 |
| Escolaridad (años) | 6 | 9 | 6 | 6 |
| Uso de tecnologías* | 50% | 50% | 50% | 30% |
| Tamaño de hato | 16 | 10 | 10 | 15 |
| Superficie disponible | 4.8/3.3 | 2/2 | 2/2 | 1.8/2.1 |
| Acceso a créditos | 18.75% | No | No | No |
| Integrantes de familia | 3 a 4 | 4 | 4.5 | 4.5 |
| Mano de obra externa | Permanente/ temporal | Temporal | Temporal | Permanente/ temporal |
| Principal fuente de ingresos | Venta de leche | Venta de leche | Venta leche | Venta de leche |
| Fuente alterna de ingresos | No | Si 64.5% | Si 32% | No |

*se consideraron 43 tecnologías de diferentes rubros: tecnologías de manejo del hato (9), alimentación (6), sanidad y reproducción (9), agrícolas (14) y complementarias (5).

**Cuadro 2.** Comunicación entre productores de leche a pequeña escala.

| Comunicación | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 3 | Grupo 4 |
|---|---|---|---|---|
| Principal forma de comunicación | Personal | Personal/Teléfono | Teléfono | Personal |
| Redes sociales | 2.08% | 10.41% | 2.70% | 8.10% |
| Uso de internet | 6.25% | 29.16% | 5.40% | 8.10% |
| Teléfono Móvil | 39.5% | 70% | 59.45% | 37.83% |

## Importancia de las tecnologías de información y comunicación

Los productores consideran al radio y televisión como medios de entretenimiento, mas, que como medios de comunicación e información, contrastando con los medios novedosos como son los medios digitales (computadora, Facebook, internet, correo electrónico) que aunque son populares en la comunicación, son considerados como poco a nada importantes en la zona, por otro lado el teléfono móvil es percibido como el medio de comunicación más importante, al ser catalogado por el grupo 2 como "importante" y "poco importante" por el grupo 3 (Cuadro 3). En este estudio, se contempló a los mensajes de texto (SMS) y *whatsapp* como aplicaciones independientes al teléfono móvil.

Es importante mencionar que los mensajes sms y whatsapp también tiene una importancia considerable para los productores y juntos (teléfono móvil, sms y whatsapp) en algún momento podrían ser prioritarios para la comunicación en zonas rurales.

**Cuadro 3.** Importancia de las tecnologías de información y comunicación por grupo de productores.

| Grupo de Tecnologías | Grupo1 media (D.E) | Grupo 2 media (D.E) | Grupo3 Media (D.E) | Grupo 4 Media (D.E) | ***p*** |
|---|---|---|---|---|---|
| Teléfono fijo | 1.3(0.8) | 1.3 (0.9) | 1.0 (0.3) | 1.0 (0.3) | .138 |
| Teléfono móvil | $2.3^{ac}$ (1.7) | $3.1^{bc}$ (1.8) | $2.2^{ac}$(1.5) | $2.1^{a}$ (1.6) | .137 |
| Mensajes sms | 2.1 (1.6) | 2.6 (1.8) | 1.7(1.4) | 2.1(1.4) | .054 |
| WhatsApp | 1.4 (1.1) | 2.2 (1.7) | 1.5 (1.2) | 1.8 (1.5) | .022 |
| Radio | 1.3(0.8) | 1.6 (1.3) | 1.4(1.0) | 1.3(.9) | .224 |
| Televisión | 1.4(1.0) | 1.7(1.4) | 1.7(1.4) | 1.5(1.2) | .117 |
| Computadora | 1.1(0.5) | 1.6 (1.3) | 1.1 (0.6) | 1.1 (0.7) | .087 |
| Internet | 1.2(0.5) | 1.7 (1.4) | 1.1 (0.7) | 1.2 (0.9) | .056 |
| Facebook | 1.1(0.5) | 1.5(1.1) | 1.0(0.2) | 1.2(0.9) | .567 |
| Correo electrónico | 1.2 (0.5) | 1.6(1.3) | 1.0(0.1) | 1.2(0.9) | .512 |
| Media general | $1.4^{b}$ (0.9) | $1.9^{ab}$(1.4) | $1.4^{a}$ (0.8) | $1.5^{a}$ (1.0) | .833 |
| Total tecnologías:10 | | | | | |

* valor de P en la prueba de kruscal-wallis. **Literales diferentes indican grupos diferentes. Escala: 1= nada importante; 2=poco importante;3= importante; 4=bastante importante; 5=muy importante.

## CONCLUSIONES

Los sistemas productivos se rodean de múltiples factores que intervienen en su estructura y desarrollo a través del tiempo, de esta manera existen muchos tipos de granja, lo que dificulta diseñar estrategias enfocadas a cada una de ellas, por lo tanto, el conocer cómo se agrupan las unidades de producción, facilita el diseño de estrategias enfocadas a promover tecnologías adecuadas para cada grupo de productor. En este sentido una vez identificadas las formas de comunicación preferidas por los productores se deberían utilizar como herramientas promotoras de innovaciones, lo que en determinado momento le facilitara a oficinas gubernamentales y extensionistas la diseminación óptima de las mismas. Por otro lado, la difusión de estas estrategias va ligada a la forma en que se estructuran redes de comunicación y la manera en que éstas pueden influir sobre los tomadores de decisiones, Se recomienda ampliamente identificar actores locales clave que faciliten y promuevan la comunicación y uso de tecnologías entre los diferentes grupos identificados en la zona.

## LITERATURA CITADA

Álvarez, S., W. Paas, K. Descheemaeker, P. Tittonell and J. C. J. 2014. Constructing typologies, a way to deal with farm diversity: general guidelines for the Humidtropics. Constructing typologies, a way to deal with farm diversity: general guidelines for the Humidtropics. Report for the CGIAR Research Program on Integrated Systems for the Humid Tropics. Plant Sciences Group, Wageningen University, the Netherlands.

Broman, K. W. and K. H. Woo. 2018. Data Organization in Spreadsheets, The American Statistician 72(1): 2-10. doi: 10.1080/00031305.2017.1375989

Field. 2013. Discovering Statistics Using SpSS (and sex and drugs and rock 'n' roll) SAGE Publications Ltd 1 Oliver's Yard 55 City Road London EC1Y 1SP. ISBN 978-1-84787-907-3.

Inagaki, N. 2007. Communicating the Impact of Communication for Development: Recent Trends in Empirical Research. The World Bank, Washington, DC. pp. 1-62.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2013. Continuo de elevaciones mexicano. Chihuahua, Chih., México. En: http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/datosrelieve/continental/continuoelev aciones.aspx Consultado 22 noviembre 2016.

Läpple, D., A. Renwick and J. J. Cull. 2015. What drives innovation in the agricultural sector? A spatial analysis of knowledge spillovers. Land Use Policy 56 (2016) 238-250.

Masendeke, A., J. Kamuzhanje and R. Sithole. 2010. Participatory extension approaches in Zimbabwe. Ministry of Agriculture. Mechanisation and Irrigation Development Practical Action Southern Africa, Harare.

Moyo y Salawu. 2018. A survey of communication effectiveness by agricultural extension in the Gweru district of Zimbabwe. Journal of Rural Studies 60: 32-42.

Murisa, T. y T. Chikweche. 2015. *In*: Beyond the Crises: Zimbabwe's Prospects for Transformation. Weaver Press, Cape Town.

Rathod, P. y M. Chander. 2014. Identification of socio- economically important dairy innovations in India: A perspective of scientists. E. Karamidehkordi (eds), Proceedings of the First International Conference of the Asia and Pacific Islands Rural Advisory Services (APIRAS) and the Fifth Congress of Extension and Education in Agriculture and Natural Resources Management: Facilitating Information and Innovations for Empowering Family Farmers. 2-4 September, 2014, University of Zanjan, Iran. 101 p.

Rogers, E. M. 2003. Diffusion of innovations (5th ed.). New York: Free Press.

Santos-Chávez, V. M. 2014. Tipología de productores agropecuarios para la orientación de políticas públicas: Aproximación a partir de un estudio de caso en la región Texcoco, Estado de México, México.

Valles, M. 2009. Entrevistas Cualitativas. Madrid: Centro de investigaciones sociológicas. 195 p.

Vogt, W. P. y B. R. Johnson. 2016. Dictionary of statistics and methodology: a non-technical guide for the social sciences. 5ª. ed. United Sated of America: Sage publications.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# MEDIOS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN DE TECNOLOGIAS AGROPECUARIAS EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN PEQUEÑA ESCALA

# [SOURCES OF INFORMATION AND COMMUNICATION OF AGRICULTURAL INNOVATIONS IN SMALL-SCALE DAIRY FARMS]

**Hector Delgado-Barrios[1], Juan Felipe Núñez Espinoza[2], Julieta Gertrudis Estrada Flores[3], Carlos Galindo Martínez-García[3§]**

[1]Estudiante del Programa de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, ICAR, U. Autónoma del Estado de México. [2]Investigador en el Colegio de postgraduados, Departamento de Desarrollo Rural. [3]Investigador del Programa de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, ICAR, U. Autónoma Estado de México. [§]Autor para correspondencia: (cgmartinezg@uaemex.mx).

## RESUMEN

El objetivo fue identificar los medios de información y comunicación de las innovaciones agrícolas por el estado de los pequeños productores de leche. Se aplicó un cuestionario a 212 productores, identificando las características del productor y la granja, los tipos de tecnologías agrícolas y los medios de comunicación e información. Los productores se dividieron en tres estratos: bajo, medio y alto. Las variables se analizaron con la prueba de Kruskal-Wallis, Chi-cuadrado. El estrato bajo presenta recursos limitados y aprendizaje generacional, limita las tecnologías de alto costo y la información y comunicación es interpersonal. El estrato medio tiene mayor cantidad tecnologías agrícolas, se informa con libros y periódicos, los medios digitales que utilizan son computadoras e internet. El estrato alto tiene la mayor cantidad de recursos e instalaciones, se informa mediante folletos y utiliza dispositivos móviles como llamadas, mensajes y aplicaciones de redes sociales en teléfono móvil, principalmente el WhatsApp.

**Palabras clave**: Lechería familiar, ordenamiento participativo de la riqueza, transferencia tecnológica.

## ABSTRACT

The aim was to identify the sources of information and communication of agricultural innovations by status of small-scale dairy farmers. A questionnaire was applied to 212 producers, identifying characteristics of the producer and the farm, types of agricultural technologies and means of communication and information. The producers were divided into three strata: low, medium and high. The variables were analysed with the Kruskal-Wallis, Chi-square test. The low stratum presents limited resources and generational learning, limits high-cost technologies and adopts simple technologies. The middle stratum has major agricultural technologies, it is reported with books and newspapers, the digital media they use are computer and internet. The high stratum has the greatest amount of resources and facilities, is informed through brochures and uses mobile devices such as calls, messages and WhatsApp.

**Index words**: Family dairy, wealth ranking, technology transfer.

## INTRODUCCIÓN

En México, las pequeñas granjas lecheras se perfilan como una opción de desarrollo local, generación de empleos e ingresos a las familias Martínez-García *et al.* (2012) ya que pueden adaptarse a diferentes cambios sociales y económicos; son piezas fundamentales en la producción nacional de leche de vaca y generan fuentes secundarias de empleo como la venta de quesos y dulce de leche Juárez-Morales *et al.* (2017). Sin embargo, la desigualdad en la tecnología empleada, indica que los componentes sociales y económicos influyen en el uso y adopción de técnicas agrícolas, pecuarias, servicios de extensión y apoyos para el campo por lo que hay gran potencial de mejora Forero-Camacho *et al.* (2013).

Identificar las diferentes características y la problemática que los sistemas de leche en pequeña escala enfrentan, es esencial para que las investigaciones, servicios de capacitación y apoyos del gobierno, enfoquen los esfuerzos en proporcionar las tecnologías necesarias que cada grupo requieran. Los trabajos realizados por Martínez-García *et al*. (2012); Juárez-Morales (2017) señalan que los factores sociales, económicos y productivos son fundamentales para entender la heterogeneidad en el uso y adopción de tecnologías agropecuarias y que los programas de transferencia de tecnología tengan más probabilidad de ser exitosos. Para complementar los factores de desarrollo social Laderchi *et al.* (2003), propone que la sociedad a analizar debe de involucrarse en la toma de decisiones, las investigaciones y los programas gubernamentales miden las características en forma externa al pensamiento social y cultural.

El surgimiento de las tecnologías de comunicación e información nacen como medios de acercamiento al conocimiento y relaciones sociales. Este beneficio se aprecia principalmente en países con disponibilidad de servicios y adquisición de medios digitales. Sin embargo, también se observa desigualdad principalmente en las comunidades con menos acceso a estas tecnologías. A esto se le conoce como brecha digital, comprende problemas sociales y económicos y se relaciona íntimamente con problemas estructurales como la pobreza, inequidad y la exclusión los grupos Gómez-Navarro *et al.* (2018).

El uso de tecnologías de comunicación e información es un fenómeno que actualmente se está propagando con gran crecimiento en México, este estudio pretende analizar la brecha digital entre los productores a pequeña escala para poder establecer vías de comunicación entre las instituciones, la asesoría técnica los programas gubernamentales. Como también métodos de difusión y adopción de tecnologías agropecuarias a pequeños productores. Por lo antes expuesto El objetivo fue identificar los medios de información y comunicación de las innovaciones agrícolas por el estado de los pequeños productores de leche y conocer si las tecnologías de información y comunicación son medios en la transferencia y adopción de tecnologías agropecuarias en sistemas de producción de leche en pequeña escala.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el municipio de Aculco, localizado al noroeste del Estado de México; en esta región el sector primario es primordial en la generación de empleos, dividiéndose en 60% agrícola, 38% pecuario y 2% acuícola. En el sector primario, el municipio de Aculco se destaca en la venta de leche de vaca, al ser el quinto productor estatal con una producción de 20228 toneladas anuales SIAP-SAGARPA (2016). Desde el año de 1960, las inversiones del gobierno en infraestructura impulsaron el crecimiento de esta actividad agropecuaria. En la actualidad, tienen una relación estrecha con la venta de queso de tipo artesanal en el municipio Crespo *et al.* (2014).

Los participantes fueron productores de leche en pequeña escala (responsables del ganado y/o jefes de hogar), definidos para este estudio como granjas productoras de leche de vaca con un hato de entre 3 y 35 vacas más reemplazos Fadul-Pacheco (2013). Los participantes se seleccionaron mediante un muestreo aleatorio de la lista que se obtuvo de los delegados (representantes de la comunidad) y líderes de opinión Ravnborg (1999).

El diseño del cuestionario se dividió en dos partes, en la primera parte se abordaron temas como características del productor, donde las variables a analizar fueron edad, género, nivel de escolaridad, años de experiencia como productor, tamaño de la familia, participación de la familia en la granja, principal fuente de empleo y capacitación. En los temas propios de la granja se evaluaron: instalaciones, otras especies dentro de la graja, tamaño del hato, vacas en producción, venta de leche al día, meses de ordeño, precio del litro de leche gasto semanal en alimentación, total de hectáreas, superficie de pastizales y superficie para cultivos. Los temas tecnológicos agropecuarios fueron: tecnologías de manejo, tecnologías de alimentación, tecnologías de sanidad y reproducción y tecnologías agrícolas. En la segunda parte del cuestionario se abordaron temas relacionados a los medios de comunicación información usados por los pequeños productores. Donde las características a evaluar fueron medios impresos (libros, revistas, folletos y periódicos) y tecnologías de comunicación e información (Línea fija, llamadas a través de telefonía móvil, mensajes a través de telefonía móvil, usos y aplicaciones como Whatsapp, uso de radio, programas y noticieros en la televisión, uso de la computadora, busqueda información y comunicación en la internet, uso de correo electrónico y portales sociales como Facebook.

Antes de la colecta de datos del cuestionario se realizó una prueba piloto con 22 productores, con el propósito de asegurar que las preguntas fueran entendidas por los entrevistados Perneger *et al.* (2015). El cuestionario final se aplicó a 212 productores participantes directamente en los hogares de los productores.

Se utilizó la clasificación de riqueza participativa para ordenar a las unidades de producción en estratos socioeconómicos. El método de ordenamiento participativo conocido en inglés como "wealth ranking" es un método de clasificación de la riqueza o de bienestar social, donde se les pregunta a informantes clave los indicadores de riqueza relativa autodeterminada y ordenan a los hogares en niveles socioeconómicos Ducrotoy *et al.* (2017). En este estudio se usó la técnica descrita por Martínez-García *et al.* (2017) la cual consiste en seleccionar 3 informantes clave de cada comunidad. Así, el total de informantes clave fueron 69 para las 23 comunidades del

municipio de Aculco. Identificados los informantes, estos se les proporcionó los nombres de los hogares y procedieron a formar pilas o grupos. El mínimo de grupos que formaron fueron 3, en caso de no estar seguro donde clasificar el nombre de un productor se alentó a dejarlo sin clasificación. Cuando los 3 informantes no coincidían con la clasificación de un productor se recurrió a un cuarto informante para a identificar al grupo. Los informantes agruparon las unidades de producción considerando las características que describen el parecido y diferencias entre los miembros de un grupo Grandin (1988).

Los datos se analizaron usando estadística descriptiva (media, moda, desviación estándar, rango intercuartil y pruebas de normalidad) con el propósito de conocer la naturaleza de los datos y verificar si hay datos faltantes o atípicos. Para conocer la normalidad de los datos se realizó la prueba de Kolmogorov–Smirnov la cual se recomienda en tamaño de muestra $n$ => 50. Se analizó la asociación de las tecnologías agropecuarias y de tecnologías de comunicación y la información usando tablas de contingencia, para determinar el porcentaje y el efecto de asociación que tienen las tecnologías con el estrato socioeconómico con la prueba Chi-cuadrada ($p > 0.05$) para dos o más muestras independientes, las variables que mostraron asociación se analizaron con la prueba de coeficiente de contingencia V de Cramer, la cual indica la relación y el grado de magnitud de las variables. Por último, se comparó la proporción de las variables que mostraron asociación con la prueba de z y él ajuste de nivel de significancia con el método de Bonferroni. Para identificar la diferencia de medianas y para comparar la diferencia entre grupos y conocer las características del sistema de producción, realizó la prueba de comparación múltiple ANOVA de 1 factor de Kruskal-Wallis (k muestras) ($p < 0.05$). La prueba no paramétrica de Jonckheere-Terpstra, se usó para calcular el tamaño del efecto de la prueba por variable. La prueba de Jonckheere-Terpstra determinó si había un efecto creciente en cada nivel socioeconómico.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Método de ordenamiento participativo de riqueza**:** Se identificó 3 grupos sociales, bajo ($n = 52$), medio ($n = 97$) y alto ($n = 64$). Los informantes clave establecieron los indicadores de estado social y económico donde la superficie de terreno, el tamaño del hato, actividades económicas, equipo e instalaciones, apoyos gubernamentales, alimentación y salud de los participantes. Son las principales características que defienden cada estrato socioeconómico.

Características socioeconómicas: En el análisis de Chi-cuadrada, existe una asociación estadísticamente significativa entre el grupo social y el sexo $\chi^2 = 7.948$, $p < 0.05$. Además, se encontró una relación estadísticamente significativa, débil y directamente proporcional (V de Cramer = 0.194, $p < 0.05$) La comparación de proporciones de las columnas con la prueba de z mostro diferencias ($p < 0.05$) entre los grupos bajo y alto y el sexo en el grupo de las mujeres. El estrato socioeconómico no encontró asociaron con la edad el jefe de hogar, escolaridad, experiencia como productor, principal fuente de ingresos y asesoría y capacitación en ninguno de los grupos bajo, medio y alto ($p < 0.05$)

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

Características productivas*:* Para identificar la diferencia de medianas y para comparar la diferencia entre grupos se realizó la prueba de comparación múltiple ANOVA de 1 factor de Kruskal-Wallis (k muestras) ($p < 0.05$), Cuadro 1.

Uso de tecnologías*:* El análisis de Chi-cuadrada detectó que existe una asociación estadísticamente significativa entre el grupo social y las tecnologías de alimentación $\chi^2 = 10.873$, $p < 0.05$, una relación estadísticamente significativa, moderada y directamente proporcional (V de Cramer = 0.226, $p < 0.05$) y la comparación de proporciones de las columnas mostró diferencias (prueba de z = $p < 0.05$) entre los grupos bajo con respecto al estrato medio y alto. Existe una asociación estadísticamente significativa entre el grupo social y las tecnologías de sanidad y reproducción $\chi^2 = 9.893$, $p < 0.05$. Además, en esta variable se encontró una relación estadísticamente significativa, débil y directamente proporcional (V de Cramer= 0.216, $p < 0.05$); La comparación de proporciones de las columnas con la prueba de z mostro diferencias ($p < 0.05$) entre los grupos bajo y medio. Existe una asociación estadísticamente significativa entre el grupo social y las tecnologías agrícolas $X^2 = 9.893$, $p < 0.05$. Además, en las tecnologías agrícolas se encontró una relación estadísticamente significativa, moderada y directamente proporcional (V de Cramer = 0.248, $p < 0.05$) y la comparación de proporciones de las columnas con la prueba de z mostro diferencias ($p < 0.05$) entre los grupos bajo y medio. No se encontró asociaron entre los grupos sociales con las tecnologías de manejo en ninguno de los grupos bajo, medio y alto ($p < 0.05$).

**Cuadro 1.** Comparación de las características socioeconómicas por estrato económico

| Variables | Bajo ($n$ = 51) | | Medio ($n$ = 97) | | Alto ($n$ = 64) | | $p^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mediana | RIC[1] | Mediana | RIC[1] | Mediana | RIC[1] | |
| Tamaño de hato | 8.0[a] | 7.0 | 13.0[b] | 11.5 | 14.5[b] | 17.3 | 0.001 |
| Vacas en producción | 5.0[a] | 5.0 | 8.0[b] | 7.0 | 9.5[b] | 10.0 | 0.001 |
| Meses de ordeño | 7.0 | 2.0 | 7.0 | 3.0 | 8.0 | 2.0 | 0.531 |
| Precio por litro de leche | 5.6 | 0.5 | 5.7 | 0.4 | 5.8 | 0.4 | 0.093 |
| Producción de leche (hato / día) | 35.0[a] | 40.0 | 60.0[b] | 67.5 | 100.0[c] | 87.5 | 0.001 |
| Ingresos por día ($) venta de leche | 192.5[a] | 244.0 | 348.0[b] | 409.0 | 560.0c | 473.8 | 0.001 |
| Gasto al día en alimento concentrado | 71.4[a] | 180.0 | 171.4[ab] | 248.6 | 214.3[b] | 228.2 | 0.001 |
| Total de instalaciones | 1.0[a] | 2.0 | 2.0[ab] | 2.0 | 3.0[b] | 2.0 | 0.001 |
| Total de hectáreas (ha) | 2.0[a] | 3.3 | 3.0[b] | 4.0 | 4.0[b] | 6.5 | 0.004 |
| Área para maíz (ha) | 1.5[a] | 2.5 | 2.0[ab] | 3.0 | 3.0[b] | 5.1 | 0.005 |
| Área para pastoreo (ha) | 0.3 | 1.0 | 1.0 | 2.0 | 0.88 | 1.2 | 0.054 |

[1]RIC=Rango intercuartil; [2]$p$ = Valor del análisis de Kruskal-Wallis ($p < 0.05$) [abc] = Literales diferentes indican diferencias entre grupos ($p < 0.05$), prueba de comparación múltiple ANOVA de 1 factor de Kruskal-Wallis (k muestras)

Medios impresos: Existe una asociación estadísticamente significativa entre el grupo social y los medios impresos $\chi^2 = 11.422$, $p < 0.05$. Además, se encontró una relación estadísticamente significativa, moderada y directamente proporcional (V de Cramer = 0.232, $p < 0.05$)

Tecnologías de información y comunicación: Existe una asociación estadísticamente significativa entre el grupo social y los folletos como medios de información y comunicación $\chi^2 = 9.452$, $p < 0.05$. Además, se encontró una relación estadísticamente significativa, débil y directamente proporcional (V de Cramer = 0.211, $p < 0.05$). Por lo tanto, existe una asociación estadísticamente significativa entre el grupo social y la información y comunicación a través de mensajes por teléfono móvil $\chi^2 = 7.638$, $p < 0.05$. Además, se encontró una relación estadísticamente significativa, débil y directamente proporcional (V de Cramer= 0.190, $p < 0.05$).

Difusión de innovaciones tecnológicas*:* En el estrato bajo la principal fuente de información de noticias fueron la radio y la televisión. Las redes sociales y vinculación con otros productores se vincularon con mayor frecuencia con el uso de la telefonía móvil empleado principalmente las llamadas. También, el uso de la telefonía móvil principalmente en llamadas, destaco una mayor proporción en el asesoramiento técnico y emergencias veterinarias. 40 de los 52 participantes que conforman el estrato bajo, destacaron que les gustaría recibir información sobre los apoyos gubernamentales, y en este sentido 44 de los 52 participantes les gustaría que un técnico agropecuario o instituciones gubernamentales se comunicaran directamente por cualquier medio impreso tecnológico o personal. El estrato medio tiene las mismas características del estrato bajo. Sin embargo, este estrato también complemento los resultados más del 50% destaco la necesidad de conocer más sobre precios del mercado, nutrición, nuevas tecnologías, enfermedades del ganado, nutrición, venta de equipos y asesoría técnica sobre temas agrícolas. El estrato alto tiene las mismas características de los estratos medio y bajo. Este estrato presento además de las características antes mencionadas, una comunicación constante mediante la telefonía móvil con servicios del gobierno, instituciones públicas y privadas y servicio técnico.

En el presente estudio, encontramos que la cantidad de hectáreas propias influye en gran medida al ingreso en el estrato alto, las tecnologías agropecuarias están más difundidas en el estrato medio, esto le da posibilidad de ser más competitivo en la venta de leche y el estrato bajo, al tener menor nivel educativo, tecnológico y limitado en recursos; tiene dificultades en competir, pero estabiliza su situación al ser solo de subsistencia y posee un gran potencial hacia el desarrollo. Los resultados encontrados en este estudio corresponden en gran medida a lo planteado por Aryeetey (2013) y Laderchi (2003), donde los grupos de estratos inferiores muestran dificultades en la capacidad de adaptarse al medio social y económico. Los estratos bajo y alto presentan una mayor diferencia en las variables productivas, el estrato medio marcaba una transición mediada por las oportunidades de venta de leche y al notar una disminución en su producción, tenían las mejores estrategias de adaptación a los mercados. El uso de folletos se desarrolla principalmente en el grupo alto, donde la educación y los términos científicos tienen mejor comprensión, esto fue mencionado por los estratos bajo y medio. El uso de tecnicismos limitaba la comprensión de los estratos bajo y medio, para la información y comunicación de diversos temas los técnicos agropecuarios les proporcionaban folletos. Sin embargo, el bajo nivel de lectura y comprensión limitaba el uso de los mismos. El uso de las tecnologías principalmente de llamadas móviles complemento a la falta de teléfono fijo, en este sentido, aunque la cobertura del medio rural es mala, los medios digitales son una herramienta para el desarrollo de las comunicaciones internas y externas de la comunidad.

## CONCLUSIONES

Las características sociales no mostraron diferencias, haciendo de estas muy homogéneas. La relación de las mujeres y el estrato bajo no significa que las mujeres tiendan a estar siempre en este estado, los problemas sociales de la familia provocan que las mujeres tengan que salir a hacerse cargo de la producción como administradoras de la granja y hacer frente a la crisis temporal o crónica como jefas de hogar. Las características de la granja validaron que los estratos estaban relacionados con la cantidad de bienes con las que cuentan, sugiriendo que el ordenamiento participativo (Wealth ranking), es un método participativo de bajo costo, rápido y con un grado aceptable de precisión al seleccionar a los participantes según lo señalo la prueba de Jonckheere-Terpstra. En los sistemas sociales de comunicación y de la información (TIC´s), el estrato bajo presenta menor cantidad de recursos y medios informaticos. Los medios impresos tienen una asociación positiva con el estrato, el estrato bajo menciona que la capacidad de entender temas complejos es difícil y que prefieren ser instruidos personalmente, mientras que el estrato alto podía hacer uso de estos recursos principalmente de folletos. La telefonía móvil principales los mensajes tenía una asociación con el estrado alto donde por este medio se relacionaban más con los servicios gubernamentales.

## AGRADECIMIENTOS

En la realización de la presente investigación, se agradece el apoyo de la beca CONACYT para estudios de Doctorado del primer autor, así como de recursos del proyecto con fondos CONACYT "Comunicación e innovación para el desarrollo rural" con Clave PN2016-2323.

## LITERATURA CITADA

Aryeetey, G. C., C. Jehu-Appiah, A. M. Kotoh, E. Spaan, D. K. Arhinful, R. Baltussen and I. A. Agyepong. 2013. Community concepts of poverty: an application to premium exemptions in Ghana's National Health Insurance Scheme. Globalization and health 9(1): 12.

Crespo, J., D. Réquier-Desjardins and J. Vicente. 2014. Why can collective action fail in local agri-food systems? A social network analysis of cheese producers in Aculco, México. Food Policy (46): 165-177.

Ducrotoy, M. J., C. W. Revie, A. P. Shaw, U. B. Musa, W. J. Bertu, A. M. Gusi and S. C. Welburn. 2017. Wealth, household heterogeneity and livelihood diversification of Fulani pastoralists in the Kachia Grazing Reserve, northern Nigeria, during a period of social transition. PloS one, 12(3): 0172866

Fadul-Pacheco, L., M. A. Wattiaux, A. Espinoza-Ortega, E. Sánchez-Vera and C. M. Arriaga-Jordán. 2013. Evaluation of sustainability of smallholder dairy production systems in the highlands of Mexico during the rainy season. Agroecology and Sustainable Food Systems 37(8): 882-901.

Forero-Camacho, C. A., G. H. R. Carvajal y J.H. Argüelles-Cárdenas. 2013. Capital social y capital financiero en la adopción de tecnologías ganaderas en zonas rurales altoandinas de Colombia. Ciencia y Tecnología Agropecuaria 14(2): 149-163.

Grandin, B. E. 1988. In wealth ranking in smallholder communities: A field manual. Practical Action Publishing. Editorial Intermediate Technology Publications, 1988, UK.

Gómez-Navarro, D. A., R. A. A. López, M. M. Domínguez y C. D. de León Castañeda. 2018. La brecha digital una revisión conceptual y aportaciones metodológicas para su estudio en México. Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento 6(16): 49-64.

Juárez-Morales, M., C.M. Arriaga-Jordán, E. Sánchez-Vera, J. D. D. García-Villegas, A. A. Rayas-Amor, T. Reman y C. G. Martínez-García. 2017. Factores que influyen en el uso de praderas cultivadas para producción de leche en pequeña escala en el altiplano central mexicano. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 8(3): 317-324.

Laderchi, C. R., R. Saith and F. Stewart. 2003. Does it matter that we do not agree on the definition of poverty? A comparison of four approaches. Oxford Development Studies 31(3): 243-274.

Martínez-García, C. G., P. Dorward and T. Rehman. 2012. Farm and socio-economic characteristics of smallholder milk producers and their influence on technology adoption in Central Mexico. Tropical Animal Health and Production 44(6): 1199-1211.

Martínez-García, C. G., P. Dorward and T. Rehman. 2016. Factors influencing adoption of crop and forage related and animal husbandry technologies by small-scale dairy farmers in Central Mexico. Experimental Agriculture 52(1): 87-109.

Navarro, D. A. G., R. A. A. López, M. M. Domínguez y C. D. de León Castañeda. 2018. La brecha digital una revisión conceptual y aportaciones metodológicas para su estudio en México. Entreciencias: diálogos en la sociedad del conocimiento 6(16): 49-64.

Perneger, T. V., D. S. Courvoisier, P. M. Hudelson and A. A. Gayet-Ageron. 2015. Sample size for pre-tests of questionnaires. Quality of Life Research 24(1): 147-151.

Ravnborg, H. M. 1999. Desarrollo de perfiles regionales de pobreza: basados en percepciones locales Editorial CIAT, Cali, Colombia.

SIAP-SAGARPA. 2016. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. Fuente: www.siap.gob.mx

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# ESTUDIO DE MERCADO PARA EL CONSUMO DE CARNE DE CONEJO EN VILLAHERMOSA, TABASCO

# [MARKET STUDY FOR THE CONSUMPTION OF RABBIT MEAT IN VILLAHERMOSA, TABASCO]

**Alejandra Patricia Castellanos-López[§], Jahicela Liévano-Morales, Luis Eliezer Cruz-Bacab**

División Académica de Ciencias Agropecuarias. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. [§]Autor para correspondencia: (paty.castellan@gmail.com).

## RESUMEN

Se realizó un estudio cuantitativo, con el objetivo de conocer el interés de consumidores potenciales sobre la carne de conejo y productos elaborados con ella; debido a la oportunidad que se presenta ya que las zonas tropicales han sido señaladas con potencial para la crianza de conejos por la alta producción de biomasa de alto nivel nutricional para herbívoros. Se aplicaron 80 encuestas a consumidores potenciales en la ciudad de Villahermosa, Tabasco. Para la obtención de información, se dividió el mapa de la ciudad de Villahermosa en cuatro cuadrantes; dentro de los cuales se identificaron: supermercados, carnicerías boutique y mercados tradicionales, en los cuales fueron aplicadas las encuestas a jóvenes y adultos sin distinción de género. Los resultados se obtuvieron mediante estadística descriptiva; obteniendo que 82% de los encuestados desconoce las características nutricionales de la carne de conejo; 70% de los encuestados indicaron que la presentación de productos a base de carne de conejo podría tener influencia sobre la decisión de compra, aunado a lo anterior debe considerarse añadir valor agregado a la presentación del producto. En cuanto a puntos de venta, los encuestados refirieron a los supermercados como la mejor opción prefiriendo comprar las piezas. Respecto a productos elaborados a base de carne de conejo, los encuestados señalaron que sería de su interés tener disponible jamón, salchichas y carne para hamburguesas. En conclusión, el interés de los consumidores potenciales para productos de carne de conejo es bajo, debido a la falta de conocimiento de las características nutricionales y la escasa disponibilidad de estos en el mercado local; por tanto, es necesario hacer difusión de las características nutricionales, el desarrollo de productos con presentación agradable a la vista para favorecer el consumo e inclusión en la dieta habitual, que promueva e incremente el consumo de la carne de conejo.

**Palabras clave:** Conocimiento, interés, productos de conejo.

## ABSTRACT

A quantitative study was carried out, in order to know the interest of potential consumers about rabbit meat and products made with it; due to the opportunity that presents itself since the tropical zones have been indicated with potential for the raising of rabbits by the high production of biomass of high nutritional level for herbivores. 80 surveys were applied to potential consumers in the city of Villahermosa, Tabasco. To obtain the information, the map of the city of Villahermosa was

divided into four quadrants; of which were identified: supermarkets, boutique butchers and traditional markets, in which surveys were applied to young people and adults without gender distinction. The obtained results were analyzed through descriptive statistics; where 82% of the respondents do not know the nutritional characteristics of rabbit meat; 70% of the respondents indicated that the presentation of meat products based on rabbit meat could have an influence on the purchase decision**, s**ince the meat presentation could influence the purchase decision, value added to the product presentation must be considered. As to the points of sales, most of the respondents referred the supermarkets as the best option, preferring to buy pieces. Regarding products made from rabbit meat, respondents indicated that it would be of interest to have ham, sausages and meat for hamburgers, available. In conclusion, the interest of potential consumers for rabbit meat products is low, due to the lack of knowledge of the nutritional characteristics and the scarce availability of them in the local market; therefore it is necessary to disseminate the nutritional characteristics, the development of products with pleasant presentation to the consumer's eyes to favor their consumption and inclusion in the habitual diet, as well as the production of products with a presentation already known by the consumer that promotes and increases the consumption of rabbit meat.

**Index words:** Knowledge, interest, rabbit products.

## INTRODUCCIÓN

La carne es altamente apreciada por las comunidades, ya que es una fuente de nutrientes, especialmente proteínas, de la cuales aporta hasta un tercio de los requerimientos diarios a la dieta, de igual manera aporta hierro y vitaminas del complejo B (Varela-Moreiras *et al*., 2001). Así mismo, la carne aporta grasa, incluidos los ácidos grasos saturados e insaturados, colesterol y triglicéridos, sodio y alto contenido de calorías, las cuales han sido relacionadas con el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, hipertensión, diabetes, cáncer y obesidad, debido a las elevadas cantidades de grasa en algunas especies animales como los bovinos y los cerdos (Valsta *et al.*, 2005; Dalle-Zotte y Szendro, 2011; Hathwar *et al*., 2012;). Sin embargo, la carne de conejo contiene alto porcentaje de proteína y niveles altos de aminoácidos esenciales. Comparada con otras, la de carne de conejo posee menor cantidad de grasa, aproximadamente 3.4 g por cada 100 g consumidos; por su reducido aporte de sodio, es recomendada para incluirse en las dietas de personas con hipertensión arterial (Dalle-Zotte y Szendro, 2011).

El contenido de vitaminas, en promedio por cada 100 g de consumo aporta alrededor del 8% de vitamina B2, 12% de vitamina B5, 21% de vitamina B6, el 77% de vitamina B3 y de vitamina B12 aporta tres veces las recomendaciones diarias (Hernández y Dalle Zotte, 2010). Por lo anterior Cossu y Capra (2014) mencionan que la carne de conejo es altamente recomendable para personas con problemas cardiovasculares, obesidad, acidez estomacal e indigestión; siendo importante pues contribuye a la prevención de enfermedades cardiovasculares y metabólicas; de igual manera es recomendada para incluirse en dietas para niños y deportistas. En este sentido y a pesar de que la carne de conejo es altamente proteica su consumo en el sureste mexicano es bajo, sin embargo, las zonas tropicales son zonas que han sido señaladas con potencial para la producción de conejos, por

su alta producción de biomasa con especies de alto valor nutricional para los herbívoros como conejos.

Por lo tanto, es menester promover la crianza de dichos animales a través de una producción sustentable, en la búsqueda de un mercado de consumo. De acuerdo con Kotler y Amstrong (2008), el mercado está formado por todos los clientes actuales y potenciales que tienen en común una necesidad y deseo específico por lo que estarían dispuestos a participar en un intercambio en el cual se satisfagan sus necesidades y/o deseos. Las investigaciones de mercado acerca del consumo de la carne de conejo o de los subproductos derivados de la misma, son escasas en México, especialmente en Tabasco. Sin embargo, en ciertas regiones del país, se han realizado estudios de mercado para conocer la demanda respecto a la carne de conejo e identificar los factores que inhiben o promueven el consumo (Alducín *et al*., 2008). Por lo que, realizar estudios de mercado permite recopilar información que oriente a conocer con mayor precisión los deseos y necesidades de los clientes y/o consumidores potenciales (Montero *et al*., 2014). Es por ello por lo que la presente investigación tiene por objetivo conocer el interés de consumidores potenciales sobre la carne de conejo y productos elaborados con ella.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una investigación de mercado por medio de encuestas aplicadas a una muestra de 80 personas en la ciudad de Villahermosa, Tabasco. El tipo de muestra utilizada fue de probabilidad de acuerdo con la metodología propuesta por Kotler (2001) separando a la ciudad de Villahermosa por zonas, obteniendo 4 cuadrantes en los cuales se eligieron supermercados, mercados, carnicerías y carnicerías boutique donde el nivel socioeconómico de los clientes y/o consumidores que acude a cada uno de los establecimientos fuera variable para obtener distintos puntos de vista. Dentro de dichos cuadrantes, se seleccionó un total de 16 puntos de venta donde se ofertan diferentes tipos de carne. Por cada punto de venta, se encuestaron a cinco clientes y/o consumidores con rangos de edad entre 20 a 60 años, sin distinción de género. La selección de los diferentes puntos de venta, así como de las personas encuestadas fue de manera aleatoria. La encuesta fue orientada para indagar acerca del interés en consumir carne de conejo y su conocimiento acerca de la misma. Se aplicó estadística descriptiva, utilizando el software Statgraphics.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El 82% de los encuestados, desconoce las características nutricionales de la carne de conejo, como su alto contenido de proteínas y el bajo contenido de grasa. Por lo anterior, se presenta como un área de oportunidad para promover su consumo, especialmente en sectores de la población con padecimientos crónico-degenerativos. Una vez presentadas a los encuestados, las características nutricionales de la carne de conejo, el 69% indicaron que estarían dispuestos a incluirla en la dieta habitual. Siendo la frecuencia de 38% el consumo ocasionalmente, seguido de un 25% en consumirla frecuentemente.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo concuerdan con lo reportado por Conchouso (2010) y Silva (2016) donde mencionan que existe un alto porcentaje (64%) de personas que

desconocen las características y ventajas nutricionales de la carne de conejo y su consumo. Por su parte Wolfe *et al*. (2002) coinciden que la falta de conocimiento acerca de las características nutricionales de la carne de conejo tiene como consecuencia una disminución en la compra de este producto por parte de los clientes y/o consumidores potenciales. Así como Alducín *et al.* (2008), los cuales mediante un estudio de mercado en diferentes regiones del país identificaron que las personas entrevistadas desconocen las características nutricionales de la carne de conejo, hasta que adquieren productos a base de esa carne. Así mismo identificaron que dicho desconocimiento está relacionado con los puntos de venta, los cuales no son tan accesibles, de modo que el lugar de venta o distribución para este producto juega un papel importante en su incorporación a los hábitos de consumo, por ello Parada (2016) señala que los supermercados son el principal canal para la distribución de carne de conejo, debido a que el mayor volumen de pedidos está dirigido para tiendas tipo "Gourmet".

Así mismo, 70% de los encuestados considera que la presentación de la carne influenciaría en la decisión de compra y consumo. Por lo que, la presentación representa un factor importante para el incremento de la elección por la carne de conejo en el consumidor y/o cliente. Por lo anterior, la presentación de productos con valor agregado como canal, piezas, precocida o embutidos de conejo empacados al vacío, favorecerá el consumo. En cuanto a los puntos venta, el 73% de las personas considera factible los supermercados, debido a la afluencia y facilidad de adquisición de mercancías para el público en general; seguido por restaurantes con un 16% y las carnicerías consideradas otro punto de venta con 10%.

De las piezas que pueden obtenerse del conejo, 34% consumiría el lomo y 33% la pierna; seguido por costillas y en una minoría el brazuelo. Así mismo, productos elaborados con carne de conejo como salchicha, jamón, hamburguesa, jamón, entre otros son de interés para los consumidores; los encuestados señalaron que la carne de conejo presentada en embutido como jamón (34%), salchichas (29) y hamburguesa (24%) serían las presentaciones de mayor interés.

Jaramillo *et al*. (2015) relatan que en la opinión de los encuestados existe escasa disponibilidad de la carne de conejo en centros comerciales o en las carnicerías, siendo éste el motivo por lo cual la frecuencia de compra es baja. En el presente trabajo, los entrevistados señalaron que sería idóneo tener disponibles los productos de conejo en los supermercados, por ser considerados lugares de fácil acceso e identificación para la compra. No obstante, los entrevistados por Silva (2016) manifestaron que les gustaría adquirir la carne de conejo en mercados "verdes".

En cuanto a la frecuencia de consumo, los resultados del presente estudio mostraron que los clientes y/o consumidores consideran apropiado adquirir ocasionalmente la carne de conejo, lo cual concuerda con Silva-Joya (2016) quien señala que la frecuencia de consumo es ocasional. Para incrementar la frecuencia de consumo, Parada (2016) menciona, que es de gran importancia la distribución de productos con valor agregado (embutidos, marinados etc.) debido a que favorecen la intensión de compra por parte de los consumidores potenciales. En cuanto a la presentación del producto, los encuestados señalaron que debería ser empacado al vacío, mientras que el resultado obtenido por Silva (2016) se prefería presentado en bandejas. En cuanto a otros tipos de presentación Conchouso (2010) y Silva (2016) mencionan que presentaciones en piezas, embutido

como el chorizo o lista para cocinar serían ideales. En cuanto a las piezas Silva (2016) reportó al lomo como la de mayor interés, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en Villahermosa, Tabasco.

Con respecto a la presentación de embutidos, Silva (2016) reportó al chorizo como la de mayor atractivo, de igual manera Bustos y Pérez (2016) mencionan que el 59% estaría dispuesto a incluir el chorizo en sus hábitos alimenticios, mientras que, en el estudio realizado en Villahermosa, Tabasco los encuestados indicaron que el jamón sería de mayor interés comercial; en el mismo contexto, en los resultados obtenidos en una encuesta realizada en diversos estratos socioeconómicos de la Ciudad de México se reporta que el 54% de los encuestados estarían dispuestos a consumir salchicha de conejo (Terrazas, 2006). De acuerdo con Petracci y Cavani (2013); Dalle-Zotte (2014) y Lengkey y Lobo (2016), la elaboración y diversificación de productos a base de carne de conejo puede favorecer su consumo y aceptación al mercado comercial. Por su parte, Castillo *et al*. (2013) señala que el desarrollo de productos innovadores como los embutidos son una opción para mejorar el consumo de carne de conejo.

## CONCLUSIONES

El interés de los consumidores potenciales para productos de carne de conejo es bajo, debido a la falta de conocimiento de las características nutricionales y la escasa disponibilidad de estos en el mercado local; por tanto, es necesario hacer difusión de las características nutricionales, mejorar la disponibilidad de productos cárnicos de conejo, así como desarrollar productos visualmente atractivos y de fácil manejo en el hogar, como los embutidos; para promover e incrementar el consumo de carne de conejo. Por ello, las zonas tropicales son zonas que han sido señaladas con potencial para la producción de conejos, por su alta producción de biomasa con especies de alto valor nutricional para los herbívoros como conejos. Por lo tanto, es menester promover la crianza de dichos animales a través de una producción sustentable, en la búsqueda de un mercado de consumo, donde localmente no ha sido explotado en su totalidad presentándose una oportunidad.

Finalmente, se sugiere que el presente trabajo sea complementado con otros estudios cuantitativos que aborden el impacto del consumo de la carne de conejo y su penetración en el mercado tabasqueño, con miras de escalamiento y diversificación en el sureste mexicano.

## LITERATURA CITADA

Alducín y asociados. 2008. Estudio de mercado sobre las preferencias del consumidor respecto a la carne de conejo. Asociación Nacional de Cunicultores de México.

Bustos, C. L.Y. y N. R. P. Pérez. 2016. Investigación de mercados para conocer la aceptación de chorizos de carne de conejo en el municipio de Ocaña Norte de Santander. Tecnología en gestión comercial y financiera – Trabajos de grado.

Castillo, A. M.G., G. I. A. Cruz, R. D. A. García, S. M. S. González, C. I. Y. Tapia y S. M. Vargas. 2013. Carne de conejo, alternativa a favor de la salud. Vida científica. Boletín científico de la escuela preparatoria. 4(2).

Conchouso, P. 2010. Alternativa para la comercialización de carne de conejo. Revista Dialnet. 45: 68-74.

Cossu, M. E. y G. Capra. 2014. Valor nutritivo de la carne de conejo y su potencial como alimento funcional. Capra, G. y Blumetto, O. (eds). Tecnología de producción de conejos para carne. Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología del INIA. Uruguay. pp. 119-132.

Dalle-Zote, A. 2014 Rabbit farming for meat purposes. Animal Frontier 4: 62-67.

Dalle-Zotte, A and Z. Szendro, Z. 2011. The role of rabbit meat as functional food. Meat Science 88: 319-331.

Hathwar, S. C., A. Kumar Rai, V. Kumar Modi and B. Narayan. 2012. Characteristics and consumer acceptance of healthier meat and meat product formulations. J Food Sci Technol. 6: 653-664

Hernández, P. and A. Dalle-Zotte. 2010. Influence of diet on rabbit meat quality. De Blas, C. y Wiseman, J. (eds). Nutrition on the rabbit, 2nd edition. CAB International. UK. 163-168.

Jaramillo, J. L. V.; S. L. Vargas y J. D. R. Guerrero. 2015. Preferencia de consumidores y disponibilidad a pagar por atributos de calidad en carne de conejo orgánico. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 6(1): 221-232.

Kotler, P. 2001. Sistemas de investigación de la mercadotecnia e investigación de mercados. Dirección de Mercadotecnia: análisis, planeación, implementación y control. 8ª edición. EUA. pp. 18-19.

Kotler, P. y G. Amstrong. 2008. Principios de marketing. 12ª Edición. Pearson Educación S.A.

Lengkey, H. and B. R. Lobo. 2016. Physico-chemical and microbiological characteristics, sensory quality and acceptability of native chicken and rabbit sausage produced with corn oil, margarine and beef fat. Macedonian Veterinary Review. 39 (2): 193-199.

Montero, L., J. Escribá y J. M. Buitrago. 2014. El marketing como propuesta para incrementar el consumo de carne de conejo. Boletín de cunicultura. 174: 34-42.

Parada-Hernández, M. R. 2016. Producción, inocuidad y comercialización de la carne de conejo. Martínez Yáñez, R. Bioética, inocuidad y bienestar animal: carne y leche. México. pp.126- 141.

Petracci, M. y C. Cavani. 2013. Rabbit meat processing: Historical perspective to future directions. World Rabbit Science 21: 217-226.

Silva, J. N. Y. 2016. Estudio de mercado para la carne de conejo de la Asociación "AGROPONEINTE" S.A.S. en el municipio de Duitama.

Terrazas, V. F. 2006. Producción de salchicha a base de carne de conejo. Instituto Politécnico Nacional. Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología.

Valsta, L. M., H. Tapanainen and S. Mannisto. 2005. Meat fats in nutrition. Meat Sci. 70: 525-530.

Varela-Moreiras, G., B. Beltrán de Miguel, C. Cuadrado, O. Moreiras, J. M. Ávila, A. I Cerdeño y A. R. Mantecón. 2001. La carne de vacuno en la alimentación humana. Fundación Española de la nutrición. España.

Wolfe, K., C. Ferland y J. C. McKissick. 2002. Rabbit meat market análisis. Georgia meat rabbit cooperative.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN FAMILIAR EN PEQUEÑOS RUMIANTES EN EL MUNICIPIO DE SANTA GERTRUDIS, ZIMATLÁN, OAXACA

# [CHARACTERIZATION OF SMALL RUMINANTS FAMILY PRODUCTION SYSTEMS IN THE MUNICIPALITY OF SANTA GERTRUDIS, ZIMATLAN, OAXACA]

**Araceli Mariscal Méndez[§], Jorge Morín Rubio, Teodulo Salinas Rios**

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma "Benito Juárez" de Oaxaca. [§]Autor para correspondencia: (mariscalma@hotmail.com).

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es caracterizar las unidades de producción familiar de pequeños rumiantes del municipio de Santa Gertrudis, Zimatlán, Oaxaca. El estudio asume el concepto de unidad de producción familiar incorporado por Schejtman, entendiéndolo como aquel sector de la actividad agropecuaria en el que el proceso productivo se lleva a cabo en unidades de tipo familiar con el objeto de asegurar la reproducción social de los productores y de la propia unidad de producción. Se realizó un estudio transversal mediante una metodología mixta, se aplicó una encuesta a 45 campesinos analizándola mediante estadística descriptiva, para la triangulación de la información referente a las instalaciones se realizaron mapas finca de cada una de las unidades de producción. Los resultados demuestran que 71.1% produce ganado ovino, 22.2% caprino y 6.6% ambos, la función zootécnica es de carne la cual se destina para el comercio local y autoconsumo, 91% de los productores cuentan con un corral de encierro los cuales son de tipo rústico, 86.7% de los productores mantienen su corral de encierro dentro del predio familiar, se aplican escasas medidas de manejo y sanitarias. Se concluye que los sistemas de producción son de tipo familiar con escasa o nula tecnificación en la cual se emplea la mano de obra familiar y mínima inversión, lo cual los tipifica en un sistema de subsistencia.

**Palabras clave:** Caprinos, ovinos, traspatio.

## ABSTRACT

The objective of this work is to characterize the family production units of small ruminants of the municipality of Santa Gertrudis, Zimatlan, Oaxaca. The study assumes the concept of family production unit incorporated by Schejtman, understanding it as that sector of the agricultural activity in which the productive process is carried out in family-type units in order to ensure the social reproduction of producers and the production unit itself. A cross-sectional study was carried out using a mixed methodology, a survey of 45 farmers was applied, analyzing it by means of descriptive statistics, for the triangulation of the information regarding the facilities; farm maps of each of the production units were made. The results show that 71.1% produce sheep, 22.2% goats and 6.6% both, the zootechnical function is meat which is destined for local trade and self-consumption, 91% of the producers have a pen enclosure which are of Rustic type, 86.7% of the producers maintain their pen enclosure within the family property, few management and sanitary

measures are applied. It is concluded that the production systems are family type with little or no technification in which family labor is used and minimum investment, which typifies them in a subsistence system.

**Index words:** Goat, sheep, backyard.

## INTRODUCCIÓN

México cuenta con inventario ganadero de 8.7 y 8.9 millones de cabezas caprinas y ovinas respectivamente (SADERa, 2019); tradicionalmente, este tipo de ganado se concentra en manos de los productores más marginados, de bajos recursos económicos y alejados de los beneficios de la asistencia técnica y de la tecnología (Cuéllar *et al.*, 2012), es decir, la presencia de pequeños rumiantes es marginal, en comparación con otras partes del mundo. También es reducido su consumo en relación con la carne de res. Sin embargo, ambas especies son importantes para la tradición culinaria mexicana y para la economía campesina, dado que tienen la ventaja de que pueden criarse a bajo costo (cerca de la vivienda o en tierras de propiedad común) y proporcionan múltiples beneficios (alimento, fertilizante, ingresos, ahorro) (Vásquez, 2015).

Bajo esta premisa, en los últimos años ha aumentado la importancia de estas especies en el sector ganadero dado que se ha demostrado su valor como una herramienta importante para el crecimiento económico, la mejora social de las poblaciones rurales menos desarrolladas (Boyazoglu *et al.*,2005), así como su reconocida capacidad de fortalecer la seguridad alimentaria (Vásquez, 2015) de manera primordial en las unidades de producción familiar.

El término de Unidad de Producción Familiar (UPF) fue acuñado por Schejtman (1986) refiriéndose al proceso productivo agropecuario que se lleva a cabo en unidades de tipo familiar con el objeto de asegurar la reproducción de los productores y de la propia unidad de producción. Bartra (1979), al describir las peculiaridades de la economía mercantil simple dice que este sistema de producción tiene como unidad fundamental a la célula familiar, en donde toda la familia contribuye en menor o mayor grado a la producción agrícola y ganadera.

De igual manera Shanin, al delimitar el campesinado como una entidad social con cuatro facetas esenciales e interrelacionadas, menciona en primer término a la unidad de producción agrícola familiar como una unidad básica multifuncional de organización social. La diversidad existente en el sector, ha permitido la elaboración de tipologías de acuerdo a los criterios de diversos autores y países, es por eso que difieren entre sí, no obstante, en los últimos años las tipologías más utilizadas se refieren a los siguientes estratos (FAO, 2012):

a) De subsistencia: se compone de predios en los que predomina el autoconsumo, la tecnología es escaza y el beneficio monetario es insuficiente.

b) Intermedia: incluye predios con acceso medio a recursos y en el que la producción se orienta al autoconsumo y al mercado local.

c) Excedentaria o consolidada: son los predios en los que la producción es dirigida al mercado, se dispone de variedad de recursos y bienes, satisfacen las necesidades de subsistencia de la familia.

La relevancia de las Unidades de Producción Familiar radica en el papel preponderante que tiene en las zonas rurales y de extrema pobreza, donde representan un sustento para las familias. Sin embargo, se enfrentan a diversos retos y desafíos, tales como lograr la competitividad ante la inestabilidad de los precios agropecuarios; solucionar los problemas vinculados a la tenencia de la tierra; superar los modelos de producción poco sostenibles, de baja productividad y sin innovación productiva y tecnológica; aumentar la oferta de alimentos; eliminar las brechas generacionales y de género e incrementar la participación de la Agricultura Familiar en las dinámicas de los territorios.

Ante este contexto las UPF deben ser o convertirse en una herramienta fundamental, para sentar las bases de un nuevo modelo productivo, donde la familia e integrantes de la misma, de forma organizada y consciente, ejerzan un verdadero control social sobre el sistema económico a construir (Álvarez, 2008).

En el estado de Oaxaca 70.4% de su población se encuentra en pobreza, situada principalmente en zonas rurales, lo que lo ubica dentro de las cinco entidades con mayor pobreza a nivel nacional (CONEVAL, 2017), esta marginación ha sido condicionada por una serie de factores geográficos, políticos, económicos y sociales; por otro lado este estado realiza una aportación significante a nivel nacional en cuanto inventario ganadero en pequeños rumiantes (2° lugar en inventario caprino y 4° lugar en inventario ovino) (SADERb, 2019), ganadería que se concentra en unidades económicas rurales de estrato familiar.

Dentro de los municipios que el estado de Oaxaca reporta en marginación se encuentra Santa Gertrudis Zimatlan, ubicado en la región de los Valles Centrales donde las actividades agropecuarias son frecuentes (SEDESOL, 2010). Siendo la ganadería una de las principales fuentes de alimentos e ingresos de la mayoría de las familias que habitan en el medio rural, y que se han visto afectadas, debido en gran parte a la insuficiencia en la productividad de la actividad agropecuaria para generar ingresos, alimentos y empleo, por lo que para acceder a los procesos socioeconómicos globales se requiere necesariamente un mejor desempeño de las unidades de producción rural, en cuanto al aprovechamiento de los recursos disponibles. Uno de los aspectos que podrían contribuir a resolver el problema es impulsar innovaciones tecnológicas que fortalezcan su capacidad de aprovechamiento de factores de producción y propicie mayor participación en el mercado para la obtención de beneficios (Rodríguez *et al.*, 2013). Es decir, mejorar la competitividad de las unidades de producción.

Frente a este panorama, el objetivo de esta investigación fue caracterizar las unidades de producción familiar en pequeños rumiantes del municipio de Santa Gertrudis, Zimatlán, Oaxaca, identificando con ello las principales limitantes productivas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la región de Valles Centrales de manera particular en el municipio de Santa Gertrudis, Zimatlan, el cual se caracteriza por tener un clima semi seco y semi cálido con lluvias en verano, se ubica en las coordenadas 16º47' latitud norte, 96º48' longitud oeste, a una altitud de 1,460 metros sobre el nivel del mar (INEGI, 2007).

La investigación se realizó en dos fases en el mes de noviembre de 2018: la primera desde una perspectiva cuantitativa mediante el levantamiento de una encuesta cuyo instrumento fue de tipo semi-estructurado, en la que se analizaron variables de carácter sociodemográfico, económico y productivo; en la segunda fase se realizaron mapas finca para identificar la estructura interna de las unidades de producción. El levantamiento de la información fue de tipo censal obteniendo la información de 45 unidades de producción. La información cuantitativa fue analizada mediante estadística descriptiva y los mapas fincas sirvieron para el análisis del uso del suelo e infraestructura empleada.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó un recorrido en el municipio identificando 117 unidades de producción familiar de las cuales 63.24% (74) reportaron las actividades agropecuarias como principal actividad económica teniendo el 60.81% (45) la producción de pequeños rumiantes.

La edad de los productores de pequeños rumiantes va desde los 18 hasta 75 años de edad, teniendo un 20% con edad superior a 65 años. Respecto al nivel de escolaridad, el 17% no cuenta con estudios, 35% tiene estudios de primaria completos, el 24.4% concluyó la secundaria y el resto realizó estudios medio superior.

Con referencia a la producción de pequeños rumiantes el 71.1% (32) tiene como principal especie productiva al ovino, 22.2% (10) al caprino y 6.6% (3) caprinos y ovinos, cabe señalar que el 62% (28) de las unidades de producción presentan más de una especie productiva siendo las aves de corral la especie más reportada. El 66.7%(30) reporta completar la actividad ganadera con la siembra de productos agrícolas como el maíz (80% productores de ganado ovino y 20% de ganado caprino).

La mayoría produce en pequeña propiedad 80% (36), el resto en tierras ejidales y comunales, cabe señalar que la extensión de tierra en promedio es de una hectárea, lo cual coincide con Hernández *et al.* (2011) que refiere que la distribución y tenencia en la tierra en pequeños productores caprinos se registra en un 60% en la pequeña propiedad, seguido de la ejidal, pero existe un minino de hectáreas para este tipo de productores.

La crianza de los pequeños rumiantes se realiza en un 86.7% (39) dentro del predio familia y un 13.3% (6) fuera del predio; se registró un promedio de tamaño de rebaño en ovinos de 16 cabezas con una $s^2$= 17.5 y en rebaños caprinos de 23 con una $s^2$= 33.2. La mayoría de los productores reportaron contar con un corral de encierro (Cuadro 1) mediante triangulación de la información

con el uso de mapas fincas se verificó que el 91.1% (41) de productores cuentan con un corral de encierro para los animales contando con instalaciones básicas como: techo, bebederos y comedores, mismos que en su mayoría están diseñados de manera rústica. Así mismo, 6.6%(2) de productores refieren llevar un registro de tipo productivo 95.55% (43) no llevan registro alguno; 15.6% (7) refirió haber tenido una vez asesoría técnica para la producción de su ganado, siendo 85.7% (6) para la producción de ganado caprino y el 14.3% (1) en caprinos, correspondiendo 71.4% (5) a productores inscritos al programa PESA (Programa Estratégico de Seguridad Alimentaria).

En el Cuadro 1 se observa que la función zootécnica principal es la producción de carne, siendo el comercio el principal motivo de crianza, la principal estrategia alimentaria en cabras es el pastoreo mientras que en ovinos es la compra de forraje. En cuanto al manejo reproductivo el empadre es mayoritariamente mediante monta natural, el 9.3% (4) reportaron emplear un semental prestado. Con referencia al manejo sanitario 28.9% (13) de productores reportaron vacunar sin embargo al cuestionar sobre el tipo de vacuna empleada desconocían la vacuna aplicada aunado a que es una práctica que reportan realizar de manera inusual; la desparasitación es una actividad más empleada por los productores registrando 80% (36) de UPF que realizan está actividad, pocos son los productores que realizan otra actividad sanitaria como la aplicación de vitaminas y minerales en su ganado. Lo descrito coincide con lo citado por Cuéllar *et al.* (2012) quienes refieren que las producciones de pequeños rumiantes son básicamente de tipo familiar, extensiva, con una baja tecnificación en su sistema de producción, escasas prácticas de control sanitario, mínimo manejo y las instalaciones son de tipo rustico construidas con materiales propios de la región.

Por otro lado, 88.9% (40) de los productores refieren que la crianza de pequeños rumiantes tienen una importancia dentro de su economía familiar 73.3% (33) atribuye esta importancia por los ingresos que generan por la venta de los animales, 15.6% (7) por el autoconsumo, 6.7% (3) lo ven como un ahorro familiar y 4.4% (2) como un recurso para cubrir cualquier emergencia, esto concuerda con Vázquez (2015) ella indica que los ovinos y caprinos se utilizan para la venta como para el autoconsumo, siendo adaptados a la cultura rural y culinaria de México para la elaboración de platillos tradicionales.

Bajo este contexto las UPF de pequeños rumiantes estudiadas se engloban en el tipo de subsistencia, que si bien 71.1% (32) de la producción está destinada al comercio en el mercado local como lo refiere la tipología intermedia estas UPF no se da en predios con acceso a medio de recursos, esto debido a los problemas de comercialización de estos productos como lo son un mercado inestable, ausencia de precios de garantía, intermediarismo, bajos niveles de producción y uso de tecnología, bajo rendimiento y margen de ganancias (Vásquez, 2015). Empero se tienen presentes los criterios de una tipología de subsistencia predios con tecnología escaza, beneficio monetario es insuficiente y si bien no predomina el autoconsumo de su producción las ganancias generadas de esta producción es empleada mayoritariamente para la compra de alimentos y su reproducción social.

**Cuadro 1.** Características de las UPF en Pequeños Rumiantes, Zimatlán, Oaxaca.

| Categoría | | Ovino | | Caprino | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | F.A | F.R (%) | F.A | F.R (%) |
| Ubicación de los animales | Traspatio | 28 | 84.8 | 11 | 91.7 |
| | Fuera del predio | 5 | 15.2 | 1 | 8.3 |
| Corral | Si | 31 | 93.9 | 10 | 93.9 |
| | No | 2 | 6.1 | 2 | 6.1 |
| Función Zootécnica | Carne | 21 | 63.6 | 5 | 41.7 |
| | Carne y Leche | 2 | 6.1 | 3 | 25 |
| | Pie de Cría | 10 | 30.3 | 4 | 33.3 |
| Destino de la Producción | Comercio | 26 | 78.8 | 6 | 50 |
| | Autoconsumo | 2 | 6.1 | 1 | 8.3 |
| | Comercio/autoconsumo | 5 | 15.1 | 5 | 41.7 |
| Estrategia Alimentaria | Comercial | 5 | 15.2 | 1 | 8.3 |
| | Pastoreo | 8 | 24.2 | 5 | 41.7 |
| | Forraje comprado | 13 | 39.4 | 2 | 16.7 |
| | Forraje producido | 7 | 21.2 | 4 | 33.3 |
| Tipo de Servicio | Natural | 31 | 93.9 | 12 | 100 |
| | Artificial | 2 | 6.1 | 0 | 0 |
| Vacunación | Si | 9 | 27.3 | 4 | 33.3 |
| | No | 24 | 72.7 | 8 | 66.4 |
| Desparasitación | Si | 26 | 78.8 | 10 | 83.3 |
| | No | 7 | 21.2 | 2 | 16.7 |
| Otro manejo sanitario | Vitaminas | 9 | 27.3 | 4 | 33.3 |
| | Minerales | 1 | 3 | 2 | 16.7 |

F.A: Frecuencia Absoluta, F.R: Frecuencia Relativa.

## CONCLUSIONES

Las UPF de pequeños rumiantes de Sta. Gertrudis Zimatlán están bajo la tipología de subsistencia, que lejos de mirarse como sistema de infra subsistencia, son sistemas diversificados, que buscan asegurar un ingreso económico, el autoconsumo familiar, la reducción de riesgos y la menor dependencia de insumos externos. Desde el punto vista económico y siguiendo la lógica de la economía campesina, al productor se le hace redituable dada la poca inversión que bajo su sistema de crianza le exige este sistema de producción, y sin embargo, le genera ingresos que le permiten su manutención. Empero se debe realizar propuestas de política pública para el impulso de la cadena de valor de pequeños rumiantes como una alternativa para dinamizar el desarrollo local de la región, dado por las bondades de estas especies en su aporte cultural, agroecológico, económico y de seguridad alimentaria que representa para las familias campesinas.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la inestimable colaboración de los alumnos de la asignatura de Desarrollo Rural de noveno semestre del ciclo escolar 2018-2019 de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UABJO.

## LITERATURA CITADA

Álvarez, V. 2008. Guía teórico – práctico para la creación de empresas de propiedad social. Caracas, Venezuela: Producción.

Bartra, R. 1979. Teoría del valor y la economía campesina: invitación a la lectura de Chayanov". En C. d. Desarrollo, Economía Campesina. Lima: DESCO.

Boyazoglu, J., I. Hatziminaoglou y P. Morand-Fehr. 2005. The role of the goat in society: Past, present andperspectives for the future. Small Ruminant 60: 13-23.

CONEVAL. 2017. Informe de Pobreza y Evaluación en el Estado de Oaxaca 2017. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Recuperado el 18 de Octubre de 2018, de http://desarrollosocial.guanajuato.gob.mx/coneval/informe-oaxaca.pdf

Cuéllar, O., P. Tórtora, G. Trejo y R. Román. 2012. La producción caprina mexicana, particularidades y complejidades. México: UNAM-SAGARPA.

FAO, S. 2012. Agricultura Familiar con Potencial Productivo en México. D.F., México: SAGARPA.

Hernández, J., F. Franco, O. Villareal, J. Camacho y R. Pedraza. 2011. Caracterización socieconómica y productiva de las unidades caprinas familiares en la Mixteca, Poblana. Archivos de Zootecnia 60(230): 175-182.

INEGI. (2007). VIII Censo agrícola, ganadero y forestal. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Rodríguez, H., P. Cadena-Iñiguez, G. Morales, M. Jácome, G. Góngora, M. Bravo, M. y otros. 2013. Competitividad de las unidades de producción rural en Santo Domingo Teojomulco y San Jacinto Tlacotepec, Sierra Sur, Oaxaca, México. Agricultura, Sociedad y Desarrollo 10(1).

SADERa. 2019. Atlas agroalimentario 2012-2018. Recuperado el 2019 de Julio de 20, de https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2018/Atlas-Agroalimentario-2018

SADERb. 2019. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Recuperado el Julio de 20 de 2019, de https://www.gob.mx/siap/documentos/poblacion-ganadera-136762?idiom=es

SEDESOL. 2010. Diagnóstico: Alternativas de la población rural en Pobreza para generar ingresos sostenibles. Obtenido de http://www.sedesol.gob.mx/work/models/SEDESOL/Sedesol/sppe/dgap/diagnostico/Diagnostico_POP.pdf

Schejtman, A. 1986. Economía Campesina: Especificidad; Articulación y Diferenciación. En CEPAL, Economía Campesina y Agricultura Empresarial (Tipología de Productores del Agro Mexicano) (3a ed.). D.F., México: Siglo Veintinuno.

Vásquez, G. 2015. Ganado menor y enfoque de género. Aportes teóricos y metodológicos. Agricultura, Sociedad y Desarrollo 12(4): 515-530.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# PERCEPCIÓN DE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA DE FAMILIAS DEL MEDIO RURAL DE OAXACA

# [PERCEPTION OF FOOD SECURITY OF FAMILIES OF THE RURAL OF OAXACA]

**C. I. A. Ángeles[1§], H. J. G. Herrera[1], C. M. J. Periago[2], C. M. E. Ortega[1], M. A. León[1], S. M. P. Jerez[3], C. F. E. Martínez[4]**

[1]Colegio de Postgraduados, Programa de Ganadería. Montecillo, Edo. de México. [2]Departamento de Tecnología de Alimentos Nutrición y Bromatología, Universidad de Murcia, España. [3]Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, Oax. Méx. [4]Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales, UAEM. Toluca Edo. de México. [§]Autor para correspondencia: (adri.angeles@live.com.mx).

## RESUMEN

Un balance alimenticio adecuado de las familias del medio rural, evita que se perciban sensaciones de inseguridad alimentaria, sin embargo, esta seguridad alimentaria (SA) no necesariamente representa un estado nutricional apropiado, ya que debe considerarse la edad y condición fisiológica de sus integrantes, así como, la disponibilidad y accesibilidad a los alimentos. Por lo anterior, se planteó la hipótesis que el índice de ingesta energética es independiente de la percepción de las familias sobre su SA. El objetivo del estudio fue juzgar la SA basados en índices de ingesta energética, que consideran los macronutrientes de la dieta. Se realizó una encuesta con 100 familias de Valles Centrales de Oaxaca, usando un muestreo aleatorio bietápico, determinando el tipo y consumo de alimentos y la percepción de SA de las familias, según la Escala Mexicana de SA (EMSA). Los resultados mostraron que la ingesta energética de la dieta es independiente del grado de percepción de SA ($\chi 2 < 0.05$), el 63% de la población no cubre sus necesidades de ingesta calórica y el consumo de proteínas no está condicionado por el grado de percepción de SA, dado que el 58% de las familias tienen índices apropiados de ingesta proteica (IIP < 1). En tanto que la ingesta de carbohidratos (IICH) recomendada se cumplió en el 100% de las familias entrevistadas (IICH > 1). Al comparar el comportamiento de la ingesta de alimentos con respecto a la informada en otras regiones y su magnitud de sus indicadores, se concluye que las familias de la región de estudio presentan deficiencias nutricionales severas, pero su percepción de inseguridad alimentaria no es clara, debido probablemente a que sus alimentos sacian su hambre pero no están conscientes de las deficiencias nutricionales de ellos, además de que la herramienta con que se mide esta variable es muy subjetiva.

**Palabras clave:** Ingesta energética, inseguridad alimentaria, rezago social.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# AISLAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS EN LA INDUSTRIA LÁCTEA ARTESANAL EN CHIAPAS, MÉXICO

# [ISOLATION AND CHARACTERIZATION OF LACTIC ACID BACTERIA IN THE ARTISAN DAIRY INDUSTRY IN CHIAPAS, MÉXICO]

**Nallely Guadalupe Corzo Simuta[§], Alejandro Ley de Coss, María de los Ángeles Rosales Esquinca, Arce Espino Consepción, Esaú de Jesús Pérez Luna**

Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Campus V, Facultad de Ciencias Agronómicas. Carr. Ocozocoautla-Villaflores Km. 84.5, Apdo. Postal 78. [§]Autor para correspondencia: (corzosimuta.ng@gmail.com).

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue aislar y caracterizar bacterias ácido lácticas (BAL), de leche bronca, cuajo, suero y queso crema, siendo un total de 12 cepas. Se utilizó como medio de enriquecimiento MRS; 5 ml/5g de muestra en 50 ml, de acuerdo a su estado físico descrito anteriormente e incubados en un periodo de 72 h a 37 °C. Posteriormente, sembradas por el método estría cruzada en agar solido MRS complementado con un 20% de agar bacteriológico en cajas Petri, cada muestra por triplicado e incubadas por 72 h a 37 °C. Seguidamente se observó el crecimiento de colonias y se describieron las características morfológicas, según Harrigan y McCance, (1980). Las BAL presentaron forma circular, 5.5 µm de longitud, pigmento blanco, plano, superficie brillante, con una consistencia mantecosa y viscosa, y olor a fermentación, a diferencia del pigmento color rosa de la cepa de queso. Las BAL se caracterizaron mediante pruebas por tinción de Gram, catalasa y oxidasa; Gram positiva, cocos y bacilos, catalasa y oxidasa negativas. Para identificar posibles géneros se pretende recurrir a la identificación bioquímica con el Kit API 50 CHL y el Software API WEB. En conclusión, se lograron obtener 12 cepas puras de diversas colonias, para realizar pruebas *in vitro* en leche bronca y pasteurizada.

**Palabras clave:** Cuajo, cultivos iniciadores, fermentación, leche bronca, queso crema, suero.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# PRODUCCIÓN DE MIEL, MORFOTIPOS AFRICANOS Y EUROPEOS, PRESENCIA DE VARROA Y NOSEMOSIS EN COLONIAS DE ABEJAS MELIFERAS EN LA REGIÓN COSTA CHICA DE GUERRERO Y OAXACA

# [HONEY PRODUCTION, AFRICAN AND EUROPEAN MORPHOPYPES, PRESENCE OF VARROA AND NOSEMOSIS IN HONEY BEE COLONIES IN THE COSTA CHICA REGION OF GUERRERO AND OAXACA]

**Jordan Alexis Guzmán Sánchez, Daniel Valdés Tornes, Luis Alaniz Gutiérrez, María Benedicta Bottini Luzardo, Félix de Jesús Mayrén Mendoza[§]**

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2, Universidad Autónoma de Guerrero, Cuajinicuilapa, Guerrero. [§] Autor para correspondencia: **(**alanizgl@gmail.com).

## RESUMEN

En la región Costa Chica de Guerrero y Oaxaca existe poca información relacionada con los paramentos productivos, el estado sanitario y los niveles de africanización de las colonias de *Apis mellifera*. El objetivo del estudio fue explorar la relación entre la producción de miel con la proporción de morfotipos africanos y europeos, los niveles de varroa, la prevalecía de nosemiosis, y la presencia de ácaro traqueal. La hipótesis fue que la producción de miel durante la época de cosecha (diciembre-abril), es afectada negativamente por la presencia de abejas con morfotipo africanizado, elevados niveles de varroa, presencia de nosemiosis y ácaro traqueal en las colonias. En cada uno de seis apiarios se seleccionaron aleatoriamente diez de las colmenas a cosechar. De cada colmena se tomó una muestra de abejas de la cámara de cría, en un frasco conteniendo alcohol al 70%. Para medir la miel cosechada por colmena, se identificó y pesó cada bastidor antes y después de ser extractado. Se determinó el morfotipo de las abejas utilizando el método FABIS; el nivel de infestación por varroa se determinó usando la técnica de David de Jong; se identificó la presencia de nosema observando en el microscopio macerado abdominal; por último, el ácaro traqueal se diagnosticó disectando y observando las tráqueas de las abejas en un microscopio estereoscópico. Para determinar el grado de asociación entre las variables, se utilizó el análisis de correlación (Proc Corr del programa SAS); además se obtuvieron estadísticas descriptivas básicas. Cada colonia produjo un promedio de 13.03±6.2 kg de miel. El 87% de las colonias analizadas presentó morfotipo africanizado, y morfotipo europeo únicamente el 13%. En el 73% de las colmenas monitoreadas hubo presencia de varroa, cuya infestación promedio fue de 2.14±2.67%. No se encontró presencia de nosemiosis, ni ácaro traqueal. Tampoco se encontró correlación estadística entre ninguna de las variables analizadas. A partir de los datos del presente estudio no es posible establecer claramente las relaciones entre los morfotipos africanizados y europeo; los niveles de varroa en las colonias o la presencia de acaro traqueal y nosemiosis con la producción de miel, ni entre las distintas variables evaluadas, por lo que se recomienda incrementar el tamaño de muestra en evaluaciones sucesivas.

**Palabras clave**: Africanización, apicultura, *Apis mellifera*.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# ACUICULTURA

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# EFECTO DE LA LEVADURA DE SELENIO EN EL CRECIMIENTO, SUPERVIVENCIA Y POTENCIAL REPRODUCTIVO DE *Ambystoma mexicanum*

# [EFFECT OF SELENIO YEAST ON THE GROWTH, SURVIVAL AND REPRODUCTIVE POTENTIAL OF *Ambystoma mexicanum*]

**Gabriela Vázquez-Silva[1§], Fernando Carlos Arana Magallón[1], Ana Karen López de la Rosa[1], Pedro Abel Hernández García[2], German Mendoza Martínez[3], José Antonio Martínez García[3]**

[1]Laboratorio de Limnobiología y Acuicultura, Departamento El Hombre y su Ambiente, UAM - Xochimilco. [2]Centro Universitario UAEM Amecameca. Carr. Amecameca-Ayapango KM 2.5, 56900, Edo. México. [3]Laboratorio Ensayos Metabólicos, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Calz. Del Hueso 1100, Villa Quietud, Coyoacán, 04960, Ciudad de México. [§]Autor para correspondencia:(gavaz@correo.xoc.uam.mx).

## RESUMEN

El ajolote *Ambystoma mexicanum* es un urodelo endémico de la cuenca de México cuyas poblaciones silvestres han disminuido en los últimos años debido a la actividad antropogénica, contaminación, reducción de su hábitat e introducción de especies exóticas. Actualmente, este anfibio se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la IUCN como especie en peligro de extinción. La alimentación es uno de los aspectos más importantes para su mantenimiento y conservación en cautiverio, siendo el gusano de fango *Tubifex tubifex* su dieta básica. El enriquecimiento con selenio en la dieta de organismos acuáticos ha influido positivamente en el desarrollo, crecimiento, fertilidad y mantenimiento de las funciones metabólicas, por lo que sería una alternativa para mejorar la producción del ajolote, además de que los requerimientos y efectos de dicho mineral en animales silvestres como reptiles y anfibios son poco conocidos. Por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la levadura de selenio orgánico en diferentes dosis en el crecimiento, supervivencia y potencial reproductivo de *Ambystoma mexicanum* en condiciones de cautiverio. El diseño experimental consistió en un arreglo completamente al azar con tres niveles de selenio testigo 0%, dosis media 0.5% y dosis recomendada 1%, por triplicado para cada sexo. Se registró el crecimiento en peso y talla, para calcular las variables productivas, sobrevivencia, e incremento de peso, además se midió el perímetro torácico en hembras y tamaño gonadal en machos, para compararse empleando polinomios ortogonales ($p$ <0.05). Los resultados mostraron diferencias significativas en el crecimiento en peso y perímetro torácico en hembras ($p$<0.05). La dosis 1% mostró los mejores resultados en hembras ($p$ <0.05); mientras que, en machos la dosis 0.5% mejoró el crecimiento en peso, pero sin efecto significativo ($p$ >0.05). Los parámetros fisicoquímicos se encontraron dentro lo reportado para la especie. La adición de selenio al alimento mostró una tendencia positiva en los parámetros de crecimiento.

**Palabras clave**: Ajolote, alimentación, cautiverio, conservación, Se.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## ABSTRACT

The axolotl *Ambystoma mexicanum* is an urodele endemic to the basin of Mexico whose wild populations have declined in recent years due to anthropogenic activity, pollution, reduction of its habitat and introduction of exotic species. It is currently in the NOM-059-SEMARNAT-2010 and in the IUCN as an endangered species. The feeding is one of the most important aspects for its maintenance and conservation in captivity, being the mudworm *Tubifex tubifex* its basic die. Enrichment with selenium in the diet of aquatic organisms has positively influenced the development, growth, fertility and maintenance of metabolic functions, so it would be an alternative to improve the production of the axolotl, in addition to the requirements and effects of said mineral in wild animals such as reptiles and amphibians are little known. Therefore, the objective of this work was to evaluate the effect of organic selenium yeast in different doses on the growth, survival and reproductive potential of *Ambystoma mexicanum* in captivity conditions. The experimental design consisted of a completely randomized arrangement with three levels of selenium control 0%, average dose of 0.5% and recommended a dose of 1%, in triplicate for each sex. The parameters of growth, weight and height were recorded, as well as Daily Weight Gain, Specific Rate of Growth, Survival, and Weight Increase. Water physicochemical parameters were recorded. The results were compared in statistical analysis in orthogonal polynomials. The results showed significant differences ($p$ <0.05). The treatment of recommended dose in females obtained the best results, whereas in the male organisms it was the average dose. Physicochemical parameters were found within the range reported for the species. The addition of selenium to the food showed a slightly positive trend in growth parameters.

**Index words:** Axolotl, captivity, conservation, feeding, Se.

## INTRODUCCIÓN

La riqueza biológica de México es el resultado de su particular ubicación geográfica, lo que ha originado una gran diversidad de condiciones ecológicas para las especies, esta situación privilegiada queda reflejada en la diversidad de anfibios que posee nuestro país (Romero y Velázquez, 1999). Este grupo constituido por un total de 376 especies, de la cual México posee el quinto lugar a nivel mundial. Entre los anfibios, el grupo de las salamandras tienen un alto grado de endemismo, en especial la familia Ambystomatidae (Flores-Villela y Canseco, 1994), los cuales se les conoce como ajolotes o axolotl por su nombre en náhuatl, que se traduce como "monstruo acuático" (Mena y Servín, 2014; Molina, 2010). El ajolote *Ambystoma mexicanum* es una especie neoténica endémica de la Cuenca de México, cuyas poblaciones han sido disminuidas de su ambiente natural en la Zona Lacustre de Xochimilco debido al deterioro del medio ambiente, crecimiento urbano, a la introducción de especies exóticas, la destrucción y contaminación de su hábitat (Zambrano *et al*., 2010) situándose dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 como especie en peligro de extinción.

El aprovechamiento que se le dio en la región era para consumo humano debido a su carne blanca y sabor, así como su utilización en la medicina tradicional para el tratamiento de enfermedades respiratorias. En la actualidad se considera rara su presencia en vida silvestre razón

por la cual la mayoría de las colonias de ajolote se mantienen en cautiverio (Alcaraz *et al*., 2015). En cautiverio su alimentación se conforma por gusano de fango *Tubifex tubifex*; sin embargo, este tipo de alimento vivo es costoso por lo que se requiere de estrategias optimicen su nutrición (Gresens, 2014). La implementación de una dieta adicionada con algún suplemento puede mejorar el desarrollo y crecimiento de los individuos, como el selenio que es un aditivo nutricional que interviene en el mantenimiento de las funciones metabólicas, también se le considera como factor significativo en el aumento de fertilidad en muchas especies acuáticas, para comprobar los efectos se establecen parámetros productivos tales como ganancia de peso, tasa de crecimiento específico, supervivencia, tasa de fertilidad, entre otros. Por otra parte, cuando se sobrepasan los niveles de ingestión puede causar, retraso en el crecimiento, distrofia muscular, pérdida del apetito y mortalidad (Vinchira *et al.,* 2014). Por ello, es indispensable la investigación sobre aspectos nutricionales del ajolote de Xochimilco para su conservación *ex situ* ya que los requerimientos y efectos de dicho mineral en animales silvestres como anfibios son poco conocidos, por lo que este trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto que tiene la levadura de selenio orgánico adicionado en diferentes dosis al alimento en el crecimiento y supervivencia de *Ambystoma mexicanum* en condiciones de cautiverio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó con una colonia de *A. mexicanum* de dos años, mantenida en el Laboratorio de Limnobiología y Acuicultura de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Se seleccionaron 135 ajolotes, 54 hembras y 81 machos de peso de tamaño similar, para ser colocados en 18 unidades experimentales (UE) de 60 L (densidad de 6 hembras/60 L y densidad de 9 machos/60 L), acondicionados con agua libre de cloro, aireación constante y fotoperiodo natural. El diseño experimental consistió en un arreglo completamente al azar de tres niveles, con tres repeticiones de diferente concentración de selenio, dosis testigo 0%, dosis media 0.5% y dosis recomendada 1%, con duración de 13 semanas. Cada unidad experimental se mantuvo con recambios de agua tres veces por semana para conservar la calidad del agua. Los ajolotes fueron alimentados diariamente con gusano de fango (*Tubifex tubifex*), enriquecido con selenio orgánico (Bioways®, Biotecap, México) con una tasa de alimentación mantuvo fija (3.5%) y calculada a partir del peso por UE y ajustada de acuerdo con la biomasa quincenal de la UE. Se registró la biometría de cada ajolote tomado la longitud total (LT), longitud hocico-cloaca (LHC) con un Ambystómetro (cm), y peso con una balanza digital OHAUS®, en el caso de los machos también se registró el alto y ancho de las gónadas con un vernier digital (mm), y para las hembras se midió el perímetro torácico, con una cinta métrica (cm) estos datos fueron registrados de manera mensual. Con los datos de crecimiento se calcularon la Ganancia Diaria de Peso (GDP), Tasa Específica de Crecimiento (TEC), Sobrevivencia (%S), e Incremento de Peso (INCP), se realizó un análisis de varianza en el programa estadístico JMP (Software, SAS Institute) para comparar el efecto lineal y cuadrático del suplemento por polinomios ortogonales. Cada quince días se registraron los parámetros fisicoquímicos como pH (Potenciómetro, Hanna Instrument, HI98103), nitritos, nitratos y amonio (Fotómetro Multiparamétrico; Hanna Instrument, HI 83303), temperatura con un termómetro de mercurio (Brannan).

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores promedio de las variables analizadas de crecimiento para *Ambystoma mexicanum* organismos hembras, en la dosis recomendada (1%) se observó una respuesta significativa (P<0.05) (Cuadro 1) en los parámetros de crecimiento. En cuanto a la supervivencia, en los tratamientos testigo y recomendada mostraron el porcentaje más alto siendo de 94.44% (*n*=17), mientras que la dosis media (0.5%) la supervivencia fue de 88.89% (*n*=16). La longitud total máxima entre los tres tratamientos fue muy similar, en cuanto a la longitud hocico-cloaca, fue más alta en el grupo recomendado (1%). El consumo fue mayor en la dosis media. Por otra parte, se observó un ligero aumento en el perímetro torácico en los organismos con dosis de suplemento, específicamente en la dosis media. Una correcta formulación en la dieta mejora la digestibilidad y suple las necesidades metabólicas de los individuos, por consecuencia reduce los costos de mantenimiento y la contaminación del agua (Velasco-Santamaría y Correrdor-Santamaría, 2011).

**Cuadro 1.** Valores promedio del crecimiento inicial y final de *Ambystoma mexicanum* en hembras alimentados con *Tubifex tubifex* enriquecido con selenio orgánico.

| | Dosis del suplemento selenio hembras | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Variables | Testigo 0% | Media 0.5% | Recomendado 1% | EMM | Lineal | Cuadrático |
| Inicial | | | | | | |
| | n= 18 | n= 18 | n= 18 | | | |
| Peso (g) | 76.82 ± 1.22 | 78.63 ± 0.74 | 77.68 ± 0.95 | | | |
| LT (cm) | 22.23 ± 0.39 | 21.77± 0.16 | 22.40 ± 0.68 | | | |
| LHC (cm) | 12.02 ± 0.18 | 11.76 ± 0.13 | 11.94 ± 0.41 | | | |
| Biomasa (g) | 460.77 ± 7.41 | 471.77 ± 5.69 | 465.43 ± 5.34 | | | |
| Final | | | | | | |
| | n= 17 | n= 16 | n= 17 | | | |
| Peso (g) | 75.03 ± 6.00 | 82.78 ± 1.54 | 90.37 ± 5.06 | 2.66 | 0.08 | 0.012 |
| LT (cm) | 22.11± 0.42 | 22.01 ± 0.27 | 22.83 ± 0.43 | 0.22 | 0.77 | 0.02 |
| LHC (cm) | 11.82 ± 0.07 | 11.63 ± 0.18 | 12.20 ± 0.19 | 0.09 | 0.20 | 0.005 |
| Biomasa (g) | 426.77 ± 36.29 | 441.17 ± 43.46 | 511.23 ± 48.18 | 24.78 | 0.69 | 0.04 |
| GDP(g/día) | -0.02 ± 0.06 | 0.05 ± 0.01 | 0.14 ± 0.06 | 0.029 | 0.15 | 0.012 |
| TEC (%/día) | -0.15± 0.44 | 0.31 ± 0.08 | 0.90 ± 0.40 | 0.199 | 0.14 | 0.015 |
| INCP (g) | -1.79 ± 5.36 | 4.15 ± 1.12 | 12.69 ± 5.80 | 2.65 | 0.164 | 0.012 |
| Consumo (g/semana) | 14.90 ±18.46 | 33.17±21.80 | 27.54±12.22 | 10.35 | 0.42 | 0.38 |
| Perímetro torácico (cm) | 11.94±0.32 | 12.96±0.17 | 12.03±0.31 | 0.15 | 0.72 | 0.002 |

Efecto lineal o cuadrático. *n*= Número de ajolotes por tratamiento, LT= Longitud Total, LHC= Longitud hocico cloaca, GDP= Ganancia de peso diario, TEC= Tasa Especifica de Crecimiento, INCP=Incremento en Peso, S= Supervivencia.

El selenio no tuvo un efecto significativo en los parámetros de crecimiento y potencial reproductivo en machos de *Ambystoma mexicanum* ($p$ <0.05) como se observan en el Cuadro 2. La tasa de supervivencia para los tres tratamientos no mostro variaciones ya que fue del 100 %; por lo tanto, se mantuvo el número de organismo durante el experimento siendo de *n*=27 por tratamiento. En cuanto al ancho de las gónadas los organismos que corresponden a la dosis media y recomendada presentaron un ligero aumento de tamaño. El consumo registrado entre los tratamientos fue mayor en la dosis testigo. Bermúdez *et al*. (2012) mencionan que la

suplementación dietaria con levadura de selenio no afecta el desempeño productivo en términos estadísticos; sin embargo, el selenio es factor significativo en el aumento de fertilidad en muchas especies acuáticas, como se observó en este trabajo con un ligero aumento en el tamaño de las gónadas de los machos y en el perímetro torácico de las hembras. Algunos estudios realizados por Vinchira *et al.* (2014) en especies de peces como la trucha, pez gato americano, mero, lubina estirada, cobia y carpa reportan que el selenio impacta positivamente el crecimiento y función metabólica de los organismos suplementados, teniendo valores altos de la ganancia de peso, tasa de crecimiento específico, supervivencia, rendimiento en filete, y una alta tasa de fertilidad, lo cual concuerda con los resultados del ajolote ya que se encontraron efectos significativos en las variables de crecimiento para ambos sexos.

Los parámetros fisicoquímicos del agua para ambos se mantuvieron dentro de los niveles reportados para el mantenimiento y supervivencia *ex situ* del ajolote, registrándose los siguientes valores promedio para pH de 7.4, temperatura de 19°, nitritos 1.23 mg/L, nitratos 46.94 mg/L y amonio 0.05 mg/L, los cuales son similares a los trabajos realizados por Mena y Servín (2014). La calidad del agua es un factor importante, ya que si no es adecuada puede provocar enfermedades e incluso la muerte de los organismos.

**Cuadro 2.** Valores promedio del crecimiento inicial y final de *Ambystoma mexicanum* en machos alimentados con *Tubifex tubifex* enriquecido con levadura de selenio orgánico.

| | Dosis del suplemento selenio machos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Variables | Testigo 0% | Media 0.5% | Recomendado 1% | EMM | Lineal | Cuadrático |
| Inicial | | | | | | |
| | n= 27 | n= 27 | n= 27 | | | |
| Peso (g) | 69.10 ± 0.44 | 69.38 ± 0.74 | 69.51 ± 0.60 | | | |
| LT (cm) | 22.52 ± 0.22 | 22.42± 0.39 | 22.49 ± 0.48 | | | |
| LHC (cm) | 12.06 ± 0.13 | 11.93 ± 0.19 | 11.97± 0.44 | | | |
| Biomasa (g) | 621.9 ± 3.97 | 622.17 ± 6.41 | 625.6 ± 5.38 | | | |
| Final | | | | | | |
| | n= 27 | n= 27 | n= 27 | | | |
| Peso (g) | 78.41 ± 0.59 | 83.89 ± 4.04 | 82.97 ± 1.97 | 1.51 | 0.10 | 0.22 |
| LT (cm) | 23.43± 0.57 | 23.50 ± 0.57 | 23.63 ± 0.60 | 0.33 | 0.88 | 0.69 |
| LHC (cm) | 12.34 ± 0.17 | 12.46 ± 0.14 | 12.31 ± 0.31 | 0.12 | 0.51 | 0.58 |
| Biomasa (g) | 705.73 ± 5.33 | 742.4 ± 36.12 | 746.73 ± 17.72 | 13.52 | 0.10 | 0.22 |
| GDP(g/día) | 0.10 ± 0.002 | 0.15 ± 0.02 | 0.15 ± 0.05 | 0.015 | 0.09 | 0.27 |
| TEC (%/día) | 0.14 ± 0.001 | 0.20 ± 0.05 | 0.20 ± 0.02 | 0.019 | 0.08 | 0.28 |
| INCP (g) | 9.31 ± 0.15 | 13.41 ± 4.08 | 13.46 ± 1.43 | 1.44 | 0.09 | 0.28 |
| Consumo (g/semana) | 82.60±13.91 | 73.50±7.13 | 77.98±15.85 | 7.42 | 0.67 | 0.48 |
| Gónadas alto (mm) | 12.57± 1.61 | 13.55± 2.48 | 14.07± 1.42 | 1.096 | 0.36 | 0.873 |
| Gónadas ancho | 11.74±2.34 | 15.78±6.27 | 11.28±1.19 | 2.26 | 0.88 | 0.14 |

*n*= Número de ajolotes por tratamiento, LT= Longitud Total, LHC= Longitud hocico cloaca, GDP= Ganancia de peso diario, TEC= Tasa Especifica de Crecimiento, INCP=Incremento en Peso, S= Supervivencia.

## CONCLUSIONES

La adición de levadura de selenio en la alimentación de hembras de *Ambystoma mexicanum* presentó cambios significativos, mientas que, en machos no tuvo alguna respuesta. Sin embargo, en machos de esta especie se observó una ligera tendencia positiva en los parámetros de crecimiento alimentados con dieta enriquecida con selenio. Se sugiere el enriquecimiento de la dieta con selenio para hembras de ajolote.

## LITERATURA CITADA

Alcaraz, G., X. López-Portela y C. Robles-Mendoza. 2015. Response of a native endangered axolotl, *Ambystoma mexicanum* (Amphibia), to exotic fish predator. Hydrobiologia, 753:1 73-80.

Bermúdez, A., A. P. Muñoz-Ramírez y G. A. Wills. 2012. Evaluación de un sistema de alimentación orgánico Sobre el desempeño productivo de la Tilapia Nilótica (Oreochromis Niloticus) cultivada en estanques de tierra. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Colombia 59(3) 165-175.

Canseco, M. L. y M. M. G. Gutiérrez. 2010. Anfibios y Reptiles del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. pp. 85-87.

Flores-Villela, O. y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y Conservación en México: vertebrados, vegetación y uso de suelo. 2a ed. CONABIO. México. pp. 446

Gresens, J. 2004. An Introduction to the Mexican Axolotl (*Ambystoma mexicanum*). Revista Naturerearch, Lab Animal. 33:9 41-47.

Mena, G.H. y Z. E. Servín. 2014. Manual básico para el cuidado en cautiverio del axolote de Xochimilco (*Ambystoma mexicanum*). México: Instituto de Biología Laboratorio de restauración ecológica UNAM. pp 34.

Molina, V. A. 2010. El ajolote de Xochimilco. Revista de cultura científica. 98: 54-59

Romero, F. J. y A. Velázquez. 1999. La Región de Montaña del sur de la Cuenca de México: una revisión de su importancia biológica. Biodiversidad. 39-48.

NOM-059-SEMARNAT-2010. 2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial.

Velasco-Santamaría, Y. y W. Corredor-Santamaría. 2011. Requerimientos nutricionales de peces ornamentales de agua dulce: una revisión. Revista MVZ Córdoba 16(2): 2458-2469.

Vinchira, J. E., G. A. Wills y A. P. Muñoz. 2014. Desempeño productivo, composición y biodisponibilidad relativa de selenio en tilapia nilótica -*Oreochromis niloticus*- suplementada con selenio orgánico e inorgánico. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia*. Colombia 61(2):186-202.

Zambrano, L., Mosig R. P., McKay, J., Griffiths, R., Shaffer, B., Flores-Villela, O., Parra-Olea, G. y Wake, D. 2010. *Ambystoma mexicanum*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# ANÁLISIS FISICOQUÍMICO Y SENSORIAL DE FILETE DE TILAPIA ALIMENTADAS CON INCLUSIÓN DE *Moringa oleífera* EN LA DIETA

# [PHYSICOCHEMICAL ANALYSIS AND SENSORY ANALYSIS OF TILAPIA FILLETS FED WITH *Moringa oleífera* INCLUSION IN THE DIET]

**Gabriela de Jesús Bielma-Sarabia[1], José Guadalupe Gamboa-Alvarado[1], Serafín Jacobo López-Garrido[1], Narciso Ysac Ávila Serrano[1], José Arturo Martínez-Vega[2]**

[1]Universidad del Mar Campus Puerto Escondido, Ciudad Universitaria, Carretera Vía Sola de Vega, Puerto Escondido, San Pedro Mixtepec, Juquila, Oax., México. [2]Universidad del Mar Campus Puerto Ángel. Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Distrito de San Pedro Pochutla, Oax., México. [§]Autor para correspondencia: (alvarado@zicatela.umar.mx).

## RESUMEN

Se analizó el efecto de la inclusión de harina de hojas de *Moringa oleifera* en dieta para tilapia sobre propiedades fisicoquímicas y sensoriales del filete. Se alimentaron 30 tilapias macho por tratamiento 64 días con tres dietas isoproteícas (30% de proteína) e isocalóricas (2930.79 de Kcal/Kg de energía metabolizable): T1=inclusión10% de moringa, T2 =inclusión 20% de moringa y T3=alimento comercial. Cada animal se consideró como unidad experimental. Las variables respuesta se analizaron con una comparación de medias a través del estadístico de prueba de Tukey ($p$ <0.05). Los peces se pesaron una vez a la semana y fueron sacrificados a los 229 días de edad mediante la técnica de clavija perforadora. Se encontraron diferencias ($p$ <0.05) en tasa de crecimiento absoluto siendo mayor para T1 y T2, la temperatura fue mayor en T2 a los 45 minutos y menor a las 24 horas *post-mortem*. En el color a*T3 fue más rojo (a*= 1.85 ± 0.06), mientras que para b* T1 y T2 tienden a color amarillo atribuido a los carotenos de la moringa, en la pérdida por goteo T3 perdió casi el doble que T2. Los valores sensoriales T1 y T2 fueron preferidos en el sabor y aroma. Se concluye que la inclusión de harina de hojas *Moringa oleifera* hasta 20% favoreció el crecimiento, pérdida por goteo, sabor y aroma del filete.

**Palabras clave**: Análisis sensorial, calidad de la carne, *Moringa oleifera*, propiedades fisicoquímicas, tilapia.

## ABSTRACT

The effect of the inclusion of *Moringa oleifera* leaf meal in tilapia diet on physicochemical and sensory properties of the fillet was analyzed. 30 male tilapias were fed 64-day of treatment with three isoproteic (30% protein) and isocaloric (2930.79 Kcal / Kg metabolizable energy) diets: T1 = inclusion 10% moringa, T2 = inclusion 20% moringa and T3 = food commercial. Each animal was considered as an experimental unit. The response variables were analyzed with a comparison of means through the Tukey test statistic ($p$ <0.05). The fish were weighed once a week and were slaughtered at 229 days of age using the pin technique. Differences ($p$ <0.05) were found in absolute growth rate being higher for T1 and T2, the temperature was higher in T2 at 45 minutes and lower at 24 hours post-mortem. In the color a * T3 it was more red (a * = 1.85 ± 0.06), while

for b * T1 and T2 they tend to yellow attributed to the moringa carotenes, in the drip loss T3 lost almost double that T2 The sensory values T1 and T2 were preferred in taste and aroma. It is concluded that the inclusion of *Moringa oleifera* leaf flour up to 20% favored the growth, drip loss, flavor and aroma of the fillet.

**Index words:** Sensory analysis, meat quality, *Moringa oleifera*, physicochemical properties, tilapia.

## INTRODUCCIÓN

La *Moringa oleifera* es un árbol originario del Himalaya que se encuentra diseminado en varias zonas tropicales del mundo (Pérez *et al.*, 2010), cuenta con múltiples aplicaciones tanto en la medicina tradicional, la industria cosmética como fertilizante y alimento, pudiéndose aprovechar cada una de sus partes (hojas, flores, semillas, corteza y raíces) (Guzmán *et al.*, 2015), pero son las características nutritivas las que han generado interés en su investigación. En el caso de la tilapia diversos estudios acerca de alimentación proponen sustituir la harina de pescado justificando que los vegetales tienen mayor disponibilidad a un menor precio, teorizando que esta planta puede sustituirse entre 10% y 20%, (Dongmeza *et al.* 2006; Rivas *et al.* 2012; Magouz *et al.* 2016). Aunado a esto, Cohen-Zinder *et al.* (2017) y Falowo *et al.* (2018) mencionan que las hojas de moringa pueden mejorar la calidad de la carne, influyendo en la composición muscular y aspectos de calidad como pH, color, capacidad de retención de agua, jugosidad, sabor y aroma, resaltando la importancia de considerar la naturaleza de los ingredientes al diseñar una dieta. Por lo que, el presente estudio tiene como objetivo evaluar el efecto de hojas de *Moringa oleifera* en 10 % y 20% de inclusión en alimento para tilapia sobre las características fisicoquímicas de la carne y preferencia de consumidores.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El manejo de las tilapias se llevó a cabo en el laboratorio de acuicultura de la Universidad del Mar Campus Puerto Ángel, Oaxaca con coordenadas geográficas 15°40′18″N 96°29′45″O. El análisis fisicoquímico y sensorial se llevó a cabo en el laboratorio de productos pecuarios de la Universidad del Mar Campus Puerto Escondido, ubicado en el municipio de San pedro Mixtepec distrito con coordenadas geográficas 15°51′43″N 97°04′18″O.

Se usaron 90 tilapias macho de la especie *Oreochromis niloticus* de165 días de edad ($\bar{x}$= 300g), repartidas al azar en tres piletas con oxigenación constante, ajustándose a una densidad de 15 organismos por $m^2$. Se alimentaron con raciones del 1% de su peso total tres veces al día a las 10:00, 14:00 y 18:00 horas con dietas experimentales isoproteícas (30% de proteína) e isocalóricas (2930.79 Kcal/kg EM), dos adicionadas con 10% y 20% de *Moringa oleifera* respectivamente y un alimento comercial durante 64 días; cada semana se pesaron con una báscula digital L-PCR marca TOR-REY 5kg.Se determinó el crecimiento absoluto y la tasa de crecimiento absoluta con las siguientes formulas: CA=Peso final-Peso inicial, TCA=((Peso final-Peso inicial) / días de cultivo) (Uribe y Luna, 2003).Los peces se sacrificaron a los 229 días de edad ($\bar{x}$=400g), usando la técnica de clavija perforadora o ikejime (OIE, 2017).

El pH y la temperatura del filete se midieron con un potenciómetro Hanna (modelo HI 99163) a los 45 minutos y 24 horas *post-mortem* (Alarcón *et al.,* 2006);el color se determinó con un espectrofotómetro de esfera (X-rite modelo HI SP60) exponiendo los filetes 30 minutos antes al aire ambiental, se obtuvieron valores de luminosidad (L*), intensidad del rojo (a*) e intensidad del amarillo (b*) (Braña -Varela *et al*., 2011). La capacidad de retención de agua se midió a las 24 h *post-mortem*, se registraron muestras de 0.3 g de cada filete con una balanza analítica Denver Instrument MMX-412, cada muestra se colocó entre dos papeles de filtro y estos entre dos placas sobre las que se aplicó una presión de 10 kg por 15 min. Se emplearon las siguientes ecuaciones (Braña-Varela *et al.,* 2011): Agua libre (%) = [(Peso Inicial-Peso Final) /Peso Final] ×100; Capacidad de Retención de agua (%) =100-Agua Libre (%). La pérdida de agua por goteo se midió a las 24 horas *post-mortem* se pesaron 4 g de filete con una balanza analítica Denver Instrument MMX-412, estas fueron suspendidas con un hilo en recipientes de plástico con tapa, los cuales se refrigeraron (4°C durante 24 h) y se pesaron a las 48 h *post-mortem*, se empleó la siguiente ecuación: Pérdida por goteo= [(Peso Inicial-Peso Final) /Peso Final) ×100.

Para el análisis sensorial se aplicó una encuesta a 100 personas al azar sin experiencia en evaluaciones sensoriales, las cuales evaluaron el color, olor, textura, sabor, aroma y jugosidad; mediante una escala hedónica de 9 puntos donde: 1=Me disgusta muchísimo, 2= Me disgusta mucho, 3= Me disgusta bastante, 4 Me disgusta ligeramente, 5= Ni me gusta, ni me disgusta, 6= Me gusta ligeramente, 7= Me gusta bastante, 8= Me gusta mucho y 9= Me gusta muchísimo (Cárdenas, 2014).

Se usó un diseño completamente al azar con tres tratamientos, cada animal se consideró como unidad experimental, como fuente de variación se consideró a la inclusión de moringa. Las variables respuesta se analizaron con una comparación de medias por medio del procedimiento PROC GLM de SAS 2003 a través del estadístico de prueba de Tukey ($P<0.05$) (García, 2006).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se muestra el peso promedio total de las tilapias, el cual no presentó diferencias significativas ($p > 0.05$); Richter 2003 determinó que hasta 10% es recomendable adicionar sin afectar el crecimiento de las tilapias, de la misma manera lo mencionan Dongmeza *et al.* (2006) y Magouz *et al.* (2016) con extracto de metanol de la harina de las hojas de moringa, mientras que Rivas *et al. (*2012) no encontró diferencias hasta 20%;sin embargo, se pueden observar diferencias significativas ($p \leq 0.05$) para el crecimiento absoluto y la tasa de crecimiento absoluto (TCA) (Cuadro I) resultando favorecedor para los tratamientos con moringa ligeramente mayor para T2, probablemente por el contenido de antioxidantes que permitieron afrontar condiciones estresante como el manejo (Goes *et al.,* 2019).

**Cuadro 1.** Comparación de medias de los pesos vivos (g) y tasa de crecimiento absoluto (TCA) de tilapias alimentadas con dietas experimentales.

| Peso vivo | Edad (días) | T1 | T2 | T3 |
|---|---|---|---|---|
| Inicial | 165 | 298.48 ± 6.98 [a] | 302.62 ±6.18 [a] | 315.00 ±6.84 [a] |
| Peso Final | 228 | 397.88 ±10.10 [a] | 406.50 ±12.87 [a] | 398.80 ±11.34 [a] |
| CA | | 99.40 ± 3.12 [a] | 103.88 ±6.69 [a] | 83.8 ± 4.5 [b] |
| TCA (g/día) | | 1.57 ± 0.06 [a] | 1.65 ± 0.70 [a] | 1.31 ± 0.07 [b] |

a=Medias con la misma literal no difieren estadísticamente ($p > 0.05$), T1= Alimento con inclusión de 10% de Moringa, T2= Alimento con inclusión de 20% de Moringa, T3 =Alimento comercial, TCA=Tasa de crecimiento absoluto.

## Análisis fisicoquímico

En el Cuadro 2 se muestran las medias para las características fisicoquímicas de los filetes de tilapia; para la variable $T_{45}$ se observan diferencias ($p \leq 0.05$), el T2 fue mayor 2.94 °C y 3.09 ° C que T1y T3 respectivamente, pudendo ser resultado por la demora en el enfriado del filete, Huss (1988) refiere que si esto sucede por encima de los 17°C, se corre el riesgo de acelerar el proceso de *rigor mortis* al afectar la velocidad de oxidación, incidiendo en el pH y pérdida por goteo; un aspecto que pudo influir en la presentación de *rigor mortis* es el método de matanza (Alarcón *et al.,* 2006; Goes *et al.,* 2018, 2019). Duque *et al.* (2019) señala que la técnica ike jime, reduce el tiempo de muerte y por ende el estrés, retrasando el rigor. En el caso de la $T_{24}$ *post-mortem* T2 fue menor 1.51 °C y 1.25 °C para T1 y T3 respectivamente, esto asociado a la cantidad de agua libre que contuvo el músculo, según Marón-Fuenmayor y Zamorano-García *et al.* (2004) durante el enfriamiento de las canales puede perderse muy fácilmente por la manipulación. En el caso $pH_{45}$ y $pH_{24}$ *post-mortem* no presentaron diferencias ($p > 0.05$), estos resultados se asemejan a los reportados por Chaijan (2011) quien refiere que el pH final del músculo de tilapia se encuentra aceptable en un rango de 6.2 a 6.6; pudiéndose inferir que en el presente estudio los tres tratamientos tuvieron una gradual resolución del *rigor mortis*.

**Cuadro 2.** Comparación de medias en variables de calidad de filetes de tilapia alimentadas con diferentes dietas experimentales.

| Variables | T1 | T2 | T3a |
|---|---|---|---|
| $pH_{45}$ minutos *post-mortem* (°C) | 7.09±0.034[a] | 7.11±0.02 [a] | 7.08±0.03[a] |
| $pH_{24}$ horas *post- mortem* (°C) | 6.35±0.02[a] | 6.35±0.03[a] | 6.31±0.02[a] |
| $T_{45}$ minutos *post-mortem* (°C) | 16.34 ± 0.58 [b] | 19.37 ± 0.61 [a] | 16.28 ± 0.81[b] |
| $T_{24}$ horas *post-mortem* (°C) | 11.21 ± 0.34 [a] | 9.70 ± 0.35 [b] | 10.95 ± 0.38 [a] |
| L* | 50.84±0.63[a] | 48.63±0.57[a] | 49.08±0.86[a] |
| a* | -1.23 ± 0.09 [b] | -1.52 ± 0.10 [b] | -1.85 ± 0.06 [a] |
| b* | +6.62 ± 0.41 [a] | +5.54 ± 0.43 [ab] | +4.38 ± 0.43 [b] |
| CRA (%) | 49.08±5.35 [a] | 46.48±4.11 [a] | 41.25±6.05[a] |
| PG (%) | 3.79±0.33 [a] | 2.16±0.29 [b] | 4.29±0.43 [a] |

a, b=Medias con diferente literal difieren estadísticamente ($p \leq 0.05$), T1= Alimento con inclusión de 10% de Moringa, T2= Alimento con inclusión de 20% de Moringa, T3 =Alimento comercial, L*=Luminosidad, a*=Color Rojo, b*=Color amarillo, CRA=Capacidad de Retención de Agua, PG=Pérdida por goteo.

Para el color se observa diferencia ($p \leq 0.05$), para T3 a* es ligeramente mayor (-1.85 ± 0.06) que T1 y T2, esto puede deberse a la oxidación de los compuestos hemo, Valls *et al.* (2006) observó decoloraciones en sardina congelada, entre mayor formación de pigmento rojo en el músculo disminuían los valores de L*y b*. Fonseca *et al.* (2013) mostró similitud en el comportamiento de color en filete de tilapia lavadas y no lavadas con agua clorada estas últimas presentaron valores de a* alto y bajo L*conforme a los días de conservación. En cuanto a b*se muestra diferencia ($p \leq 0.05$), T3 fue menor que T1, éste tuvo tendencia al color amarillo, probablemente por los carotenoides presentes en la *M. oleífera* (Richter *et al.,* 2003; Mukumbo *et al.,* 2014; Cohen *et al.,* 2017). Para la variable L* no se muestra diferencia, estos valores generalmente son más altos en carne blanca debido al reflejo de la luz, sin embargo, los valores presentados son menores o similares a los reportados en estudios de peces de carne roja como la caballa (53.60 ±1.91) (Alba *et al.,* 2019) y la sardina (47.76± 0.01).La capacidad de retención de agua no muestra diferencia ($p \geq 0.05$); sin embargo, la pérdida por goteo presentó diferencia ($p \leq 0.05$) siendo mayor para T3 con 4.29±0.43%, perdiendo casi el doble de agua que T2 con 2.16±0.29 %. Según Wang *et al.* (2018) esta pérdida de agua se relaciona con la interacción actina-miosina en el músculo; en este aspecto Cohen *et al.* (2017) demostró la capacidad de la moringa para debilitar la esta interacción resultando en sarcómeros más largos lo que permitió la retención de agua, comparando su acción con la de calpaínas *post mortem* durante la maduración de la carne.

## Análisis Sensorial

En el cuadro 3 se muestran las medias de las puntuaciones de los atributos sensoriales del análisis de consumidores, estas no muestran diferencias ($p \leq 0.05$) para la apariencia, color, textura y jugosidad, probablemente porque no hubo cambios en el pH (Goes *et al.,* 2019). Para los valores de sabor y aroma se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) resultando tener mayor preferencia los filetes de tilapias alimentadas con T1 y T2, esto puede ser atribuido a los antioxidantes de la moringa como la vitamina E los cuales evitan la oxidación de los lípidos, promoviendo mantener el sabor y aroma (Falowo *et al*., 2018).

**Cuadro 3.** Comparación de medias en variables de atributos sensoriales de filetes de tilapia alimentadas con diferentes dietas experimentales.

| Variables | T1 | T2 | T3 |
|---|---|---|---|
| Apariencia | 6.76±0.17 [a] | 6.65±0.20 [a] | 6.80±0.20 [a] |
| Color | 6.57±0.20 [a] | 6.59±0.20 [a] | 6.59±0.21 [a] |
| Olor | 7.04±0.21 [a] | 7.14±0.20 [a] | 6.90±0.20 [a] |
| Textura | 7.22±0.18 [a] | 6.92±0.20 [a] | 7.00±0.19 [a] |
| Sabor | 7.15 ± 0.21 [a] | 6.71 ± 0.20 [ab] | 6.2 ±0.26 [b] |
| Aroma | 6.95 ±0.20 [a] | 6.47 ±0.20 [ab] | 6.17 ± 0.22 [b] |
| Jugosidad | 6.47±0.22 [a] | 6.33±0.21 [a] | 6.38±0.24 [a] |

a, b=Medias con diferente literal difieren estadísticamente ( $p \leq 0.05$), T1= Alimento con inclusión de 10% de Moringa, T2= Alimento con inclusión de 20% de Moringa, T3 =Alimento comercial.

## CONCLUSIONES

El alimento con inclusión de hojas de *Moringa oleifera* favoreció el crecimiento de las tilapias, en cuanto al filete ayudó a mantener el color en su exposición al oxígeno ambiental, mejoró la capacidad de retención de agua lo que ayudó a estabilizar la temperatura en refrigeración y le otorgó atributos preferenciales de sabor y aroma. Por lo que se puede considerar a la *Moringa oleifera* como ingrediente para la formulación de dietas para tilapia hasta en 20%.

## LITERATURA CITADA

Alarcón-Rojo, A. D., J. G. Gamboa-Alvarado, F. A. Rodríguez-Almeida, J. A. Grado-Ahuir y H. Janacua-Vidales. 2006. Efecto de variables críticas del sacrificio sobre las propiedades fisicoquímicas de la carne de cerdo. Técnica Pecuaria en México 44: 53-66.

Arce-Uribe, E. y J. Luna-Figueroa. 2003. Efecto de dietas con diferente contenido proteico en las tasas de crecimiento de crías del Bagre del Balsas *Ictalurus balsanus* (Pisces: *Ictaluridae*) en condiciones de cautiverio. Revista AquaTIC. 18: 39-47.

Braña-Varela, D., R. E. Ramírez, L. M. S. Rubio, A. E. Sánchez, G. U. Torrescano, M. L. Arenas, J. A. Partida, E. A. Ponce y F. G. Ríos. 2011. Parámetros de calidad en la carne. In: INFAP. Manual de Análisis de Calidad en Muestras de Carne. pp.7-51.

Cárdenas-Rojas, S. 2014. Evaluación sensorial hedónica de pescado. Edita Junta de Andalucía. España.

Chaijan, M. 2011. Physicochemical changes of tilapia (*Oreochromis niloticus*) muscle during salting. Food Chemistry 129: 1201-1210.

Cohen-Zinder, M., A. Orlov, O. Trofimyuk, R. Agmon, R. Kabiya, E. Shor-Shimoni, E. K. Wagner, K. Hussey, H. Leibovich, J. Miron and A. Shabtay. 2017. Dietary supplementation of *Moringa oleifera* silage increases meat tenderness of Assaf lambs. Small Ruminant Research 151: 110-116.

Diaz-Villanueva, J. y H. Robotham. 2015. Comparación de dos métodos de sacrificio en trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Latin American Journal of Aquatic Research 43: 287-294.

Dongmeza, E., P. Siddhuraju, G. Francis and K. Becker. 2006. Effects of dehydrated methanol extracts of Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves and three of its fractions on growth performance and feed nutrient assimilation in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). Aquaculture 261: 407-422.

Duque-Salazar, D., J. P. Holguín, I. Estrella y G. Lomas-Martínez. 2019. Mejoramiento de la calidad en la carne de la trucha arcoíris mediante la técnica de sacrificio Ikejime: caso Ecuador. CIENCIA ergo-sum. 26:1-14.

Followo, A. B., F. Makumbo, E. Idamokoro, J. M. Lorenzo, A. Afolaya and V. Muchenje. 2018. Multi-functional application of *Moringa oleifera* Lam. in nutrition and animal food products: A review. Food Research International 106: 317-334.

Fonseca, G. G., A. D. Cavenaghi, M. F. Silva, V. Arcanjo and E. J. Sanjinez. 2013. Influence of treatments in the quality of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fillets. Food Sci Nutr.1: 246-253.

García, J. A., F. A. Núñez, L. Resentería, J. A. Jiménez y M. R. Espinosa. 2006.Calidad de canal y carne de tres variedades de trucha arcoíris *Onchorynchus mykiss* (walbaum). Hidrobiológica México 16: 11-22.

Goes-Reis, E. S., J. A. Ferreira-de Lara, E. Gasparino, M. Douglas-Goes, J. S. Garbelini-Zuanazzi, N. M. Lopera-Barrero, M. P. Rodríguez-Rodríguez, P. Luiz de Castro and R. Pereira Ribeiro. 2018.Effects of transportation stress on quality and sensory profiles of Nile tilapia fillets. Scientia Agricola 7: 321-328.

Goes-Reis, E. S., M. Douglas-Goes, P. Luiz-de Castro, J. A. Ferreira-de Lara, A. C. Pelaes-Vital and R. Pereira-Ribeiro. 2019.Imbalance of the redox system and quality of tilapia fillets subjected to pre-slaughter stress 14: 1-15.

Guzmán, S. H., A. Zamarripa y G. Hernández. 2015.Calidad nutrimental y nutraceútica de hoja de moringa proveniente de árboles de diferentes alturas. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 6: 317-330.

Huss, H. H. 1988. El pescado fresco: su calidad y cambios de calidad. N°29. FAO. Italia.

Magouz, F. I., N. Eweedah, M. Khalafalla, M. Seham and A. Abouzeid. 2016. Nutritional evaluation of *Moringa oleifera* leaves as-unconventional feed stuff in the diets of nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlinges. Journal of Agricultural Research 42: 144-155.

Mukumbo, F. E., V. Maphosa, A. Hugo, T. T. Nkukwana, T. P. Mabusela and V. Muchenje. 2014.Effect of *Moringa oleifera* leaf meal on finisher pig growth performance, meat quality, shelf life and fatty acid composition of pork. South African Journal of Animal Science 44: 388-400.

Marón-Fuenmayor, O. E., Zamorano-García, L. 2004. Pérdida por goteo en carne cruda de diferentes tipos de animales. Revista Científica 14: 1-6.

Moyo, B., S. Oyedemi, P. J. Masika and V. Muchenje. 2012. Polyphenolic content and antioxidant properties of *Moringa oleifera* leaf extracts and enzymatic activity of liver from goats supplemented with *Moringa oleifera* leaves/sunflower seed cake. Meat Science 91: 441-447.

Organización Mundial de Sanidad Animal. 2018. Aspectos relativos al bienestar animal en el aturdimiento y el sacrificio de peces de cultivo para el consumo humano. In: OIE. Código Sanitario para los Animales Acuáticos.1-4.

Olson, M. E. y C. Alvarado. 2016. ¿Dónde cultivar el árbol milagro *Moringa oleífera* en México? Un análisis de su distribución potencial. Revista Mexicana de Biodiversidad 82: 1089-1102.

Pérez, A., T. Sánchez, N Armengol y F. Reyes. 2010.Características y potencalidades de *Moringa oleífera*, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal. Pastos y Forrajes 33: 1-1.

Richter, N., S. Perumal and K. Becker. 2003. Evaluation of nutritional quality of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves as an alternative protein source for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). Aquaculture 217: 599-611.

Rivas-Vega, M. E., J. L. López-Pereira, A. Miranda-Baeza y M. I. Sandoval-Muy. 2012. Sustitución parcial de harina de sardina con *Moringa oleífera* en alimentos balanceados para juveniles de tilapia (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*) cultivada en agua de mar. Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud 14: 3-10.

Valls, J., A. Paredes, D. González y A. González. 2004. Evaluación física, química, microbiológica y sensorial de filetes de sardina (*Sardinella aurita v.*) empacados al vacío y congelados a -18°C.Revista Científica 14: 1-17.

Wang, Z., Y. Yan, P. Su, M. Zhao, N. Xia and D. Chen. 2018. Tratments of tilapia (*Oreochromis niloticus*) using nitric oxide for quality improvement: Establishing a potential method for large-scale processing of farmed fish. Nitric Oxide 77: 19-25.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE COBRE Y HIERRO EN CARPAS (*Cyprinus carpio*) EN CULTIVOS DEL ESTADO DE MÉXICO

# [DETERMINATION OF COPPER AND IRON CONCENTRATION IN CARPS (*Cyprinus carpio*), BREED IN THE STATE OF MEXICO]

**David Valladares-Aldama[1], Valente Velázquez-Ordóñez[2], Benjamín Valladares-Carranza[2§], Cesar Ortega-Santana[2], Juan Edrei Sánchez-Torres[2], Adrián Zaragoza-Bastida[3], José Esteban Aparicio-Burgos[2], Ernesto Morales-Almaraz[2], Yazmin Elizabeth Felipe-Pérez[2], Nallely Rivero-Pérez[3]**

[1]Universidad Autónoma de Baja California Sur. [2]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma del Estado de México. [3]Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. [4]Escuela Superior de Apan. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. [§]Autor para correspondencia: (benvac2004@yahoo.com.mx)

## RESUMEN

En los diferentes sistemas de producción acuícola es necesario evaluar la situación que tienen algunos elementos minerales por el aspecto nutricional para la especie cultivada como por la condición nutritiva de la carne en la dieta de los consumidores. Por lo que con el objeto de determinar la concentración de cobre (Cu) y hierro (Fe) en músculo de carpa común (*Cyprinus carpio*) cultivadas en el Estado de México, se colectaron 180 muestras de tejido muscular durante el examen anatomopatológico que de manera rutinaria se realizara a los peces enviados para diagnóstico al área de sanidad acuícola del Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal (CIESA). Cada una de las muestras fue procesada a través de digestión acida con: ácido nítrico y perclórico; se aforaron a 25 mL con agua desionizada y se guardaron en frascos de plástico hasta la lectura de los minerales de interés por espectrofotometría de absorción atómica con la lámpara específica para cada elemento (Cu y Fe). Para el reporte de resultados se empleó el método descriptivo, y los datos obtenidos se compararon con los valores de referencia. El promedio general de cobre fue de 5.48 ± 0.49 ppm, con una concentración mínima y máxima de 4.8 y 7.2 ppm, respectivamente; de acuerdo con los rangos de concentración establecidos en relación con los valores de referencia: 148 muestras (82.2%) se ubicaron por debajo del límite normal, 30 (16.6%) en el rango normal, y 2 (1.1%) por arriba del valor normal. Para el caso del hierro, el promedio general fue de 97.84 ± 11.51, el valor mínimo y máximo de 83.9 y 122.8 ppm, respectivamente; en relación con los valores de referencia: 45 muestras (25%) se ubicaron por debajo del límite normal, 97 (53.8%) dentro del parámetro normal, y 38 (21.1%) por arriba del límite establecido como normal.

**Palabras clave**: Carpa común, cobre, hierro, músculo.

## ABSTRACT

In different aquaculture production systems, it is necessary to evaluate the situation that some mineral elements keep, on both, the nutritional aspect related to the cultivated species, as well as on the fish meat that makes up an important part of the consumers' diet. Therefore, in order to

determine the concentration of copper (Cu) and iron (Fe) in the muscle of the common carp (*Cyprinus carpio*) cultivated in the State of Mexico, 180 samples of muscle tissue were collected during the anatomopathological examination, that is routinely made on the fish sent for diagnosis to the Aquaculture Health Area from the Research Center for Advanced Studies on Animal Health (CIESA). Each of the samples was processed through acid digestion with: nitric and perchloric acid; they were gauged to 25 mL with deionized water and kept in plastic bottles until the minerals of interest were read by atomic absorption spectrophotometry, with the specific lamp for each element (Cu and Fe). For the report of results, the descriptive method was used, and the obtained data were compared against reference values. The copper average was 5.48 ± 0.49 ppm, with minimum and maximum concentration values of 4.8 and 7.2 ppm, respectively; according to the concentration ranges established in relation to the reference values: 148 samples (82.2%) were below the normal limit, 30 (16.6%) were within the normal range, and 2 (1.1%) were above the normal value. In the case of iron, the average was 97.84 ± 11.51 ppm, the minimum and maximum values ranged between 83.9 and 122.8 ppm, respectively; compared to the reference values: 45 (25%) samples were located below the normal limit, 97 (53.8%) were within the normal parameter, and 38 (21.1%) were above the limit established as normal.

**Index words:** Common Carp, copper, iron, muscle.

## INTRODUCCIÓN

La acuicultura como actividad multidisciplinaria constituye una empresa productiva que utiliza conocimientos sobre biología, ingeniería, ecología y zootecnia para ayudar a resolver la problemática mundial en este sector, y según la clase de organismos que se cultivan se ha dividido en varios tipos, uno de los más desarrollados es la piscicultura o cultivo de peces, y dentro de esta área, los peces más utilizados son la tilapia (*Oreochromis* sp) y la carpa (*Cyprinus carpio*) (Saavedra, 2006).

En los diferentes sistemas acuáticos y de producción acuícola el ambiente en que se desarrollan las carpas es determinante, por lo que debe hacerse énfasis en la calidad del agua y los sistemas de alimentación acuícolas (Pérez-Estrada *et al*., 1998; Maynard, 2001). La calidad del agua debe ser adecuada para la vida de los peces, cuando esto no ocurre predispone a alteraciones de salud o del comportamiento; dentro de los mecanismos de defensa de gran importancia para el pez son las branquias, las cuales realizan la función de regular el intercambio de sales minerales y excreción del amoniaco; el daño a nivel de mucosas o epitelio de las agallas causara impermeabilidad de la piel y el paso de toxinas por agua contaminada (Shepherd y Bromage, 1999).

Los elementos minerales tienen una función primordial a nivel fisiológico y productivo. El cobre ($Cu^{2+}$) y hierro ($Fe^{2+}$), ejercen un papel importante en el organismo, como cofactores de varias metaloenzimas, por lo que su concentración y biodisponibilidad orgánica requiere de niveles adecuados; niveles de cobre o hierro por arriba de los parámetros normales causan desajustes fisiológicos y por ende la aparición de patologías o alteraciones en la productividad de las especies acuícolas como la carpa (Pérez-Estrada *et al*., 1998; Maynard, 2001).

El cobre ($Cu^{2+}$) es un elemento esencial que es eficientemente regulado a bajas concentraciones, pero es rápidamente tóxico para organismos acuáticos, cuando su concentración en el ambiente aumenta. Para la toxicidad del $Cu^{2+}$ en el medio acuático, existe evidencia experimental de que un considerable número de especies son sensibles a concentraciones disueltas tan bajas como 1 – 10 µg/L (Bryan y Langston, 1992). Este elemento es abundante en el medio ambiente y esencial para el crecimiento normal y metabolismo de todos los organismos vivos. Las descargas de cobre en la biosfera global son debidas principalmente a actividades humanas, especialmente minería, producción, refinería y el tratamiento y reciclado de productos industriales y desperdicios. Algunos compuestos, especialmente sulfato de cobre, también contribuyen al aumento de este elemento en el ambiente debido a que es usado intensamente en áreas geográficas determinadas para el control de especies de mosquitos de plantas acuáticas e invertebrados, enfermedades de plantas terrestres y ectoparásitos de peces y animales mamíferos de consumo humano (Alarcón, 2003). Los compuestos de cobre son altamente usados como plaguicidas en el control de algas y macrófitos; también, son usados en agricultura, en productos veterinarios y médicos, en la industria de alimentos y como preservadores de maderas y otros materiales (Eisler, 2000; Alarcón, 2003).

Para el hierro ($Fe^{2+}$) elemento traza esencial, los requerimientos diarios dependen de la edad, sexo, estado fisiológico y la biodisponibilidad del mismo (Spiro, 2004). Es un metal extraordinariamente común y se encuentra en grandes cantidades en suelos y rocas, aunque normalmente en forma insoluble. Este elemento es soluble como ion ferroso ($Fe^{2+}$) y se oxida en presencia de aire a la forma insoluble férrica ($Fe^{3+}$). Sin embargo, debido a un número de complejas reacciones que se suceden de forma natural en el suelo, se pueden producir especies solubles de hierro que pueden contaminar cualquier agua que lo atraviese (Gray, 1996). En el humano a dosis elevadas de $Fe^{2+}$, este es absorbido casi completamente y logra entrar rápidamente en la circulación. Si la capacidad de transferrina para transportar $Fe^{2+}$ es excedida, queda $Fe^{2+}$ libre que es el responsable del daño al unirse a los tejidos de los cuales el hígado es el más afectado, donde se evidencia necrosis hemorrágica de los hepatocitos (Paris, 2000). El dato de los únicos valores de referencia en peces, son los obtenidos en el estudio realizado al oriente de la India, por Bhupander *et al.* (2011) al analizar muestras de tejido muscular de tilapias (*Oreochromis niloticus* y *O. mossambicus*), para el caso del cobre, fueron de: 7.1 ± 0.7 y 5.9 ± 1.0 ppm, respectivamente; y para el caso del hierro en las mismas especies, los niveles en ppm en materia seca, fueron de: 89.6 ±18.6 y 41.4 ± 10.5 respectivamente.

Por lo que, el objetivo del presente trabajo fue determinar y valorar la concentración de Cu y Fe en carpas (*Cyprinus carpio*) cultivadas en el Estado de México, que permitan en su caso emitir recomendaciones o medidas necesarias en el proceso de producción de esta especie piscícola, tanto para condiciones de salud animal como de inocuidad alimentaria.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 180 muestras de tejido muscular de carpas (*Cyprinus carpio*), de diferentes cuerpos de agua del Estado de México, que fueron colectadas durante el examen anatomopatológico que de manera rutinaria se realizó a los peces enviados para diagnóstico al área de sanidad acuícola del CIESA, se colocaron en bolsas de plástico, y se identificaron. Cada una de las muestras, fue

colocada en un crisol de porcelana y pesada con una balanza analítica (GA200.OHAUS; F1); después se les agrego 5 mL de ácido nítrico concentrado, se dejaron en reposo durante 1 hora y se colocaron en un digestor, hasta la emisión de gas; posteriormente se les agrego 1 mL de ácido perclórico y se continuó con la digestión hasta el punto en que cada muestra se aclaró (color amarillo claro) y dejo de desprender gas. Una vez terminada la digestión de las muestras se filtraron con papel Whatman No. 41, se aforaron a 25 mL con agua desionizada y se guardaron en frascos de plástico, identificándolas y cerrándolas con tapón de seguridad hasta su lectura, que se realizó en un espectrofotómetro de absorción atómica (Perkin Elmer 2380) con la lámpara específica para el elemento ($Cu^{2+}$ y $Fe^{2+}$) de interés, bajo las condiciones del fabricante (Perkin Elmer, 1982). Para el reporte de resultados, se empleó el método descriptivo (Wayne, 2000), y los datos obtenidos se compararon con los valores de referencia.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A la fecha existe escasa información referente a indicadores de los elementos minerales de interés, por lo que el objetivo fue determinar valores de referencia y situación actual del contenido de Cu y Fe en muestras de músculo de carpas (*Cyprinus carpio*) de cuerpos de agua localizados en el Estado de México. Para el caso del cobre el promedio general obtenido fue de 5.48 ± 0.49 ppm, con una concentración mínima y máxima de 4.8 y 7.2 ppm, respectivamente.

Considerando que los animales acuáticos están expuestos en forma natural a una variedad de metales cuyas formas y concentraciones químicas están determinadas por procesos geoquímicos naturales y actividades antropogénicas (Valladares *et al*., 2019); sin embargo, requieren de minerales traza en sus dietas aunque ellos puedan absorber varios elementos minerales del agua circundante para reunir parte de sus requisitos metabólicos; Davis y Gatlin (1996) reportaron dieciséis minerales traza dentro de los que se encuentran: aluminio, arsénico, cobalto, cobre, flúor, iodo, hierro, manganeso, molibdeno, níquel, selenio, sílice, estaño y vanadio son necesarios e importantes en el metabolismo de los peces.

La alcalinidad y la dureza del agua, el pH y la temperatura modifican la toxicidad del cobre, mientras mayor sea el calcio y menor la acidez, menor será la toxicidad del ion cúprico, debido probablemente a la disminución de la permeabilidad de los tejidos y a la acción del ion calcio en el epitelio branquial donde produce cambios en la carga eléctrica haciéndolo más positivo, por lo que el catión será repelido (Perschbacher y Wurts 1997).

De acuerdo con rangos establecidos en el estudio de la concentración de este mineral, considerando el valor de referencia como normal: el 82.2% de las muestras se ubicaron por debajo del límite normal, 16.6% en el rango normal, y 1.1% por arriba del valor normal de cobre (Cuadro1).

**Cuadro 1.** Rangos de concentración de cobre (ppm) en músculo de carpas (*Cyprinus carpio*) del Estado de México.

| Rangos de concentración | Número | Porcentaje (%) | Promedio y DS |
|---|---|---|---|
| < 5.9 | 148 | 82.2 | 5.29 ± 0.26 |
| 5.9 – 6.9 | 30 | 16.6 | 6.30 ± 0.27 |
| > 6.9 | 2 | 1.1 | 7.15 ± 0.07 |

Valor de referencia: 5.9-6.9 ppm (Bhupander *et al*., 2011).

Es importante considerar tanto para salud animal, como para inocuidad alimentaria que el efecto de la sobreexposición de cobre en los peces incluye cambios en el comportamiento, disminución del crecimiento, interferencia en la osmorregulación, capacidad reproductiva, interrupción de la actividad enzimática y mortalidad de alevines y adultos en altas concentraciones (Arnal, 2010).

Considerando la fisiología fundamental del cobre en el organismo animal, este mineral tiene efecto sobre el transporte de calcio a través de las branquias, pero inhibe el influjo de sodio y estimula el eflujo de sodio, lo que le permitirá una homeostasis dentro del medio acuático. Sin embargo, la exposición de cobre resulta en toxicidad respiratoria: ritmo cardiaco, incremento en la presión arterial y concentración de lactato y disminución en la tensión de oxígeno. Afectando el consumo de oxígeno en periodos cortos en carpa común y decreciendo la excreción de amonio (Wilson y Taylor 1993).

En tratamientos terapéuticos, el sulfato de cobre se administra solo por inmersión y aunque tiene acción biocida benéfica en los sistemas de cultivo, sin embargo, se ha demostrado que también puede tener efectos perjudiciales en los organismos acuáticos, por lo que en todo caso dicha evaluación y aplicación de este tipo de tratamientos debe realizarse por un experto en el área de sanidad acuícola (Heath, 1987; Jobling, 1994; Treves-Brown, 2000). El sulfato de cobre es un compuesto que se emplea frecuentemente en la preparación de estanques y pozas de cultivo (Treves-Brown, 2000). Sin embargo, en concentraciones relativamente altas, dependientes de la especie y el tamaño, el ion cúprico tiene un efecto nocivo sobre el sistema respiratorio de los peces; en concentraciones bajas por periodos prolongados el cobre reduce el contenido de oxígeno y el pH sanguíneos (Leland y Kuwabara, 1995).

En el estudio realizado por Vázquez (2003), en organismos juveniles de la carpa dorada *C. auratus* comprobó a través del oxígeno disuelto residual (ODR), que los baños por 30 minutos de duración con sulfato de cobre (1.0 mg $Cu^{2+}$ /L) provocaron estrés en los peces pequeños, en cambio en los de mayor tamaño no detectó efectos adversos del metal. Estos resultados coinciden con Heath (1990), quien menciona que los peces pequeños son más susceptibles por el cobre debido que lo acumulan más rápidamente que los grandes; también refiere que esto se debe a que la tasa de captación del metal, a través de las branquias, se relaciona con la tasa metabólica peso-especifico, indicando que la magnitud de oxígeno residual es proporcional a la concentración del tóxico a la que se exponen los peces.

El hígado y las branquias son los órganos que acumulan la mayoría del cobre en la trucha arco iris. A nivel histológico se ven depósitos de gránulos rojizos a marrones consistentes con depósitos

de cobre en hepatocitos acompañado con degeneración vacuolar. A nivel del riñón puede ocasionar la presencia de inclusiones hialinas en el epitelio tubular, donde se deposita también este metal; provoca cambios a nivel de órganos olfatorios incrementando las células globet y células mucosas (Ferguson, 2006).

Con respecto a las concentraciones de hierro detectada en músculo el promedio general fue de 97.84 ± 11.51 ppm, el valor mínimo y máximo fue de 83.9 y 122.8 ppm, respectivamente. Los requerimientos de hierro son de 30 mg/kg de dieta para el bagre de canal (Lim *et al*., 1996), 60 mg/kg de dieta para el salmón del Atlántico, y de 150 mg/kg de dieta para el esparido rojo; la deficiencia férrica causa anemia hipocrómica caracterizada por la disminución de hemoglobina, hematocrito, volumen corpuscular medio y hemoglobina corpuscular media; se puede observar una disminución del apetito, eficiencia alimenticia, crecimiento suprimido, reducción del hierro en el suero y saturación de transferrina (Andersen *et al*., 1996).

De acuerdo con los rangos de concentración establecidos en relación a los valores de referencia de hierro, el 25% de las muestras se ubicaron por debajo del límite normal, 53.8% se ubicaron dentro del parámetro normal, y el 21.1% por arriba del límite establecido como normal (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Rangos de concentración de hierro (ppm) en músculo de carpas (*Cyprinus carpio*) del Estado de México.

| Rangos de concentración | Número | Porcentaje (%) | Promedio y DS |
|---|---|---|---|
| < 89.6 | 45 | 25 | 87.59 ± 1.38 |
| 89.6-108.2 | 97 | 53.8 | 94.53 ± 3.18 |
| > 108.2 | 38 | 21.1 | 118.42 ± 4.65 |

Valor de referencia: 89.6- 108.2 ppm (Bhupander *et al*., 2011).

El hierro es un elemento esencial para el funcionamiento de órganos y tejidos de animales superiores, incluyendo peces; debido al transporte de oxígeno y la respiración celular. Los peces pueden absorber hierro soluble del agua por la membrana branquial y la mucosa intestinal; el alimento es considerado como mayor fuente de hierro para los peces debido a las bajas concentraciones de hierro soluble en aguas naturales (NRC, 2000). Los niveles dietéticos óptimos de hierro reportado para diferentes especies van de 30 a 175 mg/kg de la dieta. La deficiencia férrica causa anemia hipocrómica microcitica, anorexia, crecimiento pobre, reducción del contenido férrico en el suero, saturación de transferrina, y aumenta la capacidad total de la unión al hierro; una deficiencia o exceso férrico pueden aumentar la susceptibilidad de los peces a diversas infecciones (Davis y Gatlin, 1996).

Las bacterias requieren hierro para el crecimiento y replicación, y para la producción y liberación de ciertas exotoxinas; sin embargo, durante un proceso infeccioso, en animales de sangre caliente la disponibilidad de hierro en el fluido corporal para los microorganismos invasores se restringe por la rápida forma de secuestro de hierro en el tejido y la habilidad de proteínas hierro-fijadoras, como transferrina y lactoferrina, para ligar y retener el hierro circulante fuera del alcance de las sideroesporas bacterianas (Bardach *et al*., 1990).

De acuerdo con Ashmead (1992), el proceso de quelación protege al elemento mineral de formar compuestos insolubles en el tracto digestivo, facilita su absorción a través de las membranas; ya que en estudio experimental el hierro quelado fue absorbido intacto en el intestino, llegando a las diferentes partes del cuerpo, y fue degradado donde el elemento fue requerido.

Asimismo, Bhupander *et al.*, (2011) consideran que el hierro es uno de los micronutrientes más importantes debido a su efecto en las funciones del sistema inmune y de defensa del hospedero contra infecciones. Y que la absorción neta del hierro es significativamente más alta para el proteinato férrico que para el sulfato férrico heptahidratado; sin embargo, el cloruro ferroso y el cloruro férrico han sido igualmente efectivos previniendo anemia en el esparido rojo, pero se requirió una concentración más alta cuando se usó el citrato férrico. Y adicionalmente, estos mismos investigadores, han reportado que el efecto de altas concentraciones de hierro en los peces le produce a nivel branquial hiperplasia epitelial lamelar moderada a severa que provoca la llamada sofocación ocre. En estomago una acumulación del metal en la superficie gástrica con deposito en el lumen de las glándulas digestivas que conlleva a la dilatación luminal y necrosis glandular; y que a nivel hepático se observa acumulación de hierro en su citoplasma y en canalículos biliares.

## CONCLUSIONES

El promedio general de la concentración de cobre en músculo de carpa (*Cyprinus carpio*) fue de 5.48 ± 0.49 ppm, con una concentración mínima de 4.8 ppm y máxima de 7.2 ppm. La concentración de hierro detectada en músculo el promedio general fue de 97.84 ± 11.51ppm, 83.9 ppm como valor mínimo y máximo de 122.8 ppm.

## LITERATURA CITADA

Alarcón, S. 2003. Determinación de Elementos traza (Cd, Cu, Ni, Pb, Hg y As) en Agua de Mar y Sedimento de la Bahía de Puerto Montt, Año 2002. Tesis, Escuela de Química y Farmacia. Facultad de Ciencias. Universidad Austral de Chile.

Andersen, F., A. Maage and K. Julshamn. 1996. An estimation of dietary iron requirement of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., parr. Aquacult. Nutr. 2: 41-47.

Arnal, N. 2010. Intoxicación por cobre. Efectos sobre la composición lipídica y el sistema de defensa antioxidante. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de la Plata. Argentina

Ashmead, H. D. 1992. The roles of amino acid chelates in animal nutrition. Noyes Publication, New Jersey. U.S.A.

Bardach, J. E., J. H. Ryther y W. O. McLarney. 1990. Acuacultura. Crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce. Wiley Interscience. New York.

Bhupander, K., D. P. Mukherjee, K. Sanjay, M. Meenu, P. Dev, S. K. Singh and C. S. Sharma. 2011. Bioaccumulation of heavy metals in muscle tissue of fishes from selected aquaculture ponds in east Kolkata wetlands. Annals of Biological Research 2: 125-134.

Bryan, G. and W. Langston. 1992. Bioavailability, Acumulation and Effects of Heavy Metals in Sediments Whith Special Reference to United Kingdom Estuaries: A review, Environmetal Pollution. 76: 89-131.

Davis, D. A. and D. M. Gatlin. 1996. Dietary mineral requirements of fish and marine crustaceans. Reviews in Fisheries Science 4: 75-99.

Eisler, R. 2000. Handbook of Chemical Risk Assessment. Health, Hazard to Humans, Plants and Animals. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, pp. 650.

Ferguson, H. W. 2006. Systemic pathology of fish. A text atlas of normal tissues in teleosts and their responses in disease. Plenum Press. USA.

Gray, N. 1996. Calidad del agua potable: problemas y soluciones. Acribia, Zaragoza. pp. 375

Heath, A. G. 1987. Water pollution and fish physiology. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida. 245

Jobling, M. 1994. Fish bioenergetics. Chapman and Hall, Fish and Fisheries Series 13, New York. 309.

Leland, H. V. and J. S. Kuwabara. 1995. Heavy metals. In: Rand y Petrocelli (Eds). Fundamentals of acuatic toxicology: Methods and applications. Hemisphere Publishing Corporation, New York. pp. 374-415.

Lim, C., W. M. Sealey and P. H. Klesius. 1996. Iron methionine and iron sulfate as sources of dietary iron for channel catfish Ictalurus punctatus. J. World Aquacult. Soc. 27: 290-296.

Maynard, L. 2001. Nutrición Animal. 8ª ed. Mc Graw-Hill. México. pp. 123-134.

NRC. (National Research Council). 2000. Nutrient Requirements of Fish. National Academy Press. Washington, D.C.

Paris, B. 2000. Intoxicaciones: Epidemiología Clínica y Tratamiento. Universidad Católica de Chile, pp. 302.

Pérez-Estrada, C. J., D. Ricque-Marie y L. E. Cruz-Suárez. 1998. Avances en Nutrición Acuícola IV. *In:* Memorias del IV Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Noviembre 15-18. La Paz, B.C.S., México.

Perkin Elmer, Co. 1982. Analitical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometry. Conecticut, U.S.A.

Perschbacher, P. W. and W. A. Wurts. 1997. Effects of calcium and magnesium hardness on acute copper toxicity to juvenile channel catfish Ictalurus punctatus. World Aquaculture'97. The Annual International Conference and Exposition of the World Aquaculture Society. Seattle, Washington, USA. 556.

Saavedra, M.M.A. 2006. Manejo de Cultivo de Tilapia. Managua, Nicaragua. USAID. pp. 3-13.

Shepherd, C. J. y N. R. Bromage. 1999. Piscicultura Intensiva. Acribia, S.A. Zaragoza, España. pp. 29-36.

Spiro, T. 2004. Química Medioambiental. 2ª ed. Pearson Educación, Madrid. pp. 504.

Treves-Brown, K. M. 2000. Applied pharmacology. Kluger Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. 309.

Valladares-Carranza, B., C. Ortega-Santana, C. Bedolla-Cedeño, V. Velázquez-Ordóñez, J. L. Zamora-Espinosa y L. Pérez-Sotelo. 2019. Metales tóxicos de importancia en la acuacultura. En: Cruz, HAR., Bedolla, CC., Lucio, DR. (eds). Producción animal y factores de riesgo ambiental en las instalaciones, su influencia en el bienestar animal. pp. 49-61. Papiro Omega, S.A. de C.V. México. ISBN: 978-607-7852-41-4

Vázquez, V. T. 2003. Determinación del estrés producido por el tratamiento terapéutico con sulfato de cobre en *Carassius auratus* (*Pisces: Cyprinidae*). Informe Final de Servicio Social.

Licenciatura en Biología. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana- Xochimilco. 39.

Wayne, W. D. 2000. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. U. T. E. H. A., Noriega Editores. México.

Wilson, R., and E. Taylor. 1993. The physiological responses of freshwater rainbow trout, Oncorhynchus mykiss, during acutely lethal copper exposure. J. of Comp. Physiol. B. 163: 38-47.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# DIETA ALTERNATIVA PARA CRECIMIENTO DE *Oreochromis niloticus* JUVENILES A BASE DE *Tithonia diversifolia*

## [ALTERNATIVE DIET FOR *Oreochromis niloticus* JUVENILES GROWTH WITH *Tithonia diversifolia*]

**Fabian Alejandro Mendez-S Villela, Benito Irving Guzmán-Jiménez, Carlos Benito García-Cortés, Jorge Hernández-Bautista, Teodulo Salinas-Rios, Héctor Maximino Rodríguez-Magadán[§]**

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma "Benito Juárez" de Oaxaca. [§]Autor para correspondencia: (hmagadan11@hotmail.com).

## RESUMEN

La elaboración de dietas para crecimiento de juveniles de tilapia con insumos alternativos y bajo costo es una prioridad en la producción acuícola. El objetivo de este trabajo fue evaluar el crecimiento de juveniles de *Oreochromis niloticus* con una dieta alternativa con *Tithonia diversifolia*. El trabajo se realizó en el Módulo Demostrativo de Producción e Investigación Acuícola de la FMVZ-UABJO. Se utilizaron 60 juveniles masculinizados de *O. niloticus* de 80 días de eclosionados divididos en 2 tratamientos distribuidos completamente al azar con 30 juveniles cada uno. El experimento se realizó en un periodo de 4 meses y se hizo zoometría individual cada siete días. Los datos se sometieron a un análisis de varianza bajo un modelo completamente aleatorizado con medidas repetidas en el tiempo, donde el efecto fijo fue el tratamiento. Para determinar el grado de asociación de las variables en estudio se realizó un análisis de correlación de Pearson y un procedimiento de regresión lineal. Se encontró que la adición de 5% de T diversifolia en la dieta tiene una ganancia de peso y de talla similar ($p$ >0.05) al alimento comercial; además que ambas variables se pueden correlacionar durante el tiempo en el crecimiento de juveniles. Se concluye que la adición de 5% de *Tithonia diversifolia* en una dieta alternativa para juveniles de *Oreochromis niloticus*, tiene el mismo rendimiento en comparación con una dieta comercial.

**Palabras clave:** Ganancia de peso, comportamiento productivo, ganancia de talla.

## ABSTRACT

Diets made with alternative inputs and low cost it´s a priority on aquaculture production. The objective was to evalue the growth of *Oreochromis niloticus* juveniles fed with an alternative diet with *Tithonia diversifolia*. The experiment was made in the "Módulo Demostrativo de Producción e Investigación Acuícola" FMVZ-UABJO. Sixty masculinized *O. niloticus* juvelines of 80 days hatched were used divided into two treatments randomized distribuited with 30 juveniles each. Experiment was made during four months and each seven days individual zoometry was recorded. Data were summited into an variance analysis under a completely randomized model with repeated measure in the time, where treatment was the fixed effect. To determinate degree of association between variables, a Pearson´s correlation and a lineal regression analysis were made. It was found

that addition of 5% of T diversifolia in the diet has a weight and size gain similar ($p$ >0.05) to commercial diet; in addition, the two variables, weight and size, can be correlated over time in juvenile growth. It is concluded that 5% adition of *T. diverisolia* into an alternative diet has the same yield on *O. niloticus* juvenile growth as a comercial one.

**Index words**: Weigth gain, Productive performance, Size gain.

## INTRODUCCIÓN

*Oreochromis niloticus* es una de las especies más utilizadas en la acuacultura debido a su ràpido crecimiento así como su resistencia a periodos de poca alimentación y su buena tasa de conversión alimenticia y crecimiento (Delgado-Vidal *et al*., 2009). La tilapia requiere para su crecimiento adecuado, ya sea natural o en cultivo, una alimentación que le aporte una buena cantidad de proteína. Por lo cual, los requerimientos de la dieta no solo se basan en los valores nutricionales, si no en la habilidad fisiológica de la tilapia para la digestión y absorción de los diferentes insumos en la dieta (dos Santos *et al*., 2013); así como de la composición y actividad enzimática (Tenjaroenkul *et al*., 2000). La elaboración de dietas para crecimiento de juveniles de tilapia con insumos alternativos y bajo costo es una prioridad en la producción acuícola. Actualmente, en el estado de Oaxaca la producción piscícola ha tomado gran relevancia y está siendo adoptado en las diferentes regiones, siendo una alternativa en los ingresos de las familias. La gran problemática a la que se enfrentan los productores es el alto costo que se eroga en la alimentación de las especies que se producen, por lo que la producción de un alimento alternativo a base de insumos regionales y de bajo costo surge como una prioridad imperativa, principalmente de los llamados productos no convencionales como alternativas de sustitución parcial o total de los productos tradicionales. *Tithonia diversifolia* es una especie silvestre que crece en condiciones limitadas de fertilidad de suelo y su contenido proteico la ubican como un recurso potencialmente útil para producir biomasa convirtiéndola en una alternativa alimentaria en sistemas de producción animal (Calle y Murgueitio, 2010). Por lo que, el objetivo de este trabajo fue evaluar el crecimiento de juveniles de *O. niloticus* con una dieta alternativa con *T. diversifolia*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Módulo Demostrativo de Producción e Investigación Acuícola (MODEPIA) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UABJO, en la Ciudad de Oaxaca de Juárez (17º05' de latitud norte y 96º71' de longitud oeste, a 1,550 msnm).

### Animales y Periodo de Estudio

Se utilizaron 60 juveniles de *O. niloticus* de 80 días de eclosionados y masculinizados con 17-α-metiltestosterona, los cuales se obtuvieron de MODEPIA. El experimento se realizó en un periodo de 4 meses, del 8 de diembre de 2018 al 2 de marzo de 2019.

## Diseño Experimental

Los ejemplares se colocaron en 2 tratamientos distribuidos completamente al azar con 30 juveniles cada uno. Cada tratamiento se colocó en una tina de 300 L, a 28°C y 5 mg/L de $O_2$. El alimento se ofreció 3 veces al día (11:00, 14:00 y 17:00 hrs) durante los 4 meses de estudio. Se realizó zoometría cada siete días a cada ejemplar.

## Análisis de proteína

El estudio se realizó en el laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UABJO, siguiendo el protocolo de Antonio-Hernández (2018). Al material deshidratado y molido de *T. diversifolia* se le determinó proteína cruda por el método microkjedahl (AOAC, 1995).

## Elaboración de Dietas

Se utilizaron dos tratamientos (T1 y T2), el T1 constó de una dieta alternativa con inclusión de 5% de T. diversifolia (cuadro 1), donde una vez molidos y mezclados los ingredientes para obtener un alimento con 45% de proteína, se mezclaron con grenetina en agua caliente y se depositaron en moldes para hielo y se conservaron a 4°C hasta su consumo. El T2 recibió alimento comercial de crecimiento de juveniles (Purina).

**Cuadro 1.** Ingredientes utilizados en la elaboración del tratamiento 1.

| Ingredientes | Cantidad (g) |
|---|---|
| Grano de maíz | 40.0 |
| Desecho de pescado | 500.0 |
| Pasta de soya | 360.0 |
| *Harina de T. diversifolia* | 50.0 |
| Aceite o grasa animal | 37.5 |
| Sales minerales | 12.5 |
| Total | 1000.0 |

## Análisis Estadístico

Los datos se sometieron a un análisis de varianza bajo un modelo completamente aleatorizado con medidas repetidas en el tiempo, donde el efecto fijo fue el tratamiento. Para determinar diferencia entre medias se utilizó la prueba de medias de cuadrados mínimos ($p<0.05$). Para determinar el grado de asociación de las variables en estudio se realizó un análisis de correlación de Pearson y un procedimiento de regresión lineal, obteniendo los respectivos coeficientes.

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al final del periodo de alimentación, encontramos que no hubo diferencias ($p$ >0.05) en el crecimiento de los dos tratamientos, obteniendo una talla final de 10.58 cm para el T1 y de 10.89 cm para el T2; además ambas tuvieron el mismo comportamiento a través del tiempo (Figura 1).

Estos resultados difieren con lo reportado por Workagegn y colaboradores (2014), donde alimentaron con 5 diferentes dietas alternativas a juveniles de O. niloticus y obtuvieron un incremento en la talla de 11 cm en promedio durante un lapso de 10 semanas. Esto puede deberse a que a diferencia de nuestro experimento, ellos utilizaron una densidad de 10 individuos por estanque y nosotros ocupamos 30, lo que pudo retardar el crecimiento y la ganancia de talla y peso.

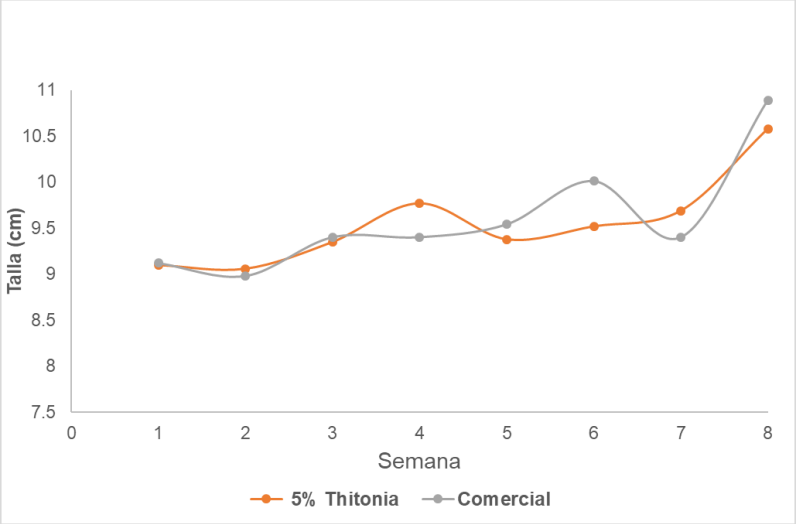



**Figura 1.** Comportamiento a través del tiempo de la talla de Tilapia *O. niloticus*.

Respecto al peso total, tampoco hubo diferencia ($p$ >0.05) entre ambos tratamientos a lo largo del tiempo, donde se alcanzaron 18.63 g para T1 y de 20.6 g para T2, mostrando el mismo incremento en ambos (Figura 2). En un experimento realizado por Garcìa-Ullola (2004), en crecimiento de juveniles de *Oreochromis aureus*, donde alimentaba del 6 al 10% del peso de los individuos con una dieta comercial, durante 35 días, observó un incremento de peso de 0.5 g al día. Estos resultados son mayores a los observados en este trabajo, donde tuvimos un promedio de 0.25g de incremento de peso por día, esto debido a que García-Ullola utilizó una población menor de tilapias en cada estanque y solo los alimentó con dieta comercial.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

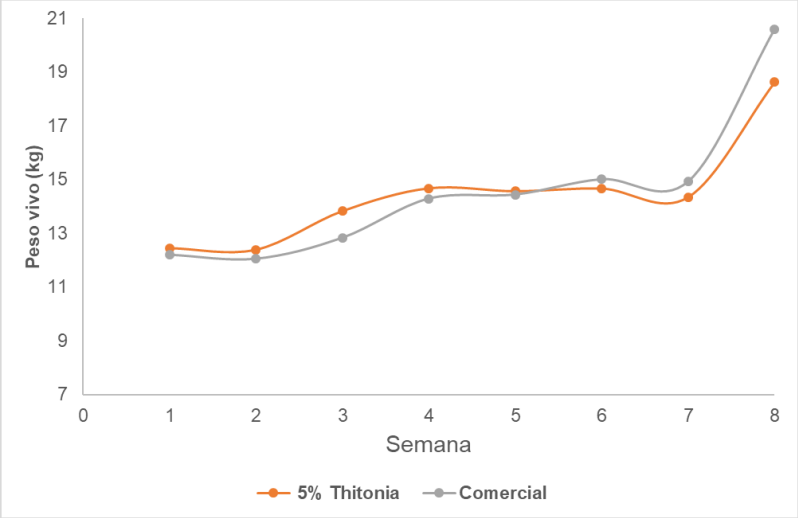



**Figura 2.** Comportamiento a través del tiempo del peso de Tilapia *O. niloticus*.

En la evaluación de las 60 tilapias juveniles, al relacionar la ganancia del peso en relación con el aumento de la talla, a través del tiempo, observamos una relación directa entre ambas (Figura 3), mostrando un coeficiente de confiabilidad de 0.9196. Esta correlación nos ayuda a inferir, ya sea la talla o el peso de un juvenil, sabiendo el valor de alguno de los dos.

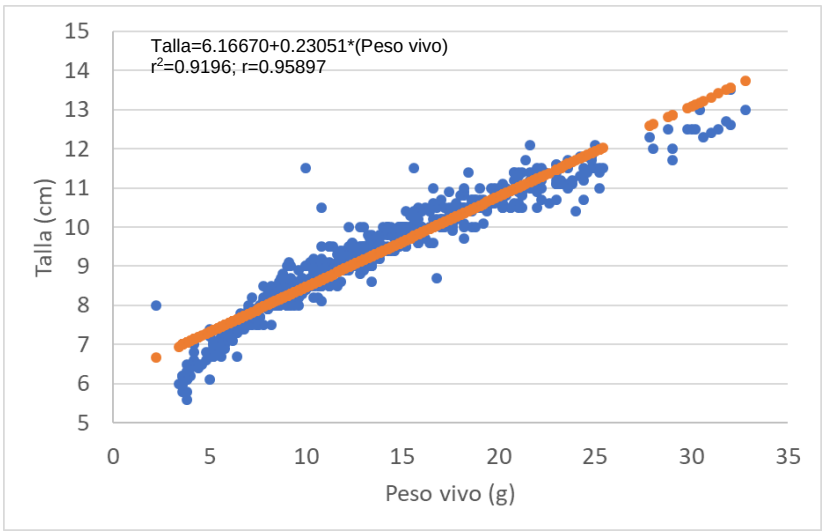



**Figura 3.** Comportamiento de las variables talla y peso a través de un modelo de regresión lineal.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con lo encontrado, se observa que la adición de 5% de *Tithonia diversifolia* en una dieta alternativa para juveniles de*Oreochromis niloticus*, tiene el mismo rendimiento en comparación con una dieta comercial.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por apoyarnos con recurso económico para la elaboración del trabajo y al Módulo Demostrativo de Producción e Investigación Acuícola de la FMVZ-UABJO por regalarnos los ejemplares de tilapia utilizados.

## LITERATURA CITADA

Antonio-Hernández J. 2018. Manual metodológico para análisis bromatológico.

AOAC. 1995. Official methods of analysis. 16th ed. Association of Official Agricultural Chemistry. Washington D.C.

Calle, Z. y E. Murgueitio. 2010. El botón de oro: arbusto de gran utilidad para sistemas ganaderos de tierra caliente y de montaña. Carta Fedegán 108: 54-63.

Delgado-Vidal, F. K., G.-C. A. C.-P. L. y. G.-U. M., 2009. Crecimiento compensatorio en tilapia Oreochromis niloticus posterior a su alimentación con harina de plátano. Avances en investigación agropecuaria 13(2) 55-77.

Dos Santos, V. B., E. A. Mareco and M. D. Pai Silva. 2013. Growth curves of Nile tilapia (Oreochromis niloticus) strains cultivated at different temperatures. Acta Scientiarium. 35: 235-242.

García-Ullola, M. 2004. Efecto de la ración alimenticia en el crecimiento de juveniles de tilapia Oreochromis aureus (Steindachner) bajo condiciones experimentales de cultivo. Avances en investigación Agropecuaria 8 (1): 1-7.

Tengjaroenkul, B, B. J. Smith, T. Caceci and S. A. Smith. 2000. Distribution of intestinal enzyme activities along the intestinal tract of cultured Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. Aquaculture 182: 317-327.

Workagegn, K. B., E. D. Ababboa, G. T. Yimer and T. A. Amare. 2014. Growth Performance of the Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) Fed Different Types of Diets Formulated from Varieties of Feed Ingredients. Journal of Aquaculture Res Developmental 5(3): 1-4.

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**

# DIRECTORIO

Dr. Enríque Fernández Fassnacht- Director General, Tecnológico Nacional de México (TecNM)

Dr. Rubén Posada Gómez- Director de Posgrado, Investigación e Innovación (TecNM)

Ing. Sergio F. Garibay Armenta- Director (ITVO)

Dr. Aarón Martínez Gutiérrez - Subdirección Académica (ITVO)

Dr. Salvador Lozano Trejo- Jefe (DEPI-ITVO)

Mayores informes:
**Revista Mexicana de Agroecosistemas**
Domicilio conocido
Ex-hacienda de Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca, México
C. P. 71233
Tel. y Fax: 01(951) 5170444, 5170788
Correo: rmae.itvo@gmail.com
http://www.voaxaca.tecnm.mx/revista l

*Revista Mexicana de Agroecosistemas*
**Vol. 6 (Suplemento 2), 2019 16-18 de octubre ISSN:2007-9559**
**Memoria de artículos en extenso y resúmenes**
**"XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C."**