

## SUPLEMENTACIÓN CON NUCLEÓTIDOS DURANTE LA LACTANCIA ARTIFICIAL DE TERNEROS HOLSTEIN

[NUCLEOTIDE SUPPLEMENTATION DURING ARTIFICIAL LACTATION OF HOLSTEIN CALVES]

María Guadalupe Cañada-Lugo<sup>1</sup>, Alejandro Lara-Bueno<sup>1§</sup>, Germán David Mendoza-Martínez<sup>2</sup>, Enrique Espinosa-Ayala<sup>3</sup>, Pedro Abel Hernández-García<sup>3</sup>, Luis Alberto Miranda-Romero<sup>1</sup>

1

<sup>1</sup>Departamento de Zootecnia, Posgrado en Producción Animal, Universidad Autónoma Chapingo, México. <sup>2</sup>Doctorado en Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad-Xochimilco, México. <sup>3</sup>Campus Amecameca, Universidad Autónoma del Estado de México. § Autor para correspondencia: (alarab\_11@hotmail.com).

### RESUMEN

Los nucleótidos se han evaluado en diversas especies animales como cerdos, aves y peces, con resultados positivos en el consumo de alimento, eficiencia y conversión alimenticia; sin embargo, no se han incluido en dietas para terneros. Por lo anterior, se realizó un experimento con el objetivo de evaluar efectos de suplementar un nucleótido natural (Ascogen®) en el comportamiento productivo, crecimiento y estado de salud de terneros Holstein-Friesian. Durante 65 días, treinta terneros lactantes fueron asignados aleatoriamente a uno de tres tratamientos: 0, 2.5 y 5.0 g d<sup>-1</sup> de Ascogen® proporcionado diariamente en la leche. Se midió el consumo diario de leche y concentrado iniciador, así como la incidencia de diarreas, neumonías y otitis. Asimismo, se midieron las variables: peso corporal, altura a la grupa, altura a la cadera y diámetro torácico. Los resultados mostraron mejor conversión y eficiencia alimenticia ( $p < 0.0001$ ) en los terneros suplementados con nucleótidos en comparación con el grupo control. Aunque los terneros del grupo control tuvieron mayor incidencia de diarreas ( $p < 0.10$ ) el peso vivo final fue mayor ( $p < 0.05$ ) comparado con el de los terneros suplementados con nucleótidos. Hubo incremento en la concentración de glucosa ( $p < 0.001$ ) y aumento de creatinina ( $p > 0.01$ ) y fosfatasa alcalina ( $p < 0.10$ ) en sangre en corderos que bebieron leche adicionada con nucleótido. De acuerdo con los resultados, la inclusión de Ascogen® es una alternativa que permite mejorar el comportamiento productivo de terneros Holstein durante la lactancia artificial.

**Palabras clave:** Ascogen®, comportamiento productivo, estado de salud, metabolitos sanguíneos.

### ABSTRACT

Nucleotides have been evaluated in various animal species such as pigs, poultry and fish, with positive results in feed intake, feed efficiency and feed conversion; however, they have not been included in calf diets. Therefore, an experiment was conducted to evaluate the effects of supplementing a natural nucleotide (Ascogen®) on the productive behavior, growth and health status of Holstein-Friesian calves. For 65 days, thirty lactating calves were randomly assigned to one of three treatments: 0, 2.5 and 5.0 g d<sup>-1</sup> of Ascogen® provided daily in milk. Daily consumption of milk and starter concentrate was measured, as well as the incidence of diarrhea, pneumonia and otitis. The following variables were also measured: body weight, height at rump, height at hip and thoracic diameter. The results showed better feed conversion and feed efficiency ( $p < 0.0001$ ) in calves supplemented with nucleotides compared to the control group. Although calves in the control group had a higher incidence of diarrhea ( $p < 0.10$ ), the final live weight was higher ( $p < 0.05$ ) compared to calves supplemented with nucleotides. There was an increase in glucose concentration ( $p < 0.001$ ) and an increase in creatinine ( $p > 0.01$ ) and alkaline phosphatase ( $p < 0.10$ ) in blood in lambs that drank nucleotide-added milk. According to the results, the inclusion of Ascogen® is an alternative that allows improving the productive behavior of Holstein calves during artificial lactation.

**Index words:** Ascogen®, productive behavior, health status, blood metabolites.

## INTRODUCCIÓN

El sistema de producción de leche depende en su mayoría de los reemplazos. Por ello, la crianza de becerras es importante en la búsqueda de alternativas que permitan minimizar la tasa de mortalidad y morbilidad e incrementar los parámetros productivos y reproductivos de la vaca lechera. Mejía (2017) menciona que estos parámetros son mejorados mediante el manejo genético y reproductivo de la vaca lechera, esto es, para que la descendencia exprese cualidades hereditarias, resaltando también la importancia del manejo adecuado, la sanidad y alimentación. Velázquez *et al.* (2019) suman al manejo nutricional como factor relevante en la crianza de terneras. Los factores de manejo y alimentación son los que garantizan el crecimiento y desarrollo adecuado del ternero haciendo factible el sistema de producción lechero (Ybalmea, 2015).

Los terneros son considerados pre-rumiantes hasta el destete, se requiere de un adecuado cuidado y manejo para alcanzar su potencial de crecimiento, y disminuir la presencia de enfermedades metabólicas. El consumo de calostro en recién nacidos asegura el desarrollo del sistema inmune (Cedeño *et al.*, 2015; Elizondo-Salazar *et al.*, 2016), siendo las enfermedades derivadas del sistema antes mencionado las que representan los mayores problemas de salud de los terneros de producción de leche (Bacha, 1999). Es conveniente establecer un sistema de alimentación que cubra los requerimientos nutricionales del ternero para prevenir enfermedades y permitir el crecimiento y desarrollo apropiado. Es preferible que el ternero, después de recibir el calostro, mantenga una alimentación de leche entera (Morales *et al.*, 2016) hasta el destete. Sin embargo, el tipo de alimentación (leche entera, sustituto de leche, alimentación sólida, etc.) y los cuidados preventivos de salud dependerán del análisis económico y del objetivo del sistema de producción. Los sustitutos de leche se han elaborado y utilizado desde los años 50 del siglo pasado (González *et al.*, 2017) y el uso de antibióticos como promotores de crecimiento surge en los años 40 (Ardoino *et al.*, 2017), pero debido a los efectos negativos causados a los animales y en consecuencia al consumidor, se ha optado por la suplementación de productos de origen natural como alternativa para mejorar el comportamiento productivo y la eficiencia alimenticia en animales de interés zootécnico.

Los metabolitos secundarios de algunas plantas mejoran la utilización de los nutrientes consumidos, disminuyen el estrés y mejoran el bienestar animal (Kim *et al.*, 2013; Ku, 2019; Velázquez *et al.*, 2019). Los nucleótidos son compuestos intracelulares presentes en algunas plantas y en alimentos de origen animal que constan de una base nitrogenada, un azúcar y uno o más grupos fosfatos (Lama y González, 1998; Varghese *et al.*, 2015; Rivera, 2018). Estos compuestos participan en muchos procesos bioquímicos del organismo actuando como precursores de ácidos nucleicos, como fuente de energía, como coenzimas y como reguladores fisiológicos (Rossi *et al.*, 2007; Abreu *et al.*, 2010; Sauer *et al.*, 2011).

A la fecha, se han utilizado nucleótidos comerciales de origen natural para evaluar el comportamiento productivo y la salud de los animales en especies no rumiantes, como cerdos, peces y aves (García-Castillo *et al.*, 2014; Berto *et al.*, 2016; Lu *et al.*, 2019). Sin embargo, estos productos naturales no se han probado en terneros durante la lactancia artificial. Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue determinar el efecto de la suplementación de un nucleótido natural (Ascogen®) en el comportamiento productivo, crecimiento y estado de salud de terneros Holstein-Friesian durante la crianza artificial.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la región lechera de Torreón, Coahuila, México, en un periodo de 65 días. El clima es seco-árido, con temperatura media anual de 21.5 °C, precipitación media anual de 227 mm, y altitud media de 1122 msnm (García, 2004). Los tratamientos se realizaron en treinta terneros de la raza Holstein

con  $44.0 \pm 11.0$  kg de peso vivo y  $17 \pm 8$  días de edad, los cuales fueron asignados aleatoriamente a uno de tres tratamientos: 0, 2.5 y 5 g d<sup>-1</sup> de Ascogen® adicionados a la dieta, con 10 repeticiones por tratamiento, considerando a cada ternero como la unidad experimental. Ascogen® es un suplemento natural con base en levadura *Saccharomyces cerevisiae* inactivada, enriquecida con ARN y nucleótidos purificados. Los niveles de Ascogen® se dosificaron diariamente en forma individual vía oral en forma de gelatina. Las gelatinas se prepararon en vasos de plástico un día antes de que fueran suministradas a los terneros (Coloidales Duché S.A de C.V.). Los terneros asignados al grupo control recibieron gelatinas sin Ascogen®.

Los terneros se alojaron en corraletas individuales al aire libre (2.00 x 1.25 m), con agua limpia a libre acceso y fueron alimentados dos veces al día (07:00 am y 17:00 pm) con una mezcla de leche (56%) más un sustituto no medicado (44%) preparado con 130g/l de agua, el sustituto contiene 22% de proteína y 15% de grasa (Grupo Nu-3® Alimentos Balanceados, Guanajuato México). Además, se suministró a voluntad un concentrado iniciador premium para destete precoz conteniendo 21.5% de proteína y 3.0% de grasa (Nuplen®, Durango, México). Durante el periodo experimental se midieron variables de crecimiento: peso vivo inicial (PVI), peso vivo final (PVF), altura a la cadera (AC), altura a la grupa (AG) y diámetro torácico (DT). El consumo de leche (CDL) y concentrado iniciador (CCI) se registró diariamente. Asimismo, diariamente se examinaron a los terneros para detectar incidencias de diarreas, neumonías y otitis.

El día 59 del periodo experimental se extrajeron muestras de sangre de la vena yugular de cada ternero utilizando tubos Vacutainer de tapón morado con EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) y tubos sin anticoagulante (tapón rojo); estos se mantuvieron en refrigeración a 4 °C. Los tubos sin anticoagulante se centrifugaron (3500 r / 20 min) y el suero sanguíneo se almacenó en tubos Eppendorf y se mantuvieron en congelación a -20 °C hasta antes de realizado el análisis de colesterol total, glucosa, proteína, albúmina y bilirrubina usando un auto-analizador marca Kontrolab 2017 (Laclivet, Laboratorio clínico veterinario, Ciudad de México). Las muestras de sangre colectadas en tubos Vacutainer con EDTA disódico se colocaron en hielo y fueron transportadas al laboratorio para análisis del recuento sanguíneo completo (CBC).

Los datos de todas las variables estudiadas se analizaron mediante el procedimiento GLM de SAS versión 9.4 (SAS, 2015). Las medias de tratamientos fueron estimadas utilizando el procedimiento LSMEANS y se compararon mediante la prueba de Duncan con un nivel de significancia de 0.05. El coeficiente de variación entre días de cada ternero se calculó como indicador de estabilidad (Britton *et al.*, 1990).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados sobre variables de comportamiento productivo y crecimiento en terneros suplementados con Ascogen® se muestran en el Cuadro 1. La ganancia de peso total (GPT) y ganancia diaria de peso (GDP) fueron ligeramente menores ( $p < 0.10$ ) en terneros alimentados con Ascogen®. Estos resultados son diferentes a los reportado por Cifuentes y González (2013) quienes observaron efectos positivos sobre la ganancia de peso final de ovinos criollos por la inclusión en la dieta de *S. cerevisiae*; mientras que Burgos (2014) reportó un efecto positivo similar en terneras Holstein-Friesian suplementadas con levadura. Asimismo, Berto *et al.* (2016) obtuvieron un aumento lineal en la ganancia diaria de peso de tilapias al suplementar nucleótidos (NuPro®). Sin embargo, Almeyda (2013) y García *et al.* (2017) obtuvieron ganancias diarias de peso en terneras similares a las obtenidas en nuestro estudio al suplementar con levadura en sistema de pastoreo.

El consumo diario de concentrado iniciador (CCI) y el valor de la conversión alimenticia (CA) fueron mayores en los terneros asignados al tratamiento control ( $p < 0.0001$ ), mientras que el consumo diario de leche (CDL) y la eficiencia alimenticia (EA) fueron más altos en terneros suplementados con 2.5 y 5 g d<sup>-1</sup> de Ascogen® que en aquellos asignados al grupo control. Estos resultados difieren con los reportados por García-Castillo *et al.*, 2014 quienes, al utilizar dietas con base en pasta de soya (*Glycine max*) y sorgo

(*Sorghum vulgare*) adicionadas con 2% de levadura *Saccharomyces cerevisiae* (NUPRO®), encontraron mayor consumo de alimento en lechones al destete. Por otro lado, Vranić *et al.* (2006) reportaron consumos de alimento superiores en parvadas de codornices japónicas suplementadas con Ascogen®, al utilizar una dieta base con maíz amarillo y pasta de soya. Por otro lado, Hernández *et al.* (2019) encontraron mayor conversión alimenticia en terneros Holstein que no fueron alimentados con aditivos. Sin embargo, Santana *et al.* (2015) no encontraron diferencias en el consumo de alimento, GDP y CA en lechones pre-destete, al evaluar la adición de butirato de sodio, extracto de plantas y nucleótidos en la dieta. Asimismo, Berto *et al.* (2016) tampoco encontraron diferencia en CA entre grupos de tilapias suplementadas con y sin Ascogen®.

**Cuadro 1.** Valores promedio de las variables asociadas al comportamiento productivo y crecimiento corporal en terneros Holstein-Friesian suplementados con Ascogen®.

Variables	Nivel de Ascogen® en la dieta (g d <sup>-1</sup> )			EEM	Pr>F
	0	2.5	5		
PVI, kg	45.30	42.40	41.00	0.892	0.15
AC inicial, cm	78.10	79.90	78.20	0.662	0.47
AG inicial, cm	82.70	85.10	83.90	0.519	0.19
DT inicial, cm	84.10	82.20	81.50	0.503	0.11
PVF, kg	91.10 <sup>a</sup>	79.00 <sup>b</sup>	80.30 <sup>b</sup>	2.010	0.04
AC final, cm	91.10	90.30	89.60	0.624	0.62
AG final, cm	97.90	97.30	96.30	0.527	0.47
DT final, cm	103.00	99.50	100.00	0.803	0.18
GPT, kg	45.80 <sup>a</sup>	36.60 <sup>b</sup>	39.30 <sup>ab</sup>	1.531	0.06
GDP, g d <sup>-1</sup>	705 <sup>a</sup>	563 <sup>b</sup>	605 <sup>ab</sup>	0.024	0.06
CCI, g d <sup>-1</sup>	861 <sup>a</sup>	461 <sup>b</sup>	481 <sup>b</sup>	0.029	0.0001
CDL, l d <sup>-1</sup>	2.20 <sup>b</sup>	2.71 <sup>a</sup>	2.69 <sup>a</sup>	0.017	0.0001
CA	1.22 <sup>a</sup>	0.80 <sup>b</sup>	0.78 <sup>b</sup>	0.021	0.0001
EA	0.82 <sup>b</sup>	1.30 <sup>a</sup>	1.29 <sup>a</sup>	0.034	0.0001

ab Medias con diferente literal entre las columnas muestran diferencia estadística ( $p < 0.05$ ). EEM=Error estándar de la media de tratamientos. PVI= peso vivo inicial, PVF= peso vivo final, AC= altura a la cruz, AG=altura a la grupa, DT= diámetro torácico, GPT= ganancia de peso total, GDP= ganancia diaria de peso, CCI= consumo de concentrado iniciador, CDL= consumo diario de leche, CA= conversión alimenticia y EA= eficiencia alimenticia.

Las respuestas del comportamiento productivo obtenidas en el presente estudio se asocian con el hecho que la leche y el producto Ascogen® son alimentos de alta calidad y proporcionan a los terneros los requerimientos nutricionales necesarios, disminuyendo el consumo y costo de alimentación. Las variables de crecimiento (AC, AG y DT) analizadas no fueron afectadas por el nivel de Ascogen® adicionado a la dieta ( $p > 0.05$ ; Cuadro 1), excepto PVF, el cual fue mayor en los terneros asignados al tratamiento control ( $p < 0.05$ ). Estos resultados coinciden con lo reportado por Ponce (2018) quien tuvo valores promedio de AC y AG mayores en becerras no suplementadas con ImmuPlus® (mezcla polihierbal de *Embllica officinalis*, *Tinospora cordifolia*, *Withania somnidera* y *Ocimum sanctum*), pero difieren con lo reportado por Rodríguez (2014) al evaluar productos biotecnológicos a base de levaduras, lactobacilos, vitaminas, aminoácidos, ácidos orgánicos y minerales quelados en terneras destetadas de ocho semanas de edad. Sin embargo, los resultados obtenidos en las variables de crecimiento se asocian al peso y talla inicial, pues en los grupos suplementados con Ascogen® los pesos iniciales fueron menores a los de los terneros asignados al grupo control.

Los resultados mostrados en el Cuadro 2 indican que la suplementación con Ascogen® no afectó ( $p > 0.05$ ) la incidencia de otitis y neumonías en los terneros durante el predestete, aunque, la incidencia de diarreas fue menor ( $p < 0.05$ ) en los terneros asignados al tratamiento control, respecto al grupo de terneros

suplementados con 2.5 g d<sup>-1</sup> de Ascogen®. Estos resultados fueron similares a los reportados por García-Castillo *et al.* (2014), pero difieren de los obtenidos por Görgülü *et al.* (2003) quienes tuvieron menores problemas de diarreas y timpanismos en terneros alimentados con leche entera adicionada con 2 g d<sup>-1</sup> de una mezcla de probióticos (*Lactobacillus plantarum*, *L. bulgaricus*, *L. acidophilus*, *L. mammosus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus faecium*, *Aspegillus oryza* y *Candida pintolopessi*).

**Cuadro 2.** Incidencia de enfermedades y metabolitos sanguíneos en terneros Holstein-Friesian suplementados con Ascogen®.

Variables	Nivel de Ascogen® en la dieta (g d <sup>-1</sup> )			EEM	Pr>F
	0	2.5	5		
Enfermedades					
Otitis	6.10	3.70	1.90	1.223	0.39
Neumonía	4.30	5.00	4.50	1.100	0.96
Diarrea	0.00 <sup>b</sup>	2.50 <sup>a</sup>	2.00 <sup>ab</sup>	0.461	0.08
Metabolitos séricos					
Glucosa, mg dl <sup>-1</sup>	80.30 <sup>a</sup>	47.10 <sup>b</sup>	48.10 <sup>b</sup>	1.254	0.0001
Colesterol, mg dl <sup>-1</sup>	92.50	89.00	85.50	2.894	0.64
Proteína total, g dl <sup>-1</sup>	6.94	6.98	7.26	0.070	0.15
Albumina, g dl <sup>-1</sup>	3.97	4.05	4.11	0.065	0.60
Bilirrubina, g dl <sup>-1</sup>	0.350	0.440	0.470	0.020	0.87
A.L.P, µg dl <sup>-1</sup>	26.60 <sup>b</sup>	37.80 <sup>a</sup>	31.60 <sup>ab</sup>	2.073	0.06
Creatinina, mg dl <sup>-1</sup>	1.04 <sup>b</sup>	1.16 <sup>b</sup>	1.34 <sup>a</sup>	0.037	0.01

ab Medias con diferente literal entre las columnas muestran diferencia estadística (P<0.05). EEM Error estándar de la media de tratamientos. A. L. P= Fosfatasa alcalina.

Kanth *et al.* (2020) reportan que los efectos adversos en el estado de salud de los terneros se deben a que los aditivos que contienen metabolitos secundarios antimicrobianos presentan desafíos con respecto a la dosis, niveles y tiempo de adaptación. Asimismo, las enfermedades de las terneras en el pre-destete se asocian con malas condiciones de alojamiento, alimentación deficiente, poca atención sanitaria y mala estrategia de nutrición (Gallo, 2017), siendo la diarrea neonatal la enfermedad más común de morbilidad y mortalidad en terneros (Windeyer *et al.*, 2014).

Algunos metabolitos sanguíneos (Colesterol, Proteína, Albúmina y Bilirrubina) no fueron afectados por el nivel de Ascogen® en la dieta de los terneros (p>0.05), mientras que la concentración de glucosa, creatinina y fosfatasa alcalina si fueron afectadas con la inclusión del aditivo en la dieta. Así, la concentración de glucosa en sangre fue mayor (p<0.0001) en los terneros asignados al tratamiento control, mientras que el nivel de creatinina sérica fue superior (p>0.01) en terneros suplementados con 5 g d<sup>-1</sup> de Ascogen®. Por el contrario, la concentración de fosfatasa alcalina fue menor en los terneros del tratamiento control (p<0.10) comparado con los terneros que comieron 2.5 g d<sup>-1</sup> de Ascogen® adicionados a la dieta base (Cuadro 2).

Estudios previos indican que la glucosa es utilizada como fuente de energía para las células como unidades de edificación de la galactosa y lactosa o como fuente de glicerol necesario para la síntesis de grasa (Razz y Clavero, 2004). Kim *et al.* (2013) evaluaron dietas con base en maíz, remolacha y paja de arroz en la engorda de novillos y encontraron concentraciones altas de glucosa, triglicéridos, proteína y albumina en los tratamientos que recibieron una dieta base adicionada con *Curcuma longa* y *silimarina* como suplemento, derivado de mayor concentración de propionato ruminal, precursor de la síntesis de glucosa en rumiantes.

## CONCLUSIONES

El uso del nucleótido Ascogen® suplementado en terneros Holstein tiene efectos positivos en el comportamiento productivo y en la concentración de algunos metabolitos sanguíneos, sin embargo, no se tienen efectos favorables en parámetros corporales de crecimiento y en la incidencia de algunas enfermedades propias de los terneros durante el periodo de la lactancia artificial.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a la empresa Nuproxa Switzerland Ltd. por la donación del producto y las facilidades para la realización de la presente investigación.

## LITERATURA CITADA

- Abreu, M.L.T., J.D. Lopes, A. Saraiva, R.F.M. Oliveira, E.F. Lanino & G.G. Lora. 2010. Glutamina, nucleotídeos e plasma suíco em rações para leitões desmamados. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39(3): 520-525.
- Almeyda, J. 2013. Manual de manejo y alimentación de vacunos-Parte I: Recría de animales de reemplazo en sistemas intensivos. Sitio Argentino de Producción Animal. Monografía 134, 15 p. (Consultado:17/07/2020). Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_bovina\\_de\\_leche/produccion\\_bovina\\_leche/134-Manual\\_manejo\\_1.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/134-Manual_manejo_1.pdf).
- Ardoino, S. M., R.E. Toso, M.S. Toribio, H.L. Álvarez, E.L. Mariani, P.D. Cachau, M.V. Mancilla & D.S. Oriana. 2017. Antimicrobianos como promotores de crecimiento (AGP) en alimentos balanceados para aves: uso, resistencia bacteriana, nuevas alternativas y opciones de reemplazo. *Ciencia Veterinaria* 19(1): 50-66. <http://dx.doi.org/10.19137/cienvet-20171914>
- Bacha, F. 1999. Nutrición del ternero neonato (nacido). XV curso de especialización. Avances en nutrición y alimentación animal. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, Barcelona, España, 277-301.
- Berto, R.S., G.V. Pereira, J.L. Pereira, M.L. Martins & D.F. Machado. 2016. Yeast extract on growth, nutrient utilization and haemato-immunological responses of Nile tilapia. *Aquaculture Research* 47: 2650-2660.
- Britton, R., R. Stock, R. Sindt, B. Oliveros. & C. Parrott. 1990. New feed additive and technique to evaluate acidosis in cattle. MP-Universidad de Nebraska, Estación Experimental Agrícola (EE. UU.).
- Burgos, T.J.D. 2014. Efectos de aditivos y levaduras *Saccharomyces cerevisiae* en el incremento de peso en terneras Holstein Friesian, de 3 a 6 meses de edad. Tumbaco, Pichincha. Tesis Profesional de Ingeniero Agrónomo, Universidad Central del Ecuador, Quito-Ecuador, 88 p.
- Cedeño, R.A.E., B.G. Padilla, M.A. González & P.E.G. Chamizo. 2015. Evaluación de la calidad inmunológica del calostro por la prueba del calostrímetro y Test de Glutaraldehído en becerros recién nacidos en la Hacienda Los Ángeles, San Pedro de Macorís. UCE Ciencia, Revista de postgrado 3(2): 1-8.
- Cifuentes, R.O.D. & T.Y.O. González. 2013. Evaluación de la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en la ganancia de peso de ovinos criollos. *Conexión Agropecuaria JDC* 3(1): 41-49.
- Elizondo-Salazar, J.A., B. Cáseres-Álvarez & C. Monge-Rojas. 2016. Transferencia de inmunidad pasiva en bucras y bucerros en una explotación comercial de Costa Rica. *Revista Horizonte Lechero* 7(1): 18-23.
- Gallo, F.J.L. 2017. Determinación de los costos de producción del periodo de levante de terneras de reemplazo en la hacienda los pinos Urbina. Tesis Profesional de Ingeniero Zootecnista, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo-Facultad de Ciencia Pecuarias, Riobamba, Ecuador. 82 p.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climatológico de Kôppen. 5ta Ed. Corregida. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México. 97 p.

- García-Castillo, R., K. Hernández-Martínez, J. Kawas-Garza, J. Salinas-Chavira, A. Vega-Ríos, M. Ruiloba-Villareal & H. Fimbres-Durazo. 2014. Efecto de nucleótidos y péptidos de *Saccharomyces cerevisiae* (NUPRO) en la alimentación de cerdos post-destete. *Revista Científica* XXIV(1): 29-37.
- García, M.S., J.P. Garzón, E.G. López & D.A. Galarza. 2017. Efecto de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* sobre el desarrollo corporal y parámetros hematológicos en terneras Holstein criadas al pastoreo. *Revista Científica Maskana* 8: 5-8.
- González, A.R., A.J. González, R.B.P. Peña, R.A. Moreno & C.J.L. Reyes. 2017. Análisis del costo de alimentación y desarrollo de becerros de reemplazo lactantes. *Revista Mexicana de Agronegocios* 40: 561-569. <https://www.redalyc.org/pdf/141/14152127005.pdf>
- Görgülü, M., S. Alicja, S. Yurtseven, E. Öngel & H.R. Kutlu. 2003. Efecto de probióticos en el comportamiento y salud de terneros en crecimiento. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 37(2): 125-129.
- Hernández, G.P.A., E. Espinosa-Ayala, G.D. Mendoza-Martínez, G. Vázquez-Silva, L.A. Velázquez-Cruz, P.B. Razo-Ortiz & A.I. Osorio-Teran. 2019. Efecto del destilado de clavo (*Syzygium aromaticum*) sobre los parámetros de fermentación ruminal *in vitro* y la emisión de gases de efecto invernadero. *Revista Mexicana de Agroecosistemas* 6(2): 199-204.
- Kanth, R.P.R., M.M.M. Elghandour, A.Z.M. Salem, D. Yayaswini, R.P.P. Ranga, R.A. Nagarjuna & I. Hyder. 2020. Plant secondary metabolites as feed additives in calves for antimicrobial stewardship. *Animal Feed Science and Technology*, 264: 114469. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114469>.
- Kim, D., K. Kim, I. Nam, S. Lee, C. Choi, W. Kim, E. Know, K. Lee, & Y. Oh, Y. 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* 26(11): 1562-1568.
- Ku, V.J C. 2019. Mitigación de las emisiones de metano entérico en rumiantes alimentados con plantas que contienen metabolitos secundarios. *Revista Mexicana de Agroecosistemas* 6 (2): 44-55.
- Lama, M.R.A. & B.G. González. 1998. Efecto de la suplementación dietética con nucleótidos sobre la diarrea en el lactante. *Anales Españoles de Pediatría* 48(4): 371-375.
- Lu, Z., A. Thanabalan, H. Leung, R.A.M. Kakhki, R. Patterson & E.G. Kiarie. 2019. The effects of feeding yeast bioactives to broiler breeders and/or their offspring on growth performance, gut development, and immune function in broiler chickens challenged with *Eimeria*. *Poultry Science* 98(12): 6411-6421.
- Mejía, L.A. 2017. Peso al nacer y al destete de terneros y terneras Holstein y Jersey bajo estrés calórico en Mexicali, Baja California, México. Tesis Profesional de Ingeniero Agrónomo Zootecnista, Universidad Autónoma del Estado de México, México. 89 p.
- Morales, L.A.L., R.G. Buendía, I.A. Vélez, V.F.P. Gámez & F.M.D. Montoya. 2016. Manual de crianza de becerros Holstein. Folleto para productores. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal, CENIFyMA, Celaya, Guanajuato. 54 p.
- Ponce, P.O. 2018. Efecto de la adición de una fórmula polihierbal (ImmuPlus®) sobre los parámetros productivos y de salud en becerros Holstein. Tesis Profesional en Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México, Centro Universitario Amecameca de Juárez, Estado de México. 94 p.
- Razz, R. & T. Clavero. 2004. Niveles de urea, fósforo, glucosa e insulina de vacas en ordeño suplementadas con concentrado en un sistema de *Panicum máximum* y *Leucaena leucocephala*. *Redalyc, Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal* XIV (004).
- Rivera, R.M. 2018. Efecto de nucleótidos obtenidos de *Saccharomyces cerevisiae* en la dieta de cuyes Perú en crecimiento-acabado en jaén, Cajamarca. Tesis Profesional en Medicina Veterinaria. Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo", Lambayeque, Perú. 63 p.
- Rodríguez, C. 2014. Evaluación del uso de productos biotecnológicos a base de levaduras, lactobacillos, vitaminas, aminoácidos, ácidos orgánicos, minerales quelados, como aditivos del alimento en

- terneras. Tesis Profesional en Medicina Veterinaria. Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, Lambayeque, Perú. 20 p.
- Rossi, P., E. Goncalves & F. Rutz. 2007. Nucleotides in animal nutrition. *Revista Brasileira de Agrociencia* 13(1): 05-12.
- Santana, M.B., A. Brandão, D. Ribeiro, C. Pospissil, de A. Carla, V. Cantarelli & L. Batista. 2015. Alternatives to antibiotic growth promoters for weanling pigs. *Ciência Rural Santa María* 45(6): 1093-1098.
- SAS, Institute Inc. 2015. Base SAS® 9.4 Procedures Guide, Fifth Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Sauer, N., Mosenthin, R. & Bauer, E. 2011. The role of dietary nucleotides in single-stomached animals. *Nutrition Research Reviews* 24(1): 46-59.
- Varghese, T., P. Mishal, K.P. Sandeep & A.K. Pal. 2015. Nucleotides in Aquafeeds: a right step towards sustainable nutrition. *Fishing Chimes* 35(7): 49-55.
- Velázquez, C.L.A., G.P.A. Hernández, A.E. Espinosa, M.G.D. Mendoza, G.C. Díaz, P.B. Razo, T.A.I. Osorio & C.J.J. Ojeda. 2019. Efecto de aditivo herbal sobre la digestibilidad aparente de la materia seca de becerras Holstein. *Revista Mexicana de Agroecosistemas* 6(2): 417-421.
- Vranić, M., H. Mazija, D. Grbeša & S. Mužic. 2006. Effect of Ascogen on the growth performance and carcass yield of japanese quails. *Acta Veterinaria (Beograd)* 56(2-3): 275-283.
- Windeyer, M.C., K.E. Leslie, S.M. Godden, D.C. Hodgins, K.D. Lissemore & S.J. LeBlanc. 2014. Factors associated with morbidity, mortality, and growth of dairy heifer calves up to 3 months of age. *Preventive Veterinary Medicine* 113(2): 231-240.
- Ybalmea, R. 2015. Alimentación y manejo del ternero, objeto de investigación en el Instituto de Ciencia Animal. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 49(2): 141-152. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193039698003.pdf>.