

## EVALUACIÓN DE GESTACIÓN EN BOVINOS CON PROTOCOLOS DE INSEMINACION ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO EN GANADO CEBUINO

[GESTATION ASSESSMENT IN CATTLE WITH FIXED-TIME ARTIFICIAL INSEMINATION PROTOCOLS IN CEBU CATTLE]

Carlos E. Wild-Santamaría<sup>1§</sup>, Wendy E. Barrios-Moreno<sup>2</sup>, José Luis Horak-Loya<sup>1</sup>, Elvia M. Romero-Treviño<sup>1</sup>, Ricardo Velasco-Carrillo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Altamira. División de Estudios de Posgrado e Investigación, Altamira, Tam., México. <sup>2</sup>Estudiante de Maestría en el Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Altamira. División de Estudios de Posgrado e Investigación, Altamira, Tam.

§Autor para correspondencia: (carlos.ws@altamira.tecnm.mx).

### RESUMEN

Con el propósito de participar en el mejoramiento de la producción regional bovina de la Huasteca se evaluó el índice de gestación mediante la utilización de dos protocolos de sincronización de ovulación empleando la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en un hato de 37 vacas de raza cebú en condición corporal de 5 (escala 1-9). El protocolo hormonal fue: día cero se insertó un dispositivo intravaginal impregnado con progesterona (DIB) y se aplicaron 2 mg de benzoato de estradiol. Al momento del retiro del DIB (día 8) se aplicaron 400 UI de gonadotropina coriónica equina (eCG) y 25 mg de cloprostenol, este mismo día a las vacas del T1 CE se les aplicó 1mg de Cipionato de estradiol y a las del T2 BE se les aplicó 1mg de Benzoato de estradiol. La mitad de las vacas de cada tratamiento recibió 10 mL de Catosal como estimulante vitamínico. La IATF fue realizada a las 52-54 h de retirado el dispositivo y se aplicó 100 µg de GnRH. El diagnóstico de gestación fue realizado por ecografía transrectal a los 35 días post IATF. Las tasas de gestación (35.1 y 10.8%, respectivamente) fueron comparadas por medio de una prueba de Chi cuadrado ( $X^2$ ) encontrando diferencia estadística ( $P<0.05$ ). La tasa de gestación por grupo considerando la aplicación de Catosal (40 y 25%) no mostró diferencias estadísticas significativas ( $P>0.05$ ). Bajo las condiciones experimentales impuestas en el programa reproductivo, el protocolo CE resultó más prometedor al lograr un mayor número de vacas gestantes. No se evidenciaron ventajas en el número de vacas gestantes al utilizar el coadyuvante metabólico.

**Palabras clave:** Benzoato de estradiol, catosal, cebú, cipionato de estradiol, IATF.

### ABSTRACT

In order to participate in the improvement of regional bovine production in the Huasteca, the gestation index was evaluated through the use of two ovulation synchronization protocols using fixed-time artificial insemination (FTAI) in a herd of 37 purebred zebu cows in body condition of 5 (scale 1-9). The hormonal protocol was: day zero, an intravaginal device impregnated with progesterone (DIB) was inserted and 2 mg of estradiol benzoate was applied. At the time of DIB withdrawal (day 8), 400 IU of equine chorionic gonadotrophin (eCG) and 25 mg of cloprostenol were applied, this same day 1mg of estradiol Cypionate was applied to the T1 CE cows and 1mg of estradiol Benzoate was applied to those of T2 BE. Half of the cows in each treatment received 10 mL of Catosal as a vitamin stimulant. The FTAI was performed 52-54 h after the device was removed and 100 µg of GnRH was applied. The pregnancy diagnosis was made by transrectal ultrasound 35 days after FTAI. Pregnancy rates (35.1 and 10.8%, respectively) were compared by means of a Chi square test ( $X^2$ ) finding statistical difference ( $P<0.05$ ). The gestation rate per group considering the application of Catosal (40 and 25%) did not show significant statistical differences ( $P>0.05$ ). Under the experimental conditions imposed on the reproductive program, the CE protocol was more

Recibido: 20-enero-2021

Aceptado: 31-marzo-2021

promising as it achieved a greater number of pregnant cows. No advantages were evidenced in the number of pregnant cows when using the metabolic adjuvant

**Keywords:** Estradiol benzoate, catosal, zebu, estradiol cypionate, FTAI.

## INTRODUCCIÓN

La actual situación de la ganadería en México exige a los productores una máxima eficiencia reproductiva para garantizar el retorno económico. La eficiencia reproductiva en conjunto con la implementación de programas de nutrición y mejoramiento genético son los principales factores que contribuyen para mejorar las ganancias en la explotación.

El manejo reproductivo hace uso de herramientas que permitan lograr avances más significativos, siendo la Inseminación Artificial (IA) una de las técnicas más apropiadas para acelerar el avance genético, y así contribuir a la mayor eficiencia de la reproducción, sin embargo, existen limitaciones para el empleo de la IA en el ganado manejado en agostadero o praderas, entre otras están las fallas en la detección de celos, anestro posparto ó la técnica de inseminación.

Así, la implementación de la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF), es decir sin la necesidad de detectar celos, esto mediante el uso de dispositivos intravaginales en combinación con otras hormonas reproductivas, ha permitido incrementar la cantidad de animales incluidos en programas de inseminación artificial dentro de las explotaciones ganaderas. El uso de dispositivos intravaginales con progesterona combinado con estrógenos, agentes luteolíticos y, en determinados esquemas el uso de la GnRH y/o de la eCG, ha permitido diseñar diferentes protocolos de sincronización de celos y ovulaciones que facilitan el implementar programas de inseminación artificial a tiempo fijo, sincronizar los retornos e incluso ser utilizado en hembras con servicio natural.

La mayoría de los tratamientos con que se cuenta son medianamente eficientes, obteniendo porcentajes de preñez de alrededor de un 50% en ganado de carne y un 40–45% en ganado de leche (Cutaia, 2006). Carrera y Bustamante (2013) al analizar la producción ganadera del país, mencionan que no existe un aumento en la producción ni en la calidad como tampoco en la diferenciación del producto o métodos que reduzcan los costos de producción para generar mayores rendimientos, como el uso de nuevas tecnologías aplicadas a la reproducción. No obstante, es muy importante reconocer que el éxito del programa reproductivo también depende de muchos factores de manejo, tales como el manejo nutricional y de la salud, las instalaciones y la disponibilidad de personal calificado (Bó *et al.*, 2009).

Los compuestos de fósforo influyen sobre casi todos los procesos de asimilación del organismo, por ello se les ha denominado estimulantes metabólicos que fomentan el metabolismo de los carbohidratos y lípidos (Bayer, s.f.). En reproducción son importantes ya que inciden en la formación de ácidos grasos, los cuales son fundamentales para la producción de hormonas como los estrógenos y progesterona.

Dentro de las deficiencias minerales, el bajo nivel de fósforo afecta los mecanismos energéticos relacionados con las manifestaciones corporales de celo. Los hábitos de comportamiento típico de montar y dejarse montar, el evento de caminadas errantes en busca de compañeros sexuales, unido al bajo consumo de alimento durante las horas de estro, conducen a que bajo condiciones de deficiencia mineral de fósforo el animal no muestre su comportamiento sexual esperado, ya que las funciones autónomas deben ser favorecidas (Campos y Hernández, 2008). Cuando las deficiencias de fósforo son severas, se afecta el comportamiento reproductivo de las novillas y vacas adultas (Corea y Hernández, 2007).

Por tal motivo el objetivo del presente trabajo fue evaluar el índice de gestación con protocolo de sincronización de ovulación empleando inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) incorporando el uso de un estimulante metabólico

## MATERIALES Y MÉTODOS

El rancho ganadero donde se estableció el trabajo se ubica a 27 km al norte de la cabecera municipal del municipio de Tamuín S.L.P. (22°13'45.98"N, 98°51'40.95"O), dentro de la región Huasteca del estado de San Luis Potosí. Predomina un clima Aw0 catalogado como tropical subhúmedo con temperatura media de 24.5 °C, precipitación pluvial media anual de 1,117 mm (CNA, 2014); sin embargo, en el año 2020 se registró en el rancho 834 mm de precipitación pluvial, período en que se realizó el ensayo. El ganado del rancho se maneja usualmente bajo sistema extensivo, donde el ganado, según el tamaño del lote, se mantiene en potreros de 40 ha de zacate Carretero (*Botriochloa pertusa*), Bermuda (*Cynodon dactylon*) y varias malezas espinosas nativas; al agua de beber se accede mediante tarjas de concreto; se otorga *ad libitum* sal común asimismo dos meses antes del ensayo se estuvo otorgando suplemento mineral al 12% de fósforo (Nutrimin 12/12, Nubam) a los lotes experimentales. El programa sanitario incluyó vacunación en amplio espectro y contra derriengue así como aplicación tópica de garrapaticida a seis y tres semanas previas al programa reproductivo.

Se utilizaron 37 vacas de razas cebuinas Brahman y encastes de estas con Suizo o Simbrah de cuatro a diez años de edad. Todos los animales se sometieron a la revisión del tracto reproductivo por palpación por Médico Veterinario para determinar el estado de salud reproductiva asimismo determinó estructuras ováricas en actividad cíclica y con tractos reproductivos normales.

Los criterios de inclusión utilizados fueron: 1. Condición corporal  $\geq 5$  y  $\leq 7$  en la escala de 1 a 9 de ganado de carne (Herd y Sprott, s.f), y 2. Con dos o más partos. A todas las vacas se les aplicó un protocolo de sincronización de ovulación, basado en la inserción de un dispositivo intravaginal bovino (DIB) impregnado de progesterona bajo el esquema que se muestra en el cuadro 1.

**Cuadro 1.** Distribución de los tratamientos, animales y programa sincronizador.

Grupo	n=	Día 0	Día 8	Día 11
CE	20	Inserción de DIB + 2 mg de BE + 10ml Catosal a la mitad del grupo	Retiro de DIB + 25mg Cloprostenol + 400 UI eCG + 1 mg CE	IATF a 52-60 hrs + 100 µg GnRH
BE	17	Inserción de DIB + 2 mg de BE + 10ml Catosal a la mitad del grupo	Retiro de DIB + 25mg Cloprostenol + 400 UI eCG + 1 mg de BE	IATF a 52-60 h + 100 µg GnRH

Producto	Nombre comercial	Dosis
DIB	Dispositivo Intravaginal Bovino	Sincrogest*
BE	Benzoato de Estradiol	Sincrodiol*
Cloprostenol	Luteolítico	Sincrocio*
eCG	Gonadotropina coriónica equina	Sincro eCG*
CE	Cipionato de Estradiol	Sincro CP*
GnRH	Acetato de Buserelina	Sincroforte*
Catosal	Butafosfan + vit B12	Catosal**

\*Ourofino Saúde Animal Ltda, Sao Paulo, Brasil.

\*\*Bayer de México, CdMX.

Para las sustancias utilizadas de aplicación parenteral, se realizó por la vía intramuscular (IM) empleando agujas calibre 20×11/2. En el día 0 se colocó el dispositivo intravaginal bovino (DIB) (Sincrogest\*), que contiene 1.0 g de progesterona dispuesto en una base de silicón inerte; luego del implante se aplica 2 mg de Benzoato de Estradiol (Syncrodiol\*, 2 ml) y adicionalmente se utilizó Catosal® como

fuelle de fósforo (butaphosphano) y vitamina B<sub>12</sub> (cianocobalamina), a la mitad de las vacas en cada grupo experimental, se aplicó 10 ml al introducir el DIB. Al día 8 se retiró el DIB y se aplicó vía IM 0.5 mg de luteolítico Cloprostenol (Sincrocio\*, 2 ml), más 400 UI de Gonadotropina Coriónica equina (Sincro eCG\*, 2 ml), se aplicó 1 mg de Cipionato de Estradiol (Sincro CP\*, 1 ml) al grupo CE, mientras que al grupo BE se aplicó 1 mg de Benzoato de Estradiol (Syncrodiol\*, 1 ml). El día 11 se realizó la inseminación artificial a tiempo fijo que fue entre las 52 y 60 h posterior al retiro del DIB, momento en que se aplicó 100 µg de GnRH (Sincroforte\*, 2.5 ml).

La inseminación la realizó un técnico inseminador especializado y empleó pajillas de 0.5 ml de semen de toros de raza Brangus Rojo y Angus Rojo. Se evaluó la condición corporal de las vacas en tres momentos: a la inserción del DIB, a la inseminación y al realizar el diagnóstico de gestación. El diagnóstico de gestación de las vacas servidas por inseminación artificial se efectuó por ecografía a los 35 días. Por tratamiento se determinó el Porcentaje de preñez al servicio (sumatoria de vacas preñadas al servicio/ número de vacas estudiadas)\*100.

Los animales se distribuyeron en dos grupos, cada uno representó un tratamiento y cada vaca una unidad experimental. Grupo 1: Conformado por 20 vacas a las que se les aplicó el protocolo descrito. Grupo 2: Conformado por 17 vacas en las que al día ocho se sustituyó el cipionato de estradiol por 1mg de Benzoato de estradiol (Syncrodiol\*, 1ml). A ambos grupos se les aplicó vía intramuscular (IM) 10ml de Catosal® (Bayer) como fuente de fósforo (butaphosphano) y vitamina B<sub>12</sub> (cianocobalamina), en el 50% de las vacas de cada grupo experimental.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los promedio para los indicadores de desempeño se plasman se muestran en el cuadro 2.

**Cuadro 2.** Indicadores de desempeño de las vacas de los grupos experimentales.

Grupo	CE	BE
Edad (años)	7.7	6.9
Eficiencia reproductiva (ER)	83.7	78.2
Número de partos	4.2	3.9
Días de parto a protocolo	408 días (13.4 meses)	288 días (9.5 meses)
Tiempo a la IATF (hr)	54.7	52.3
Condición corporal (CC) al protocolo	5.1	4.5
Condición corporal (CC) a la IATF	5.5	4.6
Condición corporal (CC) al diagnóstico de gestación	5.3	4.5
Días al diagnóstico de gestación	35	55

La eficiencia reproductiva y la condición corporal en diversos momentos fue mejor para el grupo 1-CE que los valores observados en el grupo 2-BE. Sin embargo, el tiempo transcurrido de parto a la aplicación del protocolo de sincronización de ovulación fue mas amplio en el grupo 1-CE que en el grupo 2-BE (408 vs 288 días) a pesar de haber sido suplementadas con silo de maíz en la severa época de sequía de ese año.

Para responder la cuestión de existencia o no de asociación entre el tipo de hormona y preñez o gestación se elaboró una tabla de contingencia (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Tabla de contingencia Hormona \* Preñez.

Tipo de hormona	Medición	Preñez	Total
-----------------	----------	--------	-------

			Si	No	
Hormona	Cipinato de estradiol	Recuento	13	7	201
		Frecuencia esperada	9.2	10.8	20.0
		% del total	35.1	18.9	54.1
	Bensoato de estradiol	Recuento	4	13	17
		Frecuencia esperada	7.8	9.2	17.0
		% del total	10.8	35.1	45.9
	Total	Recuento	17	20	37
		Frecuencia esperada	17.0	20.0	37.0
		% del total	45.9	54.1	100.0

Posteriormente se efectuó una prueba de hipótesis mediante la prueba Chi-cuadrado (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Pruebas de chi-cuadrado para Hormona \* Preñez.

Prueba	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	6.363 <sup>a</sup>	1	0.012		
Corrección por continuidad <sup>b</sup>	4.803	1	0.028		
Razón de verosimilitudes	6.601	1	0.01		
Estadístico exacto de Fisher				0.02	0.013
Asociación lineal por lineal	6.191	1	0.013		
N de casos válidos	37				

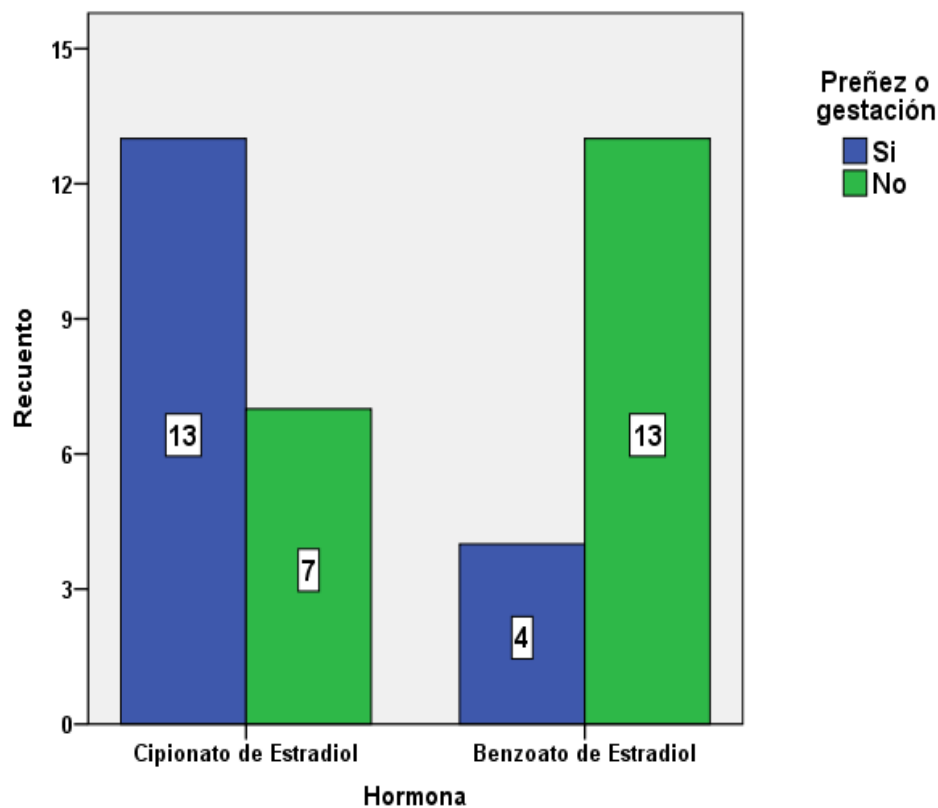
a. 0 casillas (0.0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es de 7.81. b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

La regla de decisión es: Cualquier valor menor en la significancia de 0.05 se rechaza la hipótesis nula. Por lo tanto, la preñez o gestación no es independiente de la hormona aplicada (si hay relación o asociación). Acorde a lo mostrado en la figura 1, el grupo en el que se utilizó Cipionato de Estradiol tiene mejores resultados (35.1 vs. 10.8%).

El Porcentaje de Preñez al Primer Servicio (PPPS) representa el número de vacas preñadas en el primer servicio en comparación al total de vacas inseminadas en ambos grupos experimentales, en el presente estudio las vacas de grupo CE, a las que se les aplicó 1 mg de Cipionato de estradiol en el día 8 del retiro de DIB, el porcentaje de preñez fue de 35.1%, mientras en el grupo BE que recibieron 1 mg de Benzoato de Estradiol al retiro del DIB la preñez fue del 10.8% ( $P < 0.05$ ).

Los resultados que se obtuvieron en este estudio fueron similares al 35% de preñez que determinó Gamboa (2020) en un diseño similar utilizando CE en vaquillas de raza senepol. El CE es una sal de estradiol con mayor vida media (7 días en circulación) que el EB y ha servido para simplificar los tratamientos al no encerrar a los animales una vez más para aplicar el BE como es el tratamiento tradicional. El estradiol circulante se incrementa con el CE estimulando así la liberación de LH y por ende la ovulación, como lo expresa Miranda (2016).

En vacas cruza Cebú, también fue evaluado el uso del CPE (cipionato de estradiol) inyectado al retirar el dispositivo no observándose diferencias significativas con el uso del BE (33,6% y 36.2%; CPE y BE, respectivamente ( $P > 0.05$ ) (Felicangeli *et al.*, 2007).



**Figura 1.** Histograma de gestaciones por grupo hormonal.

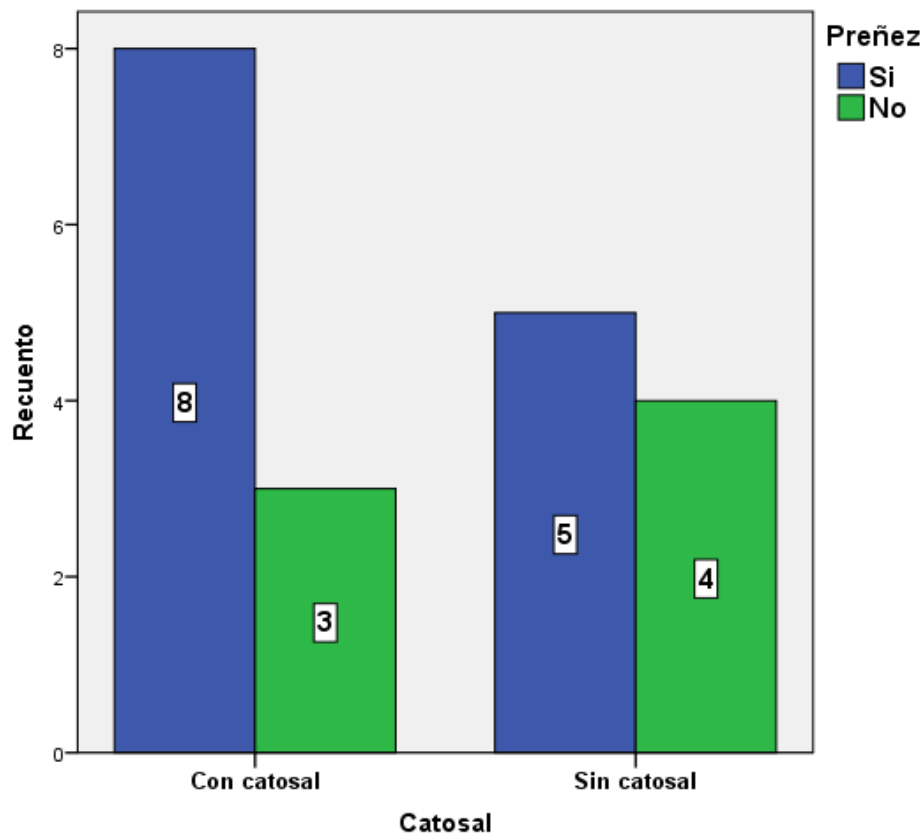
Cesaroni *et al.* (2007) observaron diferencia de 14.95% en el porcentaje de preñez en tratamientos con aplicación de BE contra los que aplicó CE, la tasa de preñez fue de 49.5% vs 64.0%, respectivamente. Los resultados son coincidentes respecto la diferencia a favor de la utilización de CE, se ha observado lo discímulo de los resultados ente razas como lo encontrado en los trabajos de Rentería *et al.* (2017a, 2017b).

Para responder la cuestión de existencia o no de asociación entre la utilización de Catosal para generar gestación se elaboró una tabla de contingencia (Cuadro 5).

La regla de decisión es: Cualquier valor menor en la significancia de 0.05 se rechaza la hipótesis nula. Por lo tanto, la gestación es independiente de la aplicación de Catosal (no hay relación o asociación), en la figura 2 se muestran los valores 8 vs 5 vacas gestantes (40.0 vs 25.0% para el grupo con catosal y grupo sin catosal respectivamente).

**Cuadro 5.** Tabla de contingencia Catosal \* Preñez.

Tipo de hormona	Medición	Preñez		Total	
		Si	No		
Hormona	Con Catosal	Recuento	8	3	11
		Frecuencia esperada	7.2	3.9	11.0
		% del total	40.0	15.0	55.0
	Sin Catosal	Recuento	5	4	9
		Frecuencia esperada	5.9	3.2	9.0
		% del total	25.0	20.0	45.0
	Total	Recuento	13	7	20
		Frecuencia esperada	13.0	7.0	20.0
		% del total	65.0	35.0	100.0



**Figura 2.** Histograma de gestaciones con aplicación de Catosal.

Asimismo, se efectuó una prueba de hipótesis mediante la prueba Chi-cuadrado (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Pruebas de chi-cuadrado para Catosal \* Preñez.

Prueba	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	0.642 <sup>a</sup>	1	0.423		
Corrección por continuidad <sup>b</sup>	0.109	1	0.742		
Razón de verosimilitudes	0.64	1	0.423		
Estadístico exacto de Fisher				0.642	0.37
Asociación lineal por lineal	0.61	1	0.435		
N de casos válidos	20				

a. 2 casillas (50.0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es de 3.15. b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

El porcentaje de Preñez al primer servicio (PPPS), en el presente estudio se obtuvo el 40% aplicando Catosal contra el 25% de gestación sin catosal a comparación de lo logrado por Bustillo y Velásquez (2013), quienes aplicando Catosal al momento de la IA obtuvieron un 47.1% vs 15.8%, respectivamente; donde las diferencias fueron significativas entre los tratamientos ( $p > 0.05$ ). Por otro lado, Anzueto y Cáceres (2014) en su trabajo realizado en esquema similar al nuestro con Catosal al inicio del protocolo obtuvo el 50% de gestaciones. González (2014) informa de un 43% de gestación inyectando Catosal al día 0 y al día 8 del protocolo de sincronización. Los resultados anteriores demuestran como este parámetro puede tener variaciones, las cuales se pueden estar influenciadas por el manejo de cada explotación, por los factores ambientales, nutricionales y sanitarios, similar a lo encontrado por Bustillo y Velásquez (2013).

En la operación de programas reproductivos de cualquier tipo uno de los factores que más afecta los resultados, es la condición corporal con la que se encuentran los animales al momento del inicio del tratamiento y el plano nutricional en que se encuentren, los mismos deben estar ganando peso para lograr los resultados esperados (Cutaia, 2006).

## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de como se operó el programa reproductivo, el protocolo CE resulta mas prometedor al lograr más vacas gestantes. No se evidenciaron ventajas para lograr más vacas gestantes al utilizar el coadyuvante metabólico. Las condiciones climáticas afectan la producción alimenticia forrajera y la condición corporal y por ende el establecer programas reproductivos exitosos.

## LITERATURA CITADA

- Anzueto-Ponciano, H.A. y L.H. Cáceres-García. 2014. Efecto de la aplicación de Catosal en vacas lactantes cebuínas sincronizadas con dispositivos intravaginales DIV-B. Tesis de licenciatura de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- Bayer de Mexico. S.f. Folleto descriptivo de Catosal. Disponible en: <https://www.sanidadanimal.bayer.com.mx/es/productos/catosal-con-vitamina-b12>. Consultado el 10 diciembre de 2019.
- Bó, G.A.; L.E. Cutaia, A.H. Souza y E.S. Baruselli. 2009. Actualización sobre protocolos de IATF en Bovinos de leche utilizando dispositivos con progesterona. *Taurus*, Bs. As., 11(40):20-34. [https://www.produccionanimal.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/145-IATF.pdf](https://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/145-IATF.pdf)
- Bustillo-Maldonado, R.M. y E.J. Velásquez-Andino. 2013. Porcentaje de preñez en vaquillas de carne sincronizadas con dispositivos intravaginales DIV-B y tratadas con Butafosfano + Cianocobalamina al momento de la inseminación artificial. Tesis de licenciatura de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- Campos, R. y A.E. Hernández. 2008. Relación Nutrición: Fertilidad en bovinos, un enfoque hacia el entendimiento de los mecanismos fisiológicos, nutricionales y bioquímicos de las limitantes



- reproductivas de origen nutricional. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Ciencia Animal. <http://www.bdigital.unal.edu.co/3656/1/romulocamposgaona2008.pdf>.
- Carrera-Chavez, B.; L. Bustamante e I. Tzatzil. 2013. Es la ganadería bovina de carne una actividad competitiva en México? Noesis. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades 22(43):19-50. Instituto de Ciencias Sociales y Administración Ciudad Juárez, México.
- Cesaroni, G.; H.M. Butler y M.J. Durand. 2007. Evaluación del uso de dos ésteres de estradiol sobre la tasa de fertilidad a la IATF en vacas secas, tratadas con un dispositivo intravaginal con progesterona. VII Simposio Internacional de Reproducción Animal (IRAC), Córdoba, Argentina. pp. 242.
- Comisión Nacional del Agua (CNA). 2014. Centro de previsión meteorológica. Dirección local en San Luis Potosí. Estación 131 El Peñón, Tamián, Clave 24107.
- Corea-Urbina, A.F. A. Hernández y R. Narding. 2007. Inducción del celo en vacas en anestro post patio mediante la administración de sales minerales, vitaminas y masajes ováricos. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencia Animal. Universidad Nacional Agraria, Managua Nicaragua. <http://repositorio.una.edu.ni/1379/1/tmI53c797.pdf>.
- Cutaia, L. 2006. Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF): Una herramienta para el mejoramiento genético. Instituto de Reproducción Animal Córdoba; Universidad Católica de Córdoba. [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/60-ia\\_a\\_tiempo\\_fijo.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/60-ia_a_tiempo_fijo.pdf).
- Feliciangeli, H.; M. Rodriguez y M. Caniza. 2007. Evaluación de la eficiencia de un protocolo de IATF utilizando cipionato de estradiol en vaquillonas y vacas con cria cruce cebú. VII Simposio Internacional de Reproducción Animal (IRAC), Córdoba, Córdoba, Argentina. 260 p.
- Gamboa-Cevallos, H.X. 2020. Evaluación de tres protocolos de sincronización para inseminación artificial a tiempo fijo en la respuesta reproductiva de vaquillas senepol. Tesis de maestría. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”, Calceta, Ecuador.
- González Lara, I.E. 2014. Efecto entre Catosal y Catofos aplicado al implante y retiro del dispositivo intravaginal bovino en el porcentaje de preñez al primer servicio en vacas cebuinas con ternero al lado. Tesis de licenciatura de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- Herd, D.B. y L.R. Sprott. S.f. Body condition, nutrition and reproduction of beef cows. Texas Agricultural Extension Service. Texas A&M University. College Station, Texas. USA.
- Miranda-Salvagno, F.M. 2016. Evaluación de diferentes dosis de cipionato de estradiol en un protocolo de IATF sobre el porcentaje de preñez en vacas con cría en el semiárido de San Luis. Tesis de Especialidad en Reproducción animal. Universidad de Córdoba. Córdoba, Argentina.
- Rentería, I., G.A. Bó y D. Maraña. 2017a. Comparación de dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo en vacas multíparas sin cría. XII Simposio Internacional de Reproducción Animal. Instituto de Reproducción Animal. Córdoba Argentina. 389 p.
- Rentería, I., D. Maraña y G.A. Bó. 2017b. Evaluación de dos diferentes protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo en vacas Holstein. XII Simposio Internacional de Reproducción Animal. Instituto de Reproducción Animal. Córdoba Argentina. 390 p.