

Manifestación de estro y gestación en vaquillas Criollo Lechero Tropical sincronizadas con dosis baja de $\text{PGF}_{2\alpha}$

Felipe Montiel Palacios^{1*}, Ponciano Pérez Hernández², Jaime Gallegos Sánchez³
y Adalberto Rosendo Ponce²

¹Universidad Veracruzana. Circunvalación y Yáñez. C.P. 91710. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Veracruz, Veracruz, México. *Correo electrónico: fmontiel@uv.mx

²Colegio de Postgraduados Campus Veracruz. Km. 88.5 Carretera Federal Xalapa-Veracruz. C.P. 91700, Tepetates, Veracruz, México.

³Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Km. 36.5 Carretera México-Texcoco. C.P. 56230, Montecillo. Estado de México, México.

RESUMEN

Con el fin de determinar la tasa de manifestación del estro y la tasa de gestación en vaquillas Criollo Lechero Tropical (CLT), sincronizadas con una dosis baja (12,5 mg) de $\text{PGF}_{2\alpha}$. Cincuenta y cuatro vaquillas CLT cíclicas fueron asignadas al azar a 2 tratamientos: a) Dosis baja (DB; n=27): inyección intramuscular (IM) de 12,5 mg $\text{PGF}_{2\alpha}$; y b) Dosis completa (DC, n=27; grupo control): inyección IM de 25 mg $\text{PGF}_{2\alpha}$. Desde 12 h después de la $\text{PGF}_{2\alpha}$ y durante 5 días se realizó detección de estros cada 4 h por 30 min para determinar el inicio y final del estro, su duración y la tasa de manifestación del estro. Las vaquillas recibieron inseminación artificial (IA) 12 h pos-estro detectado y fueron monitoreadas por ultrasonografía transrectal cada 4 h desde el final del estro hasta la ovulación para determinar el tiempo y tasa de ovulación. Las vaquillas que repitieron calor recibieron una segunda IA. Se diagnosticó la gestación 45 días pos-IA. La tasa de manifestación del estro y de ovulación fue 100% en ambos tratamientos. No hubo diferencia significativa ($P>0,5$) entre tratamientos en el tiempo de inicio del estro y de ovulación, duración del estro y tasa de gestación a primer servicio de IA. La tasa de gestación a segundo servicio de IA y la tasa de gestación general fueron significativamente mayores ($P<0,05$) para DB que para DC (77,7% y 74 vs 30% y 37%), respectivamente. La sincronización con dosis baja de $\text{PGF}_{2\alpha}$ resultó en aceptable tasa de gestación general en vaquillas CLT, lo que significa menor costo del programa de sincronización.

Palabras clave: Criollo Lechero Tropical, sincronización estro.

Estrus manifestation and pregnancy rate in Tropical Milking Criollo heifers synchronized with a low dose of $\text{PGF}_{2\alpha}$

ABSTRACT

In order to determine estrus manifestation and pregnancy rates in Tropical Milking Criollo (CLT) heifers synchronized to estrus with a low dose (12,5 mg) of $\text{PGF}_{2\alpha}$ fifty-four cyclic virgin CLT heifers were randomly assigned to two treatments: 1) Low dose (DB; n=27): i.m. injection of 12,5 mg $\text{PGF}_{2\alpha}$; and 2) Complete dose (DC, n=27; control group): i.m. injection of 25 mg $\text{PGF}_{2\alpha}$. From 12 h after $\text{PGF}_{2\alpha}$ and during five days estrus was detected every 4 h for 30 min to determine the start and end of estrus, estrus duration and estrus manifestation rate. Heifers were artificially inseminated (IA) 12 h after estrus detection and were monitored by transrectal ultrasonography every 4 h from the end of estrus until ovulation to determine time and rate of ovulation. Repeat breeder heifers received a second IA service. Pregnancy was diagnosed 45 days after IA. Estrus manifestation and ovulation rates were 100% in both treatments. No significant ($P>0.0\%$) difference was found among treatments

for time of estrus and ovulation, estrus duration or pregnancy rate at first IA service. Pregnancy rate at second IA service and overall pregnancy rate were significantly ($P < 0.05$) higher for DB than for DC (77.7% and 74% vs 30% and 37%), respectively. Estrus synchronization with a low dose of $\text{PGF}_{2\alpha}$ resulted in an acceptable overall pregnancy rate in CLT heifers, which is reflected in a lower cost of the estrus synchronization program.

Keywords: Tropical Milking Criollo, dinoprost tromethamine, $\text{PGF}_{2\alpha}$, oestrus synchronisation, heifers.

INTRODUCCIÓN

La sincronización del estro es una herramienta efectiva para incorporar el uso de la inseminación artificial (IA) en vaquillas de reemplazo para reducir la edad al primer parto (Beal, 1998). Una hormona comúnmente usada para la sincronización del estro en el bovino es la prostaglandina $\text{F}_{2\alpha}$ ($\text{PGF}_{2\alpha}$) o sus análogos, que sincronizan el estro cuando son administrados solos después del día 5 del ciclo estrual, cuando el cuerpo lúteo es funcional y tiene la capacidad de responder al efecto de la $\text{PGF}_{2\alpha}$ (Richardson *et al.*, 2002).

El tratamiento de vaquillas lecheras con una inyección de $\text{PGF}_{2\alpha}$ resultó en tasas de detección de estros de 60% (Stevenson *et al.*, 2006) y 91% (Tanabe y Hann, 1984). En vaquillas tratadas con 2 inyecciones de $\text{PGF}_{2\alpha}$ y 11 días de diferencia, la tasa de manifestación del estro después de la segunda dosis de $\text{PGF}_{2\alpha}$ fue 100% (Jochle *et al.*, 1982). Con el fin de reducir el costo de la sincronización del estro, algunos autores han estudiado la eficacia de dosis bajas de $\text{PGF}_{2\alpha}$ administradas por vía intramuscular (IM) para inducir la luteólisis y sincronizar el estro, reportando resultados similares en comparación con el uso de la dosis completa convencional de $\text{PGF}_{2\alpha}$ (Suñe *et al.*, 1985; Fernandes *et al.*, 1994).

El ganado Criollo Lechero Tropical (CLT), es un descendiente *Bos taurus* del ganado traído a Latinoamérica por los españoles durante la colonización (Santellano-Estrada *et al.*, 2008). El ganado CLT fue introducido a México en la década de 1960 desde Centroamérica (De Alba y Kennedy, 1994), y en la actualidad se encuentra en áreas remotas de México. La raza CLT representa un recurso genético valioso para el mejoramiento de la productividad del ganado lechero en el trópico mexicano dada su buena adaptación a las condiciones del ambiente tropical y al vigor híbrido que resulta de su cruce con razas europeas o cebuinas (Cunningham y Syrstad, 1987). El ganado

CLT tiene mayor fertilidad, tasa de sobrevivencia y longevidad que otras razas adaptadas, presenta cierta similitud con la raza Jersey, produce leche con alto porcentaje de grasa, proteínas y sólidos totales (De Alba, 1997; Rosendo-Ponce y Becerril-Pérez, 2002), y ha sido usado bajo selección para producción de leche desde la década de 1970 (Santellano-Estrada *et al.*, 2008). Sin embargo, la literatura con respecto al desempeño reproductivo del ganado CLT es escasa, y no hay información disponible sobre su respuesta a tratamientos para la sincronización del estro.

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de usar una dosis baja de $\text{PGF}_{2\alpha}$ para sincronizar el estro, sobre las tasas de manifestación de estro, ovulación y gestación en vaquillas CLT en el trópico mexicano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El estudio fue realizado en un hato de ganado CLT perteneciente al Colegio de Postgraduados Campus Veracruz, localizado en Veracruz, México, a 19° 16' Latitud norte y 96° 16' Longitud oeste, a 20 m.s.n.m., en la costa central del Golfo de México, con clima subtropical húmedo, temperatura anual promedio de 26,5 °C y precipitación pluvial anual media de 1230 mm.

Animales experimentales y manejo

Se incluyeron en el estudio 54 vaquillas CLT vírgenes cíclicas con rango de edad de 18 a 24 meses y 240 a 250 kg de peso. Las vaquillas fueron manejadas bajo pastoreo rotacional en praderas de *Panicum maximum*, *Brachiaria brizantha* y *Cynodon plectostachyus*, con acceso *ad libitum* a sales minerales y agua, pero sin recibir suplementación alimenticia.

Sincronización y detección del estro e inseminación artificial

Once días antes de sincronizar el estro (día -11), todas las vaquillas fueron evaluadas por palpación y ultrasonografía (US) transrectal para detectar la presencia de un cuerpo lúteo y confirmar la ciclicidad. Con la finalidad de que todas las hembras se encontraran en la misma etapa de la fase lútea al momento de recibir el tratamiento sincronizador, el día -11 se presincronizó el estro mediante una inyección IM con 25 mg de PGF_{2α} natural (dinoprost trometamina, Lutalyse®, Lab. Pfizer, México). Ese mismo día se evaluó la condición corporal, que resultó de 2,5 a 3,0 en escala de cinco puntos (1= emaciada a 5= obesa; Wildman *et al.*, 1982).

Todas las evaluaciones ultrasonográficas del estudio fueron realizadas con un ultrasonido portátil Vet Scan 750 con transductor transrectal de 5 MHz. El día 0, las vaquillas (n = 54) se distribuyeron al azar en 2 grupos de tratamiento para sincronizar el estro: a) Dosis baja (DB; n = 27): donde recibieron una inyección IM de 12,5 mg de PGF_{2α}; y b) Dosis completa (DC, n = 27; grupo control): con una inyección IM de 25 mg de PGF_{2α} cada una. En todas las vaquillas, a partir de 12 h después de la segunda aplicación de PGF_{2α} y durante 5 días se realizó detección visual de estros cada 4 h durante 30 min para determinar el tiempo de inicio y final del estro con el propósito de conocer su duración, así como para determinar la tasa de manifestación del estro.

El inicio del estro fue considerado como el primer momento en que una vaquilla recibió al menos una monta por más de 3 seg por parte de alguna de sus compañeras de hato, y el final del estro fue cuando la vaquilla que previamente permitió ser montada rechazó una nueva monta. La detección del estro fue realizada por personal capacitado en esta tarea y se basó en la conducta homosexual de las vaquillas, ya que no se utilizó toro recelador. Las vaquillas permanecieron con sus compañeras de hato durante el experimento.

En ambos grupos de tratamiento, las vaquillas recibieron IA 12 h después del estro detectado. La detección de estros continuó durante los siguientes 21 días, y las vaquillas que volvieron a mostrar estos signos recibieron un segundo servicio de IA. El diagnóstico de gestación se realizó mediante US 45 días después de la IA.

Determinación del tiempo y tasa de ovulación

Todas las vaquillas fueron monitoreadas mediante US cada 4 h desde el final del estro hasta la ovulación para determinar el tiempo y la tasa de ovulación. La ovulación fue definida como la desaparición del folículo más grande determinada por US. El tiempo de ovulación fue considerado como el promedio entre el último momento en que fue visto el folículo ovulatorio y el primer momento en que no fue observado en la US.

Análisis de los datos

Las tasas de manifestación de estro, ovulación y gestación se analizaron mediante Chi-cuadrada. El tiempo de inicio del estro después del tratamiento, duración del estro, y tiempo de ovulación fueron analizados mediante PROC GLM, incluyendo análisis de mediciones repetidas; para separación de medias se utilizó la prueba de Tukey. Todas las pruebas fueron del paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En DB y DC la tasa de manifestación del estro en respuesta al tratamiento fue 100%. No se encontró diferencia entre tratamientos en el tiempo de inicio del estro después de la PGF_{2α}, ni en la duración del estro (Cuadro). La tasa de ovulación en respuesta a la sincronización con PGF_{2α} fue 100% para DB y DC, y no hubo diferencia entre tratamientos en el tiempo de ovulación después de la PGF_{2α} (Cuadro). Todas las vaquillas DB y DC mostraron signos de estro en respuesta al tratamiento y por tanto recibieron IA, sin obtenerse diferencia en la tasa de gestación a primer servicio de IA en los grupos DB y DC (Cuadro). Particularmente, 18 vaquillas DB y 20 vaquillas DC mostraron nuevamente signos de estro y por tanto recibieron un segundo servicio de IA, resultando mayor la tasa de gestación para las vaquillas DB que para las DC (P<0,05; Cuadro).

La tasa de gestación general después de los dos servicios de IA fue mayor para DB en comparación con DC (P<0,05; Cuadro). Las vaquillas que reciben PGF_{2α} para sincronizar el estro generalmente muestran comportamiento estral en los 5 días siguientes al tratamiento, con tasa de manifestación del estro de 90% a 95% (Tanabe y Hann, 1984; Hernández *et al.*, 1994).

Cuadro. Tasa de manifestación del estro, tiempo de inicio del estro, duración del estro, tasa de ovulación, tiempo de ovulación y tasa de gestación a 1° y 2° servicio de inseminación artificial (IA) en vaquillas Criollo Lechero Tropical sincronizadas con dosis baja (DB) o dosis completa (DC) de PGF_{2α} natural.

	DB 12,5 mg (n = 27)	DC 25 mg (n = 27)	Promedio
Tasa de manifestación del estro (%)	100a	100a	100
Inicio del estro después de PGF _{2α} (h)*	59,7 ± 16,4a	55,3 ± 19,2a	57,5 ± 17,8
Duración del estro (h)*	10,5 ± 7,8a	10,0 ± 7,8a	10,2 ± 7,8
Tasa de ovulación (%)	100a	100a	100
Tiempo de ovulación después de PGF _{2α} (h)*	91,0 ± 14,0a	89,0 ± 13,0a	90,0 ± 13,5
% gestación a 1er servicio de IA (n/N) [§]	22,2 (6/27)a	14,8 (4/27)a	18,5 (10/54)
% gestación a 2° servicio de IA (n/N) [□]	77,7 (14/18)a	30,0 (6/20)b	52,6 (20/38)
% gestación general (n/N) [¥]	74 (20/27)a	37 (10/27)b	55,5 (30/54)

a,b Diferente literal por fila indica diferencia estadística (P<0,05).

*Datos presentados como media ± desviación estándar.

[§]Vaquillas gestantes / vaquillas que recibieron 1er servicio de IA.

[□]Vaquillas gestantes / vaquillas que recibieron 2° servicio de IA.

[¥]Vaquillas gestantes a 1er y 2° servicio de IA / total de hembras en el grupo.

Usualmente se recomienda sincronizar el estro con dos inyecciones de 25 mg de PGF_{2α} natural con diferencia de 11 o 14 días (Beal, 1998), porque todas las hembras deben tener un cuerpo lúteo sensible a la acción de las prostaglandinas al momento de la segunda inyección de PGF_{2α} (Mapletoft *et al.*, 2009).

Sin embargo, el relativamente alto costo de la dosis convencional de PGF_{2α} administrada vía IM, es un factor que limita su uso en hatos con numerosos vientres, lo que ha dado lugar a investigaciones para estudiar la eficacia de dosis reducidas de PGF_{2α} administradas vía IM, a fin de lograr la luteólisis y sincronizar el estro en el bovino (Horta *et al.*, 1986; Alvarez *et al.*, 1989).

En el presente estudio, la dosis baja de PGF_{2α} (12,5 mg) resultó tener la misma eficacia para provocar manifestación de conducta estral en vaquillas CLT, que la dosis de 25 mg comúnmente recomendada. La alta tasa de manifestación del estro y de ovulación en respuesta a la dosis baja de PGF_{2α} pudo ser debida, además de la condición de vaquillas, a la menor talla en cuanto a tamaño del ganado CLT, en comparación con las razas europeas y cebuinas, dado que las vacas CLT adultas promedian 400 kg de peso (De Alba, 1985). Esto podría sugerir que la dosis de PGF_{2α} necesaria para causar luteólisis y manifestación del estro depende del tamaño del animal.

La tasa de manifestación del estro obtenida en el presente estudio con ambas dosis de PGF_{2α} fue mayor que la reportada en vaquillas tratadas vía IM con la dosis convencional o con dosis reducidas de PGF_{2α}, tales como 65% y 53% en vaquillas Holstein tratadas con 500 µg (dosis convencional) o 250 µg de cloprostenol, respectivamente (Gioso *et al.*, 2005); 60% y 40% para vaquillas Holando-Argentino tratadas con 500 µg o 125 µg de cloprostenol, respectivamente (Callejas *et al.*, 1996); y 78% y 57% en vaquillas cruzadas tratadas con 150 µg o 75 µg de cloprostenol, respectivamente (Cembranelli, 2005). Estos resultados sugieren que la administración IM de dosis reducidas de PGF_{2α} puede resultar efectiva para inducir la manifestación del estro, similar a los hallazgos del presente estudio.

Al comparar con resultados obtenidos después del tratamiento con 2 inyecciones de la dosis convencional de dinoprost (25 mg) con 11 o 14 días de diferencia, la tasa de manifestación del estro en este estudio con ambas dosis de PGF_{2α} fue similar a reportes previos, tales como 87% a 98% en vaquillas Holstein (Stevenson *et al.*, 2000) y 77% en vaquillas Holando-Argentino (Callejas *et al.*, 2003). Sin embargo, la tasa de manifestación del estro fue mayor que otras reportadas en vaquillas *Bos taurus* de razas cárnicas, que varían de 54% a 75% (Rogers *et al.*, 2003; Lamb

et al., 2004). La alta respuesta a la manifestación del estro obtenida en el presente estudio pudo haber sido influida por la raza, dado que es posible que el ganado CLT muestre comportamiento estral intenso; sin embargo, esto no puede afirmarse porque no se conocen las características de comportamiento reproductivo de esta raza. Además, la presencia de dos o más vaquillas en estro al mismo tiempo, junto con la continua detección de estros llevada a cabo en el estudio, pudieron también haber influido en la alta tasa de manifestación del estro, similar a lo indicado por Orihuela *et al.* (1983).

Aunque el intervalo desde la aplicación de la PGF_{2α} hasta la manifestación del estro comúnmente es dentro de los cinco días siguientes al tratamiento, este intervalo depende de la etapa de desarrollo de la oleada folicular al momento de la inyección de PGF_{2α} (Beal, 1998). En las vaquillas DB, el tiempo de manifestación del estro después de la PGF_{2α} fue más corto que algunos intervalos previamente reportados en vaquillas cruzadas, tales como 68 ± 17 h después del tratamiento con una inyección IM de 500 µg o 250 µg de cloprostenol (Gioso *et al.*, 2005), y 73 ± 18 h después de recibir una dosis IM de 150 µg o 75 µg de cloprostenol (Cembranelli, 2005).

Sin embargo, el tiempo de manifestación del estro en las hembras DB (59,7 ± 16,4 h) fue comparable al reportado por Stevenson *et al.* (2000) en vaquillas Holstein tratadas con 2 inyecciones de 25 mg de dinoprost con 11 o 14 días de diferencia, de 55 ± 3,5 h. La duración promedio del estro tanto en vaquillas DB (10,5 ± 7,8 h) como DC (10,0 ± 7,8 h) resultó diferente a la reportada por Stevenson *et al.* (2000) de 15,6 ± 1,6 h en vaquillas Holstein.

En el presente estudio, el tiempo de ovulación después de la inyección de PGF_{2α} para los grupos DB (91,0 ± 14,0 h) y DC (89,0 ± 13,0 h) fue más corto que el reportado por Evans *et al.* (2003) de 110 ± 5 h en vaquillas lecheras, pero más largo que las 84 ± 8 h obtenidas por Colazo *et al.* (2002) en vaquillas de razas cárnicas, con tasa de ovulación de 89%, en ambos estudios con el uso de 2 inyecciones IM de 25 mg de dinoprost.

Aunque las tasas de manifestación del estro y de ovulación fueron del 100% para ambos tratamientos, la tasa de gestación obtenida a primer servicio de IA en DB (22,2%) y DC (14,8%) resultando baja, en

comparación con la mayoría de reportes en vaquillas lecheras y productoras de carne.

Esto probablemente fue debido a la manipulación del aparato reproductor después de la IA durante las US realizadas para determinar el momento y tasa de ovulación, lo que tal vez causó estrés a las hembras y afectó la fertilidad (Tilbrook *et al.*, 2000). Sin embargo, al considerar el primer y segundo servicio de IA, la tasa de gestación en las vaquillas DB (74%), fue comparable a la mayoría de los reportes. En vaquillas Holstein tratadas con 2 inyecciones de 25 mg de PGF_{2α} y que recibieron IA después del estro detectado, las tasas de gestación fueron de 45% a 78% (Stevenson *et al.*, 2000), 54% (Callejas *et al.*, 2003) y 63% (Stevenson *et al.*, 2008), mientras que en vaquillas *Bos taurus* de razas cárnicas las tasas de gestación fueron 46% (Rogers *et al.*, 2003) y 48% (Lamb *et al.*, 2004).

CONCLUSIONES

La sincronización del estro con la mitad de la dosis convencional de PGF_{2α} resultó en alta respuesta al estro y aceptable tasa de gestación general después de dos servicios de IA en vaquillas CLT; esto se traduce en un menor costo del programa de sincronización. Sin embargo, es necesario realizar más investigación para conocer la respuesta de las vaquillas CLT sometidas a diferentes protocolos para sincronizar el estro y aquellas con estro espontáneo, con el propósito de ampliar los conocimientos relacionados con las características reproductivas y el desempeño de este ganado que se encuentra en el trópico mexicano.

LITERATURA CITADA

- Alvarez R. H., C. F. Meirelles, J. V. Oliveira, J. R. Pozzi e F. G. C. Junior. 1989. Indução de cio e luteólise em novilhas tratadas com uma mini-dose de cloprostenol administrada pela via intramuscular ou intravulvosubmucosa. *Boletim Indústria Anim.*, 46(1):37-44.
- Beal W. E., 1998. Current estrus synchronization and artificial insemination programs for cattle. *J. Anim. Sci.*, 76(Suppl. 3):30-38.
- Callejas S., J. Cabodevila, R. Catalano, C. Ersinger, M. Teruel y P. Romero. 1996. Efecto luteolítico de una dosis reducida de cloprostenol asociada con benzoato de estradiol en vaquillonas Holando

- Argentino. *Rev. Argentina Prod. Anim.*, 16:71-76.
- Callejas S., C. Ersinger, J. Cabodevila, R. Catalano, M. Teruel y M. Calá. 2003. Control del ciclo estral en vaquillonas de la raza Holando Argentino: uso de análogos sintéticos de la hormona liberadora de gonadotropinas y de la prostaglandina F2 α . *Arch. Zootec.*, 52(199):379-387.
- Cembranelli M. A. R. 2005. Eficiencia de duas doses de D-Cloprostenol para sincronização de estro em bovinos nas diferentes fases do ciclo estral. *Dissertação Mestre em Ciência Animal, Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas, Minas Gerais, Brasil.* p 34.
- Colazo M. G., M. F. Martínez, J. P. Kastelic and R. J. Mapletoft. 2002. Effects of dose and route of administration of cloprostenol on luteolysis, estrus and ovulation in beef heifers. *Anim. Reprod. Sci.*, 72(1-2):47-62.
- 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.* Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. p 90.
- De Alba J. 1985. El Criollo Lechero en Turrialba. *Boletín Técnico No. 15.* Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Turrialba, Costa Rica. p 59.
- De Alba J. 1997. Polymorphism in casein and quality of milk in Tropical Milking Criollo cattle. *Proceedings of the Symposium: Use of cattle breeds and types formed and developed in Latin America and the Caribbean.* Vol. 1. Latin American Association of Animal Production (ALPA), Maracaibo, Venezuela. 21-26 (in Spanish).
- De Alba J. and B. W. Kennedy. 1994. Genetic parameters of purebred and crossbred milking Criollos in tropical Mexico. *Anim. Prod.*, 58:159-165.
- Evans A. C. O., P. O'Keeffe, M. Mihm, J. F. Roche, K. L. Macmillan and M. P. Boland. 2003. Effect of oestradiol benzoate given after prostaglandin at two stages of follicle wave development on oestrus synchronisation, the LH surge and ovulation in heifers. *Anim. Reprod. Sci.*, 76(1-2):13-23.
- Fernandes C. A. C., C. A. A. Torres e E. P. Costa. 1994. Comparação entre doses e vias de aplicação de cloprostenol para sincronização de estro em bovinos. *Rev. Bras. Reprod. Anim.*, 18(34):105-109.
- Gioso M. M., E. P. Costa, C. A. A. Fernandes, C. A. A. Torres e G. R. Carvalho. 2005. Perfil de progesterona e intervalo ao estro de receptoras bovinas sincronizadas com doses reduzidas de cloprostenol. *Rev. Bras. Zootec.*, 34(4):1181-1187.
- Hernández C. J., A. A. Porras, A. A. Salgado y T. V. Lima. 1994. Inducción del estro con prostaglandina PGF2 α . Efecto del intervalo entre tratamiento y la presentación del estro sobre el índice de concepción de vaquillas Holstein. *Vet. Méx.*, 25(1):19-22.
- Horta A. E. M. C, M. S. G. Costa, Robalo Silva and M. I. Rios Vasques. 1986. Possibility of reducing the luteolytic dose of cloprostenol in cyclic dairy cows. *Theriogenology*, 25(2):291-301.
- Jöchle W., D. Kuzmanov and J. Vujosevic. 1982. Estrous cycle synchronization in dairy heifers with the prostaglandin analog alfaprostol (I). *Theriogenology*, 18(2):215-225.
- Lamb G. C., J. A. Cartmill and J. S. Stevenson. 2004. Effectiveness of Select Synch (gonadotropin-releasing hormone and prostaglandin F2 α) for synchronizing estrus in replacement beef heifers. *The Prof. Anim. Sci.*, 20:27-33.
- Mapletoft R. J., G. A. Bó and P. S. Baruselli. 2009. Control of ovarian function for assisted reproductive technologies in cattle. *Anim. Reprod.*, 6(1):114-124.
- Orihuela A., C. Galina, J. Escobar and E. Riquelme. 1983. Estrous behavior following prostaglandin F2 α injection in Zebu cattle under continuous observation. *Theriogenology*, 19(6):795-809.
- Richardson A. M., B. A. Hensley, T. J. Marple, S. K. Johnson and J. S. Stevenson. 2002. Characteristics of estrus before and after first

- insemination and fertility of heifers after synchronized estrus using GnRH, PGF_{2α}, and progesterone. *J. Anim. Sci.*, 80(11):2792-2800.
- Rogers C. A., T. W. Drummond, R. Flores, C. P. Mathis and M. L. Looper. 2003. Case study: Estrous characteristics and pregnancy rates of beef heifers administered two synchronization protocols. *The Prof. Anim. Sci.*, 19:19-22.
- Rosendo-Ponce A. and C. M. Becerril-Pérez. 2002. Productive performance and genetic parameters in the Tropical Milking Criollo cattle in Mexico. *Proceedings of the 7th World Congress on Genetics and Applied Livestock Production*, Montpellier, France. CD-ROM Commun. No. 25, 25.
- Santellano-Estrada E., C. M. Becerril-Pérez, J. de Alba, Y. M. Chang, D. Gianola, G. Torres-Hernández and R. Ramírez-Valverde. 2008. Inferring genetic parameters of lactation in Tropical Milking Criollo cattle with random regression test-day models. *J. Dairy Sci.*, 91(11):4393-4400.
- Stevenson J. L., R. C. Chebel, J. C. Dalton and J. E. P. Santos. 2006. Effect of synchronization protocols on reproductive performance of dairy heifers. *J. Dairy Sci.*, 89(Suppl. 1): 210. (Abstracts).
- Stevenson J. L., J. A. Rodrigues, F. A. Braga, S. Bitente, J. C. Dalton, J. E. P. Santos and R. C. Chebel. 2008. Effect of breeding protocols and reproductive tract score on reproductive performance of dairy heifers and economic outcome of breeding programs. *J. Dairy Sci.*, 91(9):3424-3438.
- Stevenson J. S., J. F. Smith and D. E. Hawkins. 2000. Reproductive outcomes for dairy heifers treated with combinations of prostaglandin F_{2α}, norgestomet, and gonadotropin-releasing hormone. *J. Dairy Sci.*, 83(9):2008-2015.
- Suñe J. F. V., P. B. D. Gonçalves, J. C. F. Moraes e J. L. B. Macedo. 1985. Inseminação artificial em gado de corte durante dez dias utilizando uma minidose de prostaglandina. *Rev. Bras. Reprod. Anim.*, 9(3):141-145.
- Tanabe T. Y. and R. C. Hann. 1984. Synchronized estrus and subsequent conception in dairy heifers treated with prostaglandin F_{2α}. 1. Influence of stage of cycle at treatment. *J. Anim. Sci.*, 58(4):805-811.
- Tilbrook A. J., A. I. Turner and I. J. Clarke. 2000. Effects of stress on reproduction in non-rodent mammals: the role of glucocorticoids and sex differences. *Rev. Reprod.*, 5(2):105-113.
- Wildman E. E., G. M. Jones, P. E. Wagner, R. L. Boman, J. R. Trout and T. N. Lesch. 1982. A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *J. Dairy Sci.*, 65(3):495-512.