



Original

Factores que afectan la tasa de concepción en inseminación a tiempo fijo en vacas mestizas

Factors affecting conception rate in fixed-time insemination in crossbred cattle

Maydier Norman Horrach Junco*, José Alberto Bertot Valdés*, Roberto Vázquez Montes de Oca*,
Magaly Garay Durba**

*Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Veterinaria.

**Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Morfología.

Correspondencia: mnhj68dr@gmail.com

Recibido: Mayo, 2020; Aceptado: Agosto, 2020; Publicado: Octubre, 2020.

RESUMEN

Objetivo. Evaluar los efectos de la condición corporal, categoría de la hembra, estado reproductivo y técnico inseminador sobre la tasa de concepción con un protocolo de inseminación a tiempo fijo en vacas mestizas de carne.

Métodos: Fueron tratadas 711 hembras mestizas de carne, con un dispositivo intravaginal de progesterona + benzoato de estradiol (día 0), retiro del dispositivo + cipionato de estradiol+ eCG + PgF2 α (día 8), IATF a las 46-50 h posteriores y diagnóstico de la gestación (ultrasonografía) a los 30 días post inseminación. Los efectos (categoría de la hembra, condición corporal, ciclicidad ovárica y técnico inseminador) en la tasa de concepción al primer servicio, fueron evaluados con la prueba de Chi Cuadrado y comparaciones por pares de proporciones con la corrección de Bonferroni, con un nivel de $P < 0,05$ y validados mediante la regresión logística binaria por pasos (Wald hacia adelante) con contraste simple.

Resultados: La tasa de concepción al primer servicio sólo fue influida significativamente por el técnico inseminador, con odds ratio de 3,35; 4,62 y 1,94 para los técnicos inseminadores 2, 3 y 4 respectivamente en comparación con el de referencia.

Conclusiones: La eficiencia del técnico inseminador (medida por la tasa de gestación al primer servicio y la razón de probabilidad) fue decisiva en los resultados alcanzados con diferencias significativas entre ellos. Se recomienda utilizar la metodología empleada para la evaluación

Como citar (APA)



©El (los) autor (es), Revista de Producción Animal 2020. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Attribution-NonCommercial 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), asumida por las colecciones de revistas científicas de acceso abierto, según lo recomendado por la Declaración de Budapest, la que puede consultarse en: Budapest Open Access Initiative's definition of Open Access.

sistemática de los técnicos inseminadores en la eficiencia de los resultados de los programas de IATF.

Palabras clave: bovino, tasa de preñez, progesterona, reproducción, sincronización del estro (Fuente: *DeCS*)

ABSTRACT

Objective. To assess the effects of body condition, female category, reproductive status and inseminator technician on the conception rate with a fixed-time insemination protocol in beef crossbreed cows.

Methods: 711 beef crossbred cows were treated (day 0) with an intravaginal device of progesterone + estradiol benzoate, on day 8 removal of the device + estradiol cypionate + eCG + PgF2 α , IATF at 46-50 h later and diagnosis of pregnancy (ultrasonography) at 30 days' post insemination. The effects (category of the female, body condition, ovarian cyclicity and inseminator technician) in the conception rate at the first service, were evaluated with the Chi Square test and comparisons by pairs of proportions with the Bonferroni correction, with a level of $P < 0.05$ and validated by binary logistic regression by steps (Wald forward) with simple contrast.

Results: The conception rate at the first service was only significantly influenced by the inseminator technician with odds ratio of 3.35; 4.62 and 1.94 for inseminator technicians 2, 3 and 4 respectively compared to the reference.

Conclusions: The efficiency of the inseminator technician (measured by the gestation rate at the first service and the odds ratio) was decisive in the results achieved with significant differences between them. It is recommended to use the methodology used for the systematic evaluation of insemination technicians in the efficiency of the results of the IATF programs.

Keywords: cattle, pregnancy rate, progesterone, reproduction, estrus synchronization (*Source: DeCS*)

INTRODUCCIÓN

Como alternativa a la detección del celo, la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) tiene una amplia difusión (Salgado-Otero, Vergara-Avilés y Vergara-Garay, 2015), puesto que se obtiene un incremento potencial de las tasas de servicios al 100% y, por tanto, en las tasas de preñez y la rentabilidad (Baruselli, SáFilho, Ambrósio y Ferreira, 2016). Esta práctica es útil para racionalizar el manejo del ganado porque se puede inseminar a un mayor número de vacas en una sesión de trabajo sin la necesidad de detección de estro (de Graaff y Grimard, 2017), lo que resulta ventajoso para la economía de la explotación.

Varios factores influyen en el éxito de los protocolos de IATF en el ganado bovino, entre ellos se incluyen el toro, el técnico inseminador, la categoría de la hembra, el amamantamiento (Sá Filho *et al.*, 2009; Aba *et al.*, 2013), el tamaño del folículo, la condición corporal, la paridad, la raza, el rebaño (Sá Filho *et al.*, 2010), y la expresión del estro (Nogueira *et al.*, 2009).

En las condiciones de la ganadería cubana no se han empleado protocolos de IATF en rebaños comerciales por lo que, considerando los antecedentes expuestos, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la influencia de la condición corporal, la categoría de la hembra, el estado reproductivo y el técnico inseminador en la tasa de concepción en inseminación a tiempo fijo en vacas mestizas de carne.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización, duración y selección de los animales

El trabajo se desarrolló en el periodo comprendido entre mayo a agosto del año 2018. De un total de 875 hembras mestizas de carne procedentes de 16 rebaños, se seleccionaron 711 que cumplieron los requisitos siguientes: 60 días post parto como mínimo, condición corporal (CC) superior a 2 en una escala de 1 a 5, donde 1= emaciada y 5= obesa (Houghton *et al.*, 1990) y sin problemas reproductivos al examen ultrasonográfico (Kinzal Vet., equipado con un transductor de multi frecuencia calibrado a los 5,0 MHz).

Las seleccionadas se distribuyeron aleatoriamente en tres unidades de la empresa Maraguán del municipio Najasa (21°5'1" N, 77°44'50" O), perteneciente a la Provincia de Camagüey, Cuba, habilitadas como centros de gestación, donde permanecieron durante un período de cuarenta días en condiciones similares de alimentación a base de pastos naturales, sin suplementación y con libre acceso al agua. Las hembras fueron clasificadas de acuerdo a la categoría (vacas lactantes, n=129; vacas no lactantes, n=468 y novillas, n=114), condición corporal (2 a 3, n=413; 3-3,5; n=226 y mayor de 3,5 CC, n=72) y ciclicidad ovárica (anestro profundo, folículo ovárico menor de 0,9 mm; n=133; anestro superficial, folículo ovárico mayor de 0,9 mm; n=478 y cíclicas, cuerpo lúteo en proestro o estro, n=100).

Tratamiento

Al inicio del tratamiento (día cero) a todas las hembras se les colocó un dispositivo intravaginal con 0,5 g de progesterona (DIB®, Syntex SA, Argentina), acompañada de una inyección (IM) de 2 mg de Benzoato de estradiol (Gonadiol®, Syntex SA, Argentina) según Cutaia, Tríbulo, Moreno y Bo (2003), modificado por Cutaia (2018). El día ocho se retiró el dispositivo y se administraron (IM) 1 mg de cipionato de estradiol (Cipiosyn®, Syntex SA, Argentina), 400 UI de eCG (Novormon® 5000, Syntex SA, Argentina) y 250 µg de PgF2α (Ciclase® DL Syntex SA, Argentina).

La IA se realizó a las 46-50 h de retirado el dispositivo intravaginal (Figura 1), con semen congelado/descongelado en pastillas de 0,5 mL proveniente de sementales de probada fertilidad según las pruebas de laboratorio. A los 30 días post inseminación se realizó el diagnóstico de la gestación (presencia de la vesícula embrionaria con un embrión viable) mediante ultrasonografía (Kayzal Vet., equipado con un transductor de multifrecuencia calibrado a los 5,0 MHz.).

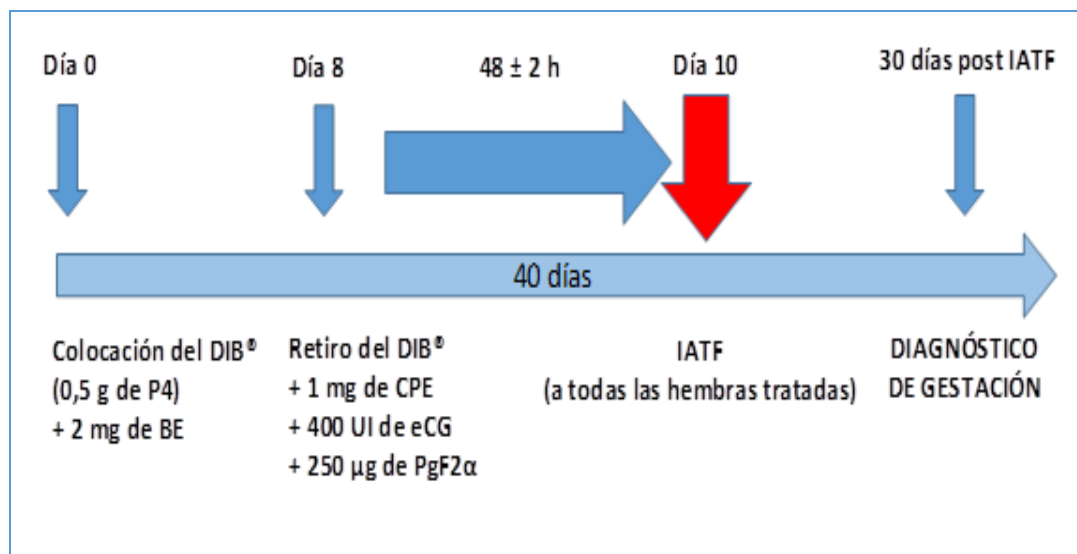


Figura 1. Protocolo empleado para la IATF.DIB®, dispositivo intravaginal bovino liberador de progesterona P4, Progesterona. BE, Benzoato de estradiol. CPE, Cipionato de estradiol. eCG, Gonadotropina coriónica equina.

Análisis estadísticos

Se comparó la tasa de concepción al primer servicio (número de hembras gestantes a los 30 días post inseminación entre el total de inseminadas, expresado en porcentaje), por factores (condición corporal, categoría de la hembra, estado reproductivo y técnico inseminador), mediante la prueba de Chi Cuadrado y se realizaron comparaciones de proporciones por pares, con la corrección de Bonferroni para un nivel de significación de $P < 0,05$.

Para validar los resultados anteriores, se utilizó un modelo de regresión logística binomial multivariada por pasos (Wald hacia adelante) con contraste simple, en el que cada categoría del predictor se comparó con la categoría de referencia, y un modelo definitivo de regresión logística binomial univariada con el objetivo de establecer los odds ratio (OR, razón de ventaja) correspondientes a cada técnico inseminador.

Todos los análisis fueron realizados con el paquete estadístico IBM® SPSS® versión 24 (2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al diagnóstico de la gestación 321 hembras (45,1%) resultaron gestantes (Tabla 1), similar a lo obtenido en empresas seleccionadas de Cuba (Hernández Marrero *et al.*, 2016), aunque con reducido número de animales (45,26 %) y en Argentina (Aba *et al.*, 2016), donde obtuvieron un 47,1 % mediante un protocolo con eCG, en hembras *Bos taurus* con cría al pie. El resultado obtenido se encuentra dentro de los señalados internacionalmente para este tipo de protocolo que varía entre 40 y 60% en ganado de carne (Campos *et al.*, 2016). El único efecto significativo

resultó ser el del técnico inseminador, el técnico 1 con 25,9% obtuvo una tasa de gestación al primer servicio significativamente menor ($P < 0,05$) y el técnico 3 con 61,8% la mayor.

Tabla 1. Tasa de gestación obtenida por factores utilizando IATF.

Factores	Niveles	Resultados del diagnóstico		Total	Tasa de gestación al primer servicio (%)	Prob.
		No gestantes	Gestantes			
Condición corporal	2,0-2,75	229	184	413	44,6	0,652
	3,0-3,5	119	107	226	47,3	
	> 3,5	42	30	72	41,7	
Categoría	Vaca lactante	74	55	129	42,6	0,751
	Vaca no lactante	256	212	468	45,3	
	Novilla	60	54	114	47,4	
Estado reproductivo	Anestro profundo	64	69	133	51,9	0,468
	Anestro superficial	279	199	478	41,6	
	Ciclando	47	53	100	53,0	
Técnico inseminador	Técnico 1	146	51	197	25,9 ^a	0,000
	Técnico 2	70	82	152	54,0 ^b	
	Técnico 3	74	120	194	61,8 ^b	
	Técnico 4	100	68	168	40,5 ^c	
Total		390	321	711	45,1	

Letra diferente en el superíndice denota un subconjunto de técnico inseminador cuyas proporciones de columna difieren de forma significativa entre sí en el nivel $P < 0,05$ (Chi Cuadrado de Pearson)

La regresión logística binomial multivariada validó el resultado obtenido por las tablas de contingencia, ya que, en una corrida preliminar, por el método paso a paso, se excluyeron los mismos factores que no dieron significativos por la prueba de Chi Cuadrado. Para determinar la razón de ventaja se utilizó como categoría de referencia al técnico inseminador número uno que alcanzó la menor tasa de gestación al primer servicio. Los técnicos inseminadores cuatro, dos y tres respectivamente fueron superiores en comparación con el de referencia (Tabla 2). El orden jerárquico coincide con las tasas de gestación obtenidas por cada uno de los inseminadores, debido a la no significación de los restantes factores en el modelo.

Tabla 2. Efecto del técnico inseminador en la tasa de gestación al primer servicio

Inseminador	OR*	Intervalo de confianza 95%		Sig.
		Límite inferior	Límite superior	
Técnico (1)	Referencia	Referencia		0,000
Técnico (2)	3,35	2,136	5,264	0,000
Técnico (3)	4,64	3,018	7,142	0,000
Técnico (4)	1,95	1,250	3,033	0,003

*OR= Razón de ventaja

Este resultado coincide con lo informado por otros autores quienes reportaron tasas que van del 15,1 % al 81,8 % (Sá Filho *et al.*, 2009), para el peor y el mejor de los técnicos respectivamente,

y con 25,0 % y 53,8 % (Aba *et al.*, 2016). Lo anterior reafirma el papel decisivo del técnico inseminador, tanto en la IATF (Russi, Costa-e-Silva, Zúccari y Recalde, 2010), como en la IA tradicional (Horrach *et al.*, 2017). Las variaciones en las tasas de preñez constituyen una limitación práctica importante para el éxito de la IA y para la fertilidad del rebaño, puesto que algunos técnicos inseminan menos eficientemente que otros (López-Gatius, 2013), ello corrobora la necesidad de mantener un constante proceso de calificación y recalificación de los técnicos inseminadores, para lograr altas tasas de concepción en los programas de IATF.

Existen resultados divergentes al evaluar los efectos de la CC en la tasa de preñez por IATF, se ha reportado que el cambio positivo de la CC favorece la tasa de gestación al primer servicio en las hembras *Bos indicus* (Peralta-Torres, Aké-López, Centurión-Castro y Magaña-Monforte, 2010), en protocolos de sincronización con CIDR, igualmente la CC al comienzo del protocolo (Sá Filho *et al.*, 2010). En otros estudios no se observaron efectos significativos, por ejemplo, en vacas Brahman en Colombia (Correa-Orozco, Uribe-Velásquez y Pulgarín-Velásquez, 2013).

En vacas de carne amamantando, con baja CC, a las que administraron P4 al cuarto día después de la IA, Nishimura *et al.* (2018), no lograron incrementos en las tasas de gestación, resultados que alertan de los efectos de la condición corporal en los programas de IATF (Riveros-Pinilla *et al.*, 2018). En el presente estudio la CC y la actividad ovárica (AO) no ejercieron efectos significativos en la tasa de gestación al primer servicio, a pesar de que la tasa de concepción fue mayor en vacas con CC > 2,75 que en vacas con CC < 2,75 y en las que se encontraban ciclando (hembras con cuerpo lúteo en proestro o estro).

En las gestantes predominaron las hembras con baja condición corporal (57,3 %), y en anestro superficial y profundo (69,61 %), lo que puede atribuirse a la combinación de la eCG con el cipionato de estradiol y el inicio de la temporada lluviosa que posibilitó la ganancia en condición corporal, por el efecto beneficioso de la mayor disponibilidad de forraje (Guevara *et al.*, 2012; Soto *et al.*, 2014).

El efecto más importante de eCG es la estimulación del crecimiento del folículo dominante, y el consiguiente aumento de la tasa de ovulación, pues las altas concentraciones de P4 en el momento de la sincronización de la ovulación influyen negativamente en el diámetro folicular y la vascularización (Núñez-Olivera *et al.*, 2014). Se ha reportado que su administración no afecta la tasa de preñez en sistemas a base de pastos (Randi *et al.*, 2018), y Ferraz *et al.* (2019), recomiendan que puede usarse como una estrategia para favorecer una mejor respuesta folicular y lútea en vacas cruzadas, con altas concentraciones de P4, sometidas a un protocolo IATF.

Aunque las novillas presentaron 47,4 % de gestación no fueron observadas diferencias entre los grupos de hembras por categoría, lo que se debe a que, de acuerdo con De Rensis y López-Gatius (2014), el tratamiento con eCG controla la actividad reproductiva de la vaca, durante las etapas iniciales del postparto, aumenta las tasas de ovulación y gestación en vacas no cíclicas y mejora la tasa de concepción en vacas con ovulación retrasada.

El análisis de regresión logística binaria permitió definir al técnico inseminador como el factor más importante en los resultados de la IATF. Adicionalmente permitió cuantificar la razón de ventaja (OR) de lograr una gestación en comparación con el técnico de menores resultados. Esa definición reafirma la importancia del reentrenamiento y control continuo de los inseminadores (López-Gatius, 2013), y la necesidad de valorar la acción de otros factores asociados al trabajo técnico en general.

CONCLUSIONES

La tasa de concepción en hembras bovinas mestizas de carne aplicando un protocolo de IATF con uso de DIB® y cipionato de estradiol se comportó de acuerdo a los resultados reportados internacionalmente.

La categoría de la hembra, la condición corporal al inicio del tratamiento y la ciclicidad ovárica no mostraron efectos significativos sobre la tasa de concepción al primer servicio.

La eficiencia del técnico inseminador (medida por la tasa de gestación al primer servicio y los OR) fue decisiva en los resultados alcanzados con diferencias significativas entre ellos.

RECOMENDACIONES

Utilizar los OR para la evaluación sistemática de los técnicos inseminadores como elemento imprescindible en la estabilidad de los resultados de los programas de IATF.

AGRADECIMIENTOS

A los trabajadores de la empresa agropecuaria Maraguán.

REFERENCIAS

- Aba, M., Chayer, R., Uslenghi, G., González-Chaves, S., & Callejas, S. (2016). Efecto de la gonadotrofina coriónica equina y del inseminador sobre la preñez en vacas con cría en inseminación artificial a tiempo fijo. *Revista veterinaria*, 24(1), 25-28. <http://dx.doi.org/10.30972/vet.2411145>
- Álvarez, L. (2015). Reproducción y producción de leche. Editorial ACPA, La Habana, Cuba, 103 pp.
- Ayres, H., Ferreira, R.M., de Souza Torres-Júnior, J.R., Demétrio, C.G.B., de Lima, C.G., & Baruselli PS. (2009). Validation of body condition score as a predictor of subcutaneous fat in Nelore (*Bos indicus*) cows. *Livest Sci.*, 123(2-3): 175-179. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.11.004>

- Baruselli, P.S., SáFilho, M.F., Ambrósio, A.A., & Ferreira, R.M. (2016). Strategies to Improve Fertility in Cattle: Artificial Insemination Following Estrus Versus Timed Artificial Insemination. *Spermova*, 6(1), 36-42. <https://doi.org/10.18548/aspe/0003.06>
- Bó, G.A., Baruselli, P.S., & Mapletoft, R.J. (2013). Synchronization techniques to increase the utilization of artificial insemination in beef and dairy cattle. *Anim Reprod (AR)*, 10(3), 137-142. <https://www.animal-reproduction.org/article/5b5a6048f7783717068b468a>
- Campos, J. T., Morotti, F., Bergamo, L. Z., Costa, C. B., & Seneda, M. M. (2016). Pregnancy rate evaluation in lactating and non-lactating Nelore cows subjected to fixed-time artificial insemination using injectable progesterone. *Semina: Ciências Agrárias*, 37(4), 1991-1996. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20163311488>
- Correa-Orozco, A., Uribe-Velásquez, L., & Pulgarín-Velásquez, E. (2013). Factores que afectan la preñez en vacas Brahman sometidas a inseminación artificial a tiempo fijo. *Revista MVZ Córdoba*, 18(1), 3317-3326. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012202682013000100010
- Cutaia, L., Tríbulo, R., Moreno, D., & Bo, G. (2003). Effect of eCG treatment in postpartum beef cows synchronized with progesterone vaginal devices and estradiol benzoate and inseminated at a fixed-time. *Theriogenology*, 59(1), 216. https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:kxzWJpCF0YJ:scholar.google.com/&hl=es&as_sdt=0,5
- De Graaff, W., & Grimard, B. (2017). Progesterone-releasing devices for cattle estrus induction and synchronization: Device optimization to anticipate shorter treatment durations and new device developments. *Theriogenology*, 112:34-43. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.09.025>
- De Rensis, F., & López-Gatius, F. (2014). Use of equine chorionic gonadotropin to control reproduction of the dairy cow: a review. *Reproduction in domestic animals*, 49(2), 177-182. <https://doi.org/10.1111/rda.12268>
- Ferraz, P. A., Silva, M. A., Carôso, B. S., Araujo, E. A., Bittencourt, T. C., Chalhoub, M., ... & Ribeiro Filho, A. L. (2019). Effect of eCG on the follicular dynamics and vascularization of crossbred cows with different circulating progesterone concentrations during synchronization of ovulation in an FTAI protocol. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 39(5), 324-331. <https://doi.org/10.1590/1678-5150-pvb-5520>
- Guevara, R., Spencer, M., Soto, S., Guevara, G., Curbelo L. M., Loyola, C., & Bertot, J. (2012). Influencia de la estrategia de pariciones anuales en la eficiencia bioeconómica de microvaquerías en una empresa pecuaria. I. Concentración de partos en lluvia y seca. *Revista de Producción Animal*. 24(1), 30-35. http://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/ECONOMICAS_6/Administracion_de_Empresas/67.pdf

- Hernández Marrero, D., Frutos Prendas, D., Scull Satorre, J., Alcalá Febles, Y., & Denis García, R. (2016). Evaluación de un protocolo de sincronización del estro. con el empleo de dispositivos intravaginales bovinos (DIB) en vacas y novillas. *Revista Ciencia y Tecnología Ganadera*, 10(1 y 2). ISSN 1998-3050.
- Horrach, M., Bertot, J., Vázquez, R., Garay, M., Avilés, R., & Loyola, C. (2017). Eficiencia técnica de la inseminación artificial en empresas lecheras vacunas de la provincia de Camagüey, Cuba. *Revista de Producción Animal*, 29(1), 45-49. <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/283>
- Houghton, P.L., Lemenager, R. P., Horstman, L.A., Hendrix, K.S., & Moss, G.E. (1990). Effects of body composition, pre-and postpartum energy level and early weaning on reproductive performance of beef cows and preweaning calf gain. *Journal of animal science*, 68(5), 1438-1446. <https://doi.org/10.2527/1990.6851438x>
- López-Gatius, F. (2013). Approaches to increase reproductive efficiency in artificially inseminated dairy cows. *Animal Reproduction (AR)*, 10(3), 143-147. <https://animal-reproduction.org/journal/animreprod/article/5b5a6048f7783717068b468b>
- Nishimura, T. K., Martins, T., da Silva, M. I., Lafuente, B. S., de Garla Maio, J. R., Binelli, M., ... & Netto, A. S. (2018). Importance of body condition score and ovarian activity on determining the fertility in beef cows supplemented with long-acting progesterone after timed-AI. *Animal reproduction science*, 198, 27-36. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2018.08.042>
- Nogueira, E., Silva, M.R., Silva, J.C.B., Abreu, U.P.G., Anache, N.A., Silva, K.C., & Rodrigues, W.B. (2019). Timed artificial insemination plus heat I: effect of estrus expression scores on pregnancy of cows subjected to progesterone–estradiol-based protocols. *Anim*, 1-8. [doi:10.1017/S1751731119000442](https://doi.org/10.1017/S1751731119000442)
- Núñez-Olivera, R., De Castro, T., García-Pintos, C., Bó, G., Piaggio, J., & Menchaca, A. (2014). Ovulatory response and luteal function after eCG administration at the end of a progesterone and estradiol-based treatment in postpartum anestrous beef cattle. *Animal reproduction science*, 146(3-4), 111-116. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2014.02.017>
- Peralta-Torres, J. A., Aké-López, J. R., Centurión-Castro, F. G., & Magaña-Monforte, J. G. (2010). Comparación del cipionato de estradiol vs benzoato de estradiol sobre la respuesta a estro y tasa de gestación en protocolos de sincronización con CIDR en novillas y vacas *Bos indicus*. *Universidad y ciencia*, 26(2), 163-169. <http://era.ujat.mx/index.php/rera/article/view/173>
- Randi, F., Sánchez, J. M., Herlihy, M. M., Valenza, A., Kenny, D. A., Butler, S. T., & Lonergan, P. (2018). Effect of equine chorionic gonadotropin treatment during a progesterone-based timed artificial insemination program on reproductive performance in seasonal-calving

- lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 101(11), 10526-10535. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14495>
- Riveros-Pinilla, D. A., Marin-Cossio, L. C., Parra-Arango, J. L., Peña-Joya, M., Chacón-Jaramillo, L., & Góngora, A. (2018). Comparación de dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo en vacas Brahman. *Revista MVZ Córdoba*, 23(5), 7025-7034. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1425>
- Russi L.D.S., Costa-e-Silva E.V.D., Zúccari C.E.S.N., & Recalde, C.D.S. (2010). Human resources in artificial insemination of beef cattle: profile of managers and inseminators. *Rev Bras Zootecn.*, 39(7), 1464-1470. <https://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000700010>
- Sá Filho, M. D., Crespilho, A. M., Santos, J. E. P., Perry, G. A., & Baruselli, P. S. (2010). Ovarian follicle diameter at timed insemination and estrous response influence likelihood of ovulation and pregnancy after estrous synchronization with progesterone or progestin-based protocols in suckled *Bos indicus* cows. *Animal Reproduction Science*, 120(1-4), 23-30. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.03.007>
- Sá Filho, O.G., Meneghetti, M., Peres, R.F.G., Lamb, G.C., & Vasconcelos, J.L.M. (2009). Fixed-time artificial insemination with estradiol and progesterone for *Bos indicus* cows II: Strategies and factors affecting fertility. *Theriogenology*, 72(2): 210-218. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2009.02.008>
- Salgado-Otero R., Vergara-Avilés M., & Vergara-Garay, O. (2015). Impacto de la utilización de inseminación artificial con detección de celo e inseminación artificial a término fijo en vacas mestizas manejadas bajo el sistema doble propósito. *Rev Cienc.*, 25(1):57-62. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95934122009>
- Soto, S.A., Curbelo, L. M., Guevara, R.V., Mena, M., de Loyola, C., Uña Izquierdo, F., & Estévez, J. (2014). Efecto de patrones de concentración de parición en el periodo abril-agosto en vaquerías comerciales. I.Eficiencia bio-productiva. *Producción Animal.*, 26(2), 30-33. <https://go.gale.com/ps/anonymouse?id=GALE%7CA466297602&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=02586010&p=AONE&sw=w>

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Concepción y diseño de la investigación: MNHJ, JABV, RVMO, MGD, análisis e interpretación de los datos: RVMO, JABV, MNHJ redacción del artículo: MNHJ, MGD, JABV, RVMO

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflicto de intereses.