

## EFFECTO DEL TRATAMIENTO HORMONAL SOBRE LA TASA DE CONCEPCIÓN EN VACAS HOLSTEIN PROBLEMA, REGIÓN LA LIBERTAD, PERÚ

### Effect of hormone treatment on conception rate in problem Holstein cows, La Libertad region, Peru

Carlomagno Ronald Velásquez Vergara<sup>1</sup>, Víctor Israel Tello Alarcón<sup>2</sup>, Jaime Fernando Vega-Vilca<sup>3</sup>

#### RESUMEN

En las últimas décadas, se observa una tendencia decreciente de la tasa de concepción (TC) en los establos lecheros, que es necesario mejorar, mediante el uso de tratamientos hormonales. La investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de dos tratamientos hormonales sobre la TC en vacas repetidoras y vacas con anestro posparto, en un establo ubicado en la región La Libertad, Perú. Se evaluaron registros de 1 110 inseminaciones, 857 correspondieron a servicios en vacas que presentaron celo normal posparto ( $T_0$ ), 116 servicios en vacas repetidoras tratadas con CIDR + BE ( $T_1$ ) y, 137 servicios en vacas con anestro posparto tratadas con GnRH + PGF<sub>2α</sub> ( $T_2$ ). Los datos se analizaron mediante la prueba de Chi cuadrado y proporciones. La TC del  $T_2$  (46.7 %) fue similar ( $p>0.05$ ) al  $T_0$  (47.8 %) y superior ( $p<0.01$ ) a la TC del  $T_1$  (32.7 %). Los servicios por concepción (SC) del  $T_0$ ,  $T_1$  y  $T_2$  fueron 2.09, 3.05 y 2.14, respectivamente. Las vacas tratadas con GnRH + PGF<sub>2α</sub> mostraron una mejor TC y SC en comparación a las tratadas con CIDR + BE, pero fueron similares al control. El tratamiento hormonal GnRH + PGF<sub>2α</sub> podría ser una alternativa para preñar vacas que presentan anestro posparto.

**Palabras clave:** vacas, progesterona, GnRH, tasa de concepción.

#### ABSTRACT

In the last decades, there has been a decreasing trend in conception rate (CT) in dairy farms, which needs to be improved through the use of hormonal treatments. The objective of this research was to evaluate the effect of two hormonal treatments on CT in repeat cows and cows with postpartum anestrus in a dairy located in the region of La Libertad, Peru. Records of 1110 inseminations were evaluated, 857 corresponded to services in cows that presented normal postpartum estrus ( $T_0$ ), 116 services in repeat cows treated with CIDR + BE ( $T_1$ ), 137 services in cows with postpartum anestrus treated with GnRH + PGF<sub>2α</sub> ( $T_2$ ). Data were analyzed by Chi-square test and proportions.  $T_2$  CT (46.7 %) was similar ( $p>0.05$ ) to  $T_0$  (47.8 %) and higher ( $p<0.01$ ) than  $T_1$  CT (32.7 %). Services per conception (SC) of  $T_0$ ,  $T_1$  and  $T_2$  were 2.09, 3.05 and 2.14, respectively. Cows treated with GnRH + PGF<sub>2α</sub> showed better CT and SC compared to those treated with CIDR + BE, but were similar to the control. Hormonal treatment with GnRH + PGF<sub>2α</sub> could be an alternative to get pregnant cows showing postpartum anestrus.

**Keywords:** cows, progesterone, GnRH, conception rate.

<sup>1</sup> ✉ Docente Investigador, Departamento de Zootecnia, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7707-4591>. [cvelasquez@unjfsc.edu.pe](mailto:cvelasquez@unjfsc.edu.pe)

<sup>2</sup> Docente Asociado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4524-6939>. [vtello@unjfsc.edu.pe](mailto:vtello@unjfsc.edu.pe)

<sup>3</sup> Docente Investigador, Departamento de Zootecnia, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3037-3142>. [jvegavi@unjfsc.edu.pe](mailto:jvegavi@unjfsc.edu.pe)

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, se observa una disminución progresiva del rendimiento reproductivo de las vacas lecheras, por una mayor presentación de vacas con anestro y repetidoras de servicio, lo que ha generado un incremento de los “días abiertos” y una menor tasa de concepción (TC). Uno de los principales factores que afecta el rendimiento reproductivo es el aumento en la productividad. Las vacas altamente productoras de leche, con campañas lácteas de más de 10 000 litros, tienden a presentar celos más cortos, menos intensos e irregulares (Lopez et al., 2004). Esta situación ha originado mayores dificultades para la detección del celo (McDougall, 2010). Actualmente el uso de programas de sincronización que incluyen GnRH, progesterona (PRID) y PGF<sub>2α</sub> ha mejorado la presentación del celo en vaquillas Holstein (Gobikrushanth et al., 2023).

Para mejorar la eficiencia reproductiva de las vacas alta productoras, se aplican diversos tratamientos hormonales, con la finalidad de optimizar la presentación del celo y sincronizar la ovulación. Para tal fin, se utilizan hormonas como el factor de liberación de gonadotropinas (GnRH), prostaglandinas (PGF<sub>2α</sub>), progesterona y estrógenos, principalmente. La respuesta al tratamiento hormonal es variable y está en función al tratamiento (Whisnant, et al., 2000), dosis hormonal (Fricke, 2003), momento de la aplicación en relación al ciclo estrual (Wiltbank y Pursley, 2014), momento en que se realiza la inseminación artificial (Stevenson et al., 1996), época del año, clima (García-Ispierto et al., 2007), entre otros factores.

Para efectuar los tratamientos hormonales, se requiere de un correcto diagnóstico del problema reproductivo, con la finalidad de aplicar el tratamiento adecuado, teniendo en consideración las indicaciones del producto y la respuesta fisiológica esperada en la vaca. La aplicación de GnRH (día 0) y PGF<sub>2α</sub> (día 7) para luego proceder a la inseminación artificial a la presentación del celo, es un protocolo que permite la ovulación de un folículo dominante por efecto de la aplicación de GnRH, como consecuencia se forma un cuerpo lúteo y la emergencia de una nueva onda de desarrollo folicular; la PGF<sub>2α</sub> destruye el cuerpo lúteo y la presentación del celo ocurre dentro de los dos a tres días siguientes. El uso de GnRH tiene la ventaja de inducir la ovulación y estimular el crecimiento de nuevas ondas foliculares (Thatcher et al., 1996); mientras que la aplicación de PGF<sub>2α</sub> estimula la

presentación del celo en el 80 % de las vacas tratadas, entre los 2 a 4 días pos aplicación (Wiltbank y Pursley, 2014).

Otro tratamiento hormonal, es la aplicación de un dispositivo intravaginal liberador de progesterona (CIDR) y benzoato de estradiol (BE). El día 0 se aplica el CIDR, después de nueve días se retira y en el mismo día se aplica BE, la inseminación artificial se realiza a la presentación del celo. El CIDR es un dispositivo que bloquea la ovulación e incrementa el grado de sincronización del celo, mientras se encuentra en niveles elevados (Stevenson et al., 2004; Islam, 2011). El BE induce a un incremento de la hormona luteinizante (LH), lo que resulta en una mejora de la ovulación (Stevenson et al., 2004); este efecto se debe a la acción estimulante del BE sobre la luteinización de las células en la teca interna y granulosa del folículo, con la consiguiente mejora en la calidad del cuerpo lúteo (Buttler et al., 2018).

La evaluación de campo de los tratamientos hormonales es fundamental para mejorar la eficiencia en vacas con problemas reproductivos y para contrastar estos resultados con los obtenidos en investigaciones experimentales. El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la aplicación de dos tratamientos hormonales sobre la tasa de concepción y los servicios por concepción en vacas lecheras repetidoras y con anestro posparto, en un establo de la región La Libertad, Perú.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Ubicación de la zona de estudio

La investigación se realizó en un establo lechero de crianza intensiva, ubicado en la costa norte del Perú, distrito Jequetepeque, provincia Pacasmayo de la región La Libertad, entre las coordenadas geográficas 7° 20' 16" S y 79° 33' 47" O, altitud de 104 m s.n.m., temperatura media ambiental de 24.3 °C y 75.4 % de humedad (SENAMHI, 2018).

### Metodología

#### Registros

Se evaluaron los registros de un establo lechero con una población promedio de 1 000 vacas de raza Holstein, producción promedio de 8 200 kg de leche por campaña. La alimentación de las vacas fue a base de maíz chala picada, heno de alfalfa y balanceados.

De los registros existentes en el establo, se evaluaron 1 110 inseminaciones realizadas a vacas de diferentes lactaciones, de los cuales 857 inseminaciones correspondieron a vacas que presentaron celo normal, sin tratamiento hormonal ( $T_0$ ); 116 inseminaciones a vacas repetidoras (dos o más servicios) que recibieron el tratamiento progesterona + estrógeno (CIDR + BE) ( $T_1$ ) y, 137 inseminaciones realizadas a vacas con anestro posparto (mayores a 60 días), que recibieron el tratamiento GnRH + PGF<sub>2α</sub> ( $T_2$ ).

### Tratamientos hormonales

Los tratamientos hormonales prescritos por el médico veterinario responsable del establo, fueron los siguientes:

Tratamiento hormonal GnRH + PGF<sub>2α</sub>: día 0 aplicación de 2 ml (IM) de Ovalyce® (GnRH, 50 ug ml<sup>-1</sup>); día 07, inyección de 5 ml (IM) de Lutalyce® (Dinoprost, 5 mg ml<sup>-1</sup>); luego inseminación a las vacas que presentaron celo.

Tratamiento hormonal progesterona + estrógenos ( $P_4$  +  $E_2$ ): día 0, inserción vaginal del CIDR (1.38 g de progesterona); día 9, retiro del CIDR y aplicación 1 mL (IM) de benzoato de estradiol® (BE) (1 mg mL<sup>-1</sup>), luego inseminación a las vacas que presentaron celo.

### Parámetros reproductivos

Los parámetros reproductivos evaluados fueron la tasa de concepción (Ecuación 1) y número de servicios/preñez (Ecuación 2):

$$\text{Tasa de concepción} = \frac{\text{Total vacas preñadas}}{\text{Total inseminaciones}} \cdot 100 \quad [1]$$

$$\text{Número de servicios/preñez} = \frac{\text{Total inseminaciones}}{\text{Total vacas preñadas}} \quad [2]$$

### Análisis de los datos

Se utilizó la prueba de Chi-cuadrado para determinar globalmente el efecto de los tratamientos hormonales sobre la TC y la prueba de proporciones para hallar la diferencia entre pares de proporciones.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Tasa de concepción

La tasa de concepción del  $T_2$ : GnRH + PGF<sub>2α</sub> (46.7 %) fue mayor al  $T_1$ : CIDR+BE (32.7 %) y similar al obtenido en el grupo de vacas control  $T_0$ : sin

aplicación hormonal (47.8 %) (Tabla 1). Los resultados del  $T_2$  fueron superiores a los conseguidos por Haile et al. (2021) y Reddy et al. (2022) quienes lograron TC de 29.3 y 41.75 %, respectivamente y, menor al obtenido por Jayaganthan et al. (2016) de 54.54 %. En general, la TC no es constante y pueden variar desde 33.3% (Hirole et al., 2018) hasta un 50 % (Ratnaparkhi et al., 2020). El rango amplio de la TC luego de la aplicación tratamientos a base de GnRH y PGF<sub>2α</sub> estaría relacionado con la efectividad del tratamiento en prevenir la ovulación retardada y a la capacidad de disminuir los niveles de progesterona circulante que permita la ovulación del folículo dominante (Reddy et al., 2022).

La TC obtenida en el tratamiento  $T_1$  (CIDR+BE), se encuentra dentro del rango reportado por diversos investigadores, como lo demuestran los estudios de Melendez et al. (2006) en bovinos raza Holstein, de 31.2 %; Villa et al. (2007) para el ganado *Bos indicus*, entre 21.7 y 75 %; pero fue inferior al logrado en ganado Brangus y Angus de 42 a 71 % (Colazo et al., 2004).

La menor eficiencia del  $T_1$  en comparación a  $T_2$  corrobora lo expuesto por Reddy et al. (2022) quienes mencionan que las vacas repetidoras presentan una menor TC en comparación a las vacas con anestro y con lo mencionado por Whisnant et al. (2000) quienes concluyen que en el mejor de los casos, los métodos hormonales permiten obtener hasta un 40 % de concepción, debido a que las vacas con trastornos reproductivos presentan una disminución de su función reproductiva y por tanto tienen una menor probabilidad de quedar preñadas en comparación a las vacas inseminadas luego de la presentación espontánea del celo (Stevenson et al., 1996). Además, la eficiencia de los métodos hormonales está relacionado al nivel de producción, presencia y/o ausencia de endometritis subclínica, dosis hormonal, raza, época y región (Chebel et al., 2004; Lopez et al., 2004). En el caso de la investigación también se relacionaría con el CIDR utilizado (1.38 g progesterona), que liberó niveles elevados de progesterona, afectando la tasa de crecimiento de los folículos (Binelli et al., 2009). Estudios realizados utilizando tratamientos de sincronización con disminución de progesterona, como es el caso del CIDR reutilizable o con menores dosis (0.98 g progesterona), estimularon el incremento del diámetro folicular y mejoraron la tasa de ovulación (Medalha et al., 2015; Buttler et al., 2018).

Tabla 1. Efecto del tratamiento hormonal sobre la tasa de concepción en vacas problema.

Tratamientos	Inseminadas	Preñadas	Tasa de concepción (%)
T <sub>0</sub> : Control	857	410	47.8 <sup>a</sup>
T <sub>1</sub> : CIDR + BE	116	38	32.7 <sup>b</sup>
T <sub>2</sub> : GnRH + PGF <sub>2α</sub>	137	64	46.7 <sup>a</sup>
Total	1110	512	

Chi-Cuadrado = 9.375; Valor-p = 0.009; <sup>a, b</sup> Letras distintas entre filas indican diferencia estadística (p<0.05).

### Servicios por concepción

Los servicios por concepción (SC) determinados en el establo se detallan en la **Figura 1**. Se observa que los SC del T<sub>0</sub> y T<sub>2</sub> son menores a 2.5 y se encuentran dentro de los valores normales para vacas productoras de leche señalados por Wattiaux (2009). En el caso del T<sub>1</sub> la aplicación hormonal CIDR + BE no mejoró los SC, su eficiencia fue menor en aproximadamente un servicio. Estos resultados son mejores a los registrados en establos de la costa central de Perú, donde el SC promedio fue 2.41 (Ortiz et al., 2009) y en establos de raza Holstein en México, 2.3 (Sánchez, 2010). La eficiencia de los SC es variable y se relaciona con la detección de celos, calidad del semen, manejo del semen y reabsorción embrionaria (Wattiaux, 2009).

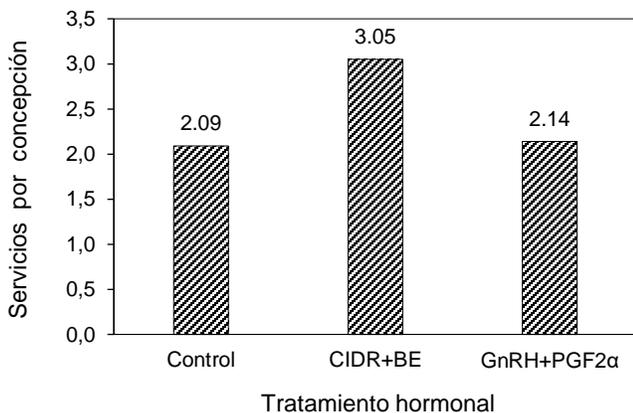


Figura 1. Servicios por concepción en vacas tratadas con diferentes protocolos hormonales.

### CONCLUSIONES

Las vacas tratadas con GnRH + PGF<sub>2α</sub> mostraron una mejor TC y SC que las tratadas con CIDR + BE, pero fueron similares al control. El tratamiento hormonal GnRH + PGF<sub>2α</sub> podría ser una alternativa para preñar a vacas que presentan anestro posparto.

### BIBLIOGRAFÍA

- Binelli, M; Machado, R; Bergamaschi, MACM; Bertan, CM. 2009. Manipulation of ovarian and uterine function to increase conception rates in cattle (en línea). *Animal Reproduction* 6(1):125-134. Consultado 01 ene. 2023. Disponible en <https://www.animal-reproduction.org/article/5b5a606df7783717068b4762>
- Buttler HM; Buttler, A; Etcheverry, E; Cesaroni, GC. 2018. Efecto de la dosis de cipionato de estradiol al finalizar un tratamiento con progesterona sobre el porcentaje de preñez a la IATF en vaquillonas (en línea). *Taurus* 13(52):40-45. Consultado 11 feb. 2023. Disponible en [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/197-cipionato.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/197-cipionato.pdf)
- Chebel, RC; Santos, JEP; Reynolds, JP; Cerri, RLA; Juchem, SO; Overton, M. 2004. Factors affecting conception rate after artificial insemination and pregnancy loss in lactating dairy cows (en línea). *Animal Reproduction Science* 84(3-4):239-255. Consultado 14 feb. 2023. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2003.12.012>
- Colazo, MG; Kastelic, JP; Whittaker, PR; Gavaga, QA; Wilde, R; Mapletof, RJ. 2004. Fertility in beef cattle given a new or previously used CIDR insert and estradiol, with or without progesterone (en línea). *Animal Reproduction Science* 81(1-2):25-34. Consultado 11 ene. 2023. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2003.09.003>
- Fricke, PM. 2003. La ecuación de la reproducción en los rodeos lecheros (en línea). *Taurus* 5(20):8-14. Conferencia dictada en las 19ª Conferencias Técnicas sobre Inseminación Artificial y Reproducción de la NAAB, Milwaukee, Wisconsin, EE.UU. 23 y 24 de agosto de 2002. Consultado 11 mar. 2023. Disponible en [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/67-ecuacion\\_reproduccion\\_rodeos\\_lecheros.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/67-ecuacion_reproduccion_rodeos_lecheros.pdf)
- García-Ispuerto, I; López-Gatius, F; Bech-Sabat, G; Santolaria, P; Yañez, JL; Nogareda, C; De Rensis, F; López-Bejar, M. 2007. Climate factors affecting conception rate of high producing dairy cows in northeastern Spain (en línea). *Theriogenology* 67(8):1379-1385. Consultado 14 feb. 2023. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2007.02.009>
- Gobikrushanth, M; Mapletof, RJ; Colazo, MG. 2023. Estrous activity and pregnancy outcomes in Holstein heifers subjected to a progesterone based 5-d CO-Synch protocol with or without administration of initial GnRH (en línea). *Theriogenology* 202:36-41. Consultado 21 dic. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2023.02.024>

- Haile, SM; Tesfa, TW; Kassa, M. 2021. Evaluation of failure of oestrus synchronization and mass Insemination in conception rate of dairy cows in silte zone. *Systematic Reviews Pharmacy* 12(12): 3810-3816. Consultado 11 feb. 2023. Disponible en <https://www.sysrevpharm.org/articles/evaluation-of-failure-of-oestrus-synchronization-and-mass-insemination-in-conception-rate-of-dairy-cows-in-silte-zone.pdf>
- Hirole, PD; Deshmukh, SG; Ingawale, MV; Kuralkar, SV; Thorat, MG; Ratnaparkhi, AR; Godbole, PV. 2018. Comparative efficacy of two different synchronization protocol in postpartum dairy cows (en línea). *International Journal of Livestock Research* 8(11): 283-290. Consultado 08 mar. 2023. Disponible en <http://dx.doi.org/10.5455/ijlr.20171121115040>
- Islam, R. 2011. Synchronization of estrus in cattle: A review (en línea). *Veterinary World* 4(3):136-141. Consultado 11 nov. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.5455/vetworld.2011.136-141>
- Jayaganthan, P; Vijayarajan, A; Prabakaran, V; Rajkumar, R; Sivakumar, A; Raja, S. 2016. Effect of Ovsynch plus CIDR protocol in management of repeat breeding crossbred Jersey cows (en línea). *International Journal of Science. Environment and Technology* 5(6):3707-3712. Consultado 21 nov. 2022. Disponible en <https://www.ijset.net/journal/1365.pdf>
- Lopez, H; H; Satter, LD; Wiltbank, MC. 2004. Relationships between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows (en línea). *Animal Reproduction Science* 81:209-223. Consultado 21 nov. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2003.10.009>
- McDougall, S. 2010. Effects of treatment of anestrous dairy cows with gonadotropin-releasing hormone, prostaglandin, and progesterone (en línea). *Journal of Dairy Science* 93(5):1944-1959. Consultado 12 nov. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2305>
- Medalha, A; Souza, MI; Souza, A; Sá Filho, O; Queiroz, V; Costa, LC. 2015. Utilização do dispositivo intravaginal de progesterona, em até três usos, para inseminação artificial em tempo fixo de fêmeas *Bos indicus* (en línea). *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 16(2):458-469. Consultado 12 nov. 2022. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402015000200020>
- Melendez, P; Gonzales, G; Aguilar, E; Loera, O; Archbald, LF. 2006. Comparison of two estrus-synchronization protocols and timed artificial insemination in dairy cattle (en línea). *Journal of Dairy Science* 89(12):4567-4572. Consultado 01 feb. 2023. Disponible en [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72506-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72506-1)
- Ortiz, D; Camacho J; Echevarría, L. 2009. Parámetros reproductivos del ganado vacuno en la cuenca lechera de Lima (en línea). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 20(2):196-202. Consultado 09 feb. 2023. Disponible en <https://doi.org/10.15381/rivep.v20i2.606>
- Ratnaparkhi AR; Deshmukh, SG; Birade, HS; Kale, VB, Harkal, SB; Jadhao, D. 2020. Comparative efficacy of synchronization protocols for improving fertility in postpartum crossbred dairy cows (en línea). *The Haryana Veterinarian* 59(SI):23-26. Consultado 12 oct. 2022. Disponible en <https://www.luvas.edu.in/haryana-veterinarian/download/harvet2020-march/5.pdf>
- Reddy, TJ; Krishna, NV; Tej, JNK; Eswara ER. 2022. Effect of ovsynch synchronization protocol in postpartum anoestrous and repeat breeding cattle: A field study (en línea). *The Pharma Innovation Journal* SP-11(8):955-959. Consultado 27 nov. 2022. Disponible en <https://www.thepharmajournal.com/archives/2022/vol11issue8S/PartM/S-11-7-492-575.pdf>
- Sánchez, A. 2010. Parámetros reproductivos de bovinos en regiones tropicales de México (en línea). Tesis Médico Veterinario - Zootecnista, Universidad Veracruzana, México. Consultado 13 nov. 2022. Disponible en [https://www.uv.mx/personal/avillagomez/files/2012/12/Sanchez-2010.\\_Parametros-reproductivos-bovinos.pdf](https://www.uv.mx/personal/avillagomez/files/2012/12/Sanchez-2010._Parametros-reproductivos-bovinos.pdf)
- SENAMHI. 2018. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. Datos hidrometeorológicos. Estación Talla (Guadalupe) (en línea). Consultado 17 dic. 2022. Disponible en <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>
- Stevenson, JS; Kobayashi, Y; Shipka, MP; Rauchhoiz, KC. 1996. Altering conception of dairy cattle by gonadotropin releasing hormone preceding luteolisis induced by PGF<sub>2α</sub> (en línea). *Journal of Dairy Science* 79:402-410. Consultado 05 feb. 2023. Disponible en [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(96\)76379-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(96)76379-8)
- Stevenson, JS; Tiffany, SM; Lucy, MC. 2004. Use of Estradiol Cypionate as a substitute for GnRH in protocols for Synchronizing ovulation in dairy cattle (en línea). *Journal of Dairy Science* 87(10): 3298-3305. Consultado 02 feb. 2023. Disponible en [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73466-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73466-9)
- Thatcher, WW; De la Sota, RL; Schmitt, EJ; Diaz, TC; Badinga, I; Simen, FA; Staples, CR; Drost, M. 1996. Control and management of ovarian follicles in cattle to optimize fertility (en línea). *Reproduction and Fertility* 8: 203-217. Consultado 25 nov. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.1071/RD9960203>
- Villa, N; Morales, C; Granada J; Mesa, H; Gómez, G; Molina, J. 2007. Evaluación de cuatro protocolos de sincronización para inseminación a tiempo fijo en vacas *Bos indicus* Lactantes (en línea). *Revista Científica* 17(5):501-507. Consultado 13 oct. 2022. Disponible en [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-22592007000500010](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592007000500010)
- Wattiaux, M. 2009. Manejo de la eficiencia reproductiva. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera (en línea). Universidad de Wisconsin-Madison. Consultado 20 nov. 2022. Disponible en <https://ganaderiasos.com/wp-content/uploads/2015/02/manejo-de-la-eficiencia-reproductiva.pdf>
- Whisnant, CS; Washburn, SP; Farin, PW. 2000. Currents concepts in synchronization of estrus and ovulation of

dairy cows (en línea). *Journal of Animal Science* 77:1-8 (Suppl-E). Consultado 21 nov. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.2527/jas2000.00218812007700ES0042x>

Artículo recibido en: 11 de noviembre de 2022  
Aceptado en: 08 de abril de 2023

Wiltbank, MC; Pursley, JR. 2014. The cow as an induced ovulatory: timed AI after synchronization of ovulation (en línea). *Theriogenology* 81(1):170-185. Consultado 21 nov. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.09.017>