

## Pre-sincronización con Progesterona para la Inducción de Ciclicidad en Vacas *Bos taurus indicus* en Periodo de Anestro Posparto<sup>1</sup>

Tiago Botelho Gomes<sup>2</sup>, Héctor Javier Narváez<sup>3</sup>

### Resumen

**Objetivo.** Este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de la pre-sincronización con progesterona (P4) por 3 y 6 días en vacas de raza Nelore en periodo de anestro posparto, sometidas a un programa de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF). **Materiales y métodos:** Fueron utilizadas 74 vacas multíparas de raza Nelore con estado de condición corporal de 2,5. Las vacas fueron sometidas a tres grupos experimentales, grupo control y grupos pre-sincronizados con P4 por un periodo de 3 y 6 días. Para la determinación del estado de anestro posparto, fueron realizadas ecografías y toma de muestras de sangre con la finalidad de verificar la ausencia de P4 endógena. Cuarenta y cinco días después de la IA fue

realizado el diagnóstico de la gestación. Los datos fueron obtenidos por análisis descriptivo y en el caso de presentación de diferencias significativas fue utilizado la prueba de Chi-cuadrado, considerándose una frecuencia de  $P < 0,05$ . **Resultados:** Fue observada mayor tasa de gestación para el grupo que fue pre-sincronizado por tres días con P4 (40 %), con relación a los grupos de seis días de pre-sincronización y control (25 % y 32 %, respectivamente). **Conclusión:** Es posible concluir que la pre-sincronización con P4 por tres días, mejoró la tasa de gestación de vacas de raza Nelore en periodo de anestro posparto.

**Palabras clave:** *Bos indicus*, inseminación artificial, ovulación, pre-sincronización, progesterona

- 1 Artículo original derivado del proyecto de investigación, Efeito da pré-exposição de progesterona na taxa de concepção em vacas de corte submetidas à iatf, código de Colciencias: 31033016008P7, Financiado por la Universidade Estadual do Norte Fluminense, ejecutado entre junio de 2015 a noviembre de 2016.
- 2 MSc, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil. Correo: tiagobgomes@yahoo.com.br / <https://orcid.org/0000-0002-3070-8435>
- 3 PhD, Universidad de Santander, Facultad de Ciencias Agrícolas y Veterinarias, Bucaramanga, Colombia. Correo: h.narvaez@mail.udes.edu.co / <https://orcid.org/0000-0003-0407-2071>.

**Autor para Correspondencia:** Héctor Javier Narváez, correo: h.narvaez@mail.udes.edu.co  
Recibido: 20/02/2020 Aceptado: 30/11/2021

\*Los autores declaran que no tienen conflicto de interés

## Presynchronization with Progesterone for Induction of Cyclicity in *Bos Taurus Indicus* Cows in Postpartum Anestrus Period

### Abstract

**Objective:** The objective of this study was to evaluate the effect of pre-synchronization with progesterone (P4) for 3 and 6 days in Nelore cows in postpartum anestrus period, submitted to a fixed-time artificial insemination program (FTAI). **Materials and methods:** Seventy-four multiparous Nelore cows with a body condition of 2.5 were used. The cows were submitted to three experimental groups, control group and groups pre-synchronized with P4 for a

period of 3 and 6 days. For the determination of postpartum anestrus status, ultrasound scans and blood samples were taken to verify the absence of endogenous P4. Forty-five days after AI, gestation was diagnosed. Data were obtained by descriptive analysis and in the case of presentation of significant differences the Chi-square test was used, considering a frequency of  $P < 0.05$ . **Results:** A higher gestation rate was observed for the group that was pre-synchronized for three days with P4 (40 %), in relation to the groups of six days of pre-synchronization and control (25 % and 32 %, respectively). **Conclusion:** It is possible to conclude that the pre-synchronization with P4 for three days improved the gestation rate of Nelore cows in the postpartum anestrus period.

**Keywords:** Artificial insemination, *Bos indicus*, hormones, ovulation, pregnancy rates

## Pré-sincronização com Progesterona para a Indução de Ciclicidade em Vacas *Bos Taurus Indicus* em Período de Anestro Pós-Parto

### Resumo

**Objetivo:** O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da pré-sincronização com progesterona (P4) durante 3 e 6 dias em vacas de raça Nelore em período de anestro pós-parto, submetidas a um programa de inseminação artificial em tempo fixo (IATF). **Materiais e métodos:** Foram utilizadas 74 vacas multíparas da raça Nelore com estado de condição corporal de 2,5. As vacas foram submetidas a três grupos experimentais, grupo controle e grupos pré-sincronizados com P4 por um período de 3 e 6 dias. Para a determinação do estado

de anestro pós-parto, foram realizadas ultrassonografias e coleta de amostras de sangue com a finalidade de verificar a ausência de P4 endógena. Quarenta e cinco dias após a IA foi realizado o diagnóstico da gestação. Os dados foram obtidos por análise descritiva e no caso de diferenças significativas foi utilizado o teste do Qui-quadrado, considerando-se uma frequência de  $P < 0,05$ . **Resultados:** Foi observada maior taxa de gestação para o grupo que foi pré-sincronizado por três dias com P4 (40 %), com relação aos grupos de seis dias de pré-sincronização e controle (25 % e 32 %, respectivamente). **Conclusão:** É possível concluir que a pré-sincronização com P4 por três dias, melhorou a taxa de gestação de vacas Nelore em período de anestro pós-parto.

**Palavras-chave:** *Bos indicus*, inseminação artificial, ovulação, pré-sincronização, progesterona.

## Introducción

La bovinocultura de carne exige la obtención de una cría/vaca/año para que sea una actividad sostenible y competitiva. No obstante, factores como el anestro prolongado en el periodo posparto y fallas en la detección del estro, son las principales limitantes para que dicho objetivo no sea alcanzado (Nuñez-Oliveira et al., 2018; Henao et al., 2000; Roche et al., 2000).

El prolongamiento del anestro posparto en bovinos conlleva aumentar el intervalo parto-concepción, disminuyendo la eficiencia reproductiva y ocasionado pérdidas económicas en las ganaderías (Naikoo et al., 2016). Esta problemática también afecta, el número crías nacidas por año y reducción en la tasa de destete (Yavas & Walton, 2000).

Después de la primera ovulación posparto se presenta un ciclo estral de corta duración (menor a ocho días), mecanismo inducido por la regresión prematura del cuerpo lúteo (CL) (Crowe, 2008).

La administración de progesterona en hembras posparto tiene como finalidad, inducir la ciclicidad, disminuir el número de días abiertos, reducir las fallas en la detección del estro, disminuir el intervalo entre partos y aumentar la eficiencia reproductiva (Rhodes et al., 2003).

Algunos estudios han destacado la importancia de proporcionar altas concentraciones de progesterona antes de la inseminación artificial, principalmente en vacas acíclicas, una vez que la P4 tiene relación directa con la pulsatilidad de la LH, calidad ovocitaria y fertilidad del embrión (Lonergan & Sánchez, 2020; Day, 2004; Mackey et al., 2000). En bovinos de leche y de carne, sometidos a programas de inseminación artificial, las tasas de gestación oscilan entre 30 y 65% (Baruselli et al., 2017; Sales et al., 2016; Wiltbank et al.,

2015). Por esta razón, es importante desarrollar protocolos de sincronización del estro y de la ovulación, con la finalidad de restablecer la ciclicidad en un menor periodo de tiempo, reduciendo los mecanismos que indican a luteólisis prematura.

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la inducción de la ciclicidad en vacas *Bos taurus indicus* en periodo de anestro posparto sometidas a un protocolo de pre-sincronización con progesterona.

## Materiales y Métodos

El presente estudio se desarrolló con base en los siguientes criterios: brindar los cuidados adecuados a los animales según su etología; evitando dolor innecesario, sufrimiento, estrés o lesiones prolongadas; evitando la duplicación o repetición innecesaria de experimentos y reducción al mínimo indispensable el número de animales para garantizar la validez del estudio a realizar (Garcés & Giraldo, 2012).

### Selección de los animales y lugar

Fueron utilizadas 74 vacas Nelore (*Bos taurus indicus*), de 30 a 50 días de periodo posparto y con cria al pie. Edades entre los 4 y los 8 años y peso promedio de  $567 \text{ kg} \pm 43$ . Todos los animales fueron mantenidos en pasturas a base de *Brachiaria decumbens* y *Brachiaria brizantha*, con suplementación mineral de 60 g/día/vaca y agua *ad libitum*. Para la determinación del estado de anestro posparto, fueron realizados dos exámenes ecográficos con la finalidad de verificar la ausencia de cuerpo lúteo; y dos colectas de sangre para la cuantificación plasmática de la progesterona, cuyos niveles fueron menores a 1 ng/mL. Ambos procedimientos fueron realizados con intervalo de siete días. Todas las vacas seleccionadas presentaron una condición corporal de  $2,5 \pm 0,2$  en la escala de 1 a 5 (Ayres

et al., 2009). El estudio fue desarrollado en el municipio de Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil. Bajo condiciones tropicales temperatura (24°C) y precipitación promedio anual de 1160 mm.

### Diseño experimental

Grupo control (n= 25): animales que no recibieron aplicación de un dispositivo intravaginal de progesterona, antes del protocolo de sincronización del estro y de la ovulación

Grupo pre-sincronización por 6 días (n= 24): inmediatamente después del segundo examen ecográfico, fue aplicado un dispositivo intravaginal de progesterona de 1 g (Sincrogest®, Ouro Fino, Brasil) por un periodo de seis días. Una vez finalizado este tiempo, el dispositivo de progesterona fue removido y cuatro días más tarde fue iniciado el protocolo de sincronización del estro y de la ovulación, con la aplicación de un nuevo dispositivo de P4 por ocho días, más la aplicación de 2 mg de benzoato de estradiol (Sincrodiol®, Ouro Fino, Brasil). Después del periodo de permanencia del dispositivo de P4, este fue removido y realizada la aplicación de 500 µg cloprostenol sódico (Sincrocio®, Ouro Fino, Brasil), más la administración de una dosis de 300 UI de gonadotropina coriónica equina (SincroCG®, Ouro Fino, Brasil). Veinticuatro horas más tarde fue llevado a cabo la aplicación de 1 mg de benzoato de estradiol y 54 a 58 horas después del retiro del dispositivo de P4 fue realizada la inseminación artificial a tiempo fijo.

Grupo pre-sincronización por 3 días (n= 25): El periodo de permanencia del dispositivo de P4 para los animales de este grupo fue de 3 días y el inicio del protocolo de sincronización del estro y de la ovulación fue realizado conforme a lo descrito en el grupo anterior.

### Cuantificación de la progesterona

Para la cuantificación plasmática de P4, se colectaron muestras de 5 ml de sangre en tubos sin anticoagulante, de la vena coccígea. Este procedimiento fue realizado durante los exámenes ecográficos. Las muestras fueron centrifugadas a 3000 G durante 15 minutos, una vez obtenido el plasma, este fue almacenado en criotubos hasta su utilización. Todas las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Reproducción y Mejoramiento Genético Animal, de la Universidad Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Las concentraciones de P4 fueron determinadas por la técnica de radioinmunoensayo (RIA) en fase sólida, siendo utilizado el kit comercial Coat-A-Count® 17α-OH Progesterone (Siemens, Los Ángeles, USA), todos los procedimientos realizados fueron de acuerdo con la metodología propuesta por el fabricante. Fueron realizados tres ensayos cada uno con sensibilidad de 0,03 ng/mL. El coeficiente de variación interensayo fue de 4,1 % y los coeficientes de variación intraensayos fueron de 5,4 %, 4,3 % y 4,9 %, para los ensayos 1, 2 y 3, respectivamente.

### Diagnóstico de la preñez

Para el diagnóstico de la preñez, fue utilizado un ecógrafo (DP-2200, Myndray®, China) con transductor linear rectal de 7,5 MHz. Este procedimiento fue realizado 45 días después de la inseminación artificial.

### Análisis estadísticos

El análisis estadístico se realizó a través de una prueba de igualdad de medias (Franke et al., 2012), el cual utiliza la prueba de Chi-cuadrado, considerándose un nivel de significancia del 5 %.

## Resultados

Las tasas de gestación demostraron superioridad del grupo pre-sincronización

con P4 por 3 días respecto a las de los grupos pre-sincronización por 6 días y grupo control (40 %, 25 % y 32 %, respectivamente) (tabla 1).

**Tabla 1. Tasas de gestación de vacas de raza Nelore en periodo posparto sometidas a pre-sincronización con P4.**

Grupo	n	Vacas gestantes (%)	Vacas no gestantes (%)
Control	25	32 <sup>a</sup> (8/25)	68 (17/25)
Pre-sincronización por 3 días	25	40 <sup>b</sup> (10/25)	60 (15/25)
Pre-sincronización por 6 días	24	25 <sup>a</sup> (6/24)	75 (18/24)

<sup>a,b</sup> Letras minúsculas distintas, en la misma columna, difieren entre sí, (P < 0,05).

Fuente: Elaborado por los autores

## Discusión

El mecanismo de acción de la P4 exógena, antes del protocolo de sincronización del estro y de la ovulación, para el restablecimiento de la ciclicidad en bovinos no está completamente dilucidado. Se considera que la administración previa de P4, estimula la expresión de un número mayor de receptores de estradiol en el hipotálamo, restableciendo la capacidad de respuesta del estradiol y de la síntesis de la LH, durante el protocolo de sincronización (Ratzburg et al., 2020).

Nash et al. (2012) en vacas de raza Angus (*Bos taurus*) en periodo posparto (47 días promedio), sometidas a 14 días de pre-sincronización con P4, reportaron tasas de gestación similares a las del grupo control (54 % y 56 %, respectivamente). Otro estudio, en novillas Angus sometidas a protocolo de pre-sincronización con P4 por siete días, obtuvo tasas de gestación similares con relación al grupo pre-sincronizado con P4 más GnRH (55 % y 59,8 %, respectivamente) (Ratzburg et al., 2020). Estudio subsecuente realizado

en vacas mestizas posparto pre-sincronizadas con P4 por 8 días, no obtuvieron diferencia en las tasas de gestación con relación al grupo control (53,8 % y 38,4 %, respectivamente (Almeida, 2015).

Da Silva. (2017) reportó semejanza entre las tasas de gestación de vacas de raza Gyr (38,5 %) y Holstein (43,6 %) expuestas a 10 días con progesterona antes del inicio del protocolo de sincronización.

Cunha et al. (2008) al analizar el efecto de la concentración de progesterona antes de la IATF en vacas de alta producción lechera, observaron tasas de gestación de 37,1 % para las vacas sometidas a bajas concentraciones de progesterona y 51 % para las hembras sometidas a altas concentraciones de progesterona. Los mismos investigadores reportaron que las vacas con bajas concentraciones plasmáticas de P4, antes de la IA, presentaron mayores pérdidas gestacionales (14,3 %), respecto de las vacas sometidas a altas concentraciones de P4 (6,8 %).

Bastos de Souza et al. (2016), en novillas de raza Nelore sometidas a pre-sincronización con P4 por 8 días, obtuvieron mejoras de las tasas de gestación al final de la estación de monta.

Siendo de esta manera considerado, que la progesterona ejerce un papel importante en la optimización de los programas de inseminación artificial a término fijo (Yan et al., 2016).

Según Ayres et al. (2013) y Herlihy et al. (2012) la pre-sincronización cuando es realizada en vacas anovulatorias induce a ciclicidad, a través del mejoramiento del desarrollo folicular, del aumento de los niveles circulantes de P4 y como consecuencia mejoramiento de la fertilidad.

En el actual estudio se presentaron dos factores de orden extrínseco que pudieron influir sobre los resultados, durante los meses de experimentación se presentó baja precipitación en la región, lo que pudo conllevar a afectar la calidad de los pastos, ocasionando menor valor nutricional de estos (Dantas et al., 2008), aspecto que fue reflejado en la baja condición corporal de los animales durante el estudio. El segundo factor considerado está relacionado con el exceso de manejo que presentaron los animales durante el estudio, este mecanismo pudo activar el eje hipotálamo – hipófisis – adrenal, aumentando como consecuencia la síntesis de cortisol, hormona liberada en situaciones de estrés agudo con efectos negativos sobre la eficiencia reproductiva (Fernandes-Novo et al., 2020). Este mecanismo fisiológico pudo haberse desencadenado por el exceso de manejo en los animales, reflejándose en las tasas de gestación del actual estudio.

## Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos en el presente estudio, es posible concluir, que la pre-sincronización con P4 por un periodo de

tres días en vacas Nelore en estado de anestros posparto, mejoró las tasas de gestación.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro por la financiación del estudio y a la Hacienda Abadía, localizada en el municipio de Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil, por proporcionar los animales objeto de estudio.

## Referencias

- Almeida, I. C. (2015). Efeito do protocolo de pré-sincronização em vacas mestiças no período pós-parto. (Tesis de Maestría, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, Brasil). Recuperado de [http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/7753/1/tese\\_7276\\_%c3%8dtalo%20c%3a2mara%20de%20Almeida.pdf](http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/7753/1/tese_7276_%c3%8dtalo%20c%3a2mara%20de%20Almeida.pdf)
- Ayres, H., Ferreira, R. M., Cunha, A. P., Araújo, R. R., & Wiltbank, M. C. (2013). Double-Ovsynch in high-producing dairy cows: Effects on progesterone concentrations and ovulation to GnRH treatments. *Theriogenology*, 79(1), 159-164. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2012.10.001>
- Ayres, H., Ferreira, R., de Souza Torres-Júnior, J., Demétrio, C., de Lima, C., & Baruselli, P. (2009). Validation of body condition score as a predictor of subcutaneous fat in Nelore (*Bos indicus*) cows. *Livestock Science*, 123(2-3), 175-179. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.11.004>
- Baruselli, P., Ferreira, R., Colli, M., Elliff, F., Sá Filho, M., Vieira, L., & Freitas, B. (2017). Timed artificial insemination: Current challenges and recent advances in reproductive efficiency in

- beef and dairy herds in Brazil. *Animal Reproduction*, 14(3), 558-571. <http://dx.doi.org/10.21451/1984-3143-AR999>
- Bastos de Souza, A., Talini, R., Ernandes Kozicki, L., Saporski Segui, M., Pedrosa, V., & Weiss, R. et al. (2016). Pré-sincronização do estro em novilhas *Bos taurus indicus* visando a maximização da eficiência reprodutiva na estação de monta. *Revista Acadêmica Ciência Animal*, 14, 209. <https://doi.org/10.7213/academica.14.2016.23>
- Crowe, M. A. (2008). Resumption of ovarian cyclicity in post-partum beef and dairy cows. *Reproduction in Domestic Animals*, 43(5), 20-28. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2008.01210.x>
- Cunha, A. P., Guenther, M. J., Maroney, J. O., Giordano, A. B., Ayres, H., & Wiltbank, M. C. (2008). Effects of high vs. low progesterone concentrations during Ovsynch on double ovulation rate and pregnancies per AI in high producing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 91(1), 246.
- Da Silva, L. A. C. (2017). Pré-sincronização com folículo persistente em protocolos de sincronização da ovulação a base de gnrh em vacas de leite em lactação. (Tesis de maestría, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil). Recuperado de <http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/13006/3/DISSE%20RTA%20c%203%208%207%20c%203%208%203%200%20P%20r%20c%203%20a%209%20-sincroniza%20c%20a%207%20c%20a%203%20o%20c%20o%20m%20f%20o%20l%20i%20c%20u%20l%20o%20p%20e%20r%20s%20i%20s%20t%20e%20n%20t%20e%20p%20r%20o%20t%20o%20c%20o%20s%20i%20n%20c%20r%20o%20n%20i%20z%20a%20c%20o%20m%20b%20a%20s%20e%20d%20e%20G%20n%20R%20H%20e%20m%20v%20a%20c%20a%20s%20d%20e%20l%20e%20i%20t%20e%20e%20m%20l%20a%20c%20t%20a%20c%20i%20o%20n%20a%20.pdf>
- Dantas, A. F., Pereira Filho, J. M., Silva, A. M. A., dos Santos, E. M., de Sousa B. B., & César, M. F. (2008). Características da carcaça de ovinos Santa Inês terminados em pastejo e submetidos a diferentes níveis de suplementação. *Ciência Agrotecnica*, 32(4), 1280-1286. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v32n4/a37v32n4.pdf>
- Day, M. L. (2004). Hormonal induction of estrous cycles in anestrus *Bos taurus* beef cows. *Animal Reproduction Science*, 82-83, 487-494. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2004.05.002>
- Fernandez-Novo, A., Pérez-Garnelo, S. S., Villagra, A., Pérez-Villalobos, N., Astiz, S. (2020). The Effect of stress on reproduction and reproductive technologies in beef cattle — A Review. *Animals*, 10, 2096. <https://doi.org/10.3390/ani10112096>
- Franke TM, Ho T, Christie CA. 2012. The chi-square test: often used and more often misinterpreted. *Am J Eval*, 33, 448- 458. <https://doi.org/10.1177/1098214011426594>
- Garcés, L. F., & Giraldo, C. (2012). Bioética en la experimentación científica con animales: cuestión de reglamentación o de actitud humana. *Revista Lasallista de Investigación*, 9(1), 159-166. <https://www.redalyc.org/pdf/695/69524955012.pdf>
- Henao, G., Olivera-Ángel, M., & Maldonado-Estrada, J. (2000). Follicular dynamics during postpartum anestrus and the first estrous cycle in suckled or non-suckled Brahman (*Bos indicus*) cows. *Animal Reproduction Science*, 63(3-4), 127-136. [https://doi.org/10.1016/s0378-4320\(00\)00173-1](https://doi.org/10.1016/s0378-4320(00)00173-1)

- Herlihy, M. M., Giordano, J. O., Souza, A. H., Ayres, H., Ferreira, R. M., Keskin, A., Wiltbank, M. C. (2012). Presynchronization with Double-Ovsynch improves fertility at first postpartum artificial insemination in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *95*(12), 7003-7014. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5260>
- Lonergan, P., & Sánchez, J. (2020). Symposium review: Progesterone effects on early embryo development in cattle. *Journal of Dairy Science*, *103*(9), 8698-8707. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18583>
- Mackey, D. R., Sreenan, J. M., Rochet, J. F., & Diskin, M. G. (2000). The effect of progesterone alone or in combination with estradiol on follicular dynamics, gonadotropin profiles, and estrus in beef cows following calf isolation and restricted suckling. *Journal of Animal Science*, *78*(7), 1917-1929. <https://doi.org/10.2527/2000.7871917x>
- Naikoo, M., Dhami, A., & Ramakrishnan, A. (2016). Effect of estrus synchronization on plasma progesterone profile and fertility response in postpartum suckled anestrous Kankrej cows. *Indian Journal of Animal Research*, *50*, B-2783. <https://doi.org/10.18805/ijar.11164>
- Nash, J. M., Mallory, D. A., Ellersieck, M. R., Pook, S. E., Smith, M. F., & Patterson, D. J. (2012). Comparison of long-versus short-term CIDR-based protocols to synchronize estrus prior to fixed-time AI in postpartum beef cows. *Animal Reproduction Science*, *132*, 11-16. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2012.03.013>
- Núñez-Olivera, R., de Castro, T., Bó, G., Piaggio, J., & Menchaca, A. (2018). Equine chorionic gonadotropin administration after insemination affects luteal function and pregnancy establishment in postpartum anestrous beef cows. *Domestic Animal Endocrinology*, *62*, 24-31. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2017.08.003>
- Ratzburg, K., Jorgensen-Muga, K., Murugesan, J., Kastelic, J., Kasimanickam, V., & Kasimanickam, R. (2020). Presynchronization with CIDR, with or without GnRH, prior to CO-Synch in beef heifers. *Theriogenology*, *146*, 80-87. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.02.005>
- Rhodes, F., McDougall, S., Burke, C., Verkerk, G., & Macmillan, K. (2003). Invited Review: Treatment of Cows with an Extended Postpartum Anestrous Interval. *Journal of Dairy Science*, *86*(6), 1876-1894. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(03\)73775-8](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(03)73775-8)
- Roche, J., Mackey, D., & Diskin, M. (2000). Reproductive management of postpartum cows. *Animal Reproduction Science*, *60-61*, 703-712. [https://doi.org/10.1016/s0378-4320\(00\)00107-x](https://doi.org/10.1016/s0378-4320(00)00107-x)
- Sales, J. N. S., Bottino, M. P., Silva, L. A., Giroto, R. W., Massoneto, J. P., Souza, J. C., & Baruselli, P. S. (2016). Effects of eCG are more pronounced in primiparous than multiparous *Bos indicus* cows submitted to a timed artificial insemination protocol. *Theriogenology*, *86*(9), 2290-2295. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.07.023>
- Wiltbank, M. C., Baez, G. M., Cochrane, F., Barletta, R. V., Trayford, C. R., & Joseph, R. T. (2015). Effect of a second treatment with prostaglandin F2alpha during the Ovsynch protocol on luteolysis and pregnancy in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *98*(12), 8644-8654. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9353>



Yan, L., Robinson, R., Shi, Z., & Mann, G. (2016). Efficacy of progesterone supplementation during early pregnancy in cows: A meta-analysis. *Theriogenology*, 85(8), 1390-1398. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.12.027>

Yavas, Y., & Walton, J. S. (2000). Postpartum acyclicity in suckled beef cows: a review. *Theriogenology*, 54(1), 25-55. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(00\)00323-X](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(00)00323-X)