



# Efecto en la eficiente reproductiva mediante el uso de dos protocolos (eCG y Ovsynch) para IATF en ganado bovino tropical

Effect on reproductive efficiency through the use of two protocols (eCG and Ovsynch) for IATF in tropical cattle

Sánchez-Cárdenas, Hugo<sup>1\*</sup>

Vargas-Rodríguez, Pedro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú

**Recibido:** 20 Set. 2022 | **Aceptado:** 15 Dic. 2022 | **Publicado:** 20 Ene. 2023

**Autor de correspondencia\*:** [hsanchez@unsm.edu.pe](mailto:hsanchez@unsm.edu.pe)

**Cómo citar este artículo:** Sánchez-Cárdenas, H. & Vargas-Rodríguez, P. (2023). Efecto en la eficiente reproductiva mediante el uso de dos protocolos (eCG y Ovsynch) para IATF en ganado bovino tropical. *Revista de Veterinaria y Zootecnia Amazónica*, 3(1), e487. <https://doi.org/10.51252/revza.v3i1.487>

## RESUMEN

La situación económica mundial requiere de prácticas de manejo eficaces para mejorar la rentabilidad de los establecimientos de producción de leche, especialmente, en ganadería de trópico. El objetivo es demostrar el efecto en la eficiencia reproductiva mediante el uso de dos protocolos (eCG y Ovsynch) para IATF en ganado bovino de trópico. La metodología fue mediante tratamientos, con un diseño de bloque completamente al azar; se aplicaron bases de Ovsynch y el análisis de datos fue mediante el software InfoStat para análisis de varianza. Los resultados obtenidos fueron del tratamiento de 40 vacas a las que se aplicó el protocolo modificado (eCG), 26 (65%) resultaron preñadas a la palpación rectal a los 55 días de gestación y de 33 vacas a las que se aplicaron el protocolo tradicional de Ovsynch, 17 (51%) dieron positivo al diagnóstico de gestación transrectal al día 55 de la gestación. En conclusión, la inseminación a tiempo fijo en vacas *Bos indicus* lactantes y con los protocolos de Ovsynch es factible la detección de celos y preñez.

**Palabras clave:** Amazonía; ganadería; reproducción; sincronización

## ABSTRACT

The global economic situation requires effective management practices to improve the profitability of milk production establishments, especially in tropical livestock. The objective is to demonstrate the effect on reproductive efficiency through the use of two protocols (eCG and Ovsynch) for IATF in tropical cattle. The methodology was by treatments, with a completely randomized block design; Ovsynch bases were applied and data analysis was done using the InfoStat software for analysis of variance. The results obtained were from the treatment of 40 cows to which the modified protocol (eCG) was applied, 26 (65%) were pregnant on rectal palpation at 55 days of gestation and 33 cows to which the traditional protocol was applied. from Ovsynch, 17 (51%) tested positive for the diagnosis of transrectal pregnancy on day 55 of gestation. In conclusion, fixed-time insemination in lactating *Bos indicus* cows and with Ovsynch protocols, heat and pregnancy detection is feasible.

**Keywords:** Amazonia; livestock; reproduction; synchronization



## 1. INTRODUCCIÓN

La situación económica mundial requiere de prácticas de manejo eficaces para mejorar la rentabilidad de los establecimientos de producción de leche (Jae-Kwan et al., 2022). Aunque los sistemas de manejo de los rodeos lecheros comerciales difieren en distintas partes del mundo, el objetivo reproductivo principal es preñar a las vacas lecheras lo más rápido posible después del parto (Jae-Kwan et al., 2022). Sin embargo, el desempeño reproductivo ha disminuido progresivamente, debido principalmente a la disminución de la fertilidad de las vacas lecheras y a la detección ineficiente de los celos en la mayoría de los sistemas de manejo (Perez Marquez et al., 2022).

En el manejo lechero actual, se considera que el concepto de la tasa de preñez cada 21 días es un índice confiable del desempeño reproductivo general porque indica la cantidad de vacas preñadas en cada período de 21 días, lo que permite cambios y mejoras rápidas (Jae-Kwan et al., 2022). Brevemente, la tasa de preñez en 21 días se obtiene al multiplicar la cantidad de vacas detectadas en celo y enviadas a servicio en 21 días (cantidad de vacas inseminadas/la cantidad de vacas elegibles para ser inseminadas en el rodeo) por la tasa de concepción (cantidad de vacas preñadas/la cantidad de vacas inseminadas) (Barański et al., 2021). Por lo tanto, si la cantidad de vacas detectadas en celo y enviadas a servicio es del 70% y la tasa de concepción es del 50%, la tasa de preñez en 21 días es del 35% (Lindley et al., 2021). Por el contrario, si la cantidad de vacas detectadas en celo y enviadas a servicio es sólo del 40% y la tasa de concepción es del 50%, la tasa de preñez en 21 días es sólo del 20% (Tippenhauer et al., 2021).

Entre los años 2001 y 2003, la tasa promedio de preñez en 21 días en 257 rodeos lecheros de Argentina, que incluían a 70 000 vacas que producen leche, fue de entre el 15% y el 16% (Barański et al., 2021). La cantidad de vacas detectadas en celo y enviadas a servicio fue del 45% y la tasa de concepción fue de entre el 36% y el 37% para estos rodeos (Atanasov et al., 2021). Estos resultados no difirieron significativamente del desempeño reproductivo que otros autores reportaron en los Estados Unidos y en Canadá (Tippenhauer et al., 2021). Por lo tanto, un sistema eficaz para inseminar vacas en un período corto es muy importante para preñar a las vacas lo más rápido posible después del parto (McDougall et al., 2021).

Al respecto Borchardt et al. (2021) sostiene que, una de las alternativas más útiles para incrementar la cantidad de vacas inseminadas en un período corto es la utilización de protocolos que sincronizan la ovulación y permiten la inseminación sistemática sin la necesidad de detectar celo, generalmente denominados protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF). Además, Cabrera et al. (2021) expresan que, el desarrollo de protocolos para las vacas en anestro posparto permitirá la inseminación de una población de animales significativamente mayor. El propósito de este trabajo es presentar datos de estudios en los que se aplicaron métodos actuales de manipulación de ondas foliculares y ovulación por IATF sistemática en rodeos lecheros, prestando especial atención a los que se aplican actualmente en rodeos lecheros pastoriles en América del Sur (Otava et al., 2021).

Asimismo, Otava et al. (2021) indican que, la necesidad de inseminar el mayor número de animales en un período relativamente corto de tiempo implica desarrollar protocolos que permitan sincronizar el retorno al estro de los vientres que resultaron vacíos a la inseminación a tiempo fijo (IATF) (Otava et al., 2021). Resultados de programas de IATF indican que es posible obtener porcentajes de preñez promedio del 50% a la primera inseminación, tanto en vacas con cría como en novillas; al respecto Bisinotto et al. (2022) agregan que existen y se han aplicado protocolos para vacas con cría con los cuales resulta un incremento de los porcentajes de preñez. Los dispositivos intravaginales pueden ser reutilizados debido a que la cantidad hormonal en ellos está dada por gramos y la cantidad que las vacas necesitan para poder entrar en calor es en nano gramos, de esta forma la concentración residual de progesterona de un DIB de tercer uso podría ser capaz de inducir una sincronización de calores con similar tasa de gestación, cuando este se utiliza en novillas (Martins et al., 2021). Los valores aproximados del progestágeno residual en un DIB primer uso (nuevo) es de 1 gr, DIB segundo uso: 0,65 gr, DIB tercer uso: 0,3 gr. Sin embargo, no sabemos

muy bien si los niveles del DIB están constantes (Cunha et al., 2022). Por lo que el presente estudio trata de evaluar la utilización de dispositivos intravaginales de tercer uso en protocolos de sincronización y resincronización en inseminación a término fijo de novillas Brahmán, siendo una ventaja que el tratamiento no implica mayor costo para el ganadero, y si un mayor porcentaje de preñez por inseminación artificial (Stangaferro et al., 2021).

Actualmente existen en el mercado varios dispositivos intravaginales e implantes subcutáneos que liberan progesterona y que han sido utilizados para el desarrollo de protocolos de IATF (Stangaferro et al., 2021). Dentro de estos protocolos, el más utilizado es el que emplea dispositivos intravaginales con progesterona, estradiol y PGF (Minela et al., 2021). Este consiste en administrar 2 mg de benzoato de estradiol por vía intramuscular junto con la inserción de un dispositivo intravaginal con progesterona el día 0 del tratamiento, en el día 7 u 8 se extrae el dispositivo y se aplica PGF y 24 h después se administra 1 mg de benzoato de estradiol. La IATF se realiza entre las 52 h y 56 h de la remoción del dispositivo (Minela et al., 2021).

Este protocolo ha probado ser igualmente efectivo en tratamientos donde el dispositivo permanece 7 u 8 días en la vagina de la vaca, sin que esto afecte la preñez en la IATF (46,6% vs 52,7%) (Silviu-Ionuț & Borș, 2020). También se ha evaluado la preñez al utilizar dispositivos nuevos o de segundo uso (54,1 % frente a 55,8), no encontrándose diferencias en las tasas de preñez cuando se utilizaron dispositivos nuevos o previamente utilizados (Kim et al., 2020). Actualmente se cuenta en el mercado con dispositivos diseñados para ser utilizados una sola vez los cuales contienen menos cantidad de progesterona impregnada (Silviu-Ionuț & Borș, 2020). Con el uso de estos dispositivos se pueden alcanzar tasas de preñez similares a las obtenidas con dispositivos de dos o más usos (Minela et al., 2021).

En vacas en lactancia, con cría o en mala condición corporal, una alternativa es la adición de la Gonadotropina Coriónica equina (eCG) al tratamiento. La eCG es una glicoproteína de larga vida media que tiene en la vaca un efecto similar a la FSH (Silviu-Ionuț & Borș, 2020) y que puede ser utilizada para estimular el crecimiento de los folículos en el posparto (Kim et al., 2020). Los resultados encontrados en el trabajo de Abdalla, Makau, et al. (2020) donde evaluaron el efecto de la eCG sobre los índices de preñes en 697 vacas cruza cebú con cría en pobre condición corporal, la aplicación de 400 UI de eCG al momento de retirar el dispositivo, demostró ser eficaz para aumentar significativamente la tasa de preñez (41,69% con eCG frente a 32,77% sin eCG) en vacas con cría cuya CC era comprometida o mala (menos de 2,5; en escala de 1 al 5) pero no así (35,48% con eCG contra el 37,84% sin eCG) en aquellas vacas que presentaban una mejor CC (más de 2,5). Resultados similares han sido reportados en varios trabajos donde se observó un aumento de los porcentajes de preñez solamente en las vacas con cría con pobre condición corporal cuando se les aplicó eCG en combinación con un dispositivo con progesterona (Abdalla et al., 2020). Esto podría deberse a que vacas con buena CC no necesitarían del estímulo exógeno de la eCG para el crecimiento folicular como ha sido sugerido por Tippenhauer et al. (2021). Por lo tanto, la aplicación eCG sólo incrementaría las tasas de preñez en vacas con cría que presentan una CC comprometida (Tippenhauer et al., 2021).

La población de ganado vacuno en la región San Martín es de 228 826 bovinos, la misma que representa a una de las principales actividades económicas de la región y del país (Roldan Vera et al., 2022). Según Dawod & Elbaz (2020), para considerar a esta actividad como una actividad eficiente, es necesario que la vaca tenga un parto cada 12 a 13 meses. Investigaciones previas han demostrado que en condiciones normales las vacas preñadas permanecen en el rebaño 420 días más comparadas con sus compañeras de grupo que están "abiertas" (no preñadas). Bajo condiciones ideales una vaca debería preñarse 85 días después del parto para poder alcanzar una producción de leche óptima (Trevisol et al., 2020). Se recomienda que estas vacas deben parir cada 12,5-13 meses. En un hato bien manejado 90% de las vacas deben mostrar celo antes de los 50 días postparto (Abdalla et al., 2020). Existen varias alternativas

disponibles para los productores que buscan controlar estos problemas reproductivos, las cuales varían en costos y beneficios (Tippenhauer et al., 2021). Estas incluyen los programas de sincronización de celo y ovulación utilizando una variedad de hormonas inyectables y diferentes protocolos y períodos de tiempo (Dawod & Elbaz, 2020).

En el presente trabajo de investigación se quiere demostrar el efecto en la eficiencia reproductiva mediante el uso de dos protocolos (eCG y Ovsynch) para IATF en ganado bovino tropical en el fundo Miraflores, UNSM-T y en ganaderías del distrito de Juan Guerra.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Diseño de investigación**

Realizamos el experimento mediante tratamientos, con un diseño de bloque completamente al azar, siendo seleccionados diez bovinos hembras donde el factor fue edad, cruce y condición corporal, en cada unidad a evaluar conformada por cada ganadería. Analizamos los resultados en cada variable mediante el análisis de varianza.

### **2.2. Población y muestra**

La población en estudio correspondió al fundo Miraflores como centro experimental e investigación y a los ganaderos del distrito de Juan Guerra, los cuales comprenden: La Universidad Nacional de San Martín, fundo Miraflores con 10 vacas y el comité de ganaderos de Juan Guerra con cinco (05) socios activos.

### **2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Realizamos mediante una ficha de registro para toma de datos, donde se identificaron los animales a evaluar y el tratamiento que recibirá cada grupo de trabajo. Se aplicaron las bases de Ovsynch las cuales siguen siendo las mismas. La primera GnRH se da para inducir la ovulación y promover la formación de un nuevo cuerpo lúteo (CL) y una nueva onda folicular; es decir, para devolver a la vaca "al comienzo de ciclo estral". La prostaglandina administrada 7 días después se utiliza para regresar el nuevo CL y la última GnRH se administra 48 horas después para inducir la ovulación del nuevo folículo. La inseminación a tiempo fijo (IATF) se llevó a cabo de 16 a 24 horas después; o antes del tiempo esperado de ovulación el cual es aproximadamente 24 a 34 horas después de la segunda GnRH en el protocolo Ovsynch clásico.

Para la aplicación de protocolos con la incorporación de eCG, en el día 08, se aseguró la ovulación en el día 10 y posterior formación del cuerpo lúteo, lo que aseguró la preñez.

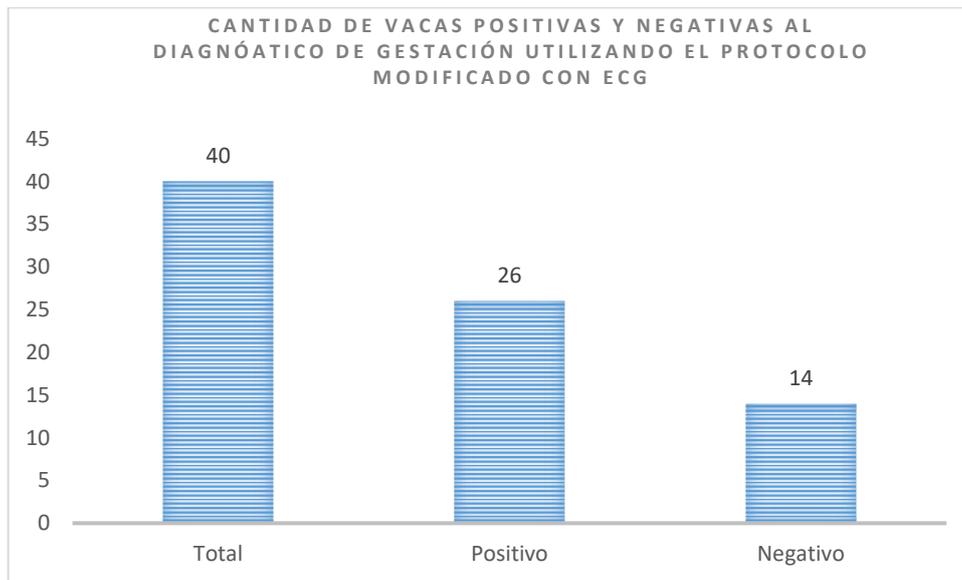
### **2.4. Técnicas de procedimiento y análisis de datos**

Recolectamos los datos mediante el registro de diagnóstico de gestación de hembras aplicadas con el protocolo y a la vez diagnosticados como positivo o negativo según corresponda, luego estos datos fueron procesados en el Software de InfoStat para determinar análisis de varianza.

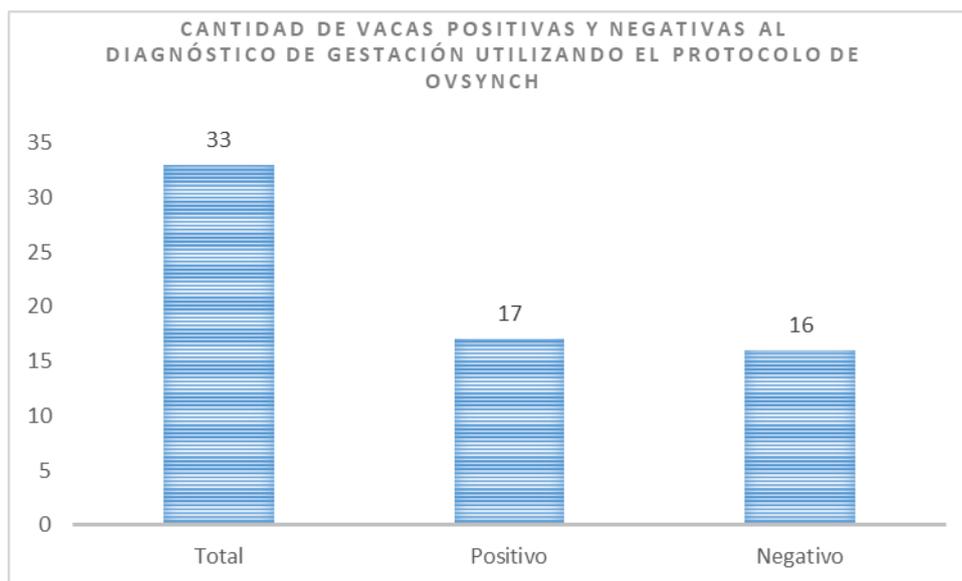
## **3. RESULTADOS**

La descripción de los resultados obtenidos se evidencia en las figuras adjuntas. Se inseminaron un total de 73 vacas, las cuales se distribuyeron en los diferentes ganaderos participantes del proyecto; las vacas inseminadas son productoras de leche y vacas de carne, además se utilizaron pajillas tanto de razas lecheras como cárnicas. Los protocolos utilizados fueron un protocolo tradicional y otro modificado con la hormona eCG. De 40 vacas a las que se aplicó inseminación con el protocolo modificado (eCG), 26 (65%) resultaron preñadas a la palpación rectal a los 55 días de gestación. De 33 vacas en las que se aplicaron el

protocolo tradicional de Ovsynch, 17 (51%) dieron positivo al diagnóstico de gestación transrectal al día 55 de la gestación.



**Figura 1.** Cantidad de vacas positivas y negativas al diagnóstico de gestación utilizando el protocolo modificado con ECG



**Figura 2.** Cantidad de vacas positivas y negativas al diagnóstico de gestación utilizando el protocolo de OVSYNCH

#### 4. DISCUSIÓN

Las investigaciones de Baruselli et al. (2002), encontraron que el uso de dispositivos de P4 en combinación con eCG ha sido utilizado en vacas en anestro postparto. La eCG tiene un efecto similar a la FSH y su administración al momento de retirar el implante puede estimular el crecimiento folicular y la producción de estrógenos que conduciría a una liberación preovulatoria de LH en un número importante de animales (Rheinberger et al., 2020). Los resultados obtenidos en el presente proyecto de investigación coinciden con otros estudios realizados y descritos anteriormente, en los cuales se demostró que el uso de protocolos con eCG tiene mejores resultados en la eficiencia reproductiva de vacas al término del diagnóstico de gestación.

En concordancia a lo encontrado por Roldan Vera et al. (2022), el objetivo del presente estudio fue el de evaluar cuatro protocolos de sincronización para inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en vacas *Bos indicus* lactantes. Se seleccionaron 120 vacas Brahman entre 45 y 120 días postparto y fueron ubicadas aleatoriamente en uno de cuatro tratamientos concordando con las investigaciones de Karakaya-Bilen et al. (2019) y Jaśkowski et al. (2019). El tratamiento Crestar consistió en un implante auricular de norgestomet y una inyección de norgestomet y valerato de estradiol, el día 9 se retiró el implante y se aplicó eCG concordando con Nowicki et al. (2019); la IATF se realizó 48-52 horas después. El tratamiento GPG consistió en una inyección de gonadorelina, el día 7 una inyección de D-cloprostenol y el día 9 una segunda inyección de gonadorelina concordando con Stangaferro et al. (2019) e IATF 18-22 horas después. El tratamiento GPE fue similar al tratamiento GPG, excepto que la segunda dosis de GnRH fue reemplazada por benzoato de estradiol (BE) el día 8 e IATF 30-32 horas después. El tratamiento CIDR-B consistió en la aplicación del dispositivo intravaginal más una inyección de BE y otra de progesterona, 7 días después se retiró el dispositivo y se aplicó D-cloprostenol, el día 8 una inyección de BE coincidiendo con Stangaferro et al. (2019) y la IATF 30-32 horas después. El diagnóstico de preñez fue determinado mediante ultrasonografía transrectal 35 días después de la IATF. El tratamiento Crestar tuvo una tasa de preñez superior ( $P < 0,01$ ) a los demás tratamientos (55,7% versus 19,4%, 22,5% y 21,8%, respectivamente). Los resultados del presente estudio indican que es posible obtener tasas de preñez aceptables con la IATF en vacas *Bos indicus* lactantes y que los tratamientos con dispositivos de liberación de progesterona más eCG concordando con los estudios de Luchterhand et al. (2019) y Baruselli et al. (2002). Nuestros resultados permitirán mejorar el desempeño reproductivo de las vacas.

## 5. CONCLUSIONES

En vacas cebú y criollas, el tratamiento con progesterona - valerato de estradiol más eCG produjo una mejor tasa de preñez que los tratamientos con base en GnRH, prostaglandinas y estrógenos. De la misma manera, fue superior el tratamiento a base de progesterona subcutánea que el tratamiento con el dispositivo de progesterona intravaginal. Lo anterior sugiere que es posible obtener tasas de preñez aceptables con inseminación a tiempo fijo en vacas *Bos indicus* lactantes y obviar de esta manera el inconveniente de la detección de celos.

Es recomendable la utilización de prostaglandina, el mismo día de la retirada del dispositivo de progesterona y administración de PMSG en todas las vacas o novillas: 500-400 UI.

Así como la aplicación de GNRH 8 mcg el día de la colocación del dispositivo intravaginal (PRID-CIDR) y el día de la IA, mantener entre 5-6 días el dispositivo intravaginal.

Por otro lado, se debe realizar la IA a las 73 horas; la inseminación doble no está justificada al producir más estrés por el manejo.

Los resultados obtenidos cerca al 65% en primera inseminación pueden considerarse óptimos.

## FINANCIAMIENTO

Este proyecto fue financiado por la Universidad Nacional de San Martín a través del Concurso de Proyectos de Investigación Docente 2016 con Resolución N° 239-2016-UNSM/CU-R/NLU.

## CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

## CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización: Sánchez-Cárdenas, H.  
Curación de datos: Sánchez-Cárdenas, H.  
Análisis formal: Sánchez-Cárdenas, H.  
Investigación: Sánchez-Cárdenas, H.  
Metodología: Sánchez-Cárdenas, H., Vargas-Rodríguez, P.  
Supervisión: Sánchez-Cárdenas, H., Vargas-Rodríguez, P.  
Validación: Vargas-Rodríguez, P.  
Redacción - borrador original: Vargas-Rodríguez, P.  
Redacción - revisión y edición: Vargas-Rodríguez, P.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdalla, H., de Mestre, A. M., & Salem, S. E. (2020). Efficacy of ovulation synchronization with timed artificial insemination in treatment of follicular cysts in dairy cows. *Theriogenology*, *154*, 171–180. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.05.029>
- Abdalla, H., Makau, D. N., & Salem, S. E. (2020). Treatment of cows that fail to respond to pre-synchronization treatments with a CIDR-Ovsynch regimen improves the overall pregnancy percentage after a double Ovsynch treatment regimen. *Animal Reproduction Science*, *216*, 106356. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2020.106356>
- Atanasov, B., Dovenski, T., Celeska, I., & Stevenson, J. S. (2021). Luteolysis, progesterone, and pregnancy per insemination after modifying the standard 7-day Ovsynch program in Holstein-Friesian and Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, *104*(6), 7272–7282. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19922>
- Barański, W., Nowicki, A., & Zduńczyk, S. (2021). Comparison of efficacy of Ovsynch protocol to single PGF2 $\alpha$  administration in treatment of individual dairy cows with post-service subestrus. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, *24*(3), 351–354. <https://doi.org/10.24425/pjvs.2021.137672>
- Baruselli, P. S., Marques, M. O., Carvalho, N. A. T., Madureira, E. H., & Campos Filho, E. P. (2002). Efeito de diferentes protocolos de inseminação artificial em tempo fixo na eficiência reprodutiva de vacas de corte lactantes. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, *26*(3), 218–221. <https://repositorio.usp.br/item/001300827>
- Bisinotto, R. S., Ribeiro, E. S., Greco, L. F., Taylor-Rodriguez, D., Ealy, A. D., Ayres, H., Lima, F. S., Martinez, N., Thatcher, W. W., & Santos, J. E. P. (2022). Effects of progesterone concentrations and follicular wave during growth of the ovulatory follicle on conceptus and endometrial transcriptome in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *105*(1), 889–903. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20193>
- Borchardt, S., Tippenhauer, C. M., Fricke, P. M., & Heuwieser, W. (2021). Economic impact of adding a second prostaglandin F2 $\alpha$  treatment during an Ovsynch protocol using a meta-analytical assessment and a stochastic simulation model. *Journal of Dairy Science*, *104*(11), 12153–12163. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20295>
- Cabrera, E. M., Lauber, M. R., Valdes-Arciniega, T., El Azzi, M. S., Martins, J. P. N., Bilby, T. R., & Fricke, P. M. (2021). Replacing the first gonadotropin-releasing hormone treatment in an Ovsynch protocol with human chorionic gonadotropin decreased pregnancies per artificial insemination in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *104*(7), 8290–8300. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20274>
- Cunha, T. O., Statz, L. R., Domingues, R. R., Andrade, J. P. N., Wiltbank, M. C., & Martins, J. P. N. (2022). Accessory corpus luteum induced by human chorionic gonadotropin on day 7 or days 7 and 13 of the estrous cycle affected follicular and luteal dynamics and luteolysis in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, *105*(3), 2631–2650. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20619>

- Dawod, A., & Elbaz, H. T. (2020). Effect of sexed semen, puberty and breeding ages on fertility of Holstein dairy heifers treated with double Ovsynch protocol. *Tropical Animal Health and Production*, 52, 2925–2930. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02306-6>
- Jae-Kwan, J., Ui-Hyung, K., Hyun-Gu, K., & Ill-Hwa, K. (2022). Selective use of a modified pre-synchronization-Ovsynch and resynchronization reproductive strategy in dairy herds: A field application study. *Reproduction in Domestic Animals*, 57(1), 45–54. <https://doi.org/10.1111/rda.14027>
- Jaśkowski, J. M., Gehrke, M., Herudzińska, M., Jaśkowski, B. M., & Brüßow, K.-P. (2019). Resynchronisation as an element of improving cattle reproduction efficiency. *Journal of Veterinary Research*, 63(1), 107–115. <https://doi.org/10.2478/jvetres-2019-0009>
- Karakaya-Bilen, E., Yilmazbas-Mecitoglu, G., Keskin, A., Guner, B., Serim, E., Santos, J. E. P., & Gümen, A. (2019). Fertility of lactating dairy cows inseminated with sex-sorted or conventional semen after Ovsynch, Presynch-Ovsynch and Double-Ovsynch protocols. *Reproduction in Domestic Animals*, 54(2), 309–316. <https://doi.org/10.1111/rda.13363>
- Kim, I.-H., Jeong, J.-K., & Kang, H.-G. (2020). Reproductive performance following a modified Presynch-Ovsynch, Double-Ovsynch, or conventional reproductive management program in Korean dairy herds. *Theriogenology*, 156, 27–35. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.06.019>
- Lindley, G., Willshire, J., & Van Winden, S. (2021). Reproductive Performance and Partial Budget Analysis of a Prostaglandin or a Modified Ovsynch Protocol in Autumn Calving Dairy Herds. *Animals*, 11(4), 1031. <https://doi.org/10.3390/ani11041031>
- Luchterhand, M., Gamarra, C. A., Gennari, R. S., Carvalho, P. D., Barletta, R. V., & Souza, A. H. (2019). Ovulation and fertility response to commercially available GnRH products in lactating cows synchronized with the Double-Ovsynch protocol. *Animal Reproduction Science*, 202, 42–48. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2019.01.006>
- Martins, J. P. N., Acevedo, M. J. T., Piterini, C. G., Cunha, T. O., & Pursley, J. R. (2021). Effect of PGF2 $\alpha$  treatments during early corpus luteum development on circulating progesterone concentrations and ovulation in breeding-age Holstein heifers. *Theriogenology*, 173, 12–18. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2021.06.002>
- McDougall, S., Castle, R., Blythe, E., Macpherson, Y., & Karkaba, A. (2021). Increasing conception rate by addition of a second prostaglandin injection in an Ovsynch and progesterone treatment programme for dairy cows not detected in oestrus before the start of the seasonal mating period. *New Zealand Veterinary Journal*, 69(4), 211–223. <https://doi.org/10.1080/00480169.2021.1906343>
- Minela, T., Santos, A., Schuurmans, E. J., Middleton, E. L., & Pursley, J. R. (2021). The effect of a double dose of cloprostenol sodium on luteal blood flow and pregnancy rates per artificial insemination in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 104(11), 12105–12116. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-20113>
- Nowicki, A., Baranski, W., Tobolski, D., Zduńczyk, S., & Janowski, T. (2019). Second prostaglandin F2 $\alpha$  treatment during Ovsynch protocol does not improve fertility outcomes in dairy cows. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 22(1), 157–161. <https://doi.org/10.24425/pjvs.2018.125615>
- Otava, G., Squicciarini, S., Marc, S., Suici, T., William Onan, G., Hutu, I., Torda, I., & Mircu, C. (2021). Effects of age and season on conception rate of Mediterranean Italian Dairy Buffalo (*Bubalus bubalis*) following oestrus synchronization and fixed-time artificial insemination. *Reproduction in Domestic Animals*, 56(12), 1511–1518. <https://doi.org/10.1111/rda.14013>
- Perez Marquez, H. J., Goddard, E. W., & Bench, C. J. (2022). Business analysis of IRT, Visual observation, and Ovsynch as breeding strategies in Alberta dairies. *Theriogenology*, 177, 73–83. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2021.10.002>
- Rheinberger, J., Colson, D., Beggs, D., Mansell, P., Stevenson, M., Rheinberger, R., & Pyman, M. (2020).

Effect of a second treatment of prostaglandin F<sub>2α</sub> during the Ovsynch program on fixed-time artificial insemination conception rates and luteolysis in split-calving, pasture-fed dairy cows. *Australian Veterinary Journal*, 98(5), 190–196. <https://doi.org/10.1111/avj.12918>

- Roldan Vera, R., Mendoza, D. A., Marini, P. R., & Zambrano Villacís, J. J. (2022). Gonadotropinas sintéticas en la sincronización de celo para inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en vacas mestizas en las condiciones del subtrópico. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 4(3), 108–116. <https://editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/146/188>
- Silviu-Ionuț, B., & Borș, A. (2020). Ovarian cysts, an anovulatory condition in dairy cattle. *Journal of Veterinary Medical Science*, 82(10), 1515–1522. <https://doi.org/10.1292/jvms.20-0381>
- Stangaferro, M. L., Toledo, M. Z., Gennari, R. S., Perez, M. M., Gamarra, C. A., Sitko, E. M., Monteiro, P. L. J., Masello, M., Prata, A. B., Granados, G. E., Van Amburgh, M. E., Luchini, D., Shaver, R. D., Wiltbank, M. C., & Giordano, J. O. (2021). Effects of feeding rumen-protected methionine pre- and postpartum on reproductive outcomes of multiparous Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 104(10), 11210–11225. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20190>
- Stangaferro, M. L., Wijma, R. W., & Giordano, J. O. (2019). Profitability of dairy cows submitted to the first service with the Presynch-Ovsynch or Double-Ovsynch protocol and different duration of the voluntary waiting period. *Journal of Dairy Science*, 102(5), 4546–4562. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15567>
- Tippenhauer, C. M., Steinmetz, I., Heuwieser, W., Fricke, P. M., Lauber, M. R., Cabrera, E. M., & Borchardt, S. (2021). Effect of dose and timing of prostaglandin F<sub>2α</sub> treatments during a 7-d Ovsynch protocol on progesterone concentration at the end of the protocol and pregnancy outcomes in lactating Holstein cows. *Theriogenology*, 162(1), 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.12.020>
- Trevisol, E., Mogollón García, H. D., Ackermann, C. L., Lacerda, W., Pires, R. M. L., Laufer-Amorin, R., Carvalho, R. F., Franchi, F. F., Castilho, A. C. S., Rizzoto, G., Kastelic, J. P., & Ferreira, J. C. P. (2020). Partial luteolysis during early diestrus in cattle downregulates VEGFA expression and reduces large luteal cell and corpus luteum sizes and plasma progesterone concentration. *Theriogenology*, 158, 188–195. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.09.015>