ASPRA Asociación Peruana de Reproducción Animal

www.spermova.pe

SPERMOVA

Spermova 2022; 12(1): 157-162

Artículo de revisión – Review article

DOI. 10.18548/aspe/0010.21

ROL DEL ASESOR PARA MEJORAR LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA Y EL FLUJO DE CAJA EN LOS SISTEMAS INTENSIVOS DE PRODUCCIÓN LECHERA

Role of the advisor to improve reproductive efficiency and cash flow in intensive dairy cattle production systems

Juan Carlos Tschopp[1], Gabriel A. Bó[1]

1 Instituto Reproducción Animal Córdoba (IRAC) – Argentina.

* Corresponding author: Juan Carlos Tschopp, e-mail: jctschopp1@gmail.com

Recibido: 07/04/2022

Aceptado: 11/05/2022

Publicado: 31/07/2022

ABSTRACT

The objective of this work was to carry out a review of how reproductive efficiency can be improved in dairies. Dairying in the world is demanding changes to which we have to constantly adapt if we want to remain in the system. The constant variation in the price of a liter of milk paid to the producer and in the cost of inputs that are affected by the demand and the economic policies of each country, have installed in the dairy producer the idea that milk production is a bad business due to the low profitability of the sector with respect to other less demanding agricultural activities such as agriculture. However, when analyzing production costs, there is a very wide variation between farms depending on the efficiency and effectiveness with which each establishment performs. The dairy chain has historically presented a dynamic conditioned by demand (internal and external) that ends up setting prices for the primary producer, thus conditioning the productive and technological path of the sector, giving rise to recurring conflicts of interest between producers and industrialists. . The subsidy policies that are applied many times end up solving the specific situation of the producer, complicating the situation of the markets of other countries. The countries with the largest surpluses of milk, such as New Zealand, the United States of America, Germany, France, Australia and Ireland, have to sell a large part of their production to other markets, often complicating the producers of the importing countries, for which they must become increasingly efficient in order to compete with countries that subsidize primary production.

Keywords: reproduction, dairies, efficiency, intensive systems.

RESUMEN

Este trabajo tuvo como objetivo realizar una revisión de cómo se puede mejorar la eficiencia reproductiva en las lecherías. La lechería en el mundo está demandando cambios a los cuales nos tenemos que adaptar constantemente si queremos permanecer en el sistema. La constante variación en el precio del litro de leche pagado al productor y en el costo de los insumos que se ven afectados por la demanda y las políticas económicas de cada país, han instalado en el productor lechero la idea de que la producción lechera es un mal negocio debido a la baja rentabilidad del sector con respecto a otras actividades agropecuarias menos exigentes como es el caso de la agricultura. Sin embargo, a la hora de analizar los costos de producción existe una variación muy amplia entre fincas dependiendo de la eficiencia y eficacia con la que se desempeña cada establecimiento. La cadena láctea históricamente presentó una dinámica condicionada por la demanda (interna y externa) que termina siendo formadora de precios al productor primario, condicionando de esta manera el sendero productivo y tecnológico del sector, dando origen a los recurrentes conflictos de intereses entre productores e industriales. Las políticas de subsidios que se aplican muchas veces terminan solucionando la situación puntual del productor, complicando la situación de los mercados de otros países. Los países con los mayores excedentes de leche como Nueva Zelanda, Estados Unidos de América, Alemania, Francia, Australia e Irlanda tienen obligadamente que volcar gran parte de su producción en otros mercados, complicando muchas veces al productor de los países importadores, por lo cual deben hacerse cada vez más eficientes para poder competir con países que subsidian la producción primaria.

Palabras clave: reproducción, lecherías, eficiencia, sistemas intensivos.

INTRODUCCION

La lechería en el mundo está demandando cambios a los cuales nos tenemos que adaptar constantemente si queremos permanecer en el sistema. La constante variación en el precio del litro de leche pagado al productor y en el costo de los insumos que se ven afectados por la demanda y las políticas económicas de cada país, han instalado en el productor lechero la idea de que la producción lechera es un mal negocio debido a la baja rentabilidad del sector con respecto a otras actividades agropecuarias menos exigentes como es el caso de la agricultura. Sin embargo, a la hora de analizar los costos de producción existe una variación muy amplia entre fincas dependiendo de la eficiencia y eficacia con la que se desempeña cada establecimiento. La cadena láctea históricamente presentó una dinámica condicionada por la demanda (interna y externa) que termina siendo formadora de precios al productor primario, condicionando de esta manera el sendero productivo y tecnológico del sector, dando origen a los recurrentes conflictos de intereses entre productores e industriales. Las políticas de subsidios que se aplican muchas veces terminan solucionando la situación puntual del productor, complicando la situación de los mercados de otros países. Los países con los mayores excedentes de leche como Nueva Zelanda, Estados Unidos de América, Alemania, Francia, Australia e Irlanda tienen obligadamente que volcar gran parte de su producción en otros mercados, complicando muchas veces al productor de los países importadores, por lo cual deben hacerse cada vez más eficientes para poder competir con países que subsidian la producción primaria.

La evolución mundial de la lechería tiende a la concentración, disminuyendo la cantidad de fincas y aumentando el número de animales por establecimiento (FAO 2019). La razón de ello es poder lograr mayores productividades por área y la única alternativa es intensificar la producción lechera de los establecimientos, trayendo aparejado consigo una disminución en la eficiencia reproductiva (Cattaneo y Callejas, 2001). En Argentina la producción nacional de leche se incrementó de 4.000 millones de litros en el año 1970 a 11.000 millones de litros en el año 2015, mientras que la cantidad de vacas y hatos lecheros fue en decrecimiento, de 30.000 hatos a alrededor de 11.000 para el mismo período (SENASA, 2019). La productividad del sistema está condicionada por la eficacia y la eficiencia con la que se trabaje para lograr los resultados esperados, entendiéndose como eficacia a la capacidad para lograr el objetivo deseado y la eficiencia como la capacidad para lograr la mayor cantidad de producto con la menor cantidad de insumo. En este contexto podemos encontrarnos con diferentes combinaciones, siendo las fincas más eficaces y eficientes las que posiblemente perdurarán en el tiempo. Para poder lograr esto se necesita de productores y asesores con objetivos claros, que sepan adaptarse a diferentes circunstancias sin distraerse y que tengan la capacidad de trabajar en grupos; seguramente en este contexto se podrán superar las épocas de crisis con mayor facilidad.

Es conocido que la productividad de una explotación lechera está directamente relacionada al manejo reproductivo y por lo tanto para que esta actividad sea rentable debemos hacer un enfoque muy exhaustivo sobre la reproducción de dichos animales. Los sistemas de manejo de los rodeos lecheros comerciales difieren en distintas partes del mundo, y si bien no se puede generalizar sobre un enfoque reproductivo independizándose del entorno en que se encuentra la finca, del sistema, del tipo de vaca, del dueño, del personal de trabajo y del veterinario, el objetivo reproductivo principal es el mismo, preñar a las vacas lecheras lo más rápido posible después del parto para de esta manera poder disminuir el intervalo entre partos del rodeo (Lucy, 2004). Cuanto menor sea el intervalo entre partos, habrá mayor cantidad de vacas en pico de producción, con pocos días en leche y mayor cantidad de terneras para una futura reposición.

Las variables que determinan el intervalo entre partos (IPP) son el período de espera voluntario, la tasa de detección de celos, tasa de concepción y el porcentaje de abortos. La manera más eficiente de medir la eficiencia general de los programas de manejo reproductivo es analizando la tasa de preñez cada 21 días (TP21D), que es una forma de medir el porcentaje de vacas elegibles (vaca vacía que se desea preñar y que pasó el período de espera voluntaria) que quedan preñadas en 21 días (Wiltbank et al., 2017).

La Eficiencia Reproductiva es una de las medidas de mayor influencia en la producción y la rentabilidad de una explotación lechera. Al obtener buenos resultados reproductivos se crean las condiciones necesarias para que, mediante una buena alimentación, sanidad y manejo los animales puedan expresar todo su potencial genético a través de la producción de leche. Cuanto antes se preñen los vientres se obtendrán más vacas con picos de lactación que son los momentos de mayor rendimiento de una vaca lechera y por ende de mayores ingresos para la explotación. Sin embargo, por distintos motivos la tasa de preñez promedio de los establecimientos lecheros de Argentina se encuentra alrededor del 16% (Piccardi et al., 2011) o inclusive menos aún en algunas zonas (Chesta y Sola, 2019).

La economía de la reproducción entre explotaciones lecheras se puede comparar utilizando la tabla de Victor Cabrera (Universidad de Wisconsin, Madison), que proporciona una comparación del valor que tiene lograr un cambio en la tasa de preñez a los 21 días en un establecimiento lechero (Cabrera, 2011). Mediante esta tabla se puede observar como a medida que aumenta la tasa de preñez mejorara sustancialmente los ingresos por animal provenientes del aumento de producción de leche, mejores prácticas de descarte y mayor número de terneros.

El principal objetivo de este trabajo es proporcionar cierto grado de conocimiento acerca de algunos de los factores que influyen para que la tasa de preñez en 21 días de los establecimientos lecheros de Argentina sea tan solo del 16% y brindar herramientas para mejorarla.

PARÁMETROS REPRODUCTIVOS Y COMO MEJORARLOS

Para poder lograr una alta tasa de preñez cada 21 días se debe contar con un enfoque sistemático, para realizar tareas en forma programadas, ordenadas y sostenidas en el tiempo, con el fin de tratar animales en tiempo y forma para inseminar y preñar las vacas lo antes posible. Para lograr esto debemos definir un período de espera voluntario que no supere los 75 días del parto, lograr una alta fertilidad a la primera inseminación y que no supere los 90 días del parto. Es

fundamental contar con una buena detección de celos y herramientas de ayudas para poder lograrlo.

La intensidad y la duración de los celos varían mucho según el tipo de animal y la producción de leche. En promedio las vacas Holstein presentan celos de aproximadamente 7 horas y de 8 a 10 saltos (Dransfield et al., 1998). A su vez, aproximadamente el 20 % de las vacas en producción se encuentran en anestro al final del período de espera voluntario (Bartlett et al., 1987; Bartolomé et al., 2015), por lo cual es fundamental contar con herramientas que nos ayuden a identificar e inseminar este grupo de animales.

Una de las alternativas más útiles para incrementar la cantidad de vacas inseminadas en un período corto de tiempo 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). Dentro de los protocolos de IATF más usados en el mundo existen los protocolos que utilizan GnRH y prostaglandinas como Ovsynch, Co-Synch, Presynch - Ovsynch, Doble Ovsynch, etc. (Pursley et al., 1997 y 1998; Thatcher et al., 2001, 2002, 2006; Giordano et al., 2012) y los que utilizan progestágenos (P4) y estradiol para controlar el desarrollo folicular y la ovulación (Bó et al., 2009, 2013, Tschopp y Bó, 2015).

Los tratamientos de IATF que más se usan en Argentina y el resto de Sudamérica son en base a sales de estradiol y dispositivos con P4 (Bó et al., 2009, 2013). Esta combinación ha aumentado la tasa de preñez debido a que todas las vacas son inseminadas, con aceptables tasas de preñez en vacas en anestro posparto y eliminando la infertilidad producida por los ciclos cortos (Bó et al., 2013).

Una de las preguntas es si existe un antagonismo entre alta producción y fertilidad. Varios autores sostienen que la vaca lactante en sistemas estabulados con producciones superiores a los 10.000 Kg (Butler, 2003; Lucy, 2001; Thatcher et al., 2006) y en sistemas pastoriles superiores a los 7.500 Kg (Diskin et al., 2006; Diskin y Morris 2008, Piccardi et al., 2013) son vacas que poseen algún grado de subfertilidad. Sin embargo, otros autores sugieren que esta relación no existe, sino que este fenómeno no es más que una relación temporal que no implica una relación causa efecto (Le Blanc, 2010; Walsh et al., 2011). No obstante, el aumento de la producción en vacas de leche que ocurrió en las últimas décadas ha sido asociado a una menor eficiencia reproductiva de las vacas de alta producción (Washburn et al., 2002; Lopez et al., 2004). Uno de los motivos de esta problemática reproductiva es la dificultad para la detección de celos debido a las bajas expresiones de los mismos (Washburn et al., 2002; Wiltbank et al., 2006). Se atribuye la baja expresión de celos a menores concentraciones circulantes de estrógeno debido a un mayor metabolismo hepático de hormonas esteroideas como resultado del mayor consumo de materia seca y mayor irrigación sanguínea a nivel hepatocelular (Sangsritavong et al., 2002; Wiltbank et al., 2000). A su vez, los métodos tradicionales de detección de celos son ineficientes cuando son aplicados a grandes rodeos lecheros debido a la alta relación vacas/operarios, resultando en una disminución de la precisión y eficiencia en la detección de los celos (Nebel et al., 1987).

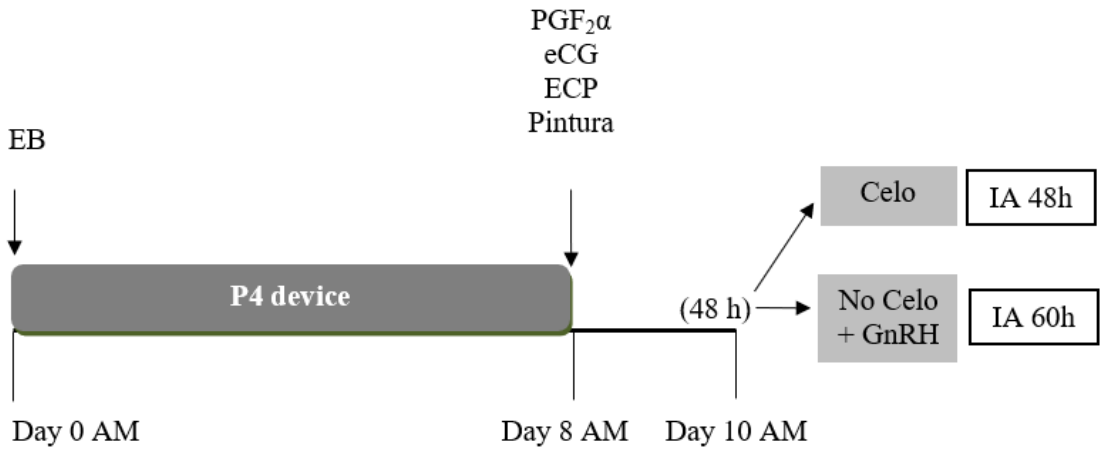

Figura 1. Protocolo T-Synch. Protocolo de IATF a base de estradiol/P4 con ECP como inductor de la ovulación y división del horario de inseminación en base a la expresión de celos. Pintura en la base de la cola o parches detectores de monta son utilizados para determinar la presencia de celos a las 48 h de retirado el dispositivo. Los animales en celo son inseminados a las 48 h y los que no presentan celo reciben una dosis de GnRH y se difiere su inseminación a las 60 h de retirado el dispositivo.

En rodeos lecheros la eficiencia de detección de celos es ≤ 50%, sobre todo porque está sujeta a las influencias animales, humanas y ambientales. Una pobre o inadecuada detección de celos es la principal causa de un bajo porcentaje de inseminación y de una pobre eficiencia reproductiva en los rodeos lecheros. Protocolos que sincronizan el crecimiento folicular y la ovulación, y optimizan la regresión del cuerpo lúteo permitiendo la IATF, resultan en un mejor desempeño reproductivo del rebaño, ya que todos los animales son inseminados sin la necesidad de detectar celos. Como resultado, el uso de programas de IATF se ha convertido en una parte integral del manejo reproductivo en muchos rodeos lecheros y la aplicación de estos programas ofrece a los productores la oportunidad de incorporar la inseminación (IA)

en sus rebaños. Para intentar solucionar el problema de baja tasa de preñez, fueron desarrollados muchos protocolos hormonales de inseminación y re sincronización a tiempo fijo, muchos de los cuales no solo aumentan la tasa de servicios, sino que mejoran la fertilidad.

APLICACIÓN DE PROGRAMAS REPRODUCTIVOS SISTEMÁTICOS EN HATOS LECHEROS

En un estudio retrospectivo realizado en vacas de alta producción en Argentina, en 4 establecimientos lecheros de aproximadamente 400 vacas en ordeño de la provincia de Córdoba, estabulados en sistemas Dry Lot, alimentados con dietas totalmente mezcladas y ordeñadas tres veces al día, donde se realiza IATF como único método para la inseminación, se analizó la TP de los últimos 4 años (2016, 2017, 2018 y 2019) arrojando como resultado 45,8% de preñez sobre un total de 9612 inseminaciones dadas. Es importante mencionar que en estas fincas las vacas tienen un período de espera voluntario de más de 40 días, a partir del cual se las sincroniza con el protocolo T-Synch (Tschopp y Bó 2015, 2017). Cabe aclarar que los meses de marzo y abril no se insemina para evitar pariciones en los meses más calurosos del verano (diciembre y enero).

Tabla 1. Tasa de Preñez a la IATF según mes del año.

Mes	Tasa de Preñez (%)	N°
Enero	24%	174/724
Febrero	28%	184/656
Mayo	56%	632/1128
Junio	53%	558/1052
Julio	56%	952/1700
Agosto	55%	601/1092
Septiembre	55%	418/760
Octubre	43%	311/724
Noviembre	37%	376/1016
Diciembre	26%	20/760
Total	46%	4406/9612

El diagnóstico de gestación se realiza por medio ultrasonografía a los 32 días después de la inseminación, siendo las vacas vacías resincronizadas con el mismo protocolo hasta su preñez o descartadas al final de la lactación en caso de permanecer vacías.

EFECTO DEL ESTRÉS CALÓRICO SOBRE LOS PARÁMETROS REPRODUCTIVOS

En la Figura 2 se puede observar como el efecto del stress calórico de los meses de verano (diciembre, enero y febrero) afecta negativamente la tasa de preñez de las vacas en lactancia en comparación con las inseminadas en el resto del año (P<0,05). Se cree que la causa es multifactorial y que la hipertermia afecta la función celular de varios tejidos del tracto reproductivo femenino (Wolfenson et al., 2000; Hansen et al., 2001). En este contexto, Gilad et al., (1993) demostró que las vacas expuestas al stress térmico tenían períodos más largos sin ciclos estrales (P4 <1ng/ml), así como ciclos estrales más cortos, comprometiendo la dinámica folicular ovárica y la divergencia folicular. Diferentes experimentos realizados en vacas en condiciones de stress térmico reportaron pulsos de LH de menor amplitud y frecuencia posiblemente relacionados al bloqueo de pulsos de GnRH y LH debido a un mayor nivel de corticosteroides en sangre y por ende un crecimiento folicular menor, con menor producción de esteroides por parte del folículo dominante, reducida ovulación y disminución de la fertilidad (Wilson et al., 1998). También se reportó que en el verano existe un aumento de co-dominancia folicular, aumento del número de folículos de más de 9 mm (Sartori et al., 2004), disminución de la expresión del estro, disminución en la fertilización, de la competencia para desenvolver a blastocisto y mayor mortalidad embrionaria temprana (Ferreira et al., 2011; Torres Junior et al., 2008).

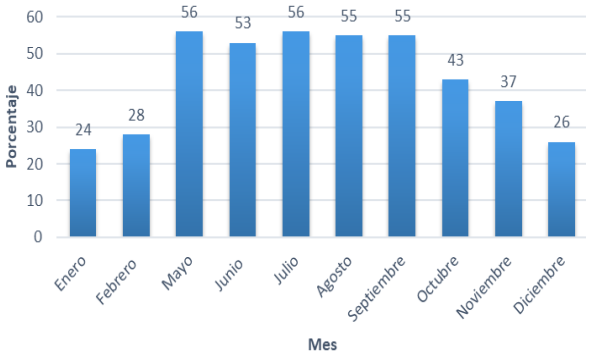

Figura 2. Tasa de Preñez a la IATF según mes del año.

Al analizar la TP de los protocolos dados en los meses de verano se observó que las vacas que tenían más de 150 días de parida se preñaron más que el resto 32,5% (462/1420) vs 13,3% (96/720, P<0,05), por lo cual podemos deducir que a la hora de diseñar un plan de trabajo reproductivo en sistemas de producción lechera donde el ambiente afecta los resultados de TP debemos tener presente cuales son los meses en donde se logran los mejores resultados y en los meses donde los resultados de TP de los protocolos se ven negativamente afectados tratar de inseminar solo las vacas de más días de parida que hayan pasado el pico de producción.

Si bien las vacas lecheras Bos taurus fueron intensamente seleccionadas para que produzcan más leche, estas vacas de alta producción no tienen buena adaptabilidad a los climas tropicales o subtropicales, viéndose afectado su consumo, producción de leche y la eficiencia reproductiva. Diferentes autores (Baruselli et al., 2019) sugieren la transferencia de embriones como método alternativo para mejorar la Tasa de Preñez en rodeos lecheros en épocas de altas temperaturas, donde las preñeces de las vacas en producción se ven afectadas, asociado a baja calidad ovocitaria y a la mala calidad de desarrollo embrionaria inicial causados por la hipertermia. La recomendación sería poder obtener embriones durante las épocas más favorables del año para poder ser trasplantados en épocas de stress calórico. La utilización de esta tecnología en Argentina, a diferencia de otros países donde viene creciendo exponencialmente, es poco utilizada en explotaciones lecheras debido a los altos costos, pobres

resultados y falta de conocimientos de los veterinarios asesores.

CONCLUSION

La ganadería lechera de hoy necesita de un manejo eficiente para poder tener retornos económicos favorables. El veterinario es una pieza clave en este sistema para utilizar sus conocimientos en la implementación de medidas de manejo que lleven a una eficiente reproducción. Indudablemente, las implementaciones sistemáticas de los programas reproductivos contribuyen a tener una alta tasa de preñez cada 21 días y poder aprovechar tener resultados reproductivos altos en la época favorable para poder compensar los resultados más bajos en la época de calor, que afecta significativamente la reproducción. Por último, se pueden aplicar, además de la IATF, tecnologías reproductivas más sofisticadas como la transferencia de embriones para mejorar la reproducción en los meses de calor. La aplicación de estas tecnologías depende principalmente de los costos y la capacidad de los veterinarios en implementarlas satisfactoriamente.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Los autores de este trabajo prepararon el artículo y contribuyeron de manera similar con las figuras y referencias del mismo, y todos realizaron los ajustes finales y la supervisión de la escritura del artículo.

REFERENCES

- Bartlett PC, Kirk J, Coe P, Marteniuk J, Mather EC. Descriptive epidemiology of anestrus in Michigan Holstein-Friesian cattle. Theriogenology. 1987;27(3):459-476. doi:10.1016/0093-691x(87)90234-2
- Bartolomé J, Bilbao M, Zapata L, Ramos S, Scandolo D, Castro V, Borrego C, Farcey M, Kamlofk C. Caracterización de la incidencia de anestro posparto, intervalo días posparto a primer servicio y tasa de pérdida de preñez en dos tambos comerciales de la región pampeana. Revista Ciencia Veterinaria. 2015; 17(2). Facultad de Ciencias Veterinarias UNLP.
- Baruselli PS, Morag F, García L, Catussi B, de Abreu L. Aplicación de biotecnologías reproductivas para mejorar la fertilidad de las vacas lecheras repetidoras y con stress calórico. XIII Simposio IRAC 2019; 237-244.
- Bó GA, Cutaia LE, Souza AH, Baruselli PS. Actualización sobre protocolos de IATF en Bovinos de leche utilizando dispositivos con progesterona. Taurus, 2009; 41: 20-34.
- Bó GA, Baruselli PS, Mapletoft RJ. Synchronization techniques to increase the utilization of artificial insemination in beef and dairy cattle. Anim. Reprod. 2013; 10 (3): 137-142.
- Butler W. Energy balance relationships with follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cows. Livest Prod, 2003; 83(2-3): 211-218.
- Cabrera VE. The economic value of changes in 21-day pregnancy rate and what controls this value. 21st American Dairy Science Association Discover Conference: Improving Reproductive Efficiency of Lactating Dairy Cows. Itasca, IL. 10 May 2011. Available at:http://dairymgt.uwex.edu/publications/abstracts/2011_Discover_Cabrera.pdf.
- Cattaneo R, Callejas S. Detección de celos en el Bovino. Factores que afectan y métodos que ayudan. Rev. Med. Vet., 2001; 82:17-22.
- Chesta P, Sola C. Distribución de las tasas de preñez durante el año 2018 en tambos manejados con el software reproductivo ¨SW Dr Sola¨ XIII Simposio Internacional de Reproducción Animal, (pág. 330). Córdoba, Argentina. 2019.
- Diskin MG, Morris DG. Embryonic and fetal loses in cattle and other rumiants. Reprod Dom Anim., 2008; 43 (supl 2): 260-267.
- Diskin MG, Murphy JJ, Sreenan JM. Embryo survival in dairy cows managed under pastoral conditions. Anim Reprod Sci. 2006;96(3-4):297-311. doi:10.1016/j.anireprosci.2006.08.008
- Dransfield MB, Nebel RL, Pearson RE, Warnick LD. Timing of insemination for dairy cows identified in estrus by a radiotelemetric estrus detection system. J Dairy Sci. 1998;81(7):1874-1882. doi:10.3168/jds.S0022-0302(98)75758-3
- FAO. vInforme Anual 2018. América Latina y el Caribe. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Santiago - Chile. 2019.
- Ferreira RM, Ayres H, Sales JN, Souza AH, Rodrigues CA, Baruselli PS. Effect of different doses of equine chorionic gonadotropin on follicular and luteal dynamics and P/AI of high-producing Holstein cows. Anim Reprod Sci. 2013;140(1-2):26-33. doi:10.1016/j.anireprosci.2013.04.014.
- Gilad E, Meidan R, Berman A, Graber Y, Wolfenson D. Effect of heat stress on tonic and GnRH-induced gonadotrophin secretion in relation to concentration of oestradiol in plasma of cyclic cows. J Reprod Fertil. 1993;99(2):315-321. doi:10.1530/jrf.0.0990315
- Giordano JO, Wiltbank MC, Guenther JN, et al. Increased fertility in lactating dairy cows resynchronized with Double-Ovsynch compared with Ovsynch initiated 32 d after timed artificial insemination. J Dairy Sci. 2012;95(2):639-653. doi:10.3168/jds.2011-4418
- Hansen PJ, Drost M, Rivera RM, et al. Adverse impact of heat stress on embryo production: causes and strategies for mitigation. Theriogenology. 2001;55(1):91-103. doi:10.1016/s0093-691x(00)00448-9
- Le Blanc S. Does higher production imply worse reproduction? WCDS. Advances in dairy technology., 2010; 22: 253-263.
- Lopez H, Satter LD, Wiltbank MC. Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. Anim Reprod Sci. 2004;81(3-4):209-223. doi:10.1016/j.anireprosci.2003.10.009
- Lucy MC. Reproduction Losses in high production dairy cattle: where will it end? J. Dairy Sci., 2001; 84:1277-1293.

- Lucy MC, McDougall S, Nation DP. The use of hormonal treatments to improve the reproductive performance of lactating dairy cows in feedlot or pasture-based management systems. Anim Reprod Sci. 2004;82-83:495-512. doi:10.1016/j.anireprosci.2004.05.004
- Nebel RL, Jobst SM, Dransfield MB, Bailey TL. Use of radio frequency data communication system, HeatWatch®, to describe behavioral estrus in dairy cattle. J. Dairy Sci., 1987; 80:179-197.
- Piccardi M, Capitaine Funes A, Bó G, Balzarini M. Impacto del nivel de producción, estación de parto y el tipo de servicio sobre la tasa de preñez acumulada a 100 días en vacas lecheras en la Argentina. AgriScientia, 2011; 28(2). https://doi.org/10.31047/1668.298x.v28.n2.2790
- Piccardi M, Funes AC, Balzarini M, Bó GA. Some factors affecting the number of days open in Argentinean dairy herds. Theriogenology. 2013;79(5):760-765. doi:10.1016/j.theriogenology.2012.11.032
- Pursley JR, Kosorok MR, Wiltbank MC. Reproductive managment of lactating dairy cows using synchronization of ovulation. J. Dairy Sci., 1997; 80:301-306.
- Pursley JR, Silcox RW, Wiltbank MC. Effect of time of artificial insemination on pregnancy rates, calving rates, pregnancy loss, and gender ratio after synchronization of ovulation in lactating dairy cows. J Dairy Sci. 1998;81(8):2139-2144. doi:10.3168/jds.s0022-0302(98)75790-x
- Sangsritavong S, Combs DK, Sartori R, Armentano LE, Wiltbank MC. High feed intake increases liver blood flow and metabolism of progesterone and estradiol-17beta in dairy cattle. J Dairy Sci. 2002;85(11):2831-2842. doi:10.3168/jds.S0022-0302(02)74370-1
- Sartori R, Haughian JM, Shaver RD, Rosa GJ, Wiltbank MC. Comparison of ovarian function and circulating steroids in estrous cycles of Holstein heifers and lactating cows. J Dairy Sci. 2004;87(4):905-920. doi:10.3168/jds.S0022-0302(04)73235-X
- SENASA. Informes y Estadísticas del Servicio de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Argentina. 2019.
- Thatcher WW, Moreira F, Santos JE, et al. Effects of hormonal treatments on reproductive performance and embryo production. Theriogenology. 2001;55(1):75-89. doi:10.1016/s0093-691x(00)00447-7
- Thatcher WW, Moreira F, Pancarci SM, Bartolome JA, Santos JE. Strategies to optimize reproductive efficiency by regulation of ovarian function. Domest Anim Endocrinol. 2002;23(1-2):243-254. doi:10.1016/s0739-7240(02)00160-1
- Thatcher WW, Bilby TR, Bartolome JA, Silvestre F, Staples CR, Santos JE. Strategies for improving fertility in the modern dairy cow. Theriogenology. 2006;65(1):30-44. doi:10.1016/j.theriogenology.2005.10.004
- de S Torres-Júnior JR, de F A Pires M, de Sá WF, et al. Effect of maternal heat-stress on follicular growth and oocyte competence in Bos indicus cattle. Theriogenology. 2008;69(2):155-166. doi:10.1016/j.theriogenology.2007.06.023
- Tschopp JC, Bó GA. Momento de inseminación y expresión de celos en vacas lecheras sincronizadas con dispositivos con progesterona y estradiol. XI Simposio Internacional de Reproducción Animal, Córdoba, Argentina. 2015: 209-233.
- Tschopp JC, Bó GA. Efecto de la adición de GnRH como inductor de ovulación en vacas lecheras que no muestran celo en un protocolo de IATF con Cipionato de Estradiol. XII Simposio IRAC. Córdoba, Argentina. 2017:209-233.
- Walsh SW, Williams EJ, Evans AC. A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. Anim Reprod Sci. 2011;123(3-4):127-138. doi:10.1016/j.anireprosci.2010.12.001
- Washburn SP, Silvia WJ, Brown CH, McDaniel BT, McAllister AJ. Trends in reproductive performance in Southeastern Holstein and Jersey DHI herds. J Dairy Sci. 2002;85(1):244-251. doi:10.3168/jds.S0022-0302(02)74073-3
- Wilson SJ, Kirby CJ, Koenigsfeld AT, Keisler DH, Lucy MC. Effects of controlled heat stress on ovarian function of dairy cattle. 2. Heifers. J Dairy Sci. 1998;81(8):2132-2138. doi:10.3168/jds.S0022-0302(98)75789-3
- Wiltbank MC, Fricke PM, Sangsritavong S, Sartori R, Ginther OJ. Mechanisms that prevent and produce double ovulations in dairy cattle. J Dairy Sci. 2000;83(12):2998-3007. doi:10.3168/jds.S0022-0302(00)75201-5.
- Wiltbank M, Lopez H, Sartori R, Sangsritavong S, Gümen A. Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. Theriogenology. 2006;65(1):17-29. doi:10.1016/j.theriogenology.2005.10.003
- Wiltbank MC, Sartori R, Fricke PM, Monteiro PL. Programas optimizados de manejo reproductivo con un objetivo de 30% de Tasa de Preñez a los 21 días en los rodeos con una producción de 40 litros por día. XII Simposio Internacional de Reproducción Animal, Córdoba, Argentina. 2017:217-234.
- Wolfenson D, Roth Z, Meidan R. Impaired reproduction in heat-stressed cattle: basic and applied aspects. Anim Reprod Sci. 2000;60-61:535-547. doi:10.1016/s0378-4320(00)00102-0