
Nota técnica

Efecto de los días postparto sobre la tasa de preñez en vacas de cría de carne con ternero al pie tratadas para IATF

Daniel Carballo-Guerrero¹, Guido Carballo-Cruz², Gabriel Amílcar Bó³

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de los días postparto al inicio de un tratamiento para inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en vacas *Bos indicus* o cruzas de cría de carne con ternero al pie en un sistema pastoril. Se utilizaron 188 vacas de entre 2,5 y 12 años, todas ellas entre 30 y 100 días postparto al momento de iniciar el tratamiento. Las vacas se ubicaron en Upala, Costa Rica, durante el último trimestre del año 2019. Los grupos de tratamiento se dividieron en 4 según los días postparto: Grupo 1 (entre 30 y 45 días; n= 39), Grupo 2 (entre 46 y 60 días; n= 40), Grupo 3 (entre 61 y 75; n= 66), Grupo 4 (de 76 a 100 días; n= 43). Para un análisis posterior, el Grupo 1 se subdividió en 3 subgrupos: Grupo 1A (entre 30 y 35 días postparto; n= 11), Grupo 1B (entre 36 y 40 días; n= 12), Grupo 1C (de 41 a 45 días; n= 16). El porcentaje de preñez en general fue del 56,9% (107/188). No se encontraron diferencias significativas entre los grupos: 48,71% (19/39), 70,00% (28/40), 53,03% (35/66) y 58,13% (25/43) para los grupos 1, 2, 3 y 4, respectivamente (p= 0.22). El porcentaje de preñez en los subgrupos 1A, 1B y 1C fue del 45,45%, 50,00% y 50,00%, respectivamente, sin diferencias significativas (p= 0.79) entre ellos. Tampoco se encontraron divergencias en los otros parámetros evaluados, como el estatus ovárico (p= 0.63), la interacción entre el estatus ovárico y los días posparto (p= 0.52), y el efecto del toro (p= 0.42). En conclusión,

¹Universidad EARTH e Innovaciones Agropecuarias Carvas S.R.L., Limón, Costa Rica. Autor para correspondencia: dcarballo@earth.ac.cr (<https://orcid.org/0000-0002-6184-8342>)

²Innovaciones Agropecuarias Carvas S.R.L., Limón, Costa Rica. Correo electrónico: guido.asistenciaveterinaria@gmail.com

³Instituto de Reproducción Animal Córdoba (IRAC). Córdoba, Argentina. Correo electrónico: gabrielbo62@gmail.com (<https://orcid.org/0000-0002-5853-3438>)

Recibido: 30 enero 2023

Aceptado: 28 julio 2023

Esta obra está bajo licencia internacional Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas 4.0.



bajo las condiciones de este trabajo, no hay discrepancias en la tasa de preñez si se inicia un tratamiento de IATF entre 30 y 100 días postparto.

Palabras clave: IATF, vacas cruza, días postparto, anestro, preñez.

ABSTRACT

Effect of days postpartum on pregnancy rates in suckling cows with FTAI treatment. This work aimed to evaluate the effect of days postpartum at the start of treatment for fixed-time artificial insemination (FTAI) on the pregnancy rate of *Bos indicus* or crossbreed suckling cows in a grazing system. For this study, 188 cows between 2.5 and 12 years old were used, between 30 and 100 days after calving at the start of the treatments. Animals were located in Upala, Costa Rica, during the last trimester of 2019. The cows were assigned to one of four treatment groups according to the days postpartum. Group 1 (30 to 45 postpartum days; n= 39), Group 2 (46 to 60 postpartum days; n= 40), Group 3 (61 to 75 postpartum days, n= 66), Group 4 (76 to 100 postpartum days; n= 43). Group 1 was subdivided into 3 subgroups of cows for further analysis: Group 1A (30 to 35 days postpartum; n= 11), Group 1B (36 to 40; n= 12), and Group 1C (41 to 45; n= 16). The overall pregnancy rate was 56.9% (107/188). No significant differences were found between the groups: 48.71% (19/39), 70.00% (28/40), 53.03% (35/66), and 58.13% (25/43) for groups 1, 2, 3, and 4, respectively ($p= 0.22$). The pregnancy percentage in subgroups 1A, 1B, and 1C was 45.45%, 50.00%, and 50.00%, respectively, with no significant differences ($p= 0.79$) between them. Neither were differences found in the other parameters evaluated, such as ovarian status ($p= 0.63$), the interaction between ovarian status and postpartum days ($p= 0.52$), and the effect of the bull ($p= 0.42$). In conclusion, there is no distinct in the pregnancy rate if hormonal treatment for FTAI starts between 30 and 100 days postpartum.

Keywords: FTAI, crossbreed cows, postpartum days, anestrous, pregnancy.

INTRODUCCIÓN

El productor ganadero de carne se ha enfocado en los últimos años en la necesidad de producir una mayor cantidad y mejor calidad cárnica debido al incremento en la población mundial y al aumento de la demanda (Huang, 2021). Un ejemplo de esto es China, donde se ha observado un cambio gradual en los hábitos de consumo durante más de 5 años, pasando de dietas basadas en ingredientes vegetales a ingredientes de origen animal (He et al., 2016). Asimismo, el Reino Unido experimentó un aumento del 8,5% en el consumo de carne vacuna entre 2009 y 2019 (Rutherford, 2021). Además, se ha generado una necesidad de mejorar la eficiencia debido al incremento del costo de la tierra y los diferentes insumos utilizados (Amador, 2022).

A lo anterior se le suma la importancia de producir más con una menor huella ambiental. Una manera de lograrlo es a través de un sistema más eficiente, como se evidencia en el trabajo "Huella ambiental de la ganadería" del 2022, realizado en Uruguay por el Ministerio de Ambiente (MA), el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP), el Instituto Nacional de Carnes (INAC), el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) y el Instituto Nacional de la Leche (INALE). Desde el punto de vista reproductivo, es importante que una vaca esté continuamente produciendo, lo que ayuda a reducir la huella ambiental por kilogramo de carne producido. Para lograr esto, los ganaderos deben preñar a las vacas lo más pronto posible después del parto, con el objetivo de que cada vaca produzca un ternero cada 12 meses. Para ello, es necesario que la vaca se preñe alrededor de los 80 días postparto, que equivale aproximadamente a los 2,5 meses. Si este objetivo no se cumple, los intervalos entre partos comienzan a aumentar, lo cual no es deseable.

En condiciones de pastoreo, es común que un alto porcentaje de animales se encuentre en anestro, lo que dificulta lograr tener un ternero por vaca por año. Menchaca et al. (2005) realizaron un estudio en 11 fincas ganaderas en Uruguay que utilizaban sistemas de producción pastoril y encontraron que solo alrededor del 20% de las vacas estaban ciclando, es decir, presentaban actividad ovárica. En otro análisis retrospectivo, realizado entre 2008 y 2013 con 21 329 vacas con cría al pie, se encontró que la mayoría de los animales estaban en anestro, ya sea superficial o profundo, con una condición corporal baja (Menchaca et al., 2013). En un estudio similar, realizado por Armendano et al. (2015),

se observó que un 14,4% de las vacas estaban ciclando, mientras que el resto se encontraba en anestro superficial o profundo. Por otro lado, la mejora en la eficiencia reproductiva de los hatos ganaderos requiere reducir los días abiertos y aplicar una mejor genética.

La introducción de la inseminación artificial (IA) es una opción, pero su efectividad puede verse afectada por la deficiente observación de celos (Dimier et al., 2017). En la investigación de Dimier et al. (2017) se encontró que las observaciones de celo fueron inferiores al 50%, sin embargo, autores como Jiménez-Pérez et al. (2009) reportaron tasas de detección de celo más altas, alrededor del 90% cuando se utilizaron herramientas de detección como Estratest y Kamar, basadas en pinturas y parches en la grupa del animal. Estos métodos permiten determinar si la vaca ha entrado en este periodo según la cantidad de pintura removida durante su actividad natural de celo.

La detección visual del celo puede mejorar al aumentar la frecuencia de monitoreo de los animales (Dimier et al., 2017). Según Wainstein et al. (2001), se observó hasta un 65,9% de detección al realizar el monitoreo dos veces al día. En el mismo estudio chileno, el uso de un sistema electrónico como el Heatwatch incrementó la detección hasta un 78,7%. En Uruguay, Cavestany (2000) informó que, bajo un sistema pastoril, aumentó del 69% en la observación natural del celo a un 91% mediante un programa de manejo reproductivo programado. Un desarrollo aún más significativo se encontró en el trabajo de Pueyo-Carrera (2017), donde cambió del 38% con detección visual al 79% utilizando el parche EstroTECT y un 62% con el sistema electrónico ALPRO.

La duración del estro varía entre los animales del mismo rodeo y en los diferentes estudios realizados (Kastelic, 2001). Yoshida y Nakato (2005) encontraron que la duración del celo difiere entre vacas en lactación ($6,4 \pm 4,3$ horas) y vaquillonas ($6,2 \pm 3,9$ horas), además, aproximadamente un tercio de las vacas en celo no aceptan la monta. Varios estudios han demostrado que la reducción en la duración y expresión del celo, interrupciones causadas por el manejo de los animales, el aumento del tamaño del rodeo y cambios en el entorno, dificultan la detección diaria del celo y, como resultado, disminuyen la eficiencia reproductiva del rodeo (de la Sota, 2000). Como se mencionó anteriormente, tanto la detección de celos como el anestro postparto son problemas en el sistema, pero se pueden solucionar con los tratamientos de sincronización e Inseminación a Tiempo Fijo (IATF). Estos ayudan a introducir genética sin necesidad de detección de celo, incluso preñar vacas

en anestro, reduciendo la infertilidad de estas por ciclos cortos después de la primera ovulación (Bó et al., 2009; Bó et al., 2016).

Existen numerosos trabajos que demuestran que hay tratamientos hormonales que controlan el crecimiento de las ondas foliculares de manera adecuada (Sá Filho et al., 2011; Bó et al., 2003; Rivera et al., 1998). De esta manera, se puede sincronizar el inicio de la emergencia de una onda nueva, dando la posibilidad de tener a todas las vacas con un folículo preovulatorio suficientemente grande como para ser inseminadas en un momento determinado, sin necesidad de verlas en celo (Bó et al., 2016; Bó et al., 2007).

Por lo anterior, la inseminación artificial ganó popularidad y comenzó a ser utilizada de forma masiva desde la implementación de la IATF (Bó et al., 2001; Baruselli et al., 2001). Aparte de los beneficios mencionados, también simplifica el trabajo y evita las fallas en la detección de celos. Estos protocolos son fáciles de aplicar a gran escala y mejoran la eficiencia reproductiva. Además, aportan progreso genético, que mejora la rentabilidad (Bó et al., 2001; Bó et al., 2013).

En las regiones tropicales y subtropicales, donde prevalece la influencia de razas *Bos indicus*, se han desarrollado herramientas reproductivas específicas para hembras con esta influencia (Baruselli et al., 2004). Investigaciones realizadas en Latinoamérica en los últimos 20 años han permitido el desarrollo de tratamientos hormonales para controlar la dinámica ovárica y facilitar el uso de la IATF en estas hembras (Baruselli et al., 2004; USDA, 2019).

Sin embargo, la prevalencia de hembras en anestro al inicio de la temporada reproductiva representa un desafío para los productores, debido a factores ambientales estresantes y a características fisiológicas de las razas *Bos indicus*. Para abordar este problema, se emplean estrategias para inducir la ciclicidad, como el uso de progesterona (P4) exógena a través de dispositivos intravaginales (Bó et al., 2003; Vasconcelos et al., 2014). Estas estrategias se complementan con la aplicación de prostaglandina (PGF), benzoato de estradiol, cipionato de estradiol y gonadotropina coriónica equina (eCG); que son tecnologías reproductivas utilizadas en la ganadería tropical y subtropical (Baruselli et al., 2004).

Uno de los protocolos más utilizados para la IATF, en estas condiciones, consiste en la inserción de un dispositivo intravaginal liberador de P4 y 2 mg de benzoato de estradiol en el día 0; seguido del retiro del dispositivo, una dosis de PGF, cipionato de estradiol y eCG en el día 8; finalmente, la realización de la IATF en el día 10. Este protocolo ha demostrado tasas de sincronización y preñez promedio cercanas al 50% y han sido importantes para mejorar la eficiencia reproductiva en ganaderías con influencia de razas *Bos indicus* en este tipo de regiones (Bó et al., 2003; Bó et al., 2013; Cutaia et al., 2003).

Por otro lado, el destete precoz es una estrategia utilizada para mejorar la tasa de preñez en el ganado, según lo concluye un estudio realizado por Menchaca et al. (2005). Esta investigación muestra que la combinación de la IATF y el destete, realizado aproximadamente a los 2,5 meses post nacimiento, resulta en un aumento significativo de la tasa de preñez en solo un mes desde la IA. Sin embargo, es importante tener precaución al realizar el destete precoz, ya que su éxito depende del manejo adecuado de los animales; de lo contrario, podría llevar a una mala nutrición (Coppo, 2007) y a un estrés no deseado en el desarrollo de los terneros destetados (Pérez-Torres et al., 2021).

También se ha evaluado el efecto del destete temporal combinado con tratamientos de IATF en vacas de carne. En un estudio realizado por Maraña et al. (2005), se aplicaron 400 UI de eCG al momento del retiro del dispositivo con P4, lo cual resultó en mayores porcentajes de preñez en vacas con cría en pobre condición corporal y con un destete temporal de los terneros. Sin embargo, Sá Filho et al. (2009) encontraron resultados similares al reemplazar la separación temporal de los terneros con la administración de eCG, sin observarse beneficios adicionales al combinar la administración de eCG y la extracción de terneros en términos de éxito reproductivo. Según estos estudios, la estimulación de la secreción de hormona luteinizante (LH) por la separación de terneros elimina la necesidad de un apoyo adicional de gonadotropinas del eCG para el desarrollo folicular final. Por lo tanto, es recomendable que el protocolo hormonal incluya el destete de los terneros o la administración de eCG, pero no ambos, para maximizar el rendimiento reproductivo en vacas *Bos indicus*.

En la actualidad, se han realizado trabajos para evaluar otros efectos, como el de Vera (2017), en donde se ha investigado sobre la expresión de celo o no previo a la IA y la necesidad del uso de GnRH en las vacas que lo presentan o no, así como las horas de IA de esos animales. Además, menciona que la expresión del celo aumenta la tasa de concepción y que el tratamiento con GnRH a los animales que no manifiestan celo luego del retiro del dispositivo con progesterona aumenta la tasa de concepción en los programas de IATF.

Asimismo, hay otros trabajos que han evaluado los tratamientos de IATF que alargan el proestro (el intervalo entre la luteólisis y la ovulación), los cuales son llamados J-Synch (de la Mata, 2016). Estos han reflejado que las tasas de preñez son mayores en las vaquillonas tratadas con el protocolo J-Synch cuando las condiciones nutricionales fueron las adecuadas. Sin embargo, en condiciones nutricionales adversas, los resultados con este protocolo fueron menores, comparadas con un tratamiento convencional de progesterona y estradiol (de la Mata, 2016).

En un estudio realizado por de la Mata et al. (2018), se evaluaron diferentes parámetros relacionados con la reproducción en novillas de carne tratadas con el protocolo J-Synch en comparación con el protocolo convencional. Se observó que las novillas tratadas con este protocolo tuvieron un mayor proestro, una mayor tasa de crecimiento del folículo dominante y mayores concentraciones de progesterona durante la fase lútea posterior a la ovulación en comparación con el grupo convencional. Sin embargo, se encontró que los receptores de progesterona en el estroma uterino y la expresión de los genes PR e IGF1 fueron menores en el grupo J-Synch. En un experimento adicional de los mismos autores (de la Mata et al., 2018), se demostró que la tasa de preñez en novillas tratadas con el protocolo fue mayor en comparación con el grupo convencional. Estos resultados indican que la estrategia de prolongar el proestro con el protocolo J-Synch mejora significativamente el establecimiento de la gestación en novillas de carne. Esto posiblemente se debió a un mayor crecimiento del folículo ovulatorio dominante, mayores concentraciones de progesterona durante la fase lútea y diferentes patrones uterinos de receptores de progesterona e IGF-1, lo cual puede favorecer el desarrollo embrionario y el establecimiento de la preñez.

Como se puede observar, el conocimiento de la fisiología reproductiva y el uso de hormonas comerciales permiten realizar inseminaciones sin depender de la detección del celo, lo cual mejora

la eficiencia reproductiva al preñar animales en anestro y aumenta la productividad en las ganaderías. Este enfoque resulta especialmente beneficioso en ganaderías medianas o pequeñas, ya que facilita la formación de grupos de trabajo más grandes y la programación de las inseminaciones cerca del parto para maximizar la eficiencia del sistema reproductivo. Por esta razón, se llevó a cabo el presente estudio, cuyo objetivo fue evaluar el efecto de los días postparto al iniciar un tratamiento de sincronización para IATF sobre la tasa de preñez en vacas *Bos indicus* o cruzas con ternero al pie en un sistema pastoril.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de trabajo

La investigación se llevó a cabo en Hacienda Santa Adela de Ganadería Río Niño S.A., ubicada en Santa Adela, Aguas Claras, Upala, Costa Rica. Con una latitud de 10° 51' 56 Norte, longitud 85° 09' 06 Oeste, a una altitud de entre 80 y 120 m s.n.m. (Google EARTH, 2023). Sus temperaturas oscilan entre los 23 y 35 °C con una precipitación anual de aproximadamente 1700 mm (Ezoic, 2022).

La finca es manejada de manera extensiva en potreros que oscilan en alrededor del 50% de pasturas mejoradas, predominantemente de *Panicum maximum* cv. mombasa en un sistema rotativo.

Animales

En este estudio se emplearon 188 vacas, principalmente cruzas de *Bos taurus* (simmental) y *Bos indicus* (brahman) con una amplia variedad de porcentajes de sangre entre las razas. El rango de edades de los individuos osciló entre 2,5 y 12 años. Todas las vacas tenían terneros al pie con edades comprendidas entre los 30 y 100 días al inicio de los tratamientos hormonales.

Tratamientos

A todas las vacas se les administró un protocolo hormonal. En el día 0, se les colocó un dispositivo intravaginal monouso con 0,6 g de P4, sumergido previamente en agua con amonio cuaternario. Además, se les inyectó 2 mg de benzoato de estradiol por vía intramuscular. A los 8 días, se retiró el dispositivo y se les aplicó 1 mg de cipionato de estradiol, 0,150 mg de d-cloprostenol y 400 UI de eCG, todas las inyecciones realizadas por vía intramuscular. Posteriormente, se inició la inseminación a las 50 horas, utilizando el método tradicional transcervical.

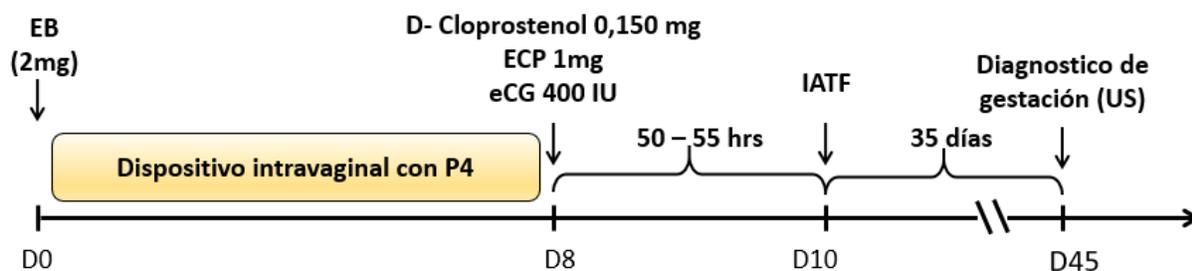


Figura 1. Esquema de tratamiento utilizado para sincronización de la ovulación, inseminación a tiempo fijo y diagnóstico de gestación (Bó et al, 2016).

El diagnóstico de gestación se realizó a los 35 días de inseminadas, por medio de ultrasonografía transrectal con un ecógrafo Honda 102 vet con transductor lineal de 5 MHz.

Se formaron cuatro grupos de tratamiento en base a los días postparto de las vacas en el momento del inicio del estudio. El Grupo 1 consistió en vacas de 30 a 45 días postparto (n= 39); el Grupo 2 incluyó de 46 a 60 (n= 40); el Grupo 3 se constituyó de 61 a 75 (n= 66); y el Grupo 4 constó de 76 a 100 (n= 43). Estas agrupaciones fueron utilizadas para el análisis estadístico de los resultados.

El Grupo 1 se subdividió en tres subgrupos adicionales: Grupo 1A, con vacas de 30 a 35 días postparto (n= 11); Grupo 1B, de 36 a 40 (n= 12); Grupo 1C, de 41 a 45 (n= 16). Esta subdivisión permitió un análisis más detallado dentro del Grupo 1.

Además, se realizó una clasificación de las vacas en dos grupos basados en su estatus ovárico al inicio del tratamiento hormonal. Las vacas que tenían un cuerpo lúteo (CL) visible en la ecografía fueron clasificadas como ciclando (n= 37), mientras que aquellas sin presencia de CL fueron clasificadas como en anestro (n= 151). Es importante destacar que todas las vacas fueron inseminadas el mismo día, por el mismo operario y en la misma finca, asegurando condiciones uniformes para el estudio.

Análisis Estadístico

Los datos recopilados fueron analizados utilizando el paquete estadístico InfoStat (Di Rienzo et al., 2017), a través de un modelo de regresión logística. Se utilizó un nivel de significancia de 0.05, por lo que las diferencias fueron consideradas significativas cuando $p < 0.05$.

En el análisis, se evaluaron las variables dependientes, centrándose en la tasa de preñez al día 35 después de la inseminación. Por otro lado, se consideraron como variables clasificatorias o regresoras (explicativas) a los distintos tratamientos o agrupaciones de vacas, es decir, Grupo 1, Grupo 2, Grupo 3 y Grupo 4, junto con los toros que se utilizaron en el estudio.

Para evaluar la influencia de la ciclicidad en los resultados, se dividió a los animales en dos grupos: vacas ciclando y vacas en anestro. Además, se consideró la interacción entre los tratamientos y la ciclicidad para analizar su efecto combinado en los resultados obtenidos.

El modelo estadístico utilizado contiene los coeficientes de la combinación lineal para estimar la razón de productos cruzados (*odd ratio*) con cada variable regresora para una respuesta binaria.

La ecuación del modelo estadístico de la regresión logística simple en que se basó el análisis fue:

$$\text{Logit}(p_i) = \log(p_i/(1-p_i)) = \alpha + \beta X_i$$

Donde:

p_i = Probabilidad de éxito dado X

α = ordenada de origen (constante)

β = coeficiente de regresión a X

X = variable explicatoria

RESULTADOS

La preñez general fue del 56,9% (107/188), comprendiendo un rango entre 48,7% y 70,0%, sin diferencia significativa entre los grupos ($p= 0.22$). Los resultados específicos se pueden apreciar en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Porcentaje de preñez de vacas *Bos indicus* y cruzas *Bos indicus* x *Bos taurus* con ternero al pie inseminadas a tiempo fijo según días de parición al inicio del tratamiento.

GRUPOS	% Preñadas	% Vacías
Grupo 1	48,71 (19/39)	51,29 (20/39)
Grupo 2	70,00 (28/40)	30,00 (12/40)
Grupo 3	53,03 (35/66)	46,97 (31/66)
Grupo 4	58,13 (25/43)	41,87 (18/43)

Se realizó otro análisis para observar la tasa de preñez en vacas del Grupo 1, con el objetivo de evaluar con mayor precisión el efecto de los días de postparto. Para ello, y como se mencionó anteriormente, el Grupo 1 se subdividió en Grupo 1A, Grupo 1B y Grupo 1C. Esta subdivisión permitió un análisis más detallado de las vacas con menos días de postparto. Las preñeces oscilaron entre el 45,45% y el 50,00%, sin haber diferencia significativa ($p= 0.79$). Los resultados se pueden observar en el Cuadro 2

Cuadro 2. Porcentaje de preñez de vacas *Bos indicus* y cruzas *Bos indicus* x *Bos taurus* con ternero al pie inseminadas a tiempo fijo según días de paridas al momento de inicio del tratamiento de sincronización.

GRUPOS	% Preñadas	% Vacías
Grupo 1A	45,45 (5/11)	54,55 (6/11)
Grupo 1B	50,00 (6/12)	50,00 (6/12)
Grupo 1C	50,00 (8/16)	50,00 (8/16)

Por otro lado, cuando se analizó el efecto del estatus ovárico al iniciar el tratamiento hormonal, dividiéndose en ciclando o en anestro según la presencia o no de cuerpo lúteo, no se encontró efecto significativo ($p= 0.63$) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Porcentaje de preñez según estatus ovárico de vacas *Bos indicus* y cruzas *Bos indicus* x *Bos taurus* con ternero al pie en el momento de inicio del tratamiento hormonal.

GRUPOS	% Preñadas	% Vacías
Ciclando	54,05 (20/37)	45,95 (17/37)
Anestro	57,67 (87/151)	42,39 (64/151)

Al analizar el efecto del estatus ovárico al inicio del tratamiento hormonal en cada uno de los grupos por separado tampoco se detectó diferencia estadística en ninguno de estos ($p= 0.57$). La interacción entre cada grupo y el estatus ovárico tampoco mostró diferencia significativa ($p= 0.52$) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Porcentaje de preñez según estatus ovárico y cantidad de días de paridas en vacas cruzas con ternero al pie.

GRUPO	Estatus Ovárico	% Preñadas	% Vacías
Grupo 1 (p= 0.57)	Ciclando	33,33 (1/3)	66,66 (2/3)
	Anestro	50,00 (18/36)	50,00 (18/36)
Grupo 2 (p= 0.29)	Ciclando	85,71 (6/7)	14,29 (1/7)
	Anestro	66,66 (22/33)	33,33 (11/33)
Grupo 3 (p= 0.78)	Ciclando	50,00 (8/16)	50,00 (8/16)
	Anestro	54,00 (27/50)	46,00 (23/50)
Grupo 4 (p= 0.32)	Ciclando	45,45 (5/11)	54,55 (6/11)
	Anestro	62,50 (20/32)	37,50 (12/32)

Por último, también se evaluó el efecto toro. Para este análisis se utilizaron únicamente los toros con los que se inseminaron al menos 30 vacas. Solo se detectaron 3 toros sin diferencia significativa (p= 0.42) (Cuadro 5).

Cuadro 5. Preñez según el efecto toro utilizado en inseminación a tiempo fijo en vacas cruzas con ternero al pie.

TOROS	% Preñadas	% Vacías
TORO 1	60,00 (21/35)	40,00 (14/35)
TORO 2	63,63 (49/77)	36,37 (28/77)
TORO 3	50,00 (16/32)	50,00 (16/32)

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio indican que la cantidad de días postparto al inicio de los tratamientos hormonales para IATF no tiene un efecto significativo en la tasa de preñez de las vacas. Se observó que las vacas pueden ser tratadas a partir de los 30 días postparto sin comprometer su capacidad reproductiva. Estos hallazgos son consistentes con un estudio previo realizado por Machado et al.

(2018), en el que se evaluaron vacas nelore con ternero al pie. En ese estudio, se dividió a las vacas en tres grupos según el momento de inicio del tratamiento (temprano, medio y tardío) y se encontró una menor tasa de preñez en el grupo de vacas tratadas antes de los 30 días postparto en comparación con los otros dos grupos.

Los investigadores también asociaron la baja tasa de preñez en el grupo de vacas tratadas antes de los 30 días postparto con una mayor presencia de células polimorfonucleares y niveles elevados de citoquinas proinflamatorias IL1 e IL8 en ese grupo. Estos hallazgos sugieren que las vacas en el período temprano postparto experimentan un proceso inflamatorio natural que puede afectar negativamente su capacidad de preñarse nuevamente.

Por otro lado, es interesante mencionar el estudio de Gutiérrez et al. (2006), en el cual se observó un efecto significativo a favor de sincronizar vacas con menos de 70 días postparto, utilizando 72 vacas cruza. En ese estudio, se encontró una mayor tasa de preñez en el grupo de vacas tratadas antes de los 70 días postparto en comparación con las vacas tratadas después de esos días. Estos resultados difieren de los encontrados en este estudio (Cuadro 1), donde no se observó un efecto significativo de los días postparto en la tasa de preñez.

Sin embargo, es importante destacar que ambos estudios coinciden en la posibilidad de inseminar vacas con pocos días postparto sin afectar negativamente los resultados. En el presente estudio se concluyó que las vacas pueden ser tratadas a partir de los 30 días postparto, siempre y cuando el útero haya experimentado una regresión completa y no haya signos de inflamación relacionados con el proceso postparto, como se observó en el trabajo de Machado et al. (2018).

Es importante destacar que en esta investigación tampoco se encontró una diferencia significativa en el estatus ovárico al inicio del tratamiento de sincronización para IATF. Estos hallazgos son consistentes con otros estudios previos, como el de Vater et al. (2011) y Callejas et al. (2009).

En el estudio de Vater et al. (2011), realizado en vacas angus puras multíparas con ternero al pie de entre 45 y 55 días de paridas, se observó una tasa de preñez similar entre las vacas que tenían un cuerpo lúteo al inicio del tratamiento y las vacas que no tenían. Ambos grupos tuvieron una tasa de

preñez de alrededor del 50% (50%= vacas que presentaban, 50,6%= vacas sin CL al inicio del tratamiento). En el estudio de Callejas et al. (2009), realizado en vacas *Bos taurus* de segundo y tercer parto con teneros al pie y de entre 40 y 50 días de paridas, tampoco se encontraron diferencias significativas en la tasa de preñez entre las vacas con CL y las que presentaban ausencia de CL al inicio del tratamiento (63,8%= vacas con presencia y 71,4%= vacas con ausencia). Estos resultados indican que el estatus ovárico al inicio del tratamiento no es un factor determinante para el éxito de la sincronización e inseminación en el sistema de IATF. En ambos casos, las tasas de preñez fueron favorables tanto en vacas con cuerpo lúteo como en vacas sin este al momento de iniciar los tratamientos hormonales.

En el presente trabajo, al igual que en los estudios mencionados, la ausencia de diferencia significativa entre los grupos, según el estatus ovárico, sugiere que la sincronización hormonal utilizada en la IATF es efectiva para inducir la ovulación y lograr una alta tasa de preñez en ambos grupos de vacas, independientemente de si están ciclando o en anestro al inicio del protocolo.

No obstante, la mayoría de los trabajos que involucran un número mayor de animales han encontrado diferencias significativas en favor de las vacas cíclicas (Menchaca et al., 2017; Bó et al., 2016; Núñez-Olivera et al., 2014; Menchaca et al., 2013; Bó et al., 2007; Baruselli et al., 2004). En un estudio realizado por Bó et al. (2014), que incluyó un número mayor de animales (2 737), se observó una diferencia significativa en la tasa de preñez entre los animales ciclando y los que no presentaban CL al inicio del tratamiento. Se inseminaron 706 animales con CL con una tasa de preñez del 57,5% (406/706) y 2031 animales sin CL con una tasa de preñez del 53,2% (1080/2031). Estos resultados respaldan la importancia de iniciar los tratamientos en vacas con presencia de cuerpo lúteo para mejorar las tasas de preñez.

Además, Armendano et al. (2015) también encontraron una diferencia significativa en la tasa de preñez entre vacas ciclando y vacas sin CL al inicio del tratamiento. Reportaron una tasa de preñez del 76,9% (10/13) en las que estaban ciclando, mientras que, en las vacas sin CL al inicio del tratamiento, la tasa de preñez fue del 37,7% (29/77). Estos hallazgos sugieren que la presencia de

CL al inicio del tratamiento hormonal tiene un impacto positivo en la tasa de preñez en los programas de IATF. Por lo tanto, considerando los resultados de los autores mencionados, es importante considerar el estatus ovárico de las vacas antes de iniciar los tratamientos para maximizar los resultados reproductivos. Sin embargo, es posible que no solo el estatus ovárico tenga este efecto de manera aislada, si no que interactúan con otros factores como el cambio en la condición corporal (balance energético) al momento de los tratamientos.

Por otro lado, en el mismo estudio de Armendano et al. (2015), se observó una diferencia significativa en la tasa de preñez según el semental utilizado. Obtuvieron una tasa de preñez del 18,7% (3/16) con un toro y un 48,6% (36/74) con otro toro. En contraste, en el presente estudio no se encontraron diferencias significativas entre los tres toros evaluados. Las tasas de preñez fueron del 60,00% (21/35) para el toro 1, 63,63% (49/77) para el toro 2, y 50,00% (16/32) para el toro 3 (Cuadro 5).

El semen utilizado es un aspecto de suma importancia para tener en cuenta, ya que existen informes que destacan el claro efecto individual del toro en la tasa de preñez en programas de IATF. Chesta y Sá Filho (2022) han evaluado en varios estudios y análisis de bases de datos el impacto del toro en la tasa de preñez en miles de inseminaciones realizadas. En todos estos casos, se utilizó semen de toros previamente evaluados y considerados aptos en programas de sementales de alta fertilidad. A pesar de ello, se observaron diferencias individuales significativas entre los animales. Aunque en el análisis del presente estudio no se encontraron diferencias significativas entre los toros evaluados, es probable que esto se deba a la cantidad limitada de vacas inseminadas con cada toro. Sin embargo, se observa una diferencia numérica del 13% en la tasa de preñez entre el semental con mayor éxito reproductivo (63,63%; 49/77) y el que tuvo menor tasa de preñez (50,00%; 16/32). Si se hubiera contado con un número mayor de vacas inseminadas, es posible que esta diferencia hubiera sido estadísticamente significativa.

Estos resultados enfatizan que la elección del toro utilizado puede tener un impacto en la tasa de preñez en programas de IATF. Por lo tanto, es crucial considerar la calidad del semen y la capacidad reproductiva del toro al seleccionarlo, con el objetivo de maximizar los resultados reproductivos en programas de sincronización e inseminación.

CONSIDERACIONES FINALES

Con base en los resultados obtenidos en este estudio, se puede concluir que la cantidad de días postparto en los cuales se inician los tratamientos hormonales para la IATF no presenta un impacto significativo en la tasa de preñez. Se observó que es factible iniciar los tratamientos tanto a partir de los 30 días postparto como hasta los 100 días postparto, logrando resultados similares en términos de éxito reproductivo.

Sin embargo, es importante destacar que se requiere seguir investigando en esta área para fortalecer aún más estas conclusiones. Sería altamente beneficioso seguir recopilando datos en futuros estudios con el fin de ampliar el análisis a una mayor cantidad de fincas y examinar diversas situaciones y prácticas de manejo de los animales. Por ejemplo, sería valioso considerar la inclusión de vacas con diferentes condiciones corporales, estados de balance energético (positivo o negativo) y también evaluar cómo se comportan las diferentes razas de leche en este contexto, entre otros factores.

Al llevar a cabo estudios más amplios y completos, se podrán establecer conclusiones sólidas y generalizables, lo que contribuirá a una mejor comprensión de los efectos de los tratamientos hormonales en la reproducción de vacas dentro de programas de IATF. Esto facilitará la toma de decisiones informadas y adaptadas a las diversas condiciones y situaciones que se encuentren en la práctica ganadera. Asimismo, se promoverá una mayor eficiencia y eficacia en los programas de reproducción, optimizando los resultados reproductivos en el ganado vacuno.

LITERATURA CITADA

Amador, A. 2022. Agricultura de precisión y agro costarricense. Universidad de Costa Rica. Programa Sociedad de la Información y el Conocimiento. Hacia la Sociedad de la Información y el Conocimiento: Informe 2022/Programa Institucional Sociedad de la Información y el Conocimiento, Universidad de Costa Rica. - San José, C.R.: Prosic, Capítulo 3, p. 169-200.

- Armendano, J.I., S. González Chaves, G. Uslenghi, J. Cabodevila y S.S. Callejas. 2015. Efecto de la sal de estradiol, estatus ovárico y condición corporal sobre el porcentaje de preñez en vacas con cría IATF. *Revista Veterinaria*, 26 (2): 108-112
- Baruselli, P.S., E.H. Madureira y M.O Marques. 2001. Programas de IA a tiempo fijo en *Bos indicus*. Resúmenes Cuarto Simposio Internacional de Reproducción Animal, Huerta Grande, Córdoba, p. 95-116.
- Baruselli, P. S., E.L. Reis, M.O. Marques, L.F. Nasser y G.A. Bó. 2004. The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrus beef cattle in tropical climates. *Animal Reproduction Science*, 82–83: 479–486.
- Bó, G.A., J. de la Mata, P.S. Baruselli y A. Menchaca. 2016. Alternative programs for synchronizing and resynchronizing ovulation in beef cattle. *Theriogenology*, 86 (1): 388-96.
- Bó, G.A., E. Huguenine, y A. Menchaca. 2014. Control farmacológico del ciclo estral para IATF en vacas con cría: estado del arte. Séptimas Jornadas Taurus de Reproducción Bovina., p. 77-94.
- Bó, G.A., L. Cutaia, A.H. Souza, y P.S. Baruselli. 2009. Actualización sobre protocolos de IATF en bovinos de leche utilizando dispositivos con progesterona. *Revista Taurus*, 41: 20-34.
- Bó, G.A., L. Cutaia, G.M. Brogliatti, M. Medina, R. Tríbulo, y H. Tríbulo. 2001. Programas de inseminación artificial a tiempo fijo en ganado bovino utilizando progestágenos y estradiol. Resúmenes Cuarto Simposio Internacional de Reproducción Animal, Huerta Grande, Córdoba, p. 117-136.
- Bó, G.A., L.Cutaia, L.C. Peres, D. Pincinato, D. Maraña, y P.S. Baruselli. 2007. Technologies for fixed-time artificial insemination and their influence on reproductive performance of *Bos indicus* cattle. *Society of Reproduction and Fertility Supplement*, 64: 223-36.
- Bó, G.A., P.S. Baruselli, y M.F. Martinez. 2003. Pattern and manipulation of follicular development in *Bos indicus* cattle. *Animal Reproduction Science*, 78 (3-4): 307-326.
- Bó, G.A., P.S. Baruselli, y R.J. Mapletoft. 2013. Synchronization techniques to increase the utilization of artificial insemination in beef and dairy cattle. *Animal Reproduction*, 10: 137-142.

- Callejas, S., O. De Dominicis, S. Madero, E. Cantallops, y G. Cledou. 2009. Uso de dispositivos con diferentes cantidades de progesterona para controlar el ciclo estral en vacas con ternero al pie. *Revista Taurus*, 11-42: 30-35.
- Cavestany, D. 2000. *Temas de Lechería: Reproducción. Serie Técnica 116*. INIA. La Estanzuela. p. 58-60.
- Chesta, P.M. y M.F. Sá Filho. 2022. Impacto de toros de alta fertilidad en programas de IATF. Simposio Internacional de Reproducción Bovina, San José, Costa Rica (18 y 19 de mayo de 2022). p. 86-100.
- Coppo, J.A. 2007. ¿El destete precoz produce estrés en los terneros cruza cebú? *Revista Electrónica de Veterinaria*, Vol. 8 (7). <https://www.redalyc.org/pdf/636/63612662010.pdf>
- Cutaia, L., G. Veneranda, R. Tribulo, P.S. Baruselli, y G.A. Bó. 2003. Programas de inseminación artificial a tiempo fijo: Análisis de factores que afectan los resultados. V Simposio Internacional de Reproducción Animal. Huerta Grande, Córdoba, Argentina. p. 119-132.
- de la Mata, J. 2016. Prolongación del proestro y reducción del periodo de inserción del dispositivo con progesterona en vaquillonas para carne inseminadas a tiempo fijo. Tesis M.Sc. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina. <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/4044/de%20la%20Mata.%20Prolongaci%C3%B3n%20del%20proestro%20y%20reducci%C3%B3n%20del%20per%C3%ADodo%20de%20inserci%C3%B3n%20del%20dispositivo%20con%20progesterona...%20%20%20.pdf?sequence=1> (Consultado el 12 set. 2022).
- de la Mata, J., R. Núñez-Olivera, F. Cuadro, D. Bosolasco, V. de Brun, A. Meikle, G.A. Bó y A. Menchaca. 2018. Effects of extending the length of pro-oestrus in an oestradiol- and progesterone-based oestrus synchronisation program on ovarian function, uterine environment, and pregnancy establishment in beef heifers. *Reproduction Fertility and Development*, 30 (11): 1541-1552.

de la Sota, R. 2000. Detección de celos: cómo calcular su intensidad y exactitud. *Revista Taurus*, 2: 19-27.

Dimier, A., C. Sarramone, y A. Dick. 2017. Metodología de trabajo para iniciar un servicio en vacas cíclicas con el uso combinado de pintura y prostaglandinas. Tesina de Grado, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

Di Rienzo, J.A., F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada y C.W. Robledo. 2017. InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Ezoic, Data: Instituto nacional de meteorología Costa Rica. 2022. www.weather-atlas.com; <https://www.weather-atlas.com/es/costa-rica/upala-clima> (Consultado el 09 ago. 2022.)

Google EARTH, 2023. Hacienda Santa Adela. <https://earth.google.com/web/search/Hacienda+Santa+Adela,+Provincia+de+Alajuela,+Upala,+Costa+Rica/@10.8640852,85.1528308,104.53331886a,1035.37651076d,35y,0h,45t,0r/data=CqkBGn8SeQoIMHg4Zjc1NDc4NmM1MTJINzBiOjB4Mjk3ZWE4NTAwMThlZTA1ZBIN6hVgabolQCGT9NX6x0IVwCoSGFjaWVuZGEgU2FudGEgQWRlbGEsIFByb3ZpbmNpYSBkZSBBbGFqdWVsYSwgVXBhbGEsIENvc3RhIFJpY2EYAiABliYKJAln29wJCsMIQBE8xebHtLolQBmKqQeT5EpVwCFIemPCH0xVwCgC> (Consultado el 21 ene. del 2023).

Gutiérrez, J. C., R. Palomares, J.A. Aranguren, R. González, G. Portillo, y E. Soto. 2006. Efecto de los días postparto, predominio racial, número de partos y época del año sobre la respuesta reproductiva de vacas mestizas en anestro tratadas con progestágenos intravaginales más eCG y PGF₂α. *Revista Científica*, 16 (5): 544-555.

He, Y., X. Yang, J. Xia, L. Zhao, and Y. Yang. 2016. Consumption of meat and dairy products in China: a review. Conference on 'The future of animal products in the human diet: health and environmental concerns. Public Health Nutrition Lecture Concurrent Symposia 1: Challenges of global meat consumption Proceedings of the Nutrition Society, 75, 385–391.

Huang, Y, D. Cao, Z. Chen, B. Chen, J. Li, J. Guo, Q. Dong, L. Liu, y Q. We. 2021. Red and processed meat consumption and cancer outcomes: Umbrella review. *Food Chemistry*, 356: 129697.

- Jiménez-Pérez, F.A., M. Urdaneta, R. González, J. Sandoval, M. Urdaneta y A. Parra. 2009. Evaluación de cuatro métodos de detección del celo en novillas de doble propósito. *Revista Científica, FCV-LUZ*, 19 (4): 366-370.
- Kastelic, JP. 2001. Computerized heat detection. *Advances in Dairy Technology*, 13: 393-402.
- MA (Ministerio de Ambiente) y MGAP (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca), integrando luego al INAC (Instituto Nacional de Carnes); INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria), e INALE (Instituto Nacional de la Leche). 2022. Informe sobre la huella ambiental ganadera, Uruguay. https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/documentos/publicaciones/Huella_Ambiental_Ganadera_Informe%2010-2022.pdf (Consultado el 21 ene. 2022).
- Machado, L.F., J. de Souza, E.M. Moreira, R. Reis, P.M. Araújo, G. Moreiral.C. Lemos, y A. Schneider. 2018. Uterine inflammation and fertility of beef cows subjected to timed AI at different days postpartum. *Animal Reproduction Science*, 197: 268-277.
- Maraña, D., L. Cutaia, L.F.K. Borges, D. Pincinato, L.C. Peres, C. Rizzi, E. Balla y G.A. Bó. 2005. Efecto de la aplicación de eCG y destete temporario sobre los porcentajes de preñez en vacas postparto tratadas con DIB y Benzoato de estradiol. VI Simposio Internacional de Reproducción Animal 2005. IRAC. Córdoba, Argentina.
- Menchaca, A., R. Núñez, C. García, y F. Cuadro. 2017. Efecto de la prolongación del proestro en la fertilidad de los programas de IATF. XII Simposio internacional de reproducción animal, IRAC. Córdoba, Argentina.
- Menchaca, A., R. Núñez, R. Wijma, C. García Pintos, F. Fabini, y T. de Castro. 2013. Como mejorar la fertilidad de los tratamientos de IATF en vacas *Bos Taurus*. X Simposio internacional de reproducción animal, IRAC. Córdoba, Argentina.
- Menchaca, A., T. de Castro, N. Chifflet, y M. Alvarez. 2005. Uso combinado de IATF y destete precoz en vacas de cría en anestro postparto. XXXIII Jornadas de Buiatría, Paysandú, Uruguay. p. 193-194.

- Núñez-Olivera, R., T. de Castro, C. García-Pintos, G.A. Bó, J. Piaggio, y A. Menchaca. 2014. Ovulatory response and luteal function after eCG administration at the end of a progesterone and estradiol based treatment in postpartum anestrous beef cattle. *Animal Reproduction Science*, 146 (3-4):11-116.
- Pérez-Torres, L., P. Ortiz, J.F. Martínez, A. Orihuela, I. Rubio, M. Corro, C.S. Galina, y R. Ungerfeld. 2021. Short- and long-term effects of temporary early cow-calf separation or restricted suckling on well-being and performance in zebu cattle. *Animal*, 15 (2): 100132.
- Pueyo-Carrera, D. 2017. Efectividad de cuatro métodos para la detección de celo en vacuno de carne. Tesis Lic., Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España.
- Rivera, G.M., C.G. Goñi, M.A. Chaves, S.B. Ferrero y G.A. Bo. 1998. Ovarian follicular wave synchronization and induction of ovulation in postpartum beef cows. *Theriogenology*, 49 (7): 1365-75.
- Rutherford Naomi H., F.O. Lively, y G. Arnott. 2021. A Review of Beef Production Systems for the Sustainable Use of Surplus Male Dairy-Origin Calves Within the UK. *Frontiers in Veterinary Science*, 8: 635497.
- Sá Filho, M.F., J.M. Baldrighi, J.N.S. Sales, G.A. Crepaldi, J.B.P. Carvalho, G.A. Bó y P.S. Baruselli. 2011. Induction of ovarian follicular wave emergence and ovulation in progestin-based timed artificial insemination protocols for *Bos indicus* cattle. *Animal Reproduction Science*, 129 (3-4): 132-139.
- Sá Filho, O.G., M. Meneghetti, M.F.G. Peresa, G.C. Lambb y J.L.M. Vasconcelos. 2009 Fixed-time artificial insemination with estradiol and progesterone for *Bos indicus* cows II: Strategies and factors affecting fertility. *Theriogenology*, 72 (2):210-218.
- USDA (United States Department of Agriculture). 2019. Livestock and poultry: World markets and trade-Foreign agricultural service. https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf. (Consultado el 04 de ago. 2022).

- Vasconcelos, J.L.M., O.G. de Sá y R.F. Cooke. 2014. Impacts of reproductive technologies on beef production in South America. *Advances in Experiment Medicine and Biology*, 752: 161–180.
- Vater, A., S. Rodríguez, J. Loza, M. Otero, J. Cabodevila y S. Callejas. 2011. Efecto del manejo de vacas con cría durante la implementación de una IATF sobre la tasa de preñez. *Revista Taurus*, 13 (51): 17–20.
- Vera, J.A. 2017. Efecto del celo y el tratamiento con GnRH sobre la tasa de concepción en programas de inseminación artificial y transferencia de embriones bovinos. Tesis de M.Sc. Instituto de Reproducción Animal Córdoba, Córdoba, Argentina. <https://iracbiogen.com/wp-content/uploads/2021/06/EFFECTO-DEL-CELO-Y-EL-TRATAMIENTO-CON-GnRH-SOBRE-LA-TASA-DE-CONCEPCION-EN-PROGRAMAS-DE-INSEMINACION-ARTIFICIAL-Y-TRANSFERENC.pdf> (Consultado el 15 ago. 2022).
- Wainstein, A.G., A.S. Bernal, M.R. Iriondo, y A.O. Luco. 2001. Heatwatch, sistema electrónico de detección de celo evaluado en hembras Holstein Friesian. *Archivos de Zootecnia*, 50: 403-406.
- Yoshida, C. y T. Nakato. 2005. Some characteristics of primary and secondary estrus signs in high-producing dairy cows. *Reproduction in Domestic Animals*, 40: 150-155.