

Impacto de la Resincronización del estro sobre la eficiencia reproductiva en vacas mestizas

Impact of estrous resynchronization on reproductive efficiency in Crossbred Cows

Richar Javier Barragan-Palacios , Estefani Katherine Romero-Alvarez , Edwin Darío Velásquez-Zambrano ,

Ernesto Antonio Hurtado* 

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta, Ecuador.

* Autor de correspondencia: ernestohurta@gmail.com

RESUMEN

La baja tasa de preñez debido a los días vacíos es un desafío significativo para la eficiencia reproductiva en ganaderías bovinas. Este estudio evaluó el impacto de la resincronización precoz (22 días post-IATF) y la convencional (30 días post-IATF) en vacas mestizas. Se analizaron 120 vacas multiparas de 5 años y entre 85-150 días postparto. Se utilizó la prueba de Chi-cuadrado para evaluar la relación entre el tamaño del cuerpo lúteo y la preñez, y la prueba exacta de Fisher para comparar tasas de preñez. Aunque la resincronización precoz presentó una tasa de preñez acumulada superior (72,73% vs. 66,15%), la diferencia no fue estadísticamente significativa ($P=0,5522$). Sin embargo, se encontró una asociación significativa entre el tamaño del cuerpo lúteo y la preñez ($P=0,0129$). Las pérdidas embrionarias no mostraron diferencias entre tratamientos ($P=0,5421$). Estos resultados indican que la resincronización precoz es una estrategia eficiente para reducir el intervalo entre inseminaciones sin afectar la tasa de preñez ni aumentar pérdidas embrionarias. Además, la influencia del cuerpo lúteo en la gestación subraya la importancia de su monitoreo en programas reproductivos. La composición racial del ganado influye en estos parámetros, lo que resalta la necesidad de ajustar las estrategias reproductivas según las características fisiológicas de cada raza para optimizar la reproducción bovina.

Palabras clave: Resincronización precoz; eficiencia reproductiva, IATF, días abiertos, pérdidas embrionarias.

ABSTRACT

The low pregnancy rate due to empty days is a significant challenge for reproductive efficiency in cattle farming. This study evaluated the impact of early resynchronization (22 days post-FTAI) and conventional resynchronization (30 days post-FTAI) in crossbred cows. A total of 120 multiparous cows, aged five years and between 85-150 days postpartum, were analyzed. The Chi-square test was used to assess the relationship between corpus luteum size and pregnancy, while Fisher's exact test was applied to compare pregnancy rates. Although early resynchronization resulted in a higher cumulative pregnancy rate (72.73% vs. 66.15%), the difference was not statistically significant ($P=0.5522$). However, a significant association was found between corpus luteum size and pregnancy ($P=0.0129$). Embryonic losses showed no differences between treatments ($P=0.5421$). These results indicate that early resynchronization is an efficient strategy to reduce the interval between inseminations without affecting pregnancy rates or increasing embryonic losses. Additionally, the influence of the corpus luteum on gestation highlights the importance of its monitoring in reproductive programs. The racial composition of the cattle affects these parameters, emphasizing the need to adjust reproductive strategies according to the physiological characteristics of each breed to optimize bovine reproduction.

Key words: Resynchronization; reproductive efficiency; artificial insemination at a fixed time; open days; embryonic losses

Resincronización del estro en vacas mestizas / Barragan y cols.

INTRODUCCIÓN

La baja tasa de preñez y el amplio intervalo parto-concepción en el ganado bovino representa un desafío significativo para la productividad ganadera. La extensión de este intervalo no solo reduce el número de terneros nacidos anualmente, sino que también aumenta los costos asociados al mantenimiento del ganado no productivo [1, 2].

Con el fin de optimizar el manejo reproductivo y reducir los intervalos entre partos, se han implementado protocolos de sincronización y resincronización del estro. Según, Bó y cols. [3], las vacas deben quedar preñadas entre los 75 y 85 días (d) posparto para mantener un intervalo de parto-concepción óptimo. Sin embargo, Espinoza y cols. [4] señalan que, la práctica común para lograr la preñez en vacas vacías tras una primera inseminación artificial (IA) es la introducción de toros para la monta natural.

Por su parte, Baruselli y cols. [5] manifiestan que la resincronización es una alternativa eficiente, ya que permite aplicar de una segunda inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en hembras previamente inseminadas, reduciendo el intervalo entre servicios. Existen dos tipos principales de resincronización: la convencional, que se realiza en el momento del diagnóstico de gestación (30 d pos-IATF), y la precoz, que se lleva a cabo sin un diagnóstico previo (22 d pos-IATF).

Ambos protocolos han demostrado alcanzar tasas de preñez del 75% con dos IATF. No obstante, mientras que la resincronización convencional requiere un intervalo de 40 d entre IATF, la precoz reduce este intervalo a 32 d [6, 7]. La efectividad de cada protocolo puede verse influenciada por distintos factores, como el tipo de tratamiento aplicado, la condición fisiológica de las hembras y el momento de la inseminación [8, 9]. Pese a esto, la resincronización precoz podría representar una estrategia más eficiente, ya que disminuye el tiempo entre inseminaciones y optimiza el manejo reproductivo.

Además de sus beneficios productivos, la implementación de estos protocolos también contribuye a la sostenibilidad de la ganadería. Un sistema reproductivo más eficiente reduce la cantidad de animales necesarios para mantener la producción, lo que se traduce en un menor impacto ambiental y una mejora del mérito genético del hato, favoreciendo la producción de carne y leche [10, 11].

En este contexto, la implementación de la resincronización precoz permite acelerar la reactivación del ciclo estral en vacas vacías, reduciendo el intervalo entre inseminaciones y optimizando el tiempo reproductivo. Asimismo, estos protocolos disminuyen los costos asociados con la alimentación y el mantenimiento de animales no productivos dentro del hato ganadero.

Con base en estas consideraciones, este trabajo tiene como objetivo analizar el impacto de la resincronización precoz (22 d pos-IATF) en comparación con la resincronización convencional (30 d pos-IATF) en los parámetros de eficiencia reproductiva en vacas mestizas bajo condiciones climáticas y de manejo del trópico ecuatoriano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en la hacienda San Pablo, situada en el cantón Flavio Alfaro de la provincia de Manabí, Ecuador. Esta zona se caracteriza por su topografía montañosa y una altitud de 150 m.s.n.m. El clima de la región es tropical húmedo, con una temperatura promedio anual de 25°C y una precipitación anual de 1,157 mm, distribuidas en aproximadamente 260 d de lluvia al año [12].

Unidades experimentales

Se seleccionaron 120 vacas multiparas mestizas de cruce (*Bos taurus* x *Bos indicus*), de aproximadamente cinco años, pertenecientes a una unidad de producción bajo sistema de pastoreo. La alimentación se basó en pastos Saboya (*Megathyrus maximus*) y Zuri (*Megathyrus maximus*). El peso promedio de las vacas fue de 350 kilogramos (kg), determinado mediante una balanza electrónica EziWeigh7i (Tru-Test Datamars, Nueva Zelanda). Las vacas se encontraban entre 85 a 150 d postparto, con una condición corporal promedio de 2 en una escala de 1 a 5. Antes de la sincronización, se realizó un examen ginecológico utilizando un ecógrafo transrectal (Mindray DP50, China) para asegurar que solo las vacas no gestantes fueran incluidas en el protocolo.

Además, se implementó un plan sanitario que incluyó desparasitación con Dectomax® (doramectina al 1%) a una dosis de 10 mL por vaca (equivalente a 200 mg/kg de peso corporal) y vitamización con Catosal® (butafosfán y vitamina B12) a razón de 4 mg por cada 100 kg de peso corporal. Las vacas fueron asignadas aleatoriamente a dos tratamientos experimentales: T1, resincronización precoz a los 22 d pos-IATF, y T2, resincronización convencional a los 30 d pos-IATF.

Sincronización del estro

El d 0, todas las vacas (n=120) fueron sincronizadas mediante la inserción de un dispositivo intravaginal de progesterona (P4) 0,6 g (Pluselar 0,6[®]) y la administración intramuscular (IM) de 2 mg de benzoato de estradiol (BE) (Benzoato de Estradiol Calier[®]). El d 8, se retiraron los dispositivos y se aplicaron 0,15 mg de prostaglandina (d-Cloprostenol sódico) (Veteglan[®]) IM junto con 400 unidades internacionales (UI) de gonadotropina coriónica equina (eCG) (Vetegon[®]) IM. El d 9, se administró 1 mg de BE IM, y el d 10, entre las 52 y 56 horas (h) posteriores al retiro del dispositivo, se realizó la IATF, utilizando una dosis de semen comercial de 0,5 mL por vaca, de acuerdo con el patrón racial para un cruzamiento dirigido (FIG. 1).

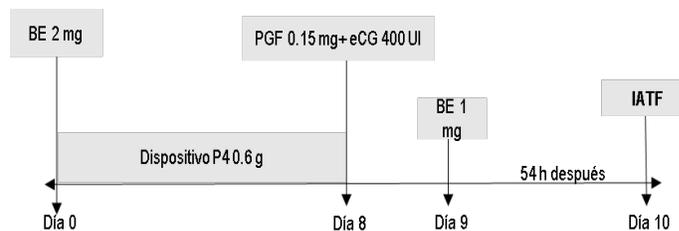


FIGURA 1. Protocolo de sincronización del estro. BE: benzoato de estradiol. P4: progesterona. PGF: prostaglandina; IATF: inseminación artificial a tiempo fijo. Posterior a la primera inseminación artificial (22 d), las 120 vacas fueron divididas al azar en dos tratamientos: T1 (n=55) correspondiente a la resincronización precoz, y T2 (n=65) con el protocolo de resincronización convencional

Resincronización precoz (sin previo diagnóstico de gestación)

El tratamiento T1 (n=55) consistió en la resincronización precoz antes del diagnóstico de gestación, aplicada a los 22 d post-IATF. Este protocolo incluyó la resincronización del 100% de las vacas (gestantes y no gestantes) previamente inseminadas, mediante un esquema a tiempo fijo.

Según Catalano y cols. [13], el protocolo consistió en la inserción de un dispositivo intravaginal de progesterona (P4) 0,6 g y la administración IM de 1,5 mg de BE el d 22 post-IATF. Ocho días después (día 30 post-IATF), se retiró el dispositivo y se realizó el diagnóstico de gestación por ultrasonografía (US) para confirmar la preñez resultante de la primera IATF. Las vacas diagnosticadas como gestantes salieron del protocolo [14]. Las vacas no gestantes continuaron con el protocolo y recibieron 400 UI de eCG IM junto con 0,15 mg de prostaglandina (d-Cloprostenol sódico). Luego de 24 h (d 31 post-IATF), se administró 1 mg de BE IM. Finalmente, el d 32 post-IATF, se realizó la segunda IATF entre las 52 y 56 h posteriores al retiro del dispositivo [15] (FIG. 2).

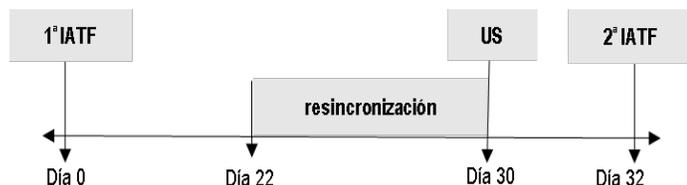


FIGURA 2. Esquema de los programas reproductivos que incorporan la resincronización para IATF en vacas mestizas. El protocolo se inicia 22 d después de la primera IATF sin un diagnóstico previo de gestación para todos los animales. Solo las vacas diagnosticadas como no gestantes continúan hasta la segunda IATF. Resincronización: protocolo de resincronización de la ovulación. US: diagnóstico de gestación por ultrasonografía. IATF: inseminación artificial a tiempo fijo

Resincronización convencional (en el momento del diagnóstico de gestación)

El T2 (n=65) se realizó a los 30 d post-IATF. El protocolo inició con un diagnóstico de preñez mediante ultrasonografía para identificar las vacas preñadas tras la primera IATF; estas fueron excluidas del protocolo, mientras que aquellas vacas vacías fueron sometidas a un protocolo de resincronización. Este consistió en la inserción de un dispositivo intravaginal de progesterona (P4) 0,6 g y la administración IM 2 mg de BE. Después de 8 d, es decir el d 38 post-IATF, se retiró el dispositivo y se aplicaron 400 UI de eCG y 0,15 mg d-Cloprostenol sódico IM. Al día siguiente (d 39 post-IATF), se administró 1mg de BE y el d 40 post-primera IATF se realizó la segunda IATF. El dispositivo se retiró entre 52 a 56 h después (FIG. 3).

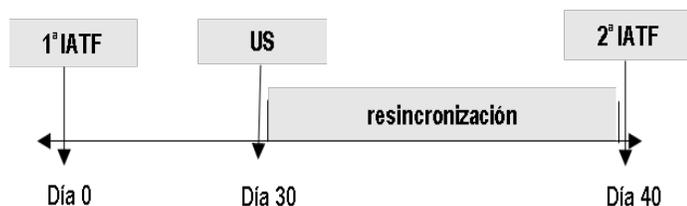


FIGURA 3. Esquema de los programas reproductivos que incorporan la resincronización para IATF en vacas mestizas: la resincronización comenzó el mismo d del diagnóstico de gestación (30 d luego de la primera IATF), y se aplicó exclusivamente a los animales que no estaban gestantes. Resincronización: protocolo de resincronización de la ovulación. US: diagnóstico de gestación por ultrasonografía. IATF: inseminación artificial a tiempo fijo

VARIABLES EVALUADAS

La evaluación de la tasa de preñez en ambos tratamientos (T1 y T2) se realizó a través de un diagnóstico de gestación en dos momentos clave: el d 30 post-primera IATF, para determinar la tasa de preñez inicial, y el d 60 post-primera IATF, para evaluar la tasa de preñez resultante de la resincronización. Además, se comparó la tasa de preñez acumulada entre ambos tratamientos con el objetivo de analizar el impacto reproductivo de cada protocolo en estudio.

Tasa de preñez al primer servicio: se refiere al número de vacas preñadas tras la primera IATF, calculado al dividir el número de vacas tratadas por cien.

Tasa de preñez acumulada: se refiere al número de vacas preñadas después de la primera y segunda IATF. Se obtiene al dividir el total de vacas tratadas y multiplicando por cien.

Asociación de tasa de preñez con el tamaño del cuerpo lúteo

En el T1, se evaluó la presencia y el tamaño del cuerpo lúteo (CL) mediante US el d 22 post-primera IATF. Los CL se clasificaron en grandes, >17,5 mm y medianos, ≤17,5 mm, para asociarlos con los resultados del diagnóstico de gestación al d 30 post-IATF, considerando su vínculo con la gestación y el estro. En este estudio, los cuerpos lúteos menores de 17,5 mm se clasificaron como medianos, sin distinción entre pequeños y medianos, aunque en otras investigaciones se considera pequeño a aquellos <12 mm, con menor producción de progesterona y menor probabilidad de gestación [16, 17].

Tasa de pérdidas embrionarias

La tasa de pérdidas embrionarias se determinó comparando los diagnósticos de gestación realizados el d 30 y el d 60. Las vacas que fueron diagnosticadas como preñadas el d 30 y que resultaron vacías al d 60 se consideraron como casos de pérdida embrionaria, ya que no lograron mantener la gestación. Según Suárez [18] y Toala y cols. [19], las pérdidas embrionarias suelen identificarse dentro de los primeros 16 d luego de la fecundación y durante las seis semanas de gestación.

Análisis estadístico

Los datos se analizaron utilizando el software estadístico InfoStat y Statistix versión 10 [20, 21]. Se empleó la prueba de Chi-cuadrado para examinar la asociación entre el tamaño de cuerpo lúteo, clasificando como mediano o grande, y la condición de gestación. Además, se utilizó la prueba exacta de Fisher para comparar las proporciones de preñez entre los grupos, dada la naturaleza dicotómica de la variable respuesta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tasa de preñez

La TABLA I presenta los resultados obtenidos en los tratamientos en estudio. Se observó que el tratamiento T1, resincronización precoz, alcanzó una tasa de preñez del 40% en la primera IATF y del 54% tras la resincronización, resultando en una tasa de preñez acumulada del 72,73% con un intervalo

Resincronización del estro en vacas mestizas / Barragan y cols.

de 32 d. En contraste, el tratamiento T2, resincronización convencional, presentó una tasa de preñez del 38,46% en la primera IATF y del 45% en la resincronización con una tasa acumulada del 66,15% y un intervalo de 40 d. A pesar de que T1 mostró una ligera ventaja en la tasa de preñez, la prueba Irwin-Fisher no detectó diferencias significativas entre los tratamientos ($P=0,5522$; $P>0,05$).

Estos resultados confirman que ambos protocolos de resincronización pueden ser estrategias válidas para optimizar la eficiencia reproductiva en bovinos, ya que superan el umbral del 65% de tasa de preñez acumulada. Además, la resincronización precoz permite reducir en 8 d el intervalo entre servicios, lo que podría representar una ventaja en sistemas de producción intensiva.

TABLA I. Tasa de preñez en vacas tratadas con resincronización precoz (T1) y convencional (T2)

TRATAMIENTOS	n	TP 1 IATF (%)	TPR 2 IATF (%)	TPA (%)
T1	55	40	54	72,73
T2	65	38,46	45	66,15
P-valor				0,5522 ns

Comparación de las tasas de preñez obtenidos en dos tratamientos de resincronización (T1 y T2) y sus resultados, sin diferencias significativas. N: número. TP: tasa de preñez. TPR: tasa preñez de resincronización. TPA: tasa preñez acumulada. ns: no significativo ($P>0,05$).

En ese sentido, resultados similares a los obtenidos en el presente estudio fueron reportados por García y cols. [7], donde se alcanzaron tasas de preñez acumuladas del 76% en la aplicación de tratamientos de resincronización de celo en vacas taurinas de carne. Por otro lado, Baruselli y cols. [5] obtuvieron tasas de preñez del 75% en sus tratamientos, mientras que Bó y cols. [3] reportaron resultados inferiores, con una tasa de preñez de 68,2% en vacas de carne resincronizadas al 22 d post-primer IATF.

En contraste, los resultados de Baruselli y cols. [22] evidenciaron tasas de preñez acumuladas de 62,8% y 68,2% en sus protocolos de resincronización al 22 d. La variabilidad de estos resultados puede deberse a factores como la heterogeneidad de razas, la condición corporal y las condiciones climáticas en las que se desarrolló la investigación.

Los programas de resincronización precoz son eficientes para reducir el intervalo entre parto-concepción con resultados de preñez acumulativa destacados. Además, aumenta el número de animales nacidos por IA, acelerando el mérito genético del rebaño. También, concentra los nacimientos en la época favorable de parto, mejorando en consecuencia el peso al destete (PD) y aumentando el reemplazo de hembras a la etapa reproductiva [22].

Asociación del tamaño del cuerpo lúteo y la tasa de preñez

La TABLA II presentan la relación entre el tamaño del cuerpo lúteo (CL) y la tasa de preñez. Se encontró que las vacas con CL grande ($>17,5$ mm) tuvieron una tasa de preñez del 81,25%, significativamente superior a aquellos con CL mediano ($\leq 17,5$ mm), cuya tasa de preñez fue de 40,90% ($P=0,0129$).

TABLA II. Asociación de tasa de preñez con el tamaño de cuerpo lúteo

Variable tamaño CL (mm)	Tasa de preñez
Grande $>17,5$	81,25% (13/16)
Mediano $\leq 17,5$	40,90% (9/22)
P- valor	0,0129

Asociación entre el tamaño del CL y la tasa de preñez. Se observaron diferencias significativas a favor de cuerpos lúteos grandes. CL: cuerpo lúteo. mm: milímetros.

Estos resultados coinciden con los reportados por Valencia y cols. [23], quienes encontraron diferencias significativas entre los tamaños de CL y la gestación. Según Pugliesi y cols. [24], el desarrollo del CL y la capacidad para sintetizar progesterona dependen de la cantidad de las células lúteas (pequeñas y grandes). Pese a esto, Gomes dos Saltos y cols. [25] argumentaron que la perfusión sanguínea lútea es un factor determinante en la concepción, por encima de su tamaño. En este contexto, un CL pequeño podría generar niveles bajos de progesterona, aumentando el riesgo de pérdidas embrionarias [22].

A diferencia de estudios previos que reportan una mayor vascularización de CL en *Bos taurus*, este estudio encontró que el grupo con CL grandes tuvo un mayor predominio de *Bos indicus* (75% *Bos indicus* y 25% *Bos taurus*). Esto contrasta con los hallazgos de otras investigaciones donde se ha documentado que *Bos indicus* presenta una menor vascularización lútea y menor concentración circulante de progesterona en comparación con *Bos taurus*, lo que podría afectar las tasas de concepción [26]. No obstante, estos resultados sugieren que *Bos indicus* podría compensar su menor vascularización con otros mecanismos fisiológicos que favorecen la implantación y mantenimiento de la preñez, lo que resalta la necesidad de adaptar los protocolos de resincronización según las características raciales.

La inducción de un CL accesorio con gonadotropinas (hCG o GnRH) ha demostrado mejorar la tasa de preñez en *Bos indicus* con baja fertilidad ($<40\%$), compensando su menor vascularización natural [27]. Sin embargo, en animales con fertilidad superior al 40%, este tratamiento no ha mostrado beneficios significativos. Además, Sakumoto y cols. [28] sugirieron que un CL de mayor tamaño está directamente relacionado con una mayor producción de progesterona, fundamental para la viabilidad del embrión. Incluso, es primordial monitorear los niveles hormonales para optimizar los protocolos de sincronización y mejorar la eficiencia reproductiva [29]. Por el contrario, estudios como los de Cerón y Roura [30] indicaron que el tamaño del CL no es un predictor absoluto del éxito reproductivo, ya que otros factores endocrinos y la vascularización del CL juegan un papel crucial en la preñez.

El uso de ultrasonografía Doppler ha demostrado ser una herramienta eficaz para evaluar la vascularización del CL y predecir la viabilidad de la gestación [31]. Los investigadores Bech y cols. [32] encontraron que vacas con mayor vascularización del CL presentan una reducción significativa en las pérdidas embrionarias tempranas. Pugliesi y cols. [31] destacaron que la vascularización no solo influye en la producción de progesterona, sino también en la receptividad endometrial para la implantación embrionaria, un aspecto clave en los programas de transferencia de embriones.

Por último, esta investigación refuerza la relación entre el tamaño del CL y la tasa de preñez, pero la vascularización es un factor determinante en la viabilidad de la gestación. La composición racial del ganado influye en estos parámetros, lo que resalta la necesidad de ajustar las estrategias reproductivas según las características fisiológicas de cada raza para optimizar los resultados en la reproducción bovina.

Pérdidas embrionarias

En la TABLA III se expone las pérdidas embrionarias obtenidas mediante diagnóstico de gestación por ecografía a los 30 y 60 d de gestación en los tratamientos en estudio. Se observa que el T1 alcanzó una tasa de preñez del 72,73% a los 30 d y del 70,9% a los 60 d, con una diferencia de 1,83%, lo que equivale a una preñez menos en ese periodo.

Por otro lado, el T2 presentó una tasa de preñez del 66,15% tanto a los 30 como a los 60 d, lo que indica que no hubo pérdidas embrionarias en este grupo. Aunque el T1 (resincronización precoz) generó un 1,83% de pérdidas embrionarias en comparación al T2 (resincronización convencional), la prueba Irwin-Fisher para comparación de proporciones no mostró diferencias significativas ($P=0,5421$).

Estos resultados sugieren que ambos tratamientos de rescronización pueden aplicarse sin comprometer la tasa de preñez. Dado que no se evidenciaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, es posible considerar la implementación de cualquiera de los dos protocolos sin un impacto negativo en la gestación.

TABLA III. Pérdidas embrionarias en vacas tratadas con rescronización precoz (T1) y con convencional (T2)

Treatment	TP% 30 d	TP% 60 d	PPE%
T1	72,73% 40/55	70,9% 39/55	1,83%
T2	66,15% 43/65	66,15% 43/65	0%
P- valor			0,5421 ns

Comparación de las tasas de preñez a los 30 y 60 d y las pérdidas embrionarias en vacas tratadas con rescronización precoz (T1) y convencional (T2). No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. TP: tasa de preñez. PPE: porcentaje de pérdidas embrionarias. ns: no significativo ($P>0,05$).

Al comparar estos resultados con otros estudios, se observa que son inferiores a los encontrados por Bó y cols. [3], quienes registraron una pérdida embrionaria del 4,1% en vacas rescronizadas con BE tras la primera IATF. Estos hallazgos coinciden en parte con los obtenidos por Baruselli y cols. [22], los cuales reportaron pérdidas de preñez del 3,8% y 5,5% en protocolos de rescronización a los 22 d con dosis de 1 mg y 2 mg de BE, respectivamente.

En contraste, los resultados obtenidos en este estudio difieren de los reportados por Beal y cols. [33], quienes informaron una pérdida de preñez de 6,5% entre los d 25 y 45, y

del 8% entre los d 35 y 75 en vacas de carne. De manera similar, en vaquillas, Lamb y cols. [34] identificaron una pérdida de 4,8% en el mismo intervalo de tiempo (35 y 75 d), lo que indica que las tasas de pérdida pueden variar según el tipo de animal y las condiciones del protocolo aplicado.

En definitiva, estos resultados, en concordancia con los estudios de Baruselli y cols. [22] y Bó y cols. [3], indican que la administración de BE en vacas preñadas 22 d después de la IA no afecta la vascularización de CL ni induce la pérdida de gestación. Esto sugiere que su aplicación en protocolos de rescronización es viable sin comprometer la preñez.

CONCLUSIONES

La rescronización precoz sin diagnóstico previo a los 22 d post-IATF se presenta como una alternativa eficiente para mejorar la eficiencia en bovinos. Este protocolo permite reducir en 8 d el intervalo entre inseminaciones sin afectar negativamente la tasa de preñez ni incrementar las pérdidas embrionarias. Además, facilita la optimización del tiempo reproductivo, lo que contribuye a una mayor productividad y rentabilidad en la ganadería.

Los resultados evidencian que el tamaño del CL está significativamente asociado con la tasa de preñez, siendo los CL grandes más favorables para la gestación. Sin embargo, la vascularización del CL y la influencia racial no fueron evaluadas en este estudio. A pesar de ello, los hallazgos sugieren que *Bos indicus* puede presentar una respuesta reproductiva positiva incluso con un CL grande, lo que destaca la necesidad de profundizar en las diferencias fisiológicas entre razas para optimizar los protocolos de rescronización.

En conjunto, la implementación de protocolos que reduzcan el intervalo entre servicios y consideren el tamaño y la vascularización del CL representa un avance estratégico en el manejo reproductivo. La integración de estas variables podría mejorar la planificación y eficacia de los servicios de inseminación, permitiendo el desarrollo de nuevas tecnologías que potencien la eficiencia y la sustentabilidad de la producción ganadera.

Conflicto de intereses

Los autores declaran la no existencia de conflicto de intereses en el presente trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Pedroso-Sosa R, Roller-Gutiérrez F, Burgos-Macías DI. Estrategia sostenible para mejorar la eficiencia de los servicios de inseminación artificial en ganado bovino en el trópico. Rev. Investig. Vet. Perú. [Internet]. 2024; 35(2):1-13. doi: <https://doi.org/ph53>
- [2] Delgado-Navarro MA, Cuesta-Hoyos CA, Díaz Álvarez AF. Evaluación de dos protocolos hormonales para la inducción del celo e inseminación artificial a término fijo (IATF) a vacas en el postparto temprano y en anestro, como herramienta para aumentar la productividad.

Resincronización del estro en vacas mestizas / Barragan y cols.

- Login. *Investig. Cient. Tecnol.* [Internet]. 2019; 3(1):94-104. doi: <https://doi.org/ph54>
- [3] Bó GA, De la Mata JJ, Baruselli PS, Menchaca A. Alternative programs for synchronizing and resynchronizing ovulation in beef cattle. *Theriogenology*. [Internet]. 2016; 86(1):388-396. doi: <https://doi.org/f8rn8v>
- [4] Espinoza-Villavicencio JL, Palacios-Espinosa A, Ortega-Pérez R, Guillén-Trujillo A, Manríquez-Hirales E. Inseminación artificial a tiempo fijo y re inseminación de vacas para carne tratadas con y sin gonadotropina coriónica equina. *Nova Scientia*. [Internet]. 2021 13(27):1-20. doi: <https://doi.org/ph55>
- [5] Baruselli PS, Márquez MO, Vieira LM, Konrad JL, Crudeli GA. Aplicación de biotecnologías para una mayor producción de terneros. *Rev. Vet.* [Internet]. 2015; 26(2):154-159. doi: <https://doi.org/ph56>
- [6] Mapletoft RJ, Baruselli PS, Bo GA. Fisiología relacionada al uso de la eCG en ganado de carne y leche. *SPERMOVA*. [Internet]. 2022 [consultado 19 Dic 2024]; 12(1):83-91. Disponible en: <https://goo.su/KUqUlpU>
- [7] García AF, Rabaglino MB, Torreta ME. Re-sincronización de celos utilizando progestágenos y benzoato de estradiol, en vacas de carne (*Bos taurus*) con cría al pie, manejadas en sistemas pastoriles de regiones áridas. *REDVET*. [internet]. 2017 [consultado 19 Dic. 2024]; 18(10):1-12. Disponible en: <https://goo.su/RKdCzV>
- [8] Velásquez Vergara CR, Tello Alarcón VI, Vega-Vilca JF. Efecto del tratamiento hormonal sobre la tasa de concepción en vacas Holstein problema, región la Libertad, Perú. *Rev. Investig. Innovacion Agropec. Recur. Nat.* [Internet] 2023; 10(1):55-60. doi: <https://doi.org/ph57>
- [9] Motta IG, Rocha CC, Bisinotto DZ, Melo GD, Ataíde-Júnior GA, Silva AG, Gonzaga VHG, Santos JA, Freitas BG, Lemes KM, Madureira EH, Pugliesi, G. Increased pregnancy rate in beef heifers resynchronized with estradiol at 14 days after TAI. *Theriogenology*. [Internet]. 2020; 147:62-70. doi: <https://doi.org/ph58>
- [10] Webb R, Buratini J. Global challenges for the 21st century: the role and strategy of [the agri-food sector. *Anim. Reprod.* [Internet]. 2018; 13(3):133-142. doi: <https://doi.org/f92hjc>
- [11] Davis TC, White RR. Breeding animals to feed people: The many roles of animal [reproduction in ensuring global food security. *Theriogenology*. [Internet]. 2020; 150:27-33. doi: <https://doi.org/ph59>
- [12] Gobierno autónomo descentralizado del cantón Flavio Alfaro. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Flavio Alfaro. [Internet]. 2017 [citada 4 Julio 2024]. Disponible en: <https://goo.su/0FY7bJ9>
- [13] Ricci-Catalano FA, Kozicki LE, Daros RR. Effect of estrus behavior on the paint removal score of the sacral region of nulliparous *Bos indicus*. *Peer Review*. [Internet]. 2024 [citada 20 Diciembre 2024]; 6(11):206-215. Disponible en: <https://goo.su/WYeQ>
- [14] Barrón-Bravo O, Avilés-Ruiz R, Fraga-Escamilla E, Bautista-Martínez Y. Reproductive processes in cows and the ultrasonography use. *Abanico Vet.* [Internet]. 2023; 13:1-34. doi: <https://doi.org/ph6b>
- [15] Bó GA, Huguenine E, De la Mata JJ, Núñez-Olivera R, Baruselli PS, Menchaca A. Programs for fixed-time artificial insemination in South American beef cattle. *Anim Reprod.* [Internet]. 2018; 15(Supl.1):952-962. doi: <https://doi.org/ph6c>
- [16] González TM, De La Rosa TE, Mendoza MC. Morfometría macroscópica del cuerpo lúteo de vacas cebú gestantes y no gestantes en el trópico colombiano. *Rev Colombiana Cienc Anim. Recia.* [Internet]. 2017; 9(2):190-197. doi: <https://doi.org/ph6d>
- [17] Rodrigues AD, Cooke RF, Cipriano RS, Silva LGT, Cerri RLA, Cruppe LH, Meneghetti M, Pohler KG, Vasconcelos JLM. Impacts of estrus expression and intensity during a timed-AI protocol on variables associated with fertility and pregnancy success in *Bos indicus*-influenced beef cows. *J. Anim. Sci.* [Internet]. 2018; 96(1):236-249. doi: <https://doi.org/gcxdmx>
- [18] Suárez-Mosquera NM. Principales causas asociadas a pérdidas embrionarias en bovinos [Tesis de pregrado en Internet]. Ibagué: Universidad Cooperativa de Colombia; 2018. [citada 10 Nov 2024]. 9 p. Disponible en: <https://goo.su/gG86>
- [19] Toala-Soledispa RA, Pedroso-Sosa R, Burgos-Macías DI, Roller-Gutiérrez F. Pérdida de la preñez en la hembra bovina y estrategias para mejorar la eficiencia en los programas de reproducción asistida. *La Técnica*. [Internet]. 2024; 14(1):1-11. doi: <https://doi.org/ph6f>
- [20] Infostat Software estadístico. [Internet]. Infostat Software estadístico; 2020 [citada 14 Enero 2025]. Disponible en: <https://goo.su/Cd5C4h>
- [21] Statistix10 Software. [Internet]. Statistix10 for Windows (Versión 10); 2013 [citada 14 Enero 2025]. Disponible en: <https://goo.su/493NR5b>
- [22] Baruselli PS, Machado-Ferreira R, Alcantara-Colli MH, Morag-Elliff F, Sá-Filho MF, Vieira L, de Freitas BG. Timed artificial insemination: current challenges and recent advances in reproductive efficiency in beef and dairy herds in Brazil. *Anim Reprod.* [Internet]. 2018; 14(3):558-571. doi: <https://doi.org/gbtf9x>
- [23] Valencia-Ocampo HF, Rodríguez-Colorado N, Mantilla T. Factores que afectan la tasa de preñez mediante transferencias de embriones por fertilización *in vitro* en novillas multirraciales en condiciones de trópico colombiano. *Rev Mex Cienc Pecu.* [Internet]. 2023; 14(2):326-3238. doi: <https://doi.org/ph6g>
- [24] Pugliesi G, Guimarães-da Silva A, Moreira-Viana JH, Bruno-Siqueira LG. Review: Current status of corpus luteum assessment by Doppler ultrasonography to diagnose non-pregnancy and select embryo recipients in cattle. *Animal*. [Internet]. 2023; 17(1):1-12. doi: <https://doi.org/ph6h>
- [25] Gomes-dos Santos GM, Bortolassi LJ, Silva-Santos KC, Ayres-Dias JH, da Silva-Dias I, Marcondes-Seneda M, Morotti F. Conception rate and pregnancy loss in fixed-time cattle embryo transfer programs are related to the luteal blood perfusion but not to the corpus luteum size. *Theriogenology*. [Internet]. 2023; 210:251-255. doi: <https://doi.org/mfrm>
- [26] Thatcher W, Santos J. Control of ovarian follicular and corpus luteum development for the synchronization of ovulation in cattle. *Soc Reprod Fertil Suppl.* [Internet]. 2007; 64:69-81. doi: <https://doi.org/ctmsdn>

- [27] Chen F, Hou Y, Zhu X, Mei C, Guo R, Shi Z. Impact of Accessory Corpus Luteum Induced by GonadotropinReleasing Hormone or Human Chorionic Gonadotropin on Pregnancy Rates of Dairy Cattle following Embryo Transfer: A META-Analysis. *Vet. Sci.* [Internet]. 2023; 10(5):309. doi: <https://doi.org/ph6j>
- [28] Sakumoto R, Hayashi KG, Takahashi T. Different expression of PGE synthase, PGF receptor, TNF, Fas and oxytocin in the bovine corpus luteum of the estrous cycle and pregnancy. *Reprod. Biol.* [Internet]. 2014;14(2):115-21. doi: <https://doi.org/ph6k>
- [29] Stevenson JS. Physiological predictors of ovulation and pregnancy risk in a fixed-time artificial insemination program. *J. Dairy Sci.* [Internet]. 2016; 99(12):10077-10092. doi: <https://doi.org/ph6m>
- [30] Cerón J, Roura J. Falla en la concepción en el ganado lechero: Evaluación de terapias hormonales. *Vet. Mex.* [Internet]. 2001; 32(4):279-287. Disponible en: <https://goo.su/VhY8L4>
- [31] Pugliesi G, Feltrin IR, Mattos AC, Silva AG, Morelli KG, Nishmura TK, Sales JN. Evolution over the last 40 years of the assisted reproductive technologies in cattle - the Brazilian perspective for embryo transfer and resynchronization programs (part II). *Anim. Reprod.* [Internet]. 2024; 21(3):e2240058. doi: <https://doi.org/ph6n>
- [32] Bech-Sàbat G, García-Ispierto I, Yániz J, López-Gatius F. Therapeutic approaches to pregnancy loss of non-infectious cause during the late embryonic/early foetal period in dairy cattle. A review. *Reprod Domest Anim.* [Internet]. 2010; 45(6):e469-e475. doi: <https://doi.org/bjq797>
- [33] Beal WE, Perry RC, Corah LR. The use of ultrasound in monitoring reproductive physiology of beef cattle. *J. Anim. Sci.* [Internet]. 1992; 70(3):924-929. doi: <https://doi.org/ph6p>
- [34] Lamb GC, Miller BL, Traffas V, Corah LR. Estrus detection, first service conception, and embryonic death in beef heifers synchronized with MGA and prostaglandin. *KAES Research Reports or KAESRR* . [Internet]. 1997; 0(1):98-99. doi: <https://doi.org/ph6q>