

DOI: <https://doi.org/10.46296/gt.v8i16.0277>

COMPARACIÓN DE DOS PROTOCOLOS DE IATF DE PROESTRO PROLONGADO EN VAQUILLAS CÍCLICAS DE CARNE

COMPARISON OF TWO PROLONGED PROESTRUS IATF PROTOCOLS IN CYCLICAL BEEF HEIFERS

Sánchez-Zambrano Jarni Joel ¹; Franco-Moreira Isauro Alejandro ²;
Velásquez-Zambrano Edwin Darío ³; Zambrano-Pazmiño Diego Efrén ⁴

¹ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta, Ecuador.
Correo: jarni_sanchez@espam.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-4728-7870>.

² Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta, Ecuador.
Correo: isauro.franco@espam.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-6360-4887>.

³ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta, Ecuador.
Correo: edwin.velasquez@espam.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-9566-912X>.

⁴ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta, Ecuador.
Correo: diego.zambrano@espam.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6249-709X>.

Resumen

El objetivo de este estudio fue comparar la eficacia reproductiva de dos protocolos de sincronización con proestro prolongado (J-Synch 6 días y Split-Synch 5 días) en vaquillonas de carne. Se trabajó con 40 vaquillonas cruzadas *Bos taurus* × *Bos indicus*, divididas en dos grupos de 20 animales, bajo un diseño experimental de campo. Se evaluaron las tasas de manifestación de celo, y tasa de concepción, así como el efecto de la hora de inseminación en el protocolo Split-Synch. Los resultados mostraron que J-Synch obtuvo una mayor tasa de manifestación de celo (60%) y preñez (45%) frente a Split-Synch (45% y 35%, respectivamente), aunque sin diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$). En cuanto al momento de inseminación con Split-Synch, se observó una tasa de concepción de 28% a las 64 h y 38% a las 72 h post retiro del dispositivo, también sin significancia estadística. Los hallazgos respaldan que ambos protocolos ofrecen una eficacia reproductiva comparable, aunque el J-Synch mostró una tendencia levemente favorable. Además, la IATF a las 72 h podría ser más eficiente en condiciones de campo. Se recomienda considerar factores fisiológicos como condición corporal, ciclicidad y manejo para optimizar los resultados.

Palabras claves: ATF, J-Synch, Split-Synch, sincronización de celo, tasa de preñez.

Abstract

The objective of this study was to compare the reproductive efficiency of two prolonged proestrus synchronization protocols (J-Synch 6 days and Split-Synch 5 days) in cyclic beef heifers. A total of 40 crossbred *Bos taurus* × *Bos indicus* heifers were used, divided into two groups of 20 animals each, in a field-based experimental design. Estrus expression, ovulation, and conception rates were evaluated, as well as the effect of insemination timing under the Split-Synch protocol. Results showed that the J-Synch protocol achieved higher estrus manifestation (60%) and pregnancy rates (45%) compared to Split-Synch (45% and 35%, respectively), although without statistically significant differences ($p > 0.05$). Regarding insemination timing, conception rates were 28% at 64 hours and 38% at 72 hours post-device removal, also not statistically significant. The findings suggest both protocols provide comparable reproductive performance, with a slight tendency favoring J-Synch. In addition, insemination at 72 hours may be more effective under field conditions. It is recommended to consider physiological factors such as body condition, cyclicity, and herd management to improve reproductive outcomes.

Keywords: TAI, J-Synch, Split-Synch, estrus synchronization, pregnancy rate.

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 17 de junio de 2025.

Fecha de aceptación: 10 de agosto de 2025.

Fecha de publicación: 29 de septiembre de 2025.



1. Introducción

En la última década, los protocolos de sincronización de celo y ovulación en ganado bovino han avanzado considerablemente, destacando su aplicación en vaquillonas mestizas debido a su capacidad para incrementar la eficiencia reproductiva y optimizar el manejo del rebaño (Oosthuizen et al., 2020). Estos procedimientos incluyen el uso de prostaglandinas, progestágenos y análogos de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), los cuales han demostrado ser efectivos para sincronizar los ciclos estrales y favorecer la inseminación artificial a tiempo fijo (IAFT) (Stevenson y Britt, 2017).

Una de las innovaciones más relevantes ha sido la incorporación de dispositivos intravaginales de liberación controlada de progesterona, los cuales han mostrado resultados positivos en vaquillonas mestizas, un grupo que presenta desafíos reproductivos significativos debido a su variabilidad genética y fenotípica (de Graaff y Grimard, 2018).

Además, el manejo nutricional y el estado corporal de las vaquillonas

son factores determinantes en el éxito de los protocolos de sincronización.

Diversas investigaciones han evidenciado que aquellas vaquillonas que cuentan con una condición corporal óptima al momento de la aplicación del protocolo tienen mayores probabilidades de quedar preñadas (Cooke et al., 2021; Bó et al., 2025; Pérez-Ruiz et al., 2022). Esto resalta la necesidad de un enfoque integral que considere tanto el manejo hormonal como el nutricional para maximizar los resultados reproductivos en este tipo de ganado.

En años recientes, los protocolos basados en la combinación de estradiol y progesterona se han consolidado como uno de los métodos más empleados para la sincronización del celo en vaquillonas, particularmente en el contexto de la IATF. Sin embargo, ante la necesidad de reducir el uso de estradiol por cuestiones regulatorias y de salud animal, se han explorado alternativas que mantengan tasas de preñez favorables y que faciliten su aplicación en condiciones de campo (Cuadro et al., 2022).

Según Brauner et al. (2024), la adaptación y la respuesta a los protocolos de sincronización pueden variar considerablemente entre distintas razas y tipos de mestizaje. Esta variabilidad resalta la importancia de ajustar los protocolos a las características específicas de cada rebaño, un enfoque personalizado que ha demostrado ser efectivo para mejorar las tasas de éxito y la eficiencia reproductiva en vaquillonas mestizas.

Recientemente, el protocolo J-Synch ha emergido como una alternativa prometedora frente a los métodos convencionales. Este protocolo incorpora modificaciones diseñadas para optimizar la sincronización y reducir la variabilidad en la respuesta ovárica. Estudios preliminares han evidenciado que J-Synch puede ofrecer ventajas significativas en términos de precisión en la sincronización y mayores tasas de preñez, en comparación con los protocolos tradicionales (Mion et al., 2020). De igual forma, se ha observado que el protocolo J-Synch podría reducir el uso de hormonas, lo cual no solo mejora la aceptación por parte de los productores, sino que

también disminuye el impacto ambiental (Bó y Menchaca, 2023).

En el marco de la búsqueda de alternativas para remplazar el uso de estradiol, se ha evaluado diferentes estrategias que buscan mantener la efectividad y simplicidad de los protocolos de sincronización. Una de estas alternativas consiste en conservar el concepto de proestro prolongado, que ha demostrado ser ventajoso en protocolos basados en estradiol, así como en aquellos que empelan GnRH en Estados Unidos. Estos estudios han señalado que un proestro prolongado facilita niveles elevados de estradiol circulante previo a la ovulación y mayores concentraciones de progesterona durante la fase luteinizante (Bridges et al., 2008). Además, se ha explorado el uso de GnRH al inicio del protocolo como una opción efectiva, ya que esta hormona puede inducir la ovulación (Cuadro et al., 2022).

En esta misma línea, el protocolo Split-Synch de 5 días ha demostrado ser una estrategia eficiente en vacas, especialmente en condiciones específicas y dependiendo de la condición corporal de los animales.

Este protocolo, aunque inicialmente diseñado para ganado adulto, se ha adaptado para su uso en vaquillonas con ciertas modificaciones, como la omisión de la segunda aplicación de PGF2a (Bó et al., 2023). Estas adaptaciones buscan optimizar la respuesta reproductiva y reducir los costos hormonales asociados al manejo reproductivo. En este contexto, este estudio tiene como objetivo evaluar dos protocolos de sincronización con proestro prolongado y su impacto en la tasa de manifestación de celo, la tasa de ovulación y tasa de concepción en vaquillas de carne.

2. Metodología

Área de estudio

El estudio se realizó en la Hacienda Agua sucia, ubicada en el sector de La Medianía, en el cantón El Carmen, la provincia de Manabí, Ecuador. Este sitio se localiza geográficamente en las coordenadas 0°11'56.3"S 79°27'59.2"W y una altitud de 245 msnm, al centro norte de la región litoral del país, en una extensa llanura, atravesada por el río suma,

con un clima lluvioso tropical de 23°C promedio.

La investigación adoptó un enfoque cuantitativo y cualitativo, permitiendo comparar la tasa de manifestación de celo, la tasa de ovulación y la tasa de concepción entre dos protocolos de sincronización con proestro prolongado: J-Synchs 6 días y Split - Synch 5 días. Para ello, se seleccionaron 40 vaquillonas cruzas cebú, divididas en dos grupos de 20 animales cada uno, a los que se les aplicó los respectivos tratamientos hormonales. La modalidad del estudio fue experimental de campo, con un nivel aplicativo y explicativo, utilizando un método inductivo para evaluar los resultados obtenidos entre los dos protocolos analizados.

Durante el desarrollo del estudio, se emplearon diversas técnicas para la recolección de datos. La inseminación artificial fue el método aplicado para optimizar el proceso reproductivo en las vaquillonas. Además, se realizaron ecografías por ultrasonido para evaluar la tasa de ovulación y diagnóstico de preñez. Para medir la tasa de manifestación de celo, se implementó la técnica de observación directa. Finalmente, se

hizo uso de la técnica de registro para recopilar y tabular los datos de las variables estudiadas, permitiendo un análisis detallado de los resultados.

Unidades experimentales

La investigación se desarrolló con un total de 40 vaquillas cebuinas de carne, provenientes de un cruce entre *Bos taurus* y *Bos indicus*. Los animales se manejaron bajo un sistema pastoril utilizando pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) como principal fuente de alimentación. Las vaquillonas seleccionadas tenían una edad aproximada de 28 meses y un peso promedio de 300 kg, el 40% de ellas presentaban ciclicidad con presencia de cuerpo lúteo y 60% réstate estaban en transición con útero mediano y presencia de folículos superiores > 6 mm al momento de la sincronización

Manejo del experimento

Antes del inicio del estudio, se implementó un manejo sanitario estricto para garantizar el buen estado de salud de los animales. Posteriormente, se llevó a cabo una selección reproductiva en la que se

identificaron aquellas vaquillonas que se encontraban en condiciones aptas para la reproducción, es decir, que estuvieran ciclando. Para esta evaluación, se realizó un chequeo ginecológico mediante un ecógrafo transrectal (Mindray DP50).

Una vez identificadas las vaquillonas aptas, se procedió a la asignación aleatoria de los tratamientos experimentales. Se formaron dos grupos de 20 animales cada uno: el primer grupo (T0) fue sometido al protocolo Split-Synch 5 días, mientras que el segundo grupo (T1) recibió el protocolo J-Synchs 6 días. Esta división aleatoria garantizó la homogeneidad en las condiciones de ambos tratamientos.

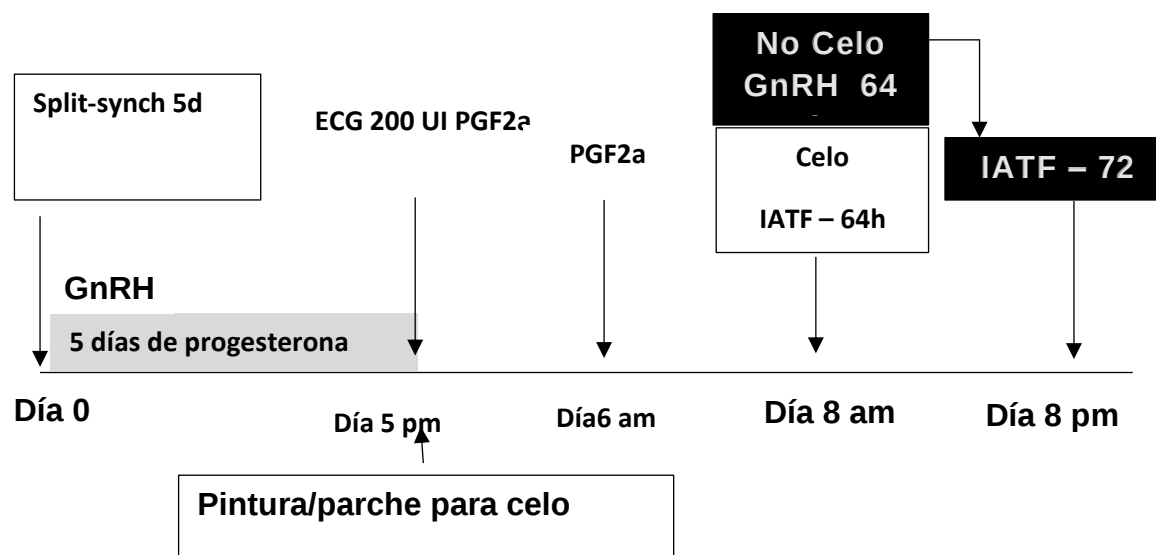
Protocolo proestro prolongado Split -Synch 5 días

En el día 0, las vaquillonas recibieron una dosis de GnRH, junto con la inserción de un dispositivo intravaginal de progesterona, la cual permaneció colado durante cinco días. Luego, en la tarde del día 5, se retiraron los dispositivos de progesterona y se administró una dosis luteolítica de PGF2 α , acompañada de 200 UI de eCG

(Gonadotropina Coriónica Equina). Además, se colocaron parches de pintura en cada animal, con el objetivo de identificar aquellas vaquillonas que manifestaran celo en el día de la inseminación, el día 6 aplicamos una dosis de prostaglandina a todas con el fin de lizar el cuerpo lúteo a las que no alcanzaron a ovular. El día 8, a primera hora de la mañana, se evaluó el estado de los parches de pintura. Las vaquillonas que mostraron signos evidentes de celo recibieron IATF en ese momento, es

decir, a las 64 horas (h) del retiro del dispositivo. Para aquellas que no presentaron signos de celo, se administró una dosis adicional de GnRH en la mañana y se realizó la IATF en la tarde, completando un intervalo de 72 h desde el retiro del dispositivo. El semen utilizado la inseminación provenía de un mismo toro, asegurando la estandarización genética y fue manejado mediante técnicas de congelación y descongelación bajo los protocolos habituales para garantizar su viabilidad.

Figura 1. Protocolo Split-synch 5 días



Protocolos de proestro prolongado J-Synchs 6 días

Este protocolo se aplicó a las 20 vaquillonas del grupo T1. En el día 0, se inició el tratamiento con la

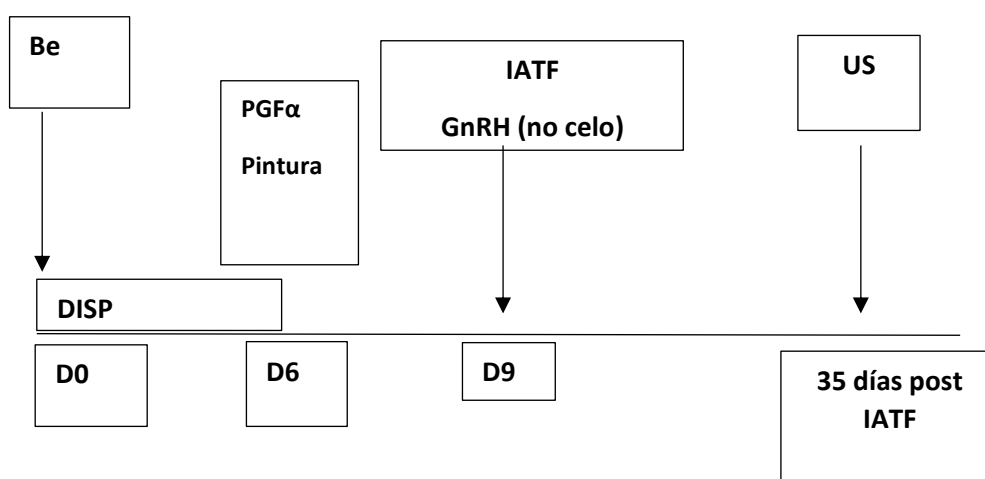
inserción de un dispositivo intravaginal bovino impregnado con 0,5 g de progesterona (Pluselar 0,6 g, Calier). Simultáneamente, se administraron 2 mg de benzoato de estradiol (Benzoato Calier) por vía

intramuscular profunda. En el día 6, se procedió al retiro de los dispositivos intravaginales y se aplicaron 500 µg de prostaglandina F2α (veteglan Calier). Además, en ese mismo momento, se utilizó parches en la base de la cola (Detector de celo, Genex) con el propósito de facilitar la detección visual del celo. La técnica consistió en aplicar la pintura en la zona sacrococcígea, lo que permitió identificar el comportamiento de las vaquillonas en las horas posteriores al tratamiento.

Para el día 9, se realizó la inseminación artificial a las 72 horas

post-retiro del dispositivo intravaginal, utilizando semen congelado/descongelado de un mismo toro, conforme a los protocolos estandarizados de manejo para asegurar su calidad y viabilidad. Durante la inseminación, se observó el estado de la pintura en la base de la cola; aquellas vaquillonas que presentaron más del 50 % de la pintura intacta fueron clasificadas como "NO celo". En estos casos, se aplicaron 100 µg de GnRH (Veterelin Calier) de manera simultánea a la inseminación, con el fin de inducir la ovulación y maximizar las probabilidades de concepción.

Figura 2. Protocolo J-Synchs 6 días



Manifestación de celo

La manifestación de celo en ambos grupos experimentales se evaluó mediante la observación de los

parches aplicados en la base de la cola (Detector de celo, Genex). Esta técnica permitió identificar el comportamiento reproductivo de las

vaquillonas al momento de la inseminación. Las hembras que despintaron el parche fueron consideradas como manifestación positiva de celo, lo que indicaba una respuesta reproductiva adecuada al tratamiento hormonal. Por el contrario, aquellas que conservaron más del 50 % del parche intacta fueron clasificadas como “no celo”, interpretando esta condición como una ausencia de respuesta al protocolo aplicado.

Para determinar la tasa de ovulación en respuesta a los tratamientos. Para determinar la tasa de ovulación en respuesta a los tratamientos, se realizaron ecografías transrectales en ambos grupos experimentales a los cuatro días posteriores a la IATF. Esta técnica permitió evaluar la presencia de cuerpos lúteos y verificar el éxito del proceso ovulatorio inducido por los protocolos de sincronización.

Tasa de concepción

La evaluación de la tasa de preñez se llevó a cabo mediante un diagnóstico de gestación realizado a los 35 días posteriores a la IATF. Este procedimiento se efectuó utilizando ecografía transrectal, lo

cual facilitó la identificación de estructuras embrionarias y permitió confirmar la efectividad reproductiva de cada uno de los protocolos estudiados.

Análisis estadístico

El análisis estadístico de los datos obtenidos se realizó utilizando el software Infostat® 2020 (FCA-UNC), el cual permitió comparar las variables de interés: manifestación de celo, tasa de concepción y momentos de IATF. Para ello, se empleó prueba Irwin-Fisher por tratarse de muestras pequeñas y variables categóricas, y para evaluar la asociación de los tratamientos con la preñez se utilizó la prueba de Chi cuadrado mediante la confección de Tablas de Contingencia, facilitando el análisis de independencia y asociación entre los factores evaluados.

3. Resultados y discusión

Manifestación de celo y tasa de concepción de los tratamientos evaluados

La Tabla I muestra el porcentaje de vacas que manifestaron celo tras la aplicación de los protocolos J Synch

y Split Synch, obteniendo como resultados que con el protocolo J Synch, el 60% de las vacas presentó celo, mientras que con Split Synch el porcentaje fue del 45%. Estas diferencias no resultaron estadísticamente significativas según la prueba exacta de Fisher ($p > 0,05$).

En cuanto a la tasa de preñez, el protocolo J Synch logró un 45% (9/20) y el Split Synch un 35% (7/20),

sin asociación estadísticamente significativa entre los tratamientos ($p > 0,05$; $\chi^2=0,5186$). Esto indica que, bajo las condiciones del presente estudio, ninguno de los protocolos evaluados logró demostrar superioridad significativa sobre el otro, a pesar de que J SYNCH mostró valores numéricos mayores tanto en celo como en preñez, obteniendo tasa de concepción aceptable.

Tabla 1. Manifestación de celo y tasa de concepción de los tratamientos de sincronización J synch y Split Synch

Tratamiento	N.	% Celo	%Preñez	Valor P	Chi χ^2
J SYNCH	20	(60%)	9/20 (45%)	0,5404	0,5186
SPLIT SYNCH	20	(45%)	7/20 (35%)	0,5404	0,5186

Estos resultados contrastan con los reportados en diversos estudios, donde se han evaluado la eficiencia reproductiva de protocolos de proestro prolongado en vaquillonas de carne y leche, reportando resultados superiores. En un estudio realizados por Dominicis et al. (2020) con 300 vaquillonas Bos indicus se observó una tasa de celo del 63,5% con J Synch y del 51,2% con Split Synch, diferencia no significativa ($p > 0,05$), pero con tendencia favorable a J Synch (Dominicis et al., 2020). En

otro estudio, realizado por Bó et al. (2025), la tasa de concepción fue del 48% para J Synch frente al 40% para Split Synch ($p=0,32$), lo que sugiere que la mayor duración del proestro puede favorecer la maduración folicular, incluso si no se traduce en diferencias significativas.

En ese mismo sentido trabajos realizados por Pérez-Ruiz et al. (2022), sistemas extensivos de pastoreo, también se encontró que J Synch promueve una expresión de celo más consistente (58% vs. 46%)

y mayores tasas de preñez (43% vs. 36%) respecto a Split Synch, aunque sin diferencias significativas ($p > 0,05$). Estos resultados coinciden con la literatura que indica que la respuesta puede depender más de factores fisiológicos (ciclicidad ovárica, condición corporal) y del manejo que del protocolo en sí (Dominicis et al., 2020).

Las discrepancias observadas, especialmente la tasa de preñez inferior registrada en el presente estudio, pueden atribuirse a varios factores. Entre ellos destaca el tamaño muestral relativamente pequeño, que limita la potencia estadística para detectar diferencias reales entre tratamientos. Además, variables el grado de ciclicidad de las vaquillas, el estado nutricional de los animales, época de poca disponibilidad de pastos y la condición corporal en el momento de la sincronización pueden influir de manera significativa en la respuesta a los tratamientos hormonales, tal como lo señalan autores como Colazo et al. (2003) y Bó et al. (2004). Esto podría explicar las menores tasas alcanzadas en comparación con estudios previos.

Estos aspectos deben considerarse en futuras investigaciones o aplicaciones práctica. Los resultados muestran que Split Synch logró tasas de preñez comparables a J Synch, lo que sugiere que, bajo ciertas condiciones, puede ser una alternativa viable para reemplazar protocolos con estradiol, especialmente considerando las restricciones normativas vigentes en países de la UE y América Latina.

Efecto de la hora de inseminación sobre la tasa de preñez en split synch

La Tabla II presenta los resultados en vacas tratadas con Split Synch, inseminadas a 64 y 72 horas post tratamiento. A las 64 horas, la tasa de preñez fue del 28% (2/7), mientras que a las 72 horas aumentó numéricamente a 38% (5/13). La preñez total del grupo fue del 35% (7/20). Estas diferencias no fueron estadísticamente significativas según la prueba exacta de Fisher ($p=0,1576$) ni la prueba de χ^2 ($p>0,05$). Estos resultados muestran que, aunque la inseminación a las 72 horas mostró un porcentaje a mayor de preñez en comparación con la realizada a las 64 horas, esta diferencia no alcanzó significación

estadística en las condiciones del presente estudio.

Tabla 2. Efecto de la hora de inseminación sobre la tasa de preñez en el protocolo Split synch

Tratamiento	N.	% Preñez h 64	% Preñez IATF h 72	% Preñez Total	Valor p	Chi ^{x2}
SPLIT SYNCH	20	2/7 (28%)	5/13 (38%)	7/20 (35%)	0,1576	0,1088

La literatura muestra que variaciones en el momento de la IATF, dentro de un intervalo de 8-12 horas, suelen no generar diferencias significativas (Dominicis et al., 2020). En otro estudio realizado por Meneses Arias et al. (2022) se registraron tasas de concepción del 32,1% a las 60 horas y del 37,8% a las 72 horas ($p>0,05$). Sin embargo, existe una tendencia favorable cuando la inseminación se realiza más próxima a la ovulación, especialmente en protocolos sin estradiol como Split Synch (Yáñez-Avalos et al., 2021).

En condiciones controladas lograron tasas superiores al 50% cuando se inseminó a las 72 horas, particularmente en animales con buena condición corporal y monitoreo ecográfico de la ovulación (Yáñez-Avalos et al., 2021). Por otra parte, tasas inferiores al 25% se observaron cuando hubo fallos en la sincronización folicular o en la

detección de celo (Meneses Arias et al., 2022; Yáñez-Avalos et al., 2021). Esto subraya la importancia de la gestión y el manejo del hato.

Aunque en el presente estudio no se observaron diferencias significativas, la tendencia numérica favorable a las 72 horas coincide con reportes que sugieren que la ovulación puede ser más tardía en protocolos sin estrógenos, por lo que inseminar más cerca del momento real de la ovulación podría mejorar la fertilización.

4. Conclusiones

El protocolo J Synch mostró porcentajes numéricamente mayores de manifestación de celo (60%) y tasa de concepción (45%) respecto a Split Synch (45% y 35%, respectivamente), sin diferencias estadísticamente significativas.

Estos hallazgos sugieren que ambos protocolos ofrecen resultados reproductivos similares, pero el Split Synch puede constituir una alternativa funcional y segura en sistemas donde el uso de estradiol está limitado o prohibido.

En cuanto a la hora de inseminación, la inseminación a las 72 horas mostró una tasa de concepción ligeramente mayor (38%) que a las 64 horas (28%), aunque sin significancia estadística.

Se recomienda expandir el tamaño de la muestra en futuros estudios y considerar variables adicionales como la condición corporal, el estado cíclico, el estrés ambiental y la precisión en la detección de estro, para interpretar con mayor precisión la efectividad reproductiva de los protocolos

Implementar criterios de selección basados en la condición corporal y el estado fisiológico (Anestro versus cíclico) antes de aplicar cualquier protocolo hormonal, ya que estos factores pueden influir significativamente en la manifestación del calor y la fertilidad final.

Bibliografía

- Bó, G. A., Macagno, A., De la Mata, J., Cedeño, A. V., Tschopp, J. C., Huguenine, E., & Menchaca, A. (2025). State of the art in Bovine Reproduction Control and Artificial Insemination. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 49(1), 14-25. <https://doi.org/10.21451/1809-3000.rbra2025.001>
- Bó, G. A., Macagno, A., Mata, J. D. L., Vera Cedeño, A., Huguenine, E., Tschopp, J. C., y Menchaca, A. (2023). Protocolos de IATF: desde la comprensión de la dinámica folicular ovárica a las restricciones actuales y futuras de su uso. *L Jornadas Uruguayas de Buiatría*. 123-133. <https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy:8080/xmlui/handle/123456789/3284>
- Bó, G. A., y Menchaca, A. (2023). Prohibition of hormones in animal reproduction: what to expect and what to do? *Animal Reproduction*, 20(2), e20230067. <https://doi.org/10.1590/1984-3143-AR2023-0067>
- Bó, G. A., Moreno, D., Cutaia, L., Baruselli, P. S., y Reis, E. L. (2004). Manipulação hormonal do ciclo estral em doadoras e receptoras de

- embrião bovino. *Acta Scientiae Veterinariae*, 32(1), 1-22.
<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/533591/1/RACPresincronizacao.pdf>
- Brauner, C. C., Izquierdo, V. S., Vendramini, J. M. B., y Moriel, P. (2024). A 12-year summary of the effects of estrous synchronization and body weight at breeding on reproductive success of *Bos indicus*-influenced beef heifers grazing warm-season grasses. *Applied Animal Science*, 40(6), 847-854.
<https://doi.org/10.15232/aas.2024-02630>
- Bridges, G. A., Helser, L. A., Grum, D. E., Mussard, M. L., Gasser, C. L., y Day, M. L. (2008). Decreasing the interval between GnRH and PGF2 α from 7 to 5 days and lengthening proestrus increases timed-AI pregnancy rates in beef cows. *Theriogenology*, 69(7), 843-851.
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2007.12.011>
- Colazo, M. G., Kastelic, J. P., y Mapletoft, R. J. (2003). Effects of estradiol cypionate (ECP) on ovarian follicular dynamics, synchrony of ovulation, and fertility in CIDR-based, fixed-time AI programs in beef heifers. *Theriogenology*, 60(5), 855-865.
[https://doi.org/10.1016/s0093-691x\(03\)00091-8](https://doi.org/10.1016/s0093-691x(03)00091-8)
- Cooke, R. F., Lamb, G. C., Vasconcelos, J. L. M., y Pohler, K. G. (2021). Effects of body condition score at initiation of the breeding season on reproductive performance and overall productivity of *Bos taurus* and *B. indicus* beef cows. *Animal Reproduction Science*, 232, 106820.
<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2021.106820>
- Cuadro, F., García Pintos, C., Núñez-Olivera, R., Brochado, C., Fabini, F., Abelenda, C., Buero, J., Pais, V., Caffera, C., y Menchaca, A. (2022). Alternativas al uso de estradiol en programas de IATF en bovinos de carne. *XLIX Jornadas Uruguayas de Buiatría*. 109-121.
<https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/handle/123456789/3080>
- de Graaff, W., y Grimard, B. (2018). Progesterone-releasing devices for cattle estrus induction and synchronization: Device optimization to anticipate shorter treatment durations and new device developments. *Theriogenology*, 112, 34-43.
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.09.025>

- Dominicis, O., Madero, S., Catalano, R., Cabodevila, J., y Callejas, S. (2020). Efecto del tratamiento J-Synch sobre el porcentaje de preñez en vaquillonas para cría inseminadas a tiempo fijo. *Revista Veterinaria*, 30(2), 31-35. <https://dx.doi.org/10.30972/ve t.3024131>
- Meneses Arias, G., Rivera Acuña, F., Montaldo, H. H., Ramírez López, M., y Hernández Cerón, J. (2022). Fertility in dairy cows treated in the early luteal phase with a reused progesterone-releasing intravaginal device. *Veterinaria México OA*, 9. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-67602022000100309&script=sci_arttext
- Mion, B., Bonotto, R. M., Farias, C. O., Rosa, F. S., Pradiee, J., Rovani, M. T., Pegoraro, L.M.C., Bonotto, A.L.M., Pfeifer, L. F., y Schneider, A. (2020). J-Synch protocol associated with estrus detection in beef heifers and non-lactating cows. *Medicina Veterinária*, 13(2), 269-274. <https://doi.org/10.26605/medvet-v13n2-3089>
- Oosthuizen, N., Fontes, P. L., Porter, K., y Lamb, G. C. (2020). Presynchronization with prostaglandin F2α and prolonged exposure to exogenous progesterone impacts estrus expression and fertility in beef heifers. *Theriogenology*, 146, 88-93. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.02.010>
- Pérez-Ruiz, E., Quezada-Casasola, A., Carrera-Chávez, J. M., Álvarez-Holguín, A., Ochoa-Rivero, J. M., Chávez-Ruiz, M. G., y Roman-Ponce, S. I. (2022). Función ovárica y respuesta a la sincronización del estro en ganado Criollo en México. Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 13(2), 422–451. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i2.6032>
- Stevenson, J. S., y Britt, J. H. (2017). A 100-Year Review: Practical female reproductive management. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 10292-10313. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12959>
- Yáñez-Avalos, D. O., Barbona, I., López-Parra, J. C., y Roberto Marini, P. (2021). Protocolo J-synch con y sin eCG en vacas Brown Swiss y sus cruza con Bos Indicus en la amazonía ecuatoriana. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*, 33(1), 8-20. <https://doi.org/10.17163/lgr.n33.2021.01>