

COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE SINCRONIZACIÓN INTRAVAGINAL EN VACAS RECEPTORAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA TRANSFERENCIA EMBRIONARIA **COMPARISON OF INTRAVAGINAL SYNCHRONIZATION METHODS IN RECIPIENT COWS TO OPTIMIZE EMBRYO TRANSFER**

Autores: ¹Jeison Fernando Vera Pelaez, ²Edwin Ernesto Landi Torres.

¹ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9947-7500>

²ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1531-3312>

¹E-mail: fernando.vera@est.ucacue.edu.ec

²E-mail: edwin.landi@ucacue.edu.ec

Afiliación: ^{1*}^{2*}Universidad Católica de Cuenca, (Ecuador).

Artículo recibido: 10 de Septiembre del 2026.

Artículo revisado: 27 de Septiembre del 2026.

Artículo aprobado: 27 de Septiembre del 2026.

¹Estudiante de la Universidad Católica de Cuenca, (Ecuador).

²Médico Veterinario Zootecnista. Magíster en Reproducción Animal. Docente a tiempo completo de la Universidad Católica de Cuenca, (Ecuador).

Resumen

La sincronización del ciclo estral en vacas receptoras constituye una herramienta clave para mejorar la eficiencia de los programas de transferencia embrionaria. Este estudio evaluó comparativamente tres dispositivos intravaginales, CRESTAR, DIB y DIPROGEST 600, utilizados en vacas mestizas receptoras de embriones Charolais en el cantón Sevilla Don Bosco, provincia de Morona Santiago. Se desarrolló una investigación aplicada, cuantitativa, experimental y comparativa con 30 vacas seleccionadas según edad reproductiva, condición corporal y ausencia de patologías. Se distribuyó aleatoriamente a los animales en tres grupos de diez y fueron sometidos al mismo protocolo hormonal, variando únicamente el dispositivo empleado. La respuesta reproductiva se valoró mediante la proporción de animales aptos para transferencia y la tasa de preñez confirmada por ecografía. CRESTAR alcanzó una proporción de transferencia del 90 %, mientras que DIB y DIPROGEST 600 registraron 80 % cada uno. Entre las receptoras transferidas, DIB y DIPROGEST 600 lograron una tasa de preñez del 62,5 % (5/8), frente al 44,4 % observado con CRESTAR (4/9). La prueba exacta no evidenció diferencias estadísticamente significativas entre los dispositivos ($p = 0,686$), y los intervalos de confianza fueron amplios y se superpusieron entre los grupos. En conjunto, los tres dispositivos permitieron desarrollar el protocolo de sincronización y transferencia

embrionaria bajo las condiciones locales estudiadas. Las diferencias porcentuales deben interpretarse de forma descriptiva y requieren estudios con muestras mayores para determinar si existen diferencias reales entre tratamientos.

Palabras claves: Sincronización estral, Transferencia embrionaria, Dispositivos intravaginales, Progesterona.

Abstract

Estrous cycle synchronization in recipient cows is a key tool for improving the efficiency of embryo transfer programs. This study comparatively evaluated three intravaginal devices—CRESTAR, DIB, and DIPROGEST 600—used in crossbred cows serving as recipients of Charolais embryos in Sevilla Don Bosco Canton, Morona Santiago Province, Ecuador. An applied, quantitative, experimental, and comparative study was conducted using 30 cows selected according to reproductive age, body condition, and absence of reproductive disorders. The animals were randomly assigned to three groups of ten and subjected to the same hormonal protocol, with the device being the only treatment factor. Reproductive response was assessed based on the proportion of animals eligible for embryo transfer and pregnancy rate confirmed by ultrasonography. CRESTAR achieved a transfer eligibility rate of 90%, whereas DIB and DIPROGEST 600 each reached 80%. Among transferred recipients, DIB and DIPROGEST 600 achieved a pregnancy rate of

62.5% (5/8), compared with 44.4% for CRESTAR (4/9). The exact test showed no statistically significant differences among devices ($p = 0.686$), and confidence intervals were wide and overlapped across groups. Overall, all three devices allowed the synchronization and embryo transfer protocol to be implemented under the local conditions evaluated. Percentage differences should be interpreted descriptively and require larger samples to determine whether true treatment differences exist.

Keywords: Estrus synchronization, Embryo transfer, Intravaginal devices, Progesterone.

Sumário

A sincronização do ciclo estral em vacas receptoras constitui uma ferramenta fundamental para melhorar a eficiência dos programas de transferência de embriões. Este estudo avaliou comparativamente três dispositivos intravaginais, CRESTAR, DIB e DIPROGEST 600, utilizados em vacas mestiças receptoras de embriões Charolais no cantão Sevilla Don Bosco, província de Morona Santiago, Equador. Realizou-se uma pesquisa aplicada, quantitativa, experimental e comparativa com 30 vacas selecionadas segundo idade reprodutiva, condição corporal e ausência de patologias. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em três grupos de dez e submetidos ao mesmo protocolo hormonal, variando apenas o dispositivo empregado. A resposta reprodutiva foi avaliada pela proporção de animais aptos à transferência e pela taxa de prenhez confirmada por ultrassonografia. CRESTAR alcançou uma proporção de transferência de 90%, enquanto DIB e DIPROGEST 600 registraram 80% cada um. Entre as receptoras transferidas, DIB e DIPROGEST 600 alcançaram uma taxa de prenhez de 62,5% (5/8), frente a 44,4% com CRESTAR (4/9). O teste exato não demonstrou diferenças estatisticamente significativas entre os dispositivos ($p = 0,686$), e os intervalos de confiança foram amplos e se sobrepuseram. Os três dispositivos permitiram executar o protocolo nas condições locais estudadas. As diferenças percentuais devem ser interpretadas

descritivamente, sendo necessários estudos com amostras maiores para determinar se existem diferenças reais entre os tratamentos.
Palavras-chave: Sincronização de estro, Transferência de embriões, Dispositivos intravaginais, Progesterona.

Introducción

Los protocolos de sincronización del ciclo estral en vacas receptoras, es una herramienta de gran utilidad en el mejoramiento genético necesario para llevar a cabo un programa de transferencia de embriones, método de gran relevancia en zonas ganaderas como el cantón Sevilla Don Bosco de la provincia de Morona Santiago (García Gascón, 2021), el cual nos permitirá que las vacas receptoras estén en el momento óptimo y adecuado para recibir a los embriones aumentando la tasa de preñez de los animales, jugando un papel importante en el uso de las hormonas y dispositivos intravaginales siendo los más utilizados en la zona oriental el DIB (Dispositivo Intravaginal Bovino), el CRESTAR y el DIPROGEST600 cada uno con una casa comercial y diferentes tipos de liberación de progesterona permitiendo una regulación del ciclo reproductivo (Asanza- et al., 2018).

No obstante, estos dispositivos son ampliamente utilizados debido a sus efectos positivos en los programas reproductivos, ya que presentan facilidad de uso y manejo. Su aplicación y retiro son procedimientos sencillos, lo que facilita el trabajo del productor y permite su utilización en diferentes sistemas de producción, independientemente de las condiciones propias de cada zona geográfica. (Arrastua et al., 2017). Para comprender el aparato reproductor femenino es necesario conocer cómo se organizan y relacionan sus diferentes estructuras; este sistema incluye órganos internos, como los ovarios, los oviductos, el útero, el cérvix, el vestíbulo y la

vagina, además de estructuras externas como los labios vulvares y el clítoris. La función del aparato reproductor de la hembra es producir hormonas, recibir los espermatozoides, producir y liberar el óvulo, tener un ambiente idóneo para que ocurra la fertilización o unión de los gametos y garantizar la gestación (Mancheno, 2022). El proceso reproductivo es regulado por una compleja cascada de actividades del sistema nervioso central; este recibe información del entorno y transmite información a través del eje Hipotálamo-hipófisis-ovario productos secretados viajan por vía sanguínea que producen efecto en los ovarios y el útero sobre los tejidos (Mancheno, 2022).

El Hipotálamo producen la hormona liberadora de gonadotrofina o GnRH actúa sobre la adeno hipófisis para que libere FSH actúa sobre el crecimiento de folículos y secreción de estrógenos en los ovarios, produciendo cambios de conducta en la vaca lo que se denomina el celo (Ramírez, 2006) y la LH provoca la ovulación del folículo maduro y formación del cuerpo lúteo produciendo P4 que es responsable de preparar al útero para recibir al embrión (Guaraca, 2022).

Por otra parte, la Hipófisis en su porción anterior, denominada adenohipófisis, se producen hormonas que intervienen directamente en la actividad reproductiva. Entre ellas se encuentra la FSH, relacionada con el desarrollo y la maduración de los folículos ováricos, mientras que la LH participa en la ovulación y en la posterior formación y conservación del cuerpo lúteo. Estas hormonas son secretadas a la circulación en forma de pulsos y son reguladas por dos sistemas, el tónico y el cíclico (Peña et al., 2024). En la Neuro-hipófisis, mediante el estímulo de la GnRH secretan hormonas que se encuentran

almacenadas la vasopresina y la oxitocina que interviene en el parto, bajada de leche, transporte espermático y en el proceso de luteolisis (Pilla, 2009). La selección de receptoras influye directamente en los resultados del programa de transferencia de embriones. Para seleccionarlas se deben considerar varias características del animal, entre ellas la raza y su capacidad reproductiva, además de verificar que presente un sistema mamario funcional que permita una adecuada producción de leche. Evaluar el canal del parto del animal, deberá ser ancho y nivelado, esto para la facilidad del parto (Martínez, 2024).

La selección de vacas receptoras requiere que las candidatas hayan tenido entre 1 y 2 partos previos, con un período postparto mínimo de 90 días. Deben pesar al menos 400 kg y presentar una condición corporal igual o superior a 2,5. Además, no deben estar gestantes, deben estar ciclando, carecer de enfermedades clínicas evidentes, y tener sus programas de vacunación y desparasitación actualizados (Pérez Durand et al., 2022).

Cabe mencionar que la sincronización de celo, es una técnica de gran impacto ya sea mediante varios métodos se permite manipular el ciclo estral (celo, ovulación) en un corto periodo de tiempo obteniendo un buen funcionamiento del cuerpo lúteo, desarrollo del folículo y ovulación (Vargas, 2021). Los dispositivos intravaginales bovinos DIB contienen 1,0 g de progesterona y, una vez colocados en la vagina, liberan esta hormona de forma gradual. La progesterona actúa sobre la dinámica ovárica y contribuye a regular el desarrollo de las ondas foliculares. Como parte del protocolo, la administración de benzoato de estradiol favorece la regresión de los folículos presentes y permite que posteriormente se inicie una nueva onda folicular. De esta manera, se reduce la

posibilidad de que permanezcan folículos persistentes y se favorece la presencia de un folículo con capacidad ovulatoria al momento de retirar el dispositivo. La EGG favorece el crecimiento del folículo hasta su tamaño ovulatorio y potencia la acción sincronizante de los progestágenos asegurando una perfecta sincronía de celos fértiles (Doylet y Zamora, 2020).

La sincronización del ciclo estral permite organizar mejor el momento reproductivo de las hembras y mejorar los resultados de la inseminación artificial y la transferencia de embriones. Su aplicación resulta especialmente útil en sistemas de producción intensiva, donde es necesario aprovechar de manera eficiente el tiempo, el manejo de los animales y los recursos disponibles. El Proestro duró entre 2 y 4 días, caracterizado por la regresión del cuerpo lúteo y secreción de FSH. Los estrógenos aumentan el aporte sanguíneo al aparato genital, provocando edema vulvar y secreción vaginal clara que atrae al macho, aunque la hembra no acepta la monta (Guaraca, 2022). En el Estro, que dura aproximadamente 1 día, el folículo alcanza su máximo desarrollo y madura bajo la influencia de FSH y estrógenos. La vaca permanece quieta y acepta la monta, presentando moco vaginal cristalino y edema vulvar (Vargas, 2021).

Durante el metaestro, la hormona luteinizante participa en los procesos asociados con la ovulación y con el posterior desarrollo del cuerpo lúteo hemorrágico. Esta fase tiene una duración aproximada de cuatro a cinco días y se caracteriza por la presencia de secreción vaginal sanguinolenta, además de que la hembra deja de aceptar la monta. Estos cambios reflejan la transición desde la fase estrogénica hacia una etapa de predominio luteal dentro del ciclo estral bovino (Hernández et al., 2023).

Posteriormente se presenta el diestro, etapa caracterizada por la dominancia funcional del cuerpo lúteo y por una elevada síntesis de progesterona. Durante este periodo, la LH continúa participando, aunque con una secreción de menor intensidad, mientras que la FSH interviene en la dinámica folicular y la prostaglandina desempeña un papel importante en la regulación de la función luteal. Esta fase puede extenderse aproximadamente entre 12 y 14 días y constituye el periodo de mayor predominio de progesterona dentro del ciclo estral (Muñoz y Salazar, 2020).

En una hembra gestante, la dinámica hormonal presenta modificaciones importantes debido al reconocimiento materno de la preñez. El embrión viable produce interferón tau, conocido como IFN-T, cuya acción permite inhibir los mecanismos uterinos asociados con la luteólisis y reducir la síntesis y liberación de PGF2 α . De esta manera, se favorece el mantenimiento del cuerpo lúteo y de la producción de progesterona, condición fundamental para sostener la gestación durante sus primeras etapas (Vargas, 2021). La dinámica folicular bovina puede desarrollarse mediante una o más oleadas foliculares durante el ciclo estral. Cada oleada comprende procesos de reclutamiento, selección y dominancia, los cuales están regulados por la interacción de diferentes hormonas reproductivas. Durante el reclutamiento, la FSH estimula el crecimiento de un grupo de folículos que inicialmente pueden presentar un diámetro aproximado de 1 a 4 mm. La acción gonadotrópica favorece su crecimiento y desarrollo progresivo hasta que uno de ellos adquiere las condiciones necesarias para avanzar dentro del proceso ovulatorio (Narváez y Silva, 2020).

En la fase de selección, uno de los folículos adquiere ventajas funcionales frente a los demás

y continúa su desarrollo, evitando temporalmente el proceso de atresia. Este fenómeno se relaciona con una mayor producción de estrógenos y con una creciente capacidad del folículo seleccionado para responder a los estímulos hormonales, lo que favorece el incremento de su diámetro y su posterior establecimiento como folículo dominante (Alfaro et al., 2020).

Durante la dominancia, el folículo dominante puede alcanzar aproximadamente 10 mm de diámetro y ejerce un efecto inhibitorio sobre el crecimiento de los folículos subordinados. Cuando persisten niveles elevados de progesterona y disminuye la frecuencia de secreción de LH, el folículo dominante puede iniciar un proceso de atresia. En cambio, cuando las condiciones hormonales son favorables, puede continuar su maduración hasta alcanzar la ovulación (Hernández et al., 2023).

Dentro de los programas de manejo reproductivo bovino, los dispositivos que liberan progesterona y otros progestágenos son ampliamente utilizados para inducir y sincronizar el estro. Entre estos se encuentran el DIPROGEST 600®, el CRESTAR® y el DIB®, los cuales permiten controlar temporalmente la actividad ovárica y regular la presentación del celo y de la ovulación. Su utilización facilita la planificación de procedimientos reproductivos como la inseminación artificial y la transferencia de embriones, además de contribuir a mejorar la organización y eficiencia de los programas reproductivos en los hatos bovinos (Guevara y Buitrago, 2021).

Diversos estudios han comparado la respuesta reproductiva obtenida mediante distintos dispositivos y protocolos de sincronización. En algunas investigaciones se ha reportado que el

CRESTAR® puede presentar resultados favorables en términos de respuesta al tratamiento, tasa de concepción y facilidad de aplicación frente a otros métodos disponibles (Guaraca, 2022). No obstante, todavía existe limitada evidencia científica que compare varios dispositivos bajo condiciones productivas y ambientales específicas de zonas como Morona Santiago, lo que justifica la necesidad de desarrollar investigaciones contextualizadas que permitan determinar su comportamiento reproductivo en esta región.

El CRESTAR® funciona mediante la administración de norgestomet, un progestágeno sintético cuya actividad es semejante a la de la progesterona. Su empleo dentro de los protocolos de sincronización permite ejercer control sobre la actividad ovárica y sincronizar la presentación del estro, facilitando la programación de procedimientos como la inseminación artificial y la transferencia de embriones. Sin embargo, la respuesta reproductiva obtenida puede depender de variables relacionadas con el manejo, la condición corporal, el estado fisiológico, la actividad ovárica previa y las características individuales de las hembras sometidas al tratamiento (Ayad et al., 2015).

Por su parte, el DIB® corresponde a un dispositivo intravaginal utilizado en programas de sincronización reproductiva cuyo principio activo es la progesterona. Su colocación permite mantener concentraciones hormonales adecuadas durante el periodo de tratamiento, ejerciendo un control temporal sobre la dinámica folicular y favoreciendo la sincronización del estro y de la ovulación. Debido a su utilización intravaginal, en determinadas hembras pueden presentarse secreciones, irritación local u otras alteraciones transitorias, por lo que resulta indispensable

aplicar técnicas correctas de colocación, manejo higiénico y retiro del dispositivo (De Graaff y Grimard, 2018). El DIPROGEST 600® es igualmente un dispositivo intravaginal empleado en protocolos de sincronización reproductiva en bovinos mediante la liberación controlada de progesterona. Su utilización permite regular temporalmente la actividad ovárica y facilita la programación de eventos reproductivos como la inseminación artificial a tiempo fijo y la transferencia de embriones. La respuesta obtenida mediante este dispositivo puede encontrarse condicionada por la concentración hormonal, el periodo de permanencia, el protocolo complementario utilizado y las condiciones fisiológicas y reproductivas de las hembras tratadas (Neri et al., 2015).

La evaluación ginecológica constituye un componente fundamental en los programas de reproducción bovina, debido a que permite determinar el estado funcional del aparato reproductor, identificar alteraciones y valorar la aptitud de las hembras para participar en protocolos reproductivos. Las técnicas de diagnóstico ginecológico son utilizadas habitualmente por el médico veterinario para evaluar el útero, los ovarios y otras estructuras reproductivas, diagnosticar gestaciones y detectar posibles patologías que puedan comprometer la fertilidad de los animales (Barrón et al., 2023).

La exploración ginecológica puede incluir el examen vaginal, mediante el cual se valoran las características de las secreciones, su color, olor y consistencia, así como las condiciones generales de la mucosa vaginal y del orificio cervical mediante la utilización de un espéculo. Aunque esta valoración aporta información importante sobre el estado del aparato reproductor, no suele ser suficiente para

establecer por sí sola un diagnóstico definitivo. Por esta razón, la evaluación puede complementarse con otras técnicas, especialmente la ultrasonografía transrectal, considerada una de las herramientas más utilizadas en la valoración reproductiva de las vacas (Beltran et al., 2023).

El examen rectal permite realizar una exploración directa de los órganos reproductivos internos mediante palpación. A través de esta técnica es posible determinar estados fisiológicos relacionados con la funcionalidad ovárica, las diferentes etapas del ciclo estral y la gestación, así como identificar condiciones patológicas como piometra, quistes ováricos, aplasias segmentarias y otras alteraciones. De igual manera, permite valorar la simetría, consistencia, localización y tamaño de las estructuras reproductivas, así como identificar la presencia o ausencia de folículos y cuerpos lúteos y contribuir al diagnóstico de preñez (Hernández, 2020).

La ultrasonografía transrectal constituye una herramienta complementaria de gran utilidad para mejorar la precisión del diagnóstico reproductivo y para el seguimiento de protocolos de sincronización del celo, superovulación y transferencia de embriones. Mediante esta técnica es posible observar directamente diferentes estructuras del tracto genital, entre ellas los ovarios, el útero y los cuernos uterinos, además de identificar folículos, cuerpos lúteos, quistes, gestaciones y, en determinadas etapas, el sexo fetal.

Asimismo, permite conocer los cambios morfológicos de las estructuras reproductivas y realizar un seguimiento más preciso de la respuesta de las hembras a los tratamientos hormonales aplicados (Torres y González, 2022; Barrón et al., 2023). La utilización de

vacas mestizas como receptoras responde a la disponibilidad de animales adaptados a las condiciones productivas y ambientales de la finca y al propósito de comparar los protocolos de sincronización bajo condiciones de manejo similares. En este sentido, la selección de las receptoras no se sustenta exclusivamente en el componente racial, sino en criterios reproductivos, clínicos y productivos que permiten garantizar una adecuada capacidad para recibir y mantener un embrión. Entre estos criterios se consideran la edad, el número de partos, la condición corporal, la presencia de actividad ovárica cíclica y la ausencia de patologías reproductivas que puedan comprometer los resultados del programa de transferencia embrionaria.

A partir de estas consideraciones, la presente investigación tiene como objetivo evaluar tres dispositivos utilizados en protocolos de sincronización reproductiva en vacas mestizas receptoras destinadas a la transferencia de embriones Charolais en el cantón Sevilla Don Bosco, provincia de Morona Santiago. El estudio busca generar información confiable sobre la respuesta reproductiva obtenida con cada alternativa, considerando indicadores como la tasa de sincronización, la tasa de preñez y la retención embrionaria. La obtención de estos datos permitirá disponer de evidencia contextualizada sobre el comportamiento de los dispositivos bajo las condiciones productivas propias de la zona y contribuirá a mejorar la toma de decisiones en los programas de reproducción asistida bovina.

La investigación se clasifica como aplicada, debido a que pretende generar conocimientos orientados a resolver una necesidad concreta dentro del manejo reproductivo bovino. Se desarrolla desde un enfoque cuantitativo, con un diseño experimental y comparativo, mediante la

aplicación de protocolos de sincronización y transferencia embrionaria bajo condiciones controladas de campo. Este planteamiento permitirá obtener mediciones objetivas sobre la respuesta de las vacas receptoras y establecer diferencias entre los dispositivos evaluados a partir de indicadores reproductivos previamente definidos (Franco, 2022).

Los resultados obtenidos permitirán generar información técnica que podrá utilizarse como referencia para la toma de decisiones en la implementación de programas de transferencia embrionaria y de inseminación artificial a tiempo fijo en la provincia de Morona Santiago. Asimismo, contribuirán a optimizar el uso de los recursos destinados a la producción bovina mediante la identificación del comportamiento reproductivo de los dispositivos empleados en la sincronización. De esta manera, la investigación aportará evidencia científica sobre su funcionamiento en las condiciones particulares de la región y proporcionará información de utilidad para productores y profesionales del sector pecuario interesados en mejorar la eficiencia reproductiva, incrementar la productividad del hato y fortalecer la sostenibilidad de los sistemas de producción bovina.

Materiales y Métodos

La presente investigación se realizó en la provincia de Morona Santiago, específicamente en el cantón Sevilla Don Bosco, ubicado en la región centro-sur del Ecuador. El sitio se encuentra sobre la margen izquierda del río Upano, frente a la ciudad de Macas, y presenta un rango altitudinal aproximado de 400 a 2.300 m s. n. m. Las coordenadas de referencia consignadas para el área fueron 02° 26' de latitud sur y 78° 11' de longitud oeste.

La población estuvo conformada por 30 vacas mestizas receptoras que permanecieron durante

todo el estudio en una misma finca ubicada en el cantón Sevilla Don Bosco, provincia de Morona Santiago. Las receptoras fueron seleccionadas según edad reproductiva, número de partos, condición corporal y ausencia de patologías reproductivas. Previamente se realizó examen clínico y ginecológico,

palpación rectal y ecografía transrectal para determinar la aptitud reproductiva de cada animal. El manejo fue extensivo, basado principalmente en pastoreo sobre praderas naturales y mejoradas, con suplementación estratégica en épocas de menor disponibilidad forrajera.

Tabla 1. Características de la población y distribución de las vacas receptoras.

Característica	Descripción
Población	30 vacas receptoras
Tipo de bovino	Vacas mestizas receptoras de embriones Charolais
Edad	4 a 6 años
Número de partos	1 a 3 partos
Condición corporal	3/5
Estado reproductivo	Ciclistas y sin patologías reproductivas evidentes
Evaluación previa	Examen clínico y ginecológico, palpación rectal y ecografía transrectal
Lugar de manejo	Una misma finca ubicada en el cantón Sevilla Don Bosco, Morona Santiago
Sistema de producción	Extensivo, con pastoreo en praderas naturales y mejoradas
Distribución experimental	CRESTAR: 10; DIB: 10; DIPROGEST 600: 10

Fuente: Elaboración propia.

Treinta días antes del inicio del protocolo se efectuó la selección de las receptoras. Se consideró la edad, el sistema mamario, la condición corporal, el canal del parto, la ausencia de enfermedad clínica evidente y la actividad reproductiva. Además, se valoraron el útero, los ovarios y la presencia de folículos mediante examen ginecológico y ecografía transrectal. Luego de la selección se administraron 20 ml de Kyrofosfan, 10 ml de Catosal y 5 ml de Vigantol como soporte metabólico, repitiéndose la misma administración 15 días después. Las 30 vacas se asignaron aleatoriamente a tres grupos de 10 animales. El protocolo hormonal y los momentos de evaluación fueron iguales para los grupos, variando únicamente el dispositivo empleado: CRESTAR, DIB o DIPROGEST 600. El día 0 se colocó el dispositivo correspondiente y se administraron 2 ml de progesterona y 0,4 ml de Grafoleón NF. El día 8 se retiró el dispositivo y se aplicaron 2 ml de Vetegon, equivalentes a 400 UI de eCG. El día 9 se administraron 2 ml de buserelina. Antes de

la transferencia se efectuó una evaluación ecográfica para comprobar la presencia y maduración del cuerpo lúteo. La transferencia embrionaria se realizó el día 16 y la gestación se diagnosticó mediante ecografía transrectal 39 días después de la transferencia.

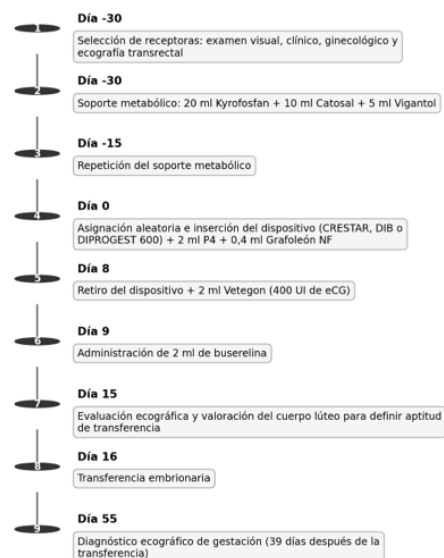


Figura 1. Secuencia temporal del protocolo de selección, sincronización, transferencia embrionaria y diagnóstico de gestación en vacas receptoras.

Para el análisis se consideraron dos resultados principales: la proporción de receptoras aptas para transferencia y la proporción de receptoras preñadas. Debido a que ambas variables fueron dicotómicas, las medias se expresaron como porcentajes y se calcularon intervalos de confianza del 95 %. Para la comparación de la condición de preñez entre los tres grupos se utilizó una prueba exacta para una tabla 3×2 , considerando un nivel de significancia de 0,05. La interpretación se centró en las proporciones,

sus intervalos de confianza y el tamaño muestral.

Resultados y Discusión

De las 30 receptoras incluidas, 25 fueron consideradas aptas para transferencia embrionaria. CRESTAR presentó 90,0 % de receptoras aptas (9/10), mientras que DIB y DIPROGEST 600 alcanzaron 80,0 % cada uno (8/10).

Tabla 2. Media e intervalo de confianza del 95 % de receptoras aptas para transferencia.

Dispositivo	Media (%)	IC 95 %
CRESTAR	90,0 %	59,6–98,2 %
DIB	80,0 %	49,0–94,3 %
DIPROGEST 600	80,0 %	49,0–94,3 %

Fuente: Elaboración propia.

Entre las 25 receptoras transferidas se confirmaron 14 gestaciones. CRESTAR registró 44,4 % de preñez (4/9), mientras que

DIB y DIPROGEST 600 registraron 62,5 % cada uno (5/8). Los intervalos de confianza fueron amplios y presentaron superposición entre los grupos.

Tabla 3. Media e intervalo de confianza del 95 % de la tasa de preñez según dispositivo.

Dispositivo	Media (%)	IC 95 %
CRESTAR	44,4 %	18,9–73,3 %
DIB	62,5 %	30,6–86,3 %
DIPROGEST 600	62,5 %	30,6–86,3 %

Fuente: Elaboración propia.

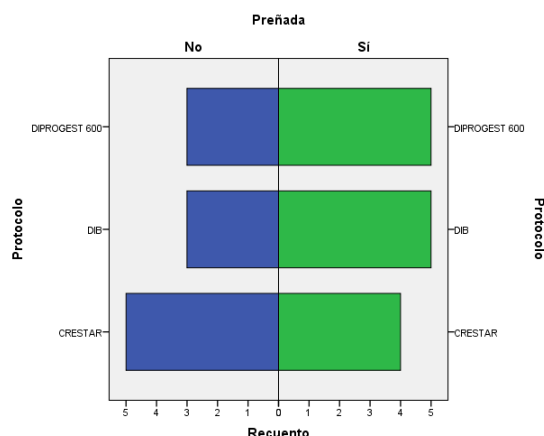


Figura 2. Distribución de receptoras preñadas y no preñadas según el dispositivo de sincronización

Fuente: Elaboración propia.

La prueba exacta no evidenció diferencias estadísticamente significativas en la proporción de preñez entre los tres dispositivos ($p = 0,686$). Por tanto, las diferencias porcentuales observadas deben interpretarse de forma descriptiva y no como evidencia de superioridad de una marca o dispositivo. Los tres protocolos permitieron desarrollar la sincronización de las receptoras y efectuar posteriormente la transferencia embrionaria. CRESTAR presentó la mayor proporción de

animales aptos para transferencia, con 90 %, mientras que DIB y DIPROGEST 600 alcanzaron 80 % cada uno. Después de la transferencia, DIB y DIPROGEST 600 registraron 62,5 % de preñez, frente a 44,4 % con CRESTAR. Estas diferencias son descriptivas y no permiten establecer superioridad entre dispositivos, debido a que la comparación estadística no fue significativa y los intervalos de confianza se superpusieron ampliamente.

Tabla 4. Comparación de estudios utilizados en la discusión sobre transferencia embrionaria bovina.

Autor	Lugar	Tipo de bovino	N.º de bovinos	Preñez/concepción (%)
Presente estudio	Sevilla Don Bosco, Ecuador	Vacas mestizas receptoras de embriones Charolais	30; 25 transferidas	56,0 %
Cedeño et al. (2020)	Argentina	Vacas receptoras de carne	Exp. 1: 729 (591 transferidas); Exp. 2: 403	46,0 %
Lima et al. (2022)	Río Grande do Sul, Brasil	Vacas Angus cruzadas, lactantes y receptoras	184; 153 transferidas	58,7–62,8 %
Madureira et al. (2022)	Canadá	Vacas Holstein lactantes receptoras	Exp. 1: 1.045 vacas / 1.401 ET; Exp. 2: 657 vacas / 1.147 ET	31,5–41,0 %
Choi et al. (2023)	Pyeongchang, Corea del Sur	Vaquillas y vacas Holstein-Friesian	165 candidatas; 139 transferidas	46,8 %
dos Santos et al. (2023)	Brasil	Vacas Brangus multíparas	1.700; 1.465 transferidas	44,2 %
Pereira et al. (2023)	Paraná y Minas Gerais, Brasil	Vacas Holstein lactantes	501 en 6 fincas comerciales	43,9–50,2 %
Yáñez et al. (2023)	Galicia, España	Vaquillas Holstein receptoras	Exp. 1: 94; Exp. 2: 108	44,9–69,0 %
Barnes et al. (2023)	Estados Unidos	Vacas Angus cruzadas receptoras	600	53,8 %
Alkan et al. (2024)	Múltiples países (metaanálisis)	Receptoras bovinas de transferencia embrionaria	46 ensayos; 14.519 bovinos	No reportado
Crowe et al. (2024)	Irlanda	Vacas lecheras lactantes, predominantemente Holstein-Friesian	1.106 receptoras; 863 asignadas a ET	48,9 %
Guimarães et al. (2024)	Minas Gerais, Brasil	Vacas y vaquillas receptoras	163	No reportado
Lee et al. (2024)	Corea del Sur	Receptoras Holstein-Friesian	830 eventos de transferencia embrionaria	No reportado
Munhoz et al. (2024)	Brasil	Vaquillas Nelore × Angus y receptoras Gir × Holstein	4.366 ET de carne; 38.538 ET lecheras	No reportado
Kmaid et al. (2025)	Uruguay, 24 fincas comerciales	367 vaquillas y 1.064 vacas receptoras	1.431	49,7–53,7 %
Sartori et al. (2025)	Múltiples países (revisión)	Bovinos de carne y leche en programas de ET	No aplica: revisión narrativa	No reportado

Fuente: Elaboración propia.

La proporción de receptoras utilizadas para transferencia se encuentra dentro de valores descritos en otros programas de transferencia embrionaria. Lima et al. (2022) obtuvieron tasas de utilización de 84,8 % y 81,5 % con dos esquemas de inducción de la ovulación, sin diferencias entre los tratamientos ($p=0,55$). De manera similar, Choi et al. (2023) seleccionaron

139 receptoras de 165 candidatas, equivalente al 84,2 %, con valores de 83,7 % y 85,1 % según el protocolo aplicado. En bovinos de carne sincronizados mediante protocolos basados en estradiol y progesterona, Cedeño et al. (2020) también registraron proporciones elevadas de receptoras destinadas a transferencia. Estos antecedentes permiten ubicar los valores de 80–

90 % obtenidos en el presente estudio dentro del intervalo observado en programas experimentales y productivos de transferencia embrionaria. En relación con la gestación, el 63 % obtenido con DIB y DIPROGEST 600 presenta una cercanía considerable con los resultados de Lima et al. (2022), quienes registraron tasas de preñez por transferencia de 62,8 % con GnRH y 58,7 % con la combinación de cipionato de estradiol y GnRH. Por otra parte, el 44 % registrado con CRESTAR coincide prácticamente con el 44,2 % comunicado por dos Santos et al. (2023) en 1.465 receptoras Brangus sometidas a transferencia embrionaria a tiempo fijo. Choi et al. (2023) encontraron una tasa global de preñez de 46,8 %, mientras que Kmaid et al. (2025), en 1.431 receptoras distribuidas en 24 explotaciones comerciales, registraron tasas de 49,7 % y 53,7 % según el tratamiento evaluado.

En conjunto, estos antecedentes muestran que las tasas obtenidas en Sevilla Don Bosco se encuentran dentro de valores documentados en otros sistemas de transferencia embrionaria, aunque las diferencias de raza, manejo, protocolo hormonal y características embrionarias impiden realizar una equivalencia directa entre estudios. La ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre los protocolos del presente estudio también coincide con investigaciones donde modificaciones hormonales produjeron variaciones en la respuesta fisiológica sin generar diferencias en la tasa final de preñez.

Pereira et al. (2023), al evaluar 501 vacas Holstein sometidas a protocolos basados en estradiol y progesterona, observaron que una segunda administración de PGF2 α aumentó la expresión de celo y la respuesta ovulatoria, pero no produjo diferencias en la preñez por transferencia. En la misma línea, el metaanálisis

de Alkan et al. (2024), que reunió 46 ensayos con 14.519 bovinos, mostró que la respuesta gestacional depende del tratamiento y de diferentes moderadores; específicamente, la suplementación con progesterona no produjo un efecto global estadísticamente significativo sobre la preñez por transferencia. Estos resultados respaldan la necesidad de separar las diferencias porcentuales de las diferencias demostradas estadísticamente.

La respuesta de las receptoras tampoco depende exclusivamente del dispositivo empleado. La expresión del estro después de la sincronización representa un indicador relacionado con el éxito posterior de la transferencia. Madureira et al. (2022) encontraron una tasa de preñez por transferencia de 41,0 % en vacas que expresaron estro, frente a 31,5 % en aquellas que no lo manifestaron. Cuando se consideró la intensidad, las vacas con expresión fuerte alcanzaron 41,3 %, mientras que aquellas con expresión débil o sin estro presentaron 32,7 % y 11,3 %, respectivamente. Cedeño et al. (2020) encontró igualmente una mayor proporción de receptoras transferidas y una mayor P/ET en animales que expresaron estro; en uno de sus experimentos, las receptoras con estro alcanzaron 48,4 % de P/ET frente a 29,0 % en aquellas que no lo presentaron. Por tanto, parte de la variabilidad observada entre receptoras puede estar vinculada con su respuesta fisiológica individual al protocolo de sincronización.

La función lútea constituye otro componente relacionado con el establecimiento de la gestación. Choi et al. (2023) observaron una mayor tasa de preñez en receptoras con cuerpos lúteos superiores a 1,5 cm, aunque las diferencias asociadas exclusivamente con la concentración de progesterona no alcanzaron significancia estadística. Dos Santos et al.

(2023) encontraron que la perfusión sanguínea luteal estuvo asociada con la concepción: las receptoras con mayor vascularización alcanzaron 48,4 %, frente a 37,8 % en aquellas con menor perfusión; en contraste, el tamaño del cuerpo lúteo no presentó efecto significativo. Estos hallazgos muestran que la valoración de la estructura lútea no debe reducirse únicamente a su tamaño.

Otros estudios refuerzan esta interpretación. Yáñez et al. (2023) evaluaron palpación rectal, ultrasonografía y determinación de progesterona para seleccionar receptoras y encontraron que la incorporación de ultrasonografía y progesterona no proporcionó por sí sola información adicional suficiente para identificar animales con mayor probabilidad de mantener la gestación. Guimarães et al. (2024), en cambio, observaron una interacción significativa entre tamaño del cuerpo lúteo y tono uterino, con una mayor probabilidad de gestación en receptoras que combinaban un cuerpo lúteo grande con un útero turgente. La respuesta reproductiva debe entenderse, por tanto, como el resultado de varios indicadores fisiológicos que actúan simultáneamente y no como consecuencia exclusiva del dispositivo hormonal utilizado.

El estado reproductivo y sanitario de las receptoras también puede modificar el resultado final. Barnes et al. (2023) evaluaron 600 vacas receptoras y encontraron una tasa global de preñez de 53,8 %, pero las hembras sin endometritis subclínica alcanzaron 55,9 %, frente a 46,0 % en las afectadas. Este comportamiento confirma la relevancia de la selección clínica y ginecológica realizada antes de incorporar una vaca a un programa de transferencia, procedimiento que también fue considerado en la selección de las receptoras del presente estudio. Asimismo, las características

del embrión y el ambiente hormonal de la receptora intervienen en la respuesta obtenida. Crowe et al. (2024) encontraron una tasa de gestación de 48,9 % después de transferencia embrionaria; sin embargo, los embriones frescos alcanzaron 56,1 %, frente a 41,6 % con embriones congelados. Además, la probabilidad de gestación aumentó desde 33,4 % hasta 61,2 % entre los cuartiles de menor y mayor concentración sérica de progesterona. Lee et al. (2024) también identificaron una mayor concepción en receptoras con cuerpos lúteos de buena calidad y demostraron efectos asociados con la paridad y el tipo de embrión utilizado. Estos antecedentes indican que la tasa de preñez posterior a la transferencia resulta de la interacción entre la receptora, el embrión y las condiciones bajo las cuales se desarrolla el procedimiento.

Esta consideración adquiere relevancia bajo condiciones tropicales y subtropicales. Munhoz et al. (2024), al estudiar miles de transferencias en receptoras con influencia *Bos indicus*, encontraron variaciones en las pérdidas de gestación relacionadas con la condición de las receptoras, el manejo y la época cálida. Sartori et al. (2025), en una revisión centrada en programas bovinos de transferencia embrionaria, señalan igualmente que la gestación depende del ambiente materno, el tipo de receptora, el protocolo de sincronización, la calidad embrionaria y la expresión del estro. Por ello, la respuesta observada en vacas mestizas de Sevilla Don Bosco debe interpretarse considerando las condiciones fisiológicas y productivas propias del sistema ganadero donde se realizó el estudio.

En conjunto, los resultados indican que CRESTAR, DIB y DIPROGEST 600 permitieron desarrollar el protocolo de sincronización y transferencia embrionaria.

<https://arccjournals.com/journal/indian-journal-of-animal-research/B-5022>

Alvarez, A. F. (2015). *Aportaciones al control reproductivo de las novillas frisonas en la provincia de León (España)* [Tesis doctoral, Universidad de León]. Repositorio Institucional.

<https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/5597/Tesis%20Baldor.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Alvarez, J., & Storey, B. (1983). Role of superoxide dismutase in protecting rabbit spermatozoa from O₂ toxicity due to lipid peroxidation. *Biology of Reproduction*, 28(5), 1129–1136.

<https://doi.org/10.1095/biolreprod28.5.1129>

Anaguarqui, S. E. (2022). *Evaluación de tres métodos de sincronización de estro e inseminación artificial en vacas mestizas lecheras en la parroquia El Altar* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Institucional.

<https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/15c31f90-33ca-453a-9e69-08e99e2e89c0/content>

Appiah, M., Asante Badu, B., Zhao, J., Liu, H., Wang, J., & Lu, W. (2020). Possible protective mechanisms of Coenzyme Q10 action on spermatozoa during cryopreservation or cooled-stored condition. *Cryo Letters*, 41(5), 246–256.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33988662/>

Arrastua, M., Chayer, R., Cabodevila, J., & Callejas, S. (2017). *Análisis de pérdidas de dispositivos intravaginales en protocolos hormonales para IATF* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires]. Repositorio Institucional.

<https://ridaa.unicen.edu.ar:8443/server/api/core/bitstreams/b2d9d396-b8e2-4742-b6ce-dcfefbc2eaf0f/content>

Asanza, J., Aguirre, J., & Pinargote, L. (2018). *Efecto del tiempo del dispositivo con progesterona en un programa de inseminación artificial a tiempo fijo en vacas Brahman* [Tesis de grado, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5328>

Ayad, A., Salaheddine, M., Touati, K., Iguer-Ouada, M., & otros autores. (2015). Evaluation of norgestomet Crestar® on oestrus synchronization and reproductive performance of dairy cows in Algeria. *Asian Pacific Journal of Reproduction*, 4(1), 54–60. [https://doi.org/10.1016/S2305-0500\(14\)60059-2](https://doi.org/10.1016/S2305-0500(14)60059-2)

Barnes, M., Kasimanickam, R., & Kasimanickam, V. (2023). Effect of subclinical endometritis and flunixin meglumine administration on pregnancy in embryo recipient beef cows. *Theriogenology*, 201, 76–82. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2023.02.020>

Booth, S. (2012). Vitamin K: Food composition and dietary intakes. *Food and Nutrition Research*, 56, 214–235. <https://doi.org/10.3402/fnr.v56i0.5505>

Cabrera, J. (2024). *Evaluación de la vitamina K y Coenzima Q10 en la refrigeración de semen equino* [Tesis de grado, Universidad Católica de Cuenca]. Repositorio Institucional. <https://dspace.ucacue.edu.ec/server/api/core/bitstreams/15c31f90-33ca-453a-9e69-08e99e2e89c0/content>

Cedeño, A., Tribulo, A., Tribulo, R. J., Andrada, S., Mapletoft, R. J., & Bó, G. A. (2020). Effect of estrus expression or treatment with GnRH on pregnancies per embryo transfer and pregnancy losses in beef recipients synchronized with estradiol/progesterone-based protocols. *Theriogenology*, 157, 378–387. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.08.023>

Carolini, S., Maldjian, A., Surai, P., & Noble, R. (2000). Viability, susceptibility to peroxidation and fatty acid composition of boar semen during liquid storage. *Animal Reproduction Science*, 58(1–2), 99–111. [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(99\)00035-4](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(99)00035-4)

Choi, W., Ro, Y., Choe, E., Hong, L., Lee, W., & Kim, D. (2023). Evaluation of corpus luteum and plasma progesterone the day before embryo transfer as an index for recipient selection in dairy cows. *Veterinary Sciences*, 10(4), 262. <https://doi.org/10.3390/vetsci10040262>

Crowe, A. D., Sánchez, J. M., Moore, S. G., McDonald, M., Rodrigues, R., Morales, M. F., Orsi de Freitas, L., Randi, F., Furlong, J.,

- Browne, J. A., Rabaglino, M. B., Lonergan, P., & Butler, S. T. (2024). Fertility in seasonal-calving pasture-based lactating dairy cows following timed artificial insemination or timed embryo transfer with fresh or frozen in vitro-produced embryos. *Journal of Dairy Science*, 107(3), 1788–1804.
<https://doi.org/10.3168/jds.2023-23520>
- de Graaff, W., & 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>
- Doylet Muñoz, A. M., & Zamora Briceño, D. M. (2020). *Efecto de la sincronización de celo con DIB® sobre la composición físico-química de la leche en vacas Holstein* [Tesis de grado, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano]. Repositorio Institucional.
<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/4b6e8a2a-1cb6-4a6e-850a-6e93756a4b99/content>
- Elkhawagah, A., Donato, G., Poletto, M., Martino, N., Vincenti, L., Conti, L., & Nervo, T. (2024). Effect of Mitoquinone on sperm quality of cryopreserved stallion semen. *Journal of Equine Veterinary Science*, 141, 105168.
<https://doi.org/10.1016/j.jevs.2024.105168>
- Faican, M. (2024). *Efecto de la concentración de la menaquinona-4 sobre el semen ovino en refrigeración* [Tesis de grado, Universidad Católica de Cuenca]. Repositorio Institucional.
<https://dspace.ucacue.edu.ec/items/8c5039b7-fc0b-4e7e-9f01-6b4228c08e88>
- Flowers, W. (1997). Management of boars for efficient semen production. *Journal of Reproduction and Fertility. Supplement*, 52, 67–78.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9602720/>
- Franco, E. (2022). *Evaluación del protocolo de sincronización de celos y ovulación J-Synch en ganado lechero* [Tesis de grado, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano]. Repositorio Institucional.
<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/74ee3508-5c38-4bcb-8083-4a286c16c49e/content>
- Fuentes Cintra, M., Pérez García, L., Suárez Hernández, Y., & Soca Pérez, M. (2006). Características reproductivas de la cerda. Influencia de algunos factores ambientales y nutricionales. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 1, 1–36.
<https://www.redalyc.org/pdf/636/63612648012.pdf>
- García Gascón, F. V. (2021). *Biotechnología embrionaria: Transferencia de embriones en ganado vacuno* [Tesis de grado, Universidad de Santiago de Compostela]. Repositorio Institucional.
<https://minerva.usc.gal/rest/api/core/bitstreams/8fcc8c3d-12bd-4c0a-8c58-6533e75fa1d5/content>
- Guevara, C. A., & Buitrago, D. F. (2021). *Actualización en los protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en bovinos* [Tesis de grado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio Institucional.
<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/9ddac44e-8fb2-4656-9c7d-f43fbe790d31/content>
- Guillen-Alvarado, M. C., Herrera-Muñoz, J. I., Arroyo-Oquendo, C., Rojas-Salazar, S., & Molina-Coto, R. (2025). Evaluación de protocolos de sincronización para inseminación artificial con y sin estrógenos en novillas. *Nutrición Animal Tropical*, 19(1), 91–124.
<https://doi.org/10.15517/nat.v19i1.65028>
- Guimarães, C. R. B., Seber, M. F., Neto, J. da P. N., Fernandes, C. A. C., Rodrigues, É. P. C. D., Torres, B. A. P., Moreira Viana, J. H., & Palhão, M. P. (2024). Uterine tone: A neglected criterion for the selection of bovine embryo transfer recipients. *Reproduction in Domestic Animals*, 59(7), e14671.
<https://doi.org/10.1111/rda.14671>
- Hernández, J. A. (2020). *Comparación del resultado de la prueba ELISA IDEXX Rapid Pregnancy Test en vacas gestantes, con ecografía, en la hacienda Santa Clara de la provincia del Carchi, Ecuador* [Tesis de grado, Universidad de Las Américas]. Repositorio Institucional.

- <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/12021/1/UDLA-EC-TMVZ-2020-15.pdf>
- Kawase, Y., & Suzuki, H. (2011). A study on freeze-drying as a method of preserving mouse sperm. *Journal of Reproduction and Development*, 57(2), 176–182. <https://doi.org/10.1262/jrd.10-199E>
- Ki Hwa, C., In Cheul, K., & Jung Ho, S. (2015). Antioxidant supplementation enhances the porcine semen preservation capacity. *Reproductive and Developmental Biology*, 39(1), 7–11. <https://doi.org/10.12749/RDB.2015.39.1.7>
- Kmaid, S., Albanell, S., Saldaña, J. M., Nuñez-Olivera, R., Renaud, P., & Menchaca, A. (2025). Pregnancy rate after treatment with a nonsteroidal anti-inflammatory drug (tolfenamic acid) at the time of embryo transfer in recipient cows. *Theriogenology*, 248, 117623. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2025.117623>
- Kuster, C., Singer, R., & Althouse, G. (2004). Determining sample size for the morphological assessment of sperm. *Theriogenology*, 61(4), 691–703. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(03\)00240-1](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(03)00240-1)
- Lee, J., Lee, S., Ryu, G., Kim, D., Baek, H.-U., Kim, J., Lee, K., Kim, S., Kim, S., Dang, C.-G., Choi, T., & Choi, I. (2024). A retrospective analysis of conception per embryo transfer in dairy cattle in South Korea. *Theriogenology*, 226, 363–368. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2024.07.001>
- Li, J. C., Zhang, Q., Liu, Z. G., Wang, Q., Li, Y. B., & Wei, G. S. (2022). The effect of the addition of Co-Q10 on the preservation of boar semen at 17 °C. *Indian Journal of Animal Research*, 56(12), 1473–1477. <https://arccjournals.com/journal/indian-journal-of-animal-research/BF-1522>
- Li, J., Wang, H., & Rosenberg, P. (2009). Vitamin K prevents oxidative cell death by inhibiting activation of 12-lipoxygenase in developing oligodendrocytes. *Journal of Neuroscience Research*, 87(9), 1997–2005. <https://doi.org/10.1002/jnr.22029>
- Lima, W. M., de Moraes, F. P., Ferreira, R., Mondadori, R. G., Vieira, A. D., Knab, N. W., Lima, D. C. M., Rovani, M. T., Pfeifer, L. F. M., Gonçalves, P. B. D., & Gasperin, B. G. (2022). Does combining estradiol cypionate and GnRH for ovulation induction in recipient cows increase pregnancy rate after timed embryo transfer? *Animal Reproduction*, 19(3), e20220067. <https://doi.org/10.1590/1984-3143-AR2022-0067>
- Lü, S., Fu, L., Fan, W., Zhang, S., Wu, C., Xu, J., & Zhang, D. (2019). Protective effect of mitochondria-targeted antioxidant Mitoquinone on the damage of Hu sheep frozen sperm. *Acta Veterinaria et Zootechnica Sinica*, 50(12), 2554–2559. <https://doi.org/10.11843/j.issn.0366-6964.2019.12.020>
- Madureira, A. M. L., Burnett, T. A., Marques, J. C. S., Moore, A. L., Borchardt, S., Heuwieser, W., Guida, T. G., Vasconcelos, J. L. M., Baes, C. F., & Cerri, R. L. A. (2022). Occurrence and greater intensity of estrus in recipient lactating dairy cows improve pregnancy per embryo transfer. *Journal of Dairy Science*, 105(1), 877–888. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20437>
- Mancheno Herrera, C. A. (2022). *Principios de fisiología reproductiva animal*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <http://cimogsys.esPOCH.edu.ec/direccion-publicaciones/public/docs/books/2023-01-18-135653-L2022-028.pdf>
- Martinez Daza, E. (2024). *Manual para la selección de receptoras en trabajos de transferencia de embriones (T.E.) en la ganadería El Tesoro* [Tesis de grado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio Institucional. <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/041fbc3b-2fb1-4f32-8bae-0456990264d8/content>
- Meyers, S., Wen Li, M., Enders, A., & Overstreet, J. (2009). Rhesus macaque blastocysts resulting from intracytoplasmic sperm injection of vacuum-dried spermatozoa. *Journal of Medical Primatology*, 38(5), 310–307. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0684.2009.00352.x>

- Muneto, T., & Horiuchi, T. (2011). Full-term development of hamster embryos produced by injecting freeze-dried spermatozoa into oocytes. *Journal of Mammalian Ova Research*, 28(1), 32–39. <https://doi.org/10.1274/jmor.28.32>
- Muñoz, D., & Salazar, J. (2020). *Evaluación del acondicionamiento con Selade® mediante valoraciones hematológicas, reproductivas y respuesta a protocolo IATF en ganado lechero de una hacienda ubicada en Nanegalito* [Tesis de grado, Universidad de Las Américas]. Repositorio Institucional. <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/11919/1/UDLA-EC-TMVZ-2020-06.pdf>
- Neri, H., Palhão, M. P., Costa, D. S., Viana, J. H. M., & Fernandes, C. A. C. (2015). Endogenous progesterone concentrations affect progesterone release from intravaginal devices used for oestrous synchronization in cattle. *Reproduction in Domestic Animals*, 50(4), 692–695. <https://doi.org/10.1111/rda.12550>
- Pereira, M., Cappellozza, B., Cerri, R., Sanches, C. P., Jr., Guida, T. G., Barbosa, L., Santos, J. E., & Vasconcelos, J. (2023). Effects of additional gonadotropin-releasing hormone and prostaglandin F2 α treatment to an estradiol/progesterone-based embryo transfer protocol for recipient lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 106(2), 1414–1428. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22134>
- Pilla, M. (2009). *Evaluación del efecto de dos protocolos de sincronización de celo sobre los niveles de estrógenos y progesterona en vacas doble propósito de la Amazonía ecuatoriana* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/4fa2af29-9bcf-46a1-9534-c1904ca772d4/content>
- Prathalingam, N., Holt, W., Revell, S., Jones, S., & Watson, P. (2006). The precision and accuracy of six different methods to determine sperm concentration. *Journal of Andrology*, 27(2), 257–262. <https://doi.org/10.2164/jandrol.05112>
- Ravishankar, B., Dound, Y., Mehta, D., Ashok, B., de Souza, A., Pan, M. H., & Vaidya, A. (2015). Safety assessment of menaquinone-7 for use in human nutrition. *Journal of Food and Drug Analysis*, 23(1), 99–108. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2014.03.001>
- Ribas Maynou, J., Mateo Otero, Y., Delgado Bermúdez, A., Bucci, D., Tamanini, C., Yeste, M., & Barranco, I. (2021). Role of exogenous antioxidants on the performance and function of pig sperm after preservation in liquid and frozen states: A systematic review. *Theriogenology*, 173, 279–294. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2021.07.023>
- Rijsselaere, T., Van Soom, A., Maes, D., & de Kruif, A. (2003). Effect of technical settings on canine semen motility parameters measured by the Hamilton-Thorne analyzer. *Theriogenology*, 60(8), 1553–1568. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(03\)00171-7](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(03)00171-7)
- Rodríguez, H. (2013). Sperm biotechnologies in domestic species: State of the art. *Animal Reproduction*, 10(3), 268–276. <https://www.animal-reproduction.org/article/5b5a604af7783717068b469a>
- Rubio, J., Quintero, A., & González, D. (2009). Effect of cryopreservation on integrity of plasmatic and acrosomal membrane of bulls sperm. *Revista Científica*, 19(4), 708–710. <https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0798->
- Ruiz, A., Tibary, A., Heaton, R., Hargreaves, I., Leadon, D., & Bayly, W. (2021). Effects of feeding Coenzyme Q10-Ubiquinol on plasma Coenzyme Q10 concentrations and semen quality in stallions. *Journal of Equine Veterinary Science*, 96, 103303. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2020.103303>
- Santos, G., Junior, L., Silva, K., Ayres Dias, J., Dias, I., Seneda, M., & Morotti, F. (2023). 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*, 210, 251–255. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2023.07.039>
- Sartori, R., Balistrieri, M., Silva, L. O. E., Consentini, C. E. C., Melo, L. de F. E., Pontes, G. C. de S., & Gaitkoski, D. (2025). Pregnancy

- loss in cattle with emphasis on embryo transfer programs. *Animal Reproduction*, 22(3), e20250045. <https://doi.org/10.1590/1984-3143-AR2025-0045>
- Sinbad, O., Folorunsho, A., Olabisi, O., Ayoola, O. A., & Temitope, E. (2019). Vitamins as antioxidants. *Journal of Food Science and Nutrition Research*, 2(3), 214–235. <http://www.fortunejournals.com/articles/vitamins-as-antioxidants.html>
- Torres, F., Manjarrez, C., Carvajal Sema, M., & Grajales Lombana, H. (2019). Efecto de la adición de antioxidantes en los diluyentes para la preservación de semen ovino. *Revista de Medicina Veterinaria*, 38, 101–109. <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss38.9>
- Wen, M., Baridon, B., Trainor, A., Djan, E., Koehne, A., Griffey, S., & Kent Lloyd, K. (2012). Mutant mice derived by ICSI of evaporatively dried spermatozoa exhibit expected phenotype. *Reproduction*, 143(4), 449–453. <https://doi.org/10.1530/REP-12-0005>
- Yáñez, U., Barrio, M., Fernández, I., Becerra, J. J., Herradón, P. G., Peña, A. I., & Quintela, L. A. (2023). Assessment of luteal function using rectal palpation, B-mode ultrasonography, and progesterone determination to improve recipient selection in embryo transfer programs. *Animals*, 13(18), 2865. <https://doi.org/10.3390/ani13182865>
- Yoshida, M. (2000). Conservation of sperms: Current status and new trends. *Animal Reproduction Science*, 60–61, 349–355. [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(00\)00125-1](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(00)00125-1)
- Zimmerman, J., Karriker, L., Ramírez, A., Schwartz, K., & Stevenson, G. (2012). *Diseases of swine* (10th ed.). The Atrium. <http://download.e-bookshelf.de/download/0000/5954/38/L-G-0000595438-0002362873.pdf>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 Internacional. Copyright © Jeison Fernando Vera Pelaez, Edwin Ernesto Landi Torres.

Declaraciones éticas y editoriales del artículo
Contribución de los autores (Taxonomía CRediT). Jeison Fernando Vera Pelaez: conceptualización de la investigación, diseño metodológico, desarrollo del proceso investigativo, análisis formal de los datos, redacción del borrador original del manuscrito, revisión crítica del contenido científico y supervisión general del estudio. Edwin Ernesto Landi Torres: conceptualización de la investigación, diseño metodológico, desarrollo del proceso investigativo, análisis formal de los datos, redacción del borrador original del manuscrito, revisión crítica del contenido científico y supervisión general del estudio.
Declaración de conflicto de intereses Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con la investigación presentada, la autoría del manuscrito ni la publicación del presente artículo.
Declaración de financiamiento La presente investigación no recibió financiamiento específico de agencias públicas, comerciales o de organizaciones sin fines de lucro. En caso de existir financiamiento institucional o externo, este deberá ser declarado explícitamente por los autores en esta sección.
Declaración del editor El editor responsable certifica que el proceso editorial del presente artículo se desarrolló conforme a los principios de integridad científica, transparencia y buenas prácticas editoriales. El manuscrito fue sometido a un proceso de evaluación mediante revisión por pares doble ciego, garantizando la confidencialidad de la identidad de los autores y revisores durante todo el proceso de dictamen académico. Asimismo, el editor declara que el artículo cumple con los criterios científicos, metodológicos y éticos establecidos por la revista.
Declaración de los revisores Los revisores externos que participaron en la evaluación del presente manuscrito declaran haber realizado el proceso de revisión de manera objetiva, independiente y confidencial. Asimismo, manifiestan que no mantienen conflictos de interés con los autores ni con la investigación evaluada, y que sus observaciones y recomendaciones se fundamentan exclusivamente en criterios científicos, metodológicos y académicos.
Declaración ética de la investigación Los autores declaran que la investigación se desarrolló respetando los principios éticos de la investigación científica, garantizando la confidencialidad de los datos y el respeto a los participantes del estudio. En los casos en que la investigación involucre seres humanos, los procedimientos deben ajustarse a los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki y a las normativas institucionales correspondientes.
Declaración sobre el uso de inteligencia artificial Los autores declaran que el uso de herramientas de inteligencia artificial, en caso de haberse utilizado durante el proceso de investigación o redacción del manuscrito, se realizó únicamente como apoyo técnico para mejorar la claridad del lenguaje o el análisis de información, manteniendo siempre la responsabilidad intelectual sobre el contenido del artículo. Las herramientas de inteligencia artificial no fueron utilizadas como autoras del manuscrito ni sustituyen la responsabilidad académica de los investigadores.
Disponibilidad de datos Los datos que respaldan los resultados de esta investigación estarán disponibles previa solicitud razonable al autor de correspondencia, respetando las normas éticas y de confidencialidad establecidas por la investigación.

