

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias de la Salud

**Efecto de la administración de progesterona sobre la disminución de la muerte
embrionaria temprana en vacas *Bos taurus* gestantes a los 90 días post-inseminación
artificial.**

ALLISON DAYANARA TRUJILLO BENÍTEZ

Carrera: Medicina Veterinaria

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de
Médico Veterinario

Quito, 12 de mayo de 2025

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias de la Salud

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

**Efecto de la administración de progesterona sobre la disminución de la muerte
embrionaria temprana en vacas *Bos taurus* gestantes a los 90 días post-inseminación
artificial.**

Allison Dayanara Trujillo Benítez

Nombre del profesor, Título académico

Rommel Lenin Vinueza, DMVZ, MsC, PhD.

Quito, 12 de mayo de 2025

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Allison Dayanara Trujillo Benítez

Código: 00320103

Cédula de identidad: 0605091495

Lugar y fecha: Quito, 12 de mayo de 2025

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETheses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project - in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETheses>.

RESUMEN

El estudio evaluó el efecto de la administración de progesterona a los 30 días post-inseminación sobre la tasa de gestación a los 90 días post-inseminación en bovinos. Se trabajó con 34 vacas Holstein-Friesian, Brown Swiss y sus cruza, distribuidas en dos grupos: tratado con progesterona (n=21) y control sin tratamiento (n=13). Los animales se seleccionaron de dos haciendas ubicadas en la provincia de Pichincha, Ecuador. El grupo progesterona presentó $2,9 \pm 1,8$ partos y $1,9 \pm 1,1$ servicios por concepción promedio, versus $2,0 \pm 1,2$ partos y $2,4 \pm 1,9$ servicios en el grupo control. El seguimiento de gestación se realizó mediante ecografía transrectal. Los resultados mostraron una tasa de gestación del 95,24% en el grupo con progesterona frente al 92,31% del control. No se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los grupos ($p>0.05$), lo cual fue confirmado mediante un análisis de bootstrapping con 10.000 repeticiones. Este método no paramétrico se aplicó debido al tamaño muestral limitado y la naturaleza binaria de los datos (IC 95%: -0,1250 a 0,2308). Se observó una tendencia positiva a que la administración de progesterona incrementa la tasa de gestación en vacas, lo cual podría ser relevante en sistemas de producción intensiva.

Palabras clave: bovinos, progesterona, gestación, post-inseminación, pérdida embrionaria, eficiencia reproductiva, ultrasonografía.

ABSTRACT

This study evaluated the effect of progesterone administration at 30 days post-insemination on pregnancy rate at 90 days post-insemination in cattle. The research involved 34 Holstein-Friesian, Brown Swiss cows and their crosses, distributed into two groups: progesterone-treated (n=21) and untreated control (n=13). The animals were selected from two farms located in Pichincha province, Ecuador. The progesterone group had an average of 2.9 ± 1.8 calvings and 1.9 ± 1.1 services per conception, versus 2.0 ± 1.2 calvings and 2.4 ± 1.9 services in the control group. Pregnancy monitoring was performed by transrectal ultrasonography. The results showed a pregnancy rate of 95.24% in the progesterone group compared to 92.31% in the control. No statistically significant difference was found between groups ($p > 0.05$), which was confirmed by bootstrapping analysis with 10,000 repetitions. This non-parametric method was applied due to the limited sample size and binary nature of the data (95% CI: -0.1250 to 0.2308). A positive trend was observed suggesting that progesterone administration increases pregnancy rate in cows, which could be relevant in intensive production systems.

Key words: cattle, progesterone, pregnancy, post-insemination, embryonic loss, reproductive efficiency, ultrasonography.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Introducción.....	10
Objetivos.....	13
Metodología.....	14
Resultados.....	17
Discusión	20
Conclusiones.....	23
Agradecimientos.....	24
Referencias Bibliográficas.....	25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1. Características geográficas y condiciones climáticas de las haciendas del estudio.....	14
Tabla N°2. Distribución de los animales en los grupos experimentales y características reproductivas.....	15

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1. Porcentaje de gestación a los 90 días post-inseminación artificial	17
Figura N°2. Histograma de distribución bootstrap de la diferencia en tasas de gestación entre grupos.....	18

INTRODUCCIÓN

La producción lechera es un pilar económico en Ecuador, especialmente en la región andina. Requelme y Bonifaz (2012) señalan que en zonas altas como Pichincha, los productores enfrentan desafíos específicos relacionados con el clima y la reproducción. La muerte embrionaria temprana representa uno de los principales problemas reproductivos en estos sistemas, afectando significativamente la productividad y rentabilidad de los hatos. Además, una de las principales causas no infecciosas de muerte embrionaria es la deficiente calidad de cuerpo lúteo y la cantidad inapropiada de liberación de progesterona (Ferrucho-Ostos & Lopera Vázquez, 2018). Según Tenecota y Usiña (2023), el desempeño reproductivo determina la sostenibilidad económica de las fincas en esta región, por lo que el uso de tratamientos hormonales como la progesterona podría mejorar los indicadores reproductivos en sistemas ganaderos de altura.

La progesterona es clave en el ciclo reproductivo de los bovinos. Es secretada por el cuerpo lúteo, la placenta y la corteza adrenal (Roque-Velázquez et al., 2016). Su función principal es adaptar el endometrio para la implantación del embrión y el mantenimiento de la gestación. Sus niveles circulantes dependen del equilibrio entre producción y metabolismo hepático (Souza, 2016). En ganadería, la administración de progesterona exógena es común para mejorar la eficiencia reproductiva, maximizar la concepción y reducir pérdidas embrionarias (Friedman et al., 2012).

Estudios previos demuestran que la progesterona aumenta las concentraciones séricas de esta hormona. Este incremento mejora la ovulación y reduce las muertes embrionarias. Específicamente, la progesterona inyectable eleva las concentraciones plasmáticas, lo que favorece un ambiente hormonal óptimo para la gestación (Bisinotto et al., 2015).

Algunas investigaciones han comparado diferentes formulaciones comerciales. Laurindo et al. (2023) compararon formulaciones inyectables de acción prolongada frente a dosis múltiples, destacando cómo estas diferencias afectan el manejo, estrés animal y adherencia al protocolo. Por su parte, Reis et al. (2023) observaron que las presentaciones inyectables, aunque más prácticas, pueden generar mayor variabilidad en los niveles hormonales que los dispositivos intravaginales. Diskin et al. (2016) resaltan la consideración del metabolismo hepático y la condición corporal al elegir el tipo y dosis del tratamiento.

La eficiencia reproductiva del ganado está afectada por múltiples factores: detección del celo, momento de inseminación, ovulación, nutrición, problemas hormonales, consanguinidad, condición corporal, estado de salud y producción lechera. La pérdida embrionaria es una causa frecuente de disminución en tasas de gestación (Howard et al., 2006). La progesterona es decisiva en las primeras semanas de gestación, y su deficiencia se vincula con fallos gestacionales. Dieta, estrés térmico, genética y metabolismo de esteroides en vacas de alto rendimiento pueden comprometer los niveles de progesterona y la fertilidad (Friedman et al., 2012).

El retraso en el desarrollo embrionario es una causa importante de pérdida gestacional temprana. Este retraso reduce la producción de interferón- τ , proteína que el embrión secreta para impedir la luteólisis al bloquear los receptores de oxitocina en el endometrio (Souza, 2016; Roque-Velázquez et al., 2016; Kowalczyk et al., 2021). Antoniazzi et al. (2013) demostraron que la administración de interferón- τ protege al cuerpo lúteo, evidenciando su papel determinante en la gestación. La suplementación con progesterona favorece el desarrollo embrionario y la secreción de esta proteína (Mann et al., 2006; Garcia-Ispuerto y López-Gatius, 2017). Sin embargo, los resultados entre estudios varían, y algunos no reportan mejoras significativas.

En hatos de alto valor genético, cada gestación exitosa representa una oportunidad para avanzar en programas de mejoramiento. Las pérdidas gestacionales implican costos económicos y retrasos en objetivos reproductivos. Ríos (2023) propone que mejorar las tasas de preñez mediante estrategias hormonales podría acelerar el progreso genético. Olynk y Wolf (2008) han demostrado que incluso pequeñas mejoras en tasas de gestación generan beneficios económicos significativos, especialmente cuando se emplean técnicas biotecnológicas tales como inseminación artificial con semen valioso o transferencia embrionaria.

Por tanto, la muerte embrionaria es un desafío principal en la fertilidad bovina. Un manejo hormonal adecuado puede reducir este problema y mejorar el éxito reproductivo (Hernández, 2016). Estos antecedentes subrayan la importancia del manejo hormonal y sugieren que la administración de progesterona favorece la eficacia reproductiva. Bajo estas condiciones, el presente trabajo experimental evalúa el efecto de la progesterona sobre la tasa de gestación en bovinos.

Este estudio adquiere relevancia particular en el contexto ecuatoriano, donde los sistemas ganaderos de altura enfrentan desafíos reproductivos específicos que afectan la rentabilidad de los productores. Los resultados contribuirían al desarrollo de protocolos hormonales con progesterona adaptadas a las condiciones locales, mejorando la eficiencia reproductiva y la sostenibilidad económica de la producción lechera en la región andina.

OBJETIVOS

- a. **Objetivo general:** Evaluar el efecto de la administración de progesterona a los 30 días post-inseminación sobre la tasa de gestación a los 90 días post-inseminación en vacas gestantes.
- b. **Objetivo específico:**
 - 1. Analizar la fertilidad de bovinos gestantes tratados con progesterona a los 30 días post inseminación mediante la evaluación de la tasa de retención de gestación hasta los 90 días.
 - 2. Evaluar la influencia del número de partos y servicios por concepción en la respuesta al tratamiento con progesterona en vacas gestantes

METODOLOGÍA

El estudio experimental se realizó en dos hatos de producción lechera de Pichincha, Ecuador, y comenzó en diciembre de 2024. La Tabla N°1 contiene la información de cada hacienda.

Tabla N°1. Características geográficas y condiciones climáticas de las haciendas del estudio.

Haciendas	Ubicación	Altitud (msnm)	Temperatura (°C)	Viento (Km/h)	Humedad (%)
“San Fernando de Paluguillo”	Pifo	2.889	9 a 18	17	90
“Pinantura”	Pintag	3.242	1 a 13	29	75

Fuentes: (Mapcarta, s.f., AccuWeather, s.f., Ecuventure, 2018, AccuWeather, s.f.).

- **Animales:**

Se seleccionaron aleatoriamente 34 vacas Holstein-Friesan, Brown Swiss y sus cruizas, previamente inseminadas. Las vacas fueron inseminadas por un mismo técnico designado en cada hacienda, durante celo natural detectado mediante observación visual tres veces al día y confirmado con parches detectores de monta. No se tuvieron en cuenta criterios de: estado de salud, condición corporal o edad de las vacas.

A los 30 días post-inseminación, se realizó un chequeo ginecológico mediante ultrasonografía por el MVZ. Fernando Salas. Los animales con gestación confirmada se distribuyeron en dos grupos aleatoriamente, y posterior a eso se obtuvieron los datos de historial reproductivo (paridad y servicios por concepción), a partir de los encargados de las fincas. A continuación, se presenta la Tabla N°2 que muestra la distribución detallada de los animales y sus características reproductivas en ambos grupos experimentales.

Tabla N°2. Distribución de los animales en los grupos experimentales y características reproductivas

Grupo	# de animales	Tratamiento	# de partos	# de servicios por concepción
Progesterona	21	GESTAVEC 25 (4 cc IM cada 8 días, 4 aplicaciones) o PROGESTERONA ERMA (una sola aplicación de 10 cc IM)	2.9 ± 1.8	1.9 ± 1.1
Control	13	Sin tratamiento	2.0 ± 1.2	2.4 ± 1.9

- Monitoreo de concepción:

El estado gestacional fue evaluado mediante ecografía transrectal con ultrasonógrafo Mindray Sonoscape E1V (Guangzhou, China) con transductor lineal de 5 MHz, desde la confirmación inicial hasta los 90 días post-inseminación.

- Análisis estadístico

Los datos obtenidos de los animales gestantes se procesaron inicialmente en Microsoft® Excel para calcular las tasas de gestación y la desviación estándar calculada mediante el método de aproximación binomial para proporciones de cada grupo experimental. Para cada grupo, esta tasa de gestación se calculó como el porcentaje de animales que mantuvieron la gestación hasta los 90 días post-inseminación respecto al total de animales del grupo.

Se planificó originalmente un análisis mediante prueba de chi-cuadrado en Rstudio para comparar las proporciones entre grupos. Sin embargo, debido a la naturaleza binaria de los datos

(gestación/no gestación), al tamaño muestral limitado ($n=34$) y a la reducida frecuencia de casos no gestantes en ambos grupos, no se cumplían los supuestos mínimos para aplicar esta prueba paramétrica (se requiere un mínimo de cinco observaciones esperadas por celda) (De la Fuente Fernández, s.f.). En consecuencia, se optó por utilizar bootstrapping con 10.000 repeticiones en RStudio (versión 2023.03.0+386) utilizando el paquete 'boot' (versión 1.3-28) para estimar con mayor precisión la diferencia de proporciones entre los grupos.

El bootstrapping, como técnica no paramétrica de remuestreo basada en simulación, es especialmente adecuado cuando la distribución poblacional no es conocida o cuando se trabaja con muestras pequeñas (Mokhtar et al., 2023), como en este estudio. Lo que permite una estimación más robusta de la variabilidad del estadístico y la construcción de intervalos de confianza más fiables que los métodos paramétricos tradicionales cuando no se cumplen sus supuestos (Carpenter & Bithell, 2000).

Esta técnica ha demostrado ser particularmente útil en estudios veterinarios con limitaciones en el tamaño muestral (Dimauro et al., 2009, Šimpraga et al., 2013). Se consideró que existía diferencia estadísticamente significativa si el intervalo de confianza al 95% no incluía el valor cero (Davidson & Hinkley, 1997).

RESULTADOS

La Figura N°1 señala que el porcentaje de gestación del grupo control fue de 92.31%, y del grupo con progesterona de 95.24%. Las barras de error representan la desviación estándar calculada mediante el método de aproximación binomial para proporciones. El grupo control tuvo una desviación estándar de $\pm 8.4\%$, y el grupo tratado con progesterona de $\pm 4.7\%$. La barra de error es más pequeña para el grupo de progesterona porque tiene un tamaño muestral mayor ($n=21$ vs $n=13$). Estas medidas de dispersión ilustran la variabilidad propia a cada estimación, pero no deben confundirse con los intervalos de confianza calculados mediante bootstrapping que se presentan posteriormente para el análisis inferencial.

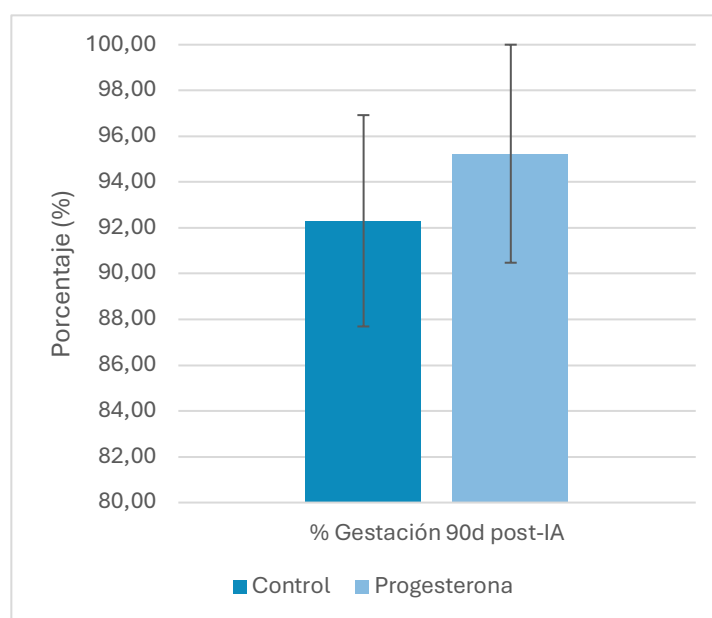


Figura 1. Porcentaje de gestación a los 90 días post-inseminación artificial.

La Figura N°2 representa la distribución bootstrap de la diferencia de proporciones de gestación entre el grupo tratado con progesterona y el grupo control, a los 90 días post-inseminación. El análisis mediante bootstrapping (10.000 replicaciones) indicó una diferencia promedio de 2.93% en la tasa de gestación a favor del grupo tratado con progesterona. El valor p

aproximado obtenido mediante este método fue de 0.6344, confirmando que la diferencia observada no es estadísticamente significativa. Además, hay un error estándar de 0.0902 (9.02%), lo que señala una variabilidad entre las tasas de las 10.000 réplicas. Un error estándar alto en relación a la diferencia observada (2.93%) sugiere que no hay evidencia de que exista esa diferencia.

El análisis estadístico estableció un intervalo de confianza del 95% con un rango de -0.1250 a 0.2308. El límite inferior señala que en el peor escenario, el grupo con progesterona podría tener 12.5% menos gestación que el grupo control, mientras que, en el mejor escenario, podría tener un 23.08% más de gestación. Por otro lado, el rango de intervalo de confianza incluye el valor cero, lo que señala que en un punto no hay diferencia entre la tasa de gestación del grupo progesterona y control, por ende, esta diferencia no es estadísticamente significativa bajo las condiciones del estudio.

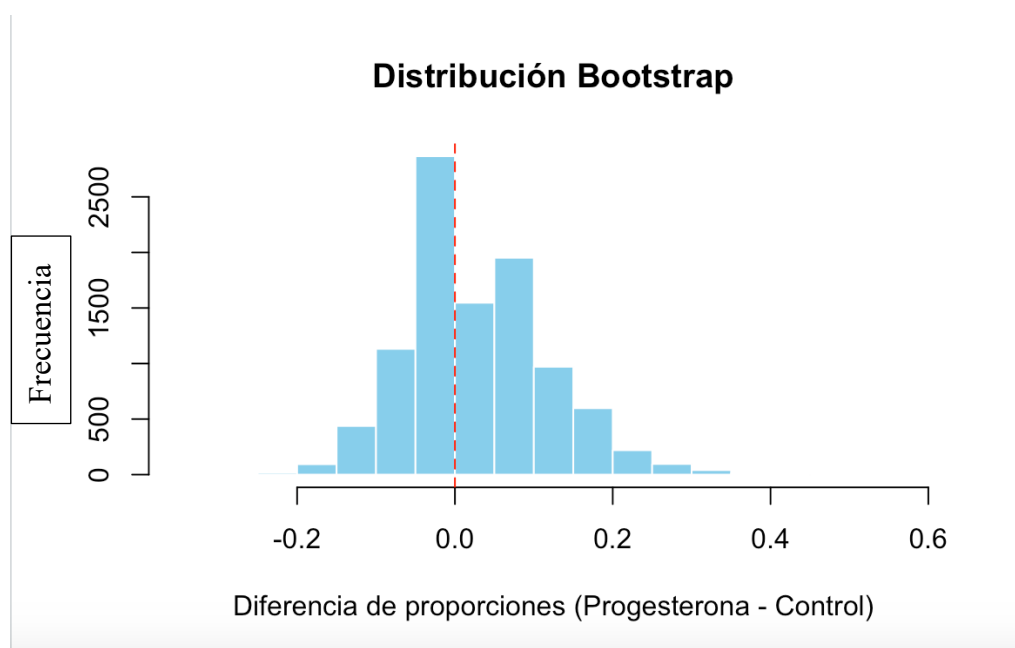


Figura 2. Histograma de distribución bootstrap de la diferencia en tasas de gestación entre grupos.

El histograma muestra una distribución aproximadamente normal centrada alrededor del valor 0.0293 (2.93%), que representa la diferencia promedio observada. La línea vertical punteada roja marca el valor cero, punto crítico para determinar la significancia estadística. Como se puede apreciar, una proporción considerable de la distribución cruza esta línea, lo que visualiza gráficamente por qué el resultado no es estadísticamente significativo.

Los intervalos de confianza del bootstrap, que abarcan desde -0.1250 hasta 0.2308, representan el rango dentro del cual se espera encontrar el verdadero valor de la diferencia de proporciones con un 95% de confianza. Estos límites se corresponden aproximadamente con los percentiles 2.5 y 97.5 de la distribución mostrada en el histograma, confirmando visualmente que el valor cero está contenido dentro de este intervalo y, por tanto, no se puede rechazar la hipótesis nula de que no hay diferencia entre ambos tratamientos.

Para abordar el segundo objetivo específico, se evaluó la influencia del historial reproductivo sobre la respuesta al tratamiento con progesterona. Al comparar los grupos, se observó que el grupo tratado con progesterona presentaba un promedio mayor de partos (2.9 ± 1.8 versus 2.0 ± 1.2) pero menor número de servicios por concepción (1.9 ± 1.1 versus 2.4 ± 1.9) que el grupo control. Al relacionar estos factores con la tasa de gestación observada, se aprecia que el grupo tratado con progesterona, caracterizado por un menor número de servicios por concepción (indicativo de mejor fertilidad basal), alcanzó una tasa de gestación del 95.24%, superior al 92.31% del grupo control. Esta observación sugiere una posible sinergia entre el perfil reproductivo favorable y la respuesta al tratamiento hormonal, donde animales con historial de mejor fertilidad podrían responder más eficazmente a la suplementación con progesterona.

DISCUSIÓN

Los resultados mostraron una diferencia de 2.93% en la tasa de retención de gestación a favor del grupo tratado con progesterona (95.24%) frente al grupo control (92.31%). No obstante, el análisis estadístico mediante bootstrapping no evidenció una diferencia significativa entre los grupos, ya que el intervalo de confianza al 95% para la diferencia de proporciones (-0.125 a 0.231) incluyó el cero, lo que indica que el efecto observado podría atribuirse al azar.

La falta de significancia estadística se explica por varios factores. Primero, ambos grupos mostraron tasas de gestación altas ($>90\%$), lo que indica un buen manejo reproductivo en los hatos estudiados. Este nivel basal alto limita el margen de mejora, dificultando la detección de efectos adicionales atribuibles a la suplementación hormonal. En estos contextos, se genera un efecto de saturación, donde las probabilidades de observar diferencias significativas disminuyen, incluso si existe una tendencia favorable.

Estos hallazgos se alinean parcialmente con lo reportado por Larson et al. (2007), quienes también observaron casos en los que la administración de progesterona no produjo efectos significativos en la tasa de gestación. Esta variabilidad en la respuesta a la progesterona exógena se relaciona con múltiples factores que influyen en la eficiencia reproductiva, como indican Howard et al. (2006) y Friedman et al. (2012), los que incluyen aspectos nutricionales, genética, edad, estrés térmico y metabolismo de esteroides.

Aunque la diferencia del 2.93% no fue significativa, concuerda con la base teórica del uso de progesterona. Como indican Roque-Velázquez et al. (2016) y Souza (2016), esta hormona favorece la secreción de interferón- τ y el desarrollo embrionario, crítico para prevenir la luteólisis. Es posible que la suplementación haya mantenido la gestación en algunos animales que de otro modo habrían experimentado pérdida embrionaria.

El momento de administración merece consideración. Bisinotto et al. (2015) reportaron mejoras significativas con progesterona temprana, mientras nuestro enfoque se centró en una etapa posterior, con gestación ya confirmada. Mann et al. (2006) sugieren que la administración temprana (días 3-7) es más efectiva para el desarrollo embrionario inicial, mientras García-Ispuerto y López-Gatius (2017) proponen beneficios en fases más tardías. El momento óptimo podría ser las primeras semanas post-inseminación, cuando se establece la comunicación materno-embrionaria.

Al analizar las características de los grupos experimentales, se detectan diferencias en el historial reproductivo que podrían haber influido en los resultados. El grupo tratado con progesterona muestra un promedio mayor de partos (2.9 ± 1.8) en comparación con el grupo control (2.0 ± 1.2). Esta diferencia es relevante, ya que estudios previos han mostrado que la paridad puede afectar los niveles endógenos de progesterona y la respuesta a tratamientos hormonales con progesterona (Reis et al., 2023). Las vacas multíparas, con un mayor número de partos, podrían tener diferencias en la función tanto ovárica como uterina que afectan su respuesta a la progesterona exógena, lo que pudo reflejarse en los resultados.

Por otra parte, el grupo con progesterona tuvo un menor número de servicios por concepción (1.9 ± 1.1) en comparación con el grupo control (2.4 ± 1.9). Este parámetro indica la fertilidad, sugiriendo que los animales del grupo tratado con progesterona podrían haber presentado una mejor eficiencia reproductiva basal. Es posible que las vacas del grupo control hayan enfrentado problemas de fertilidad subyacentes, tales como una calidad de óvulos deficiente, receptividad uterina reducida, calidad seminal inadecuada o una técnica de inseminación deficiente. Estos factores podrían haber contribuido al mayor número de servicios requeridos en este grupo (Howard et al., 2006). Esta diferencia basal pudo ser un factor de confusión en la

evaluación del efecto de la progesterona, dado que los animales con un historial reproductivo favorable podrían presentar una menor probabilidad de pérdida embrionaria, independientemente de la administración de la hormona.

Las diferencias de altitud (2.889 m vs. 3.242 m) y clima entre las haciendas posiblemente influyeron en la respuesta al tratamiento. El frío extremo en "Pinantura" (mínimas de 1 a 13°C) en comparación con "San Fernando de Paluguillo" (mínimas de 9 a 18°C) pudo afectar el metabolismo de la progesterona y su efecto sobre la gestación. Las bajas temperaturas generan estrés, activando respuestas neuroendocrinas como el eje hipotálamo-hipofisiario-adrenocortical y el sistema simpático-adrenomedular, liberando cortisol, adrenalina y noradrenalina (Miętkiewska et al., 2022). Estos cambios hormonales pueden deteriorar el ambiente uterino, comprometer el desarrollo embrionario y favorecer la luteólisis prematura, impactando negativamente la fertilidad.

Las limitaciones del estudio incluyen la muestra reducida (n=34) y la distribución desigual entre grupos (21 vs. 13). El amplio intervalo de confianza (-0.125 a 0.231) refleja esta variabilidad, sugiriendo que muestras mayores podrían ofrecer resultados más concluyentes sobre el efecto de la progesterona. Por ende, se recomienda que en futuras investigaciones se incluyan mayor tamaño muestral, una distribución equilibrada entre grupos, control riguroso de variables confusoras como paridad y fertilidad previa, y protocolos estandarizados de administración hormonal. Estas mejoras permitirán establecer con mayor precisión el papel de la progesterona en la prevención de pérdidas gestacionales tempranas en bovinos.

Por último, aunque no fue estadísticamente significativo, el aumento del 2.93% en tasas de gestación podría tener relevancia práctica en sistemas intensivos. Pequeñas mejoras en retención gestacional generan impactos económicos importantes, especialmente en hatos de alto valor genético donde cada gestación contribuye al progreso del explotación.

CONCLUSIONES

En el estudio no se logró recopilar evidencia suficiente para demostrar un efecto estadísticamente significativo de la administración de progesterona a los 30 días post-inseminación sobre la tasa de gestación a los 90 días en las vacas tratadas con progesterona. No obstante, se observó una tendencia positiva en la retención de gestación que podría tener relevancia práctica en sistemas de producción lechera intensiva.

Además, el historial reproductivo de los animales podría constituir un factor trascendental que debe ser controlado en futuros estudios. Las diferencias observadas en el número de partos y servicios por concepción entre los grupos destacan la importancia de organizar a los animales de acuerdo con su historial previo, con el fin de evitar sesgos que puedan comprometer la evaluación precisa del efecto hormonal.

Finalmente, los resultados sugieren un potencial beneficio del tratamiento con progesterona para reducir pérdidas embrionarias, especialmente en sistemas de producción donde cada gestación exitosa representa un aporte significativo al programa genético y a la rentabilidad del hato.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco sinceramente a la empresa Insucampo, por su valioso aporte mediante la donación de los medicamentos necesarios para la realización de este estudio. Asimismo, a los propietarios de las haciendas “Pinantura” y “San Fernando de Paluguillo”, por abrirme sus puertas y permitirme llevar a cabo la parte práctica del proyecto en sus instalaciones. También mi agradecimiento especial a los doctores Ramiro Díaz y Fernando Salas, por su acompañamiento, guía y constante apoyo durante todo el proceso.

Principalmente, gracias a mi familia, por su amor incondicional, confianza y aliento en cada paso de este camino.

A mis amigos y amigas, tanto de la universidad como de Riobamba, gracias por estar presentes con su apoyo, sus risas y su compañía en los momentos más importantes.

A quienes están lejos, pero me acompañan con sus palabras, mensajes y cariño a la distancia: su presencia, aunque no física, ha sido muy valiosa en este proceso.

Y con todo mi corazón, a quienes están en el cielo, pero que siento cerca en cada logro y en cada paso importante. Gracias por seguir siendo una fuente de fuerza, inspiración y amor eterno.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AccuWeather. (s.f.). Hacienda Pinantura, Pichincha. Recuperado el 20 de febrero de 2025.
<https://www.accuweather.com/es/ec/hacienda-pinantura/1240181/current-weather/1240181>
- AccuWeather. (s.f.). Hacienda Paluguillo, Pichincha. Recuperado el 20 de febrero de 2025.
<https://www.accuweather.com/es/ec/hacienda-paluguillo/1240217/current-weather/1240217>
- Antoniazzi, A. Q., Webb, B. T., Romero, J. J., Ashley, R. L., Smirnova, N. P., Henkes, L. E., Bott, R. C., Oliveira, J. F., Niswender, G. D., Bazer, F. W., & Hansen, T. R. (2013). Endocrine delivery of interferon tau protects the corpus luteum from prostaglandin F₂-alpha-induced luteolysis. *Biology of Reproduction*, 88(6), 144 – 144. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.112.105684>
- Bisinotto, R. S., Lean, I. J., Thatcher, W. W., & Santos, J. E. P. (2015). Meta-analysis of progesterone supplementation during timed artificial insemination programs in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98(4), 2472–2487. doi:10.3168/jds.2014-8954.
- Carpenter, J., & Bithell, J. (2000). Bootstrap confidence intervals: when, which, what? A practical guide for medical statisticians. *Statistics in Medicine*, 19(9), 1141-1164. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1097-0258\(20000515\)19:9<1141::aid-sim479>3.0.co;2-f](https://doi.org/10.1002/(sici)1097-0258(20000515)19:9<1141::aid-sim479>3.0.co;2-f)
- Davidson, A. C., & Hinkley, D. V. (1997). *Bootstrap methods and their application*. Cambridge University Press.
- De la Fuente Fernández, S. (s.f.). *Aplicaciones de la chi-cuadrado: Tablas de contingencia. Homogeneidad. Dependencia e Independencia*. Universidad Autónoma de Madrid.

- Recuperado el 10 de Mayo, 2025 de <https://www.fuenterrebollo.com/Aeronautica2016/contingencia.pdf>
- Dimauro, C., Macciotta, N. P. P., Rassu, S. P. G., Patta, C., & Pulina, G. (2009). A bootstrap approach to estimate reference intervals of biochemical variables in sheep using reduced sample sizes. *Small Ruminant Research*, 83(1), 34–41. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.03.004>
- Diskin, M. G., Waters, S. M., Parr, M. H., & Kenny, D. A. (2016). Pregnancy losses in cattle: potential for improvement. *Reproduction, Fertility and Development*, 28(2), 83. doi:10.1071/rd15366.
- Ecuventure. (2018). *Antisana*. Ecuventure. Recuperada el 20 de febrero de 2025. <https://ecuventure.com/es/mountains/antisana/>
- Ferrucho-Ostos, Y. P., & Lopera Vázquez, R. (2018). *Muerte embrionaria en bovinos*. Universidad Cooperativa de Colombia. Recuperado el 23 de abril, 2025 de <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/dc154fba-cb7c-4d9b-a52c-3988fd896dac/content>
- Friedman, E., Roth, Z., Voet, H., Lavon, Y., & Wolfenson, D. (2012). Progesterone supplementation postinsemination improves fertility of cooled dairy cows during the summer. *Journal of Dairy Science*, 95(6). <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5017>
- Hernández, J. (2016). *Fisiología Clínica de la Reproducción de Bovinos Lecheros*. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado el 23 de abril, 2025 de https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/publicaciones/archivos/Fisiologia_Clinica.pdf
- Howard, J. M., Manzo, R., Dalton, J. C., Frago, F., & Ahmadzadeh, A. (2006). Conception rates and serum progesterone concentration in dairy cattle administered gonadotropin releasing

- hormone 5 days after artificial insemination. *Animal Reproduction Science*, 95(3-4).
<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2005.10.010>
- Garcia-Ispuerto, I. & López-Gatius, F. (2017). Progesterone supplementation in the early luteal phase after artificial insemination improves conception rates in high-producing dairy cows. *Theriogenology*, 1(90):20-24. doi: 10.1016/j.theriogenology.2016.11.006.
- Kowalczyk, A., Czerniawska-Piatkowska, E., Wrzecińska, M. (2021). The Importance of Interferon-Tau in the Diagnosis of Pregnancy. *BioMed Research International*. doi: 10.1155/2021/9915814
- Larson, S. F., Butler, W. R., & Currie, W. B. (2007). Pregnancy rates in lactating dairy cattle following supplementation of progesterone after artificial insemination. *Animal Reproduction Science*, 102(1-2), 172–179.
<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2007.02.023>
- Laurindo, A., Lopess, F., Silva, B., Degan, A., Borges, J., Diniz, M., Cardoso, D., Pereira, I., Oliveira, J., Pugliesi, G. (2023). Effects of long-acting injectable progesterone supplementation at early dioestrus on pregnancy maintenance in beef and dairy recipient cattle. *Reproduction in Domestic Animals*, 59 (1). <https://doi.org/10.1111/rda.14509>
- Mann, G. E., Fray, M. D., & Lamming, G. E. (2006). Effects of time of progesterone supplementation on embryo development and interferon-tau production in the cow. *The Veterinary Journal*, 171(3), 500–503. doi:10.1016/j.tvjl.2004.12.00
- Mapcarta. (s.f.). Hacienda Paluguillo. Mapcarta. Recuperado el 20 de febrero de 2025.
<https://mapcarta.com/es/19658682>

- Miętkiewska, K., Kordowitzki, P., & Pareek, C. (2022). Effects of Heat Stress on Bovine Oocytes and Early Embryonic Development—An Update. *Cells*, 16; 11(24):4073. <https://doi.org/10.3390/cells11244073>
- Mokhtar, S., Yusof, Z., & Sapiri, H. (2023). Confidence Intervals by Bootstrapping Approach: A Significance Review. *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences*, Vol. 19 (2023) 30-42.
- Olynk, N., & Wolf, C. (2008). Economic Analysis of Reproductive Management Strategies on US Commercial Dairy Farms. *Journal of Dairy Science*. 91(10):4082-4091. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0858>
- Reis, L., Souza, L., Araujo, L., Pedroso, M., Volpe, S., Gonçalves, W., Martins, B., Gonzales, B., Camisão, J., Sousa, J. (2023). Use of injectable progesterone to replace the intravaginal progesterone device on the ovulation synchronization protocol reduces the pregnancy rate in *Bos indicus* cows. *Theriogenology* 195, 55-61. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2022.10.008>.
- Requelme, N., & Bonifaz, N. (2012). Caracterización de sistemas de producción lechera de Ecuador. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 15(1), 55-69. Recuperado el 23 de abril de 2025. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476047399006>
- Ríos, M. (2023). Factores que afectan la eficiencia reproductiva de hembras bovinas (*Bos taurus indicus*) como receptoras de embriones. [Proyecto de Grado para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista de la Universidad Cooperativa de Colombia]. Recuperado el 23 de abril de 2025. <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/0223801d-4487-4b1c-a3b6-0b7b27d88d92/content>

- Roque-Velázquez, C., Montaldo-Valdenegro, H., Gutiérrez-Aguilar, C., Hernández-Cerón, J. (2016). Efecto de una inyección única de progesterona, cinco días después de la inseminación, en la fertilidad de vacas lecheras. *Agrociencia*, 50(3). Recuperado el 20 de febrero de 2025. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952016000300287
- Šimpraga, M., Šmuc, T., Matanović, K., Radin, L., Shek-Vugrovečki, A., Ljubičić, I., & Vojta, A. (2013). Reference intervals for organically raised sheep: Effects of breed, location and season on hematological and biochemical parameters. *Small Ruminant Research*, 112(1), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.11.032>
- Souza, E. F. (2016). La importancia de la progesterona. Sitio Argentino de Producción Animal. Recuperado el 20 de febrero de 2025. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/249-importancia_progesterona.pdf
- Tenecota, W., & Usiña, J. (2023). Factores que afectan el rendimiento reproductivo de las vacas lecheras que pertenecen al Proyecto UTC gen de Latacunga occidental en el periodo 2023. [Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título Médico Veterinario de la Universidad Técnica de Cotopaxi]. Recuperado el 23 de abril de 2025. <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/b7f8a127-c125-486d-8a46-e9aaf173e378/content>