

Transferencia de embriones en fresco, en vaconas lecheras, utilizando dos protocolos hormonales de inseminación artificial a tiempo fijo, adicionando eCG y sin adicionar eCG

Fresh embryo transfer, in dairy cows, using two hormonal artificial insemination protocols at a fixed time, adding eCG and without adding eCG

Dany Tomás García-Herembás¹
Universidad Central del Ecuador
dtgarcia@uce.edu.ec

Juan Alberto Vargas-Tipan²
Universidad Central del Ecuador
javargas@uce.edu.ec

Sergio Rolando Chacha-Vega³
Universidad Central del Ecuador
srchacha@uce.edu.ec

Jhonatan Adrian Monteros-Pazmiño⁴
Universidad Estatal de Bolívar
Jhonatan.monteros.edu.ec

doi.org/10.33386/593dp.2025.3.3181

V10-N3 (jun) 2025, 1163-1173 | Recibido: 20 de marzo del 2025 - Aceptado: 19 de mayo del 2025 (2 ronda rev.)

1 ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7305-7730>. Médico veterinario zootecnista, con maestría en producción animal con mención en bovinos de carne y leche, trabajo como administrador del Centro. Experimental Uyumbicho de la UCE, Profesor a tiempo parcial de la Universidad Tecnológica Equinoccial sede Quito.

2 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6327-5875>. Doctor en Medicina Veterinaria y Zootecnia con una maestría en producción animal y una especialización en reproducción animal. Actualmente trabajo como catedrático en la Universidad Central del Ecuador.

3 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9212-0098>. Doctor en Medicina Veterinaria y Zootecnia con una maestría en biotecnología molecular. Catedrático en la Universidad Central

4 ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9757-9757>. Médico Veterinario y Zootecnista con una maestría en Producción Animal mención en bovinos de carne y leche. Actualmente trabajo como catedrático en la Universidad Estatal De Bolívar

García-Herembás, D., Vargas-Tipan, J., Chacha-Vega, S., & Monteros-Pazmiño, J., (2025). Inseminación artificial en cobayas (*Cavia porcellus*) de tercer y cuarto parto aprovechando el celo postparto con semen fresco post-mortem diluido en el Centro Experimental Uyumbicho. 593 Digital Publisher CEIT, 10(3), 1163-1173, <https://doi.org/10.33386/593dp.2025.3.3181>

Descargar para Mendeley y Zotero

RESUMEN

El estudio sobre la dinámica folicular bovina y la transferencia de embriones busca optimizar la eficiencia reproductiva en ganado lechero. La aplicación de hormonas en protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) permite mejorar las tasas de preñez y la calidad embrionaria, contribuyendo al avance de las biotecnologías reproductivas. **Objetivo General:** Determinar el efecto de la adición de eCG en un protocolo hormonal de IATF sobre el tamaño del cuerpo lúteo y los porcentajes de preñez en vaconas receptoras. **Metodología:** Se empleó un diseño experimental con 20 vaconas lecheras divididas en dos grupos, con y sin administración de eCG. Se realizaron chequeos ginecológicos, sincronización del estro y transferencia de embriones. La recolección de datos incluyó medidas del cuerpo lúteo y diagnóstico de preñez por ecografía. **Resultados:** Los protocolos con eCG mostraron mayor sincronización del estro, un tamaño de cuerpo lúteo más desarrollado y un incremento significativo en la tasa de preñez en comparación con los protocolos sin esta hormona. **Conclusiones:** El uso de eCG en protocolos de IATF mejora la eficiencia reproductiva al favorecer la maduración folicular y aumentar las tasas de gestación. La selección adecuada de donadoras y receptoras es fundamental para el éxito del procedimiento.

Palabras claves: Dinámica folicular; eficiencia reproductiva; gonadotropinas; inseminación artificial; transferencia de embriones.

ABSTRACT

The study on bovine follicular dynamics and embryo transfer seeks to optimize reproductive efficiency in dairy cattle. The application of hormones in fixed-time artificial insemination (FTAI) protocols allows improving pregnancy rates and embryo quality, contributing to the advancement of reproductive biotechnologies. **General Objective:** Determine the effect of the addition of eCG in an IATF hormonal protocol on the size of the corpus luteum and pregnancy rates in recipient cows. **Methodology:** An experimental design was used with 20 dairy cows divided into two groups, with and without administration of eCG. Gynecological check-ups, estrus synchronization and embryo transfer were performed. Data collection included measurements of the corpus luteum and pregnancy diagnosis by ultrasound. **Results:** The protocols with eCG showed greater synchronization of estrus, a more developed size of the corpus luteum and a significant increase in the pregnancy rate compared to the protocols without this hormone. **Conclusions:** The use of eCG in IATF protocols improves reproductive efficiency by promoting follicular maturation and increasing pregnancy rates. The proper selection of donors and recipients is essential for the success of the procedure.

Key words: Follicular dynamics; reproductive efficiency; gonadotropins; artificial insemination; embryo transfer.

Introducción

La inseminación artificial en Ecuador ha ganado relevancia en los últimos años debido a su accesibilidad y reducción de costos, en contraste con décadas anteriores cuando solo estaba disponible para haciendas élite. Esta técnica ha permitido mejoras genéticas en el ganado bovino, especialmente desde el lado paterno. Sin embargo, la transferencia de embriones (TE) se ha consolidado como una alternativa que optimiza la selección genética desde ambos lados, logrando un impacto significativo en la producción, valor genético y económico del ganado.

La transferencia de embriones ha evolucionado desde su primera aplicación en 1890 en conejas y su desarrollo en bovinos a partir de 1930. A pesar de avances iniciales limitados, a partir de los años 50 y con la implementación de métodos no quirúrgicos en los 70, su aplicación comercial se expandió notablemente (García, 2023). En Ecuador, la importación de semen iniciada en 1962 ha contribuido a una mejora constante en la genética del hato lechero (Salguero, 2023).

Los protocolos de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) permiten sincronizar el ciclo estral de hembras donadoras y receptoras, optimizando la eficiencia reproductiva. La superovulación facilita la obtención de múltiples descendientes en un corto periodo, acelerando el mejoramiento genético y la productividad bovina. Además, la transferencia de embriones ha tenido un impacto significativo en la investigación de enfermedades y en la aplicación de biotecnologías avanzadas, como la manipulación del ADN y la inserción de genes (García, 2023).

El uso de TE requiere un manejo adecuado de donadoras y receptoras, asegurando su adaptación y fertilidad. La selección de receptoras en equilibrio con su entorno y con buena capacidad reproductiva es fundamental para optimizar los resultados y reducir costos operativos (Tribulo & Cutaia, 1996). En Ecuador, la aplicación de esta técnica está en constante crecimiento, facilitando la obtención de animales

con mejores características fenotípicas y genotípicas, adaptadas a las condiciones del país.

Otro aspecto relevante en la transferencia de embriones es la optimización de los protocolos hormonales empleados para la sincronización de los ciclos estrales de las donadoras y receptoras. La aplicación de hormonas como la gonadotropina coriónica equina (eCG) ha demostrado mejorar la respuesta superovulatoria y aumentar las tasas de preñez, lo que potencia el rendimiento reproductivo de los hatos lecheros.

A medida que las exigencias del mercado ganadero evolucionan, la incorporación de biotecnologías avanzadas en la reproducción bovina se vuelve crucial para garantizar la sostenibilidad y competitividad del sector. La investigación sobre estos procedimientos es clave para maximizar los beneficios económicos y productivos, permitiendo a los ganaderos optimizar sus estrategias reproductivas y mejorar la calidad del ganado en el país.

Determinar el efecto de la adición de eCG en comparación con su ausencia en un protocolo hormonal de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), sobre el diámetro del cuerpo lúteo y los porcentajes de preñez en vacas de raza lechera.

Método

Se utilizó la investigación de campo y experimental. La investigación de campo permitió un contacto directo con la realidad para recopilar información en dos haciendas ubicadas en Tambillo: La Merced y el Centro Experimental Uyumbicho. La modalidad experimental consistió en la manipulación de la variable independiente (adición de eCG en el protocolo hormonal de IATF) para analizar su efecto en las variables dependientes (diámetro del cuerpo lúteo y porcentaje de preñez en vacas receptoras).

Se empleó un enfoque descriptivo, correlacional y explicativo. La descripción se basó en la comparación de los protocolos de IATF con y sin eCG. El análisis correlacional permitió

medir la relación entre el diámetro del cuerpo lúteo y el porcentaje de preñez. Finalmente, la investigación explicativa buscó comprender la influencia de la hormona eCG en las variables evaluadas.

Se trabajó con 20 vaconas lecheras, distribuidas equitativamente en dos tratamientos. Las receptoras fueron seleccionadas mediante chequeo ginecológico, asegurando su aptitud para la sincronización hormonal y posterior implantación embrionaria.

Se utilizaron dispositivos intravaginales (CIDR), hormonas (GnRH, FSH, eCG, entre otras), ecógrafos, estereomicroscopios, guantes ginecológicos, sondas Foley, y pipetas automáticas. Además, se empleó software estadístico para el análisis de datos.

El estudio se desarrolló en tres visitas:

Selección de donadoras y receptoras, chequeo ginecológico y evaluación del estado fisiológico.

Transferencia embrionaria, en la que se sincronizaron los ciclos estrales y se implantaron los embriones.

Diagnóstico de gestación, mediante ecografía a los 30 días post-implantación.

Se empleó un análisis estadístico basado en medidas de tendencia central y pruebas de significancia (T-student y chi-cuadrado) para evaluar el impacto del uso de eCG en los parámetros reproductivos de las vaconas receptoras.

Resultados

Neuroendocrinología Reproductiva

a- Hipotálamo

El hipotálamo es el centro del sistema neuroendocrino y regula la reproducción mediante neurohormonas como GnRH, dopamina y CRH. La GnRH controla la liberación de LH y FSH, afectando el desarrollo folicular según la etapa

del ciclo estral. La dopamina inhibe la prolactina, mientras que la CRH está involucrada en el parto y la lactancia. La oxitocina, secretada por el hipotálamo, es clave en la bajada de la leche y contracciones uterinas (Galina et al., 2008).

b- Hipófisis

Compuesta por la adenohipófisis y neurohipófisis, la primera secreta gonadotropinas, prolactina y hormonas del crecimiento. Las gonadotropinas regulan el ciclo estral y la ovulación. La prolactina influye en la lactancia y conducta materna. La ACTH induce corticosteroides, importantes en el parto y lactancia. La neurohipófisis secreta oxitocina y vasopresina (Galina et al., 2008).

c- Glándula Pineal

Regula la estacionalidad reproductiva mediante la melatonina, secretada en la oscuridad (Galina et al., 2008).

d- Hormonas Gonadales

Los estrógenos inducen atracción sexual y son producidos en el folículo ovárico. La progesterona, secretada por el cuerpo lúteo, mantiene la gestación. Los andrógenos provienen de las células de Leydig y la teca interna. La inhibina regula la FSH (Galina et al., 2008).

e- Hormonas Uterinas y Placentarias

La PGF2 α , producida en el útero, induce la regresión del cuerpo lúteo. La eCG y hCG son hormonas placentarias que influyen en la reproducción. La eCG tiene una vida media prolongada en bovinos y afecta la calidad embrionaria (Cabero & Rodríguez, 2007).

Ciclo Estral

Se divide en fase folicular (proestro y estro) y fase luteal (metaestro y diestro). Durante el proestro, disminuye la progesterona y aumentan estrógenos. En el estro, la hembra es receptiva y ocurre el pico de LH. El metaestro inicia con la ovulación y el desarrollo del cuerpo lúteo. El diestro es la fase más larga, con máxima

secreción de progesterona; si no hay gestación, la PGF2 α induce la regresión del cuerpo lúteo.

La transferencia de embriones en vaconas de raza lechera adicionando eCG y sin adicionar eCG se realizó 7 días después de que estas presentaron conducta estral. Las vaconas seleccionadas como idóneas para receptoras de embriones fueron aquellas que obtuvieron un cuerpo lúteo con un diámetro > a 20mm, ya que descartan receptoras con cuerpos lúteos < a 15 mm de diámetro. Los embriones seleccionados para ser implantados fueron mórulas y blastocitos de grado 1 y 2, divididos equitativamente.

En total se implantaron 15 embriones, de los que 8 fueron transferidos en vaconas en las cuales se aplicó la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG), y 7 embriones en las vaconas que no se usó eCG.

Se deben evaluar más parámetros en este tipo de hembras, como el factor racial, edad, estado fisiológico, sanidad, peso, integridad del tracto reproductivo y manejo, es de gran importancia hacer un seguimiento de las estructuras ováricas presentes durante la sincronización del estro, así, como de las etapas previa y posterior a transplantar el embrión (Duica et al., 2007).

De este modo, un óptimo desarrollo folicular será determinante para la formación de un cuerpo lúteo que genere concentraciones plasmáticas de progesterona suficientes para ofrecer un medio ambiente uterino adecuado y favorecer el óptimo desarrollo embrionario. Al tener en cuenta los factores que afectan la eficiencia de la técnica de transplante de embriones, se obtendrá un aumento en los resultados positivos representados en gestaciones y nacimientos de individuos provenientes de animales de alto valor genético (Duica et al., 2007).

Dinámica Folicular Bovina

El desarrollo folicular bovino se divide en dos etapas: basal y tónica. La primera es independiente de las gonadotropinas, mientras que la segunda regula el crecimiento folicular

preovulatorio a través de gonadotropinas y se presenta en oleadas (Gutiérrez et al., 2021)

Fases del Desarrollo Folicular

Reclutamiento: Un grupo de folículos responde a la FSH para continuar su crecimiento (Del Valle, 2008).

Selección: Un folículo es elegido para continuar su desarrollo y evitar la atresia (Espinoza et al., 2007).

Dominancia: El folículo dominante secreta inhibina y estradiol (E2) para inhibir nuevas ondas foliculares. Su ovulación depende de niveles hormonales adecuados.

Manejo de Donadoras y Receptoras

La selección y manejo de donadoras y receptoras es crucial en la transferencia de embriones (TE). Las donadoras deben tener superioridad genética y capacidad reproductiva. Las receptoras deben ser fértiles y con buena condición corporal para llevar la gestación a término (Callejas, 2012).

Protocolos de Superovulación

Se utilizan diferentes protocolos para sincronizar la ovulación en donadoras:

Celo inducido con CIDR y aplicaciones de benzoato de estradiol (BE).

Uso de PGF2 α para inducir celo natural.

Combinación de CIDR y celo natural, reduciendo el tiempo del protocolo (Orellana & Peralta, 2007).

Recuperación y Evaluación de Embriones

Se emplean métodos no quirúrgicos de recolección, destacando el circuito cerrado con flujo discontinuo. La calidad embrionaria se evalúa según su morfología y desarrollo, clasificándose en excelente, bueno, regular y pobre (Mapletoft, 2006; Rios, 2012). Solo embriones de calidad 1 y 2 son aptos para transferencia. Factores ambientales y la selección

de receptoras influyen en el éxito del programa de TE.

Tabla 1

Porcentajes de vaconas tratadas que presentaron celo, idóneas, promedio de diámetro del cuerpo lúteo y superovulación.

VARIABLES	Con eCG %	Sin eCG %	X ²
Vaconas tratadas	9 (100%)	9 (100%)	
Celo	9/9 (90%)	9/9 (90%)	
Vaconas transferibles	8/10 (88,9%)	7/10 (77,8%)	DNS
Media Cuerpo Lúteo	25,37 mm	21,57 mm	(P= 0.001)
Superovulación	4/8 (50%)	0	

Fuente: Investigación Directa

Elaboración: El Autor

DNS= Diferencia No Significativa

DAS= Diferencia Altamente Significativa

Los resultados obtenidos en la tabla número 4 indican un 100% (9/9) vaconas que presentaron conducta estral en los 2 casos. El periodo en que se llevó a cabo la detección de celos (visualmente) fue los días 9, 10 y 11 del protocolo hormonal de IATF (gráficos 2 y 3); todas las vaconas que presentaron celo lo hicieron entre 24h - 36h post inyección de benzoato de estradiol, o el 10 día del protocolo de IATF.

En esta investigación se emplearon 10 vaconas para cada protocolo de IATF. Pero en el protocolo 1 (eCG) una vacona no entro al análisis porque el dispositivo se cayó; mientras que en el segundo protocolo al momento de insertar el dispositivo la vacona presentó moco vaginal, por lo que se asumió que estaba en proestro y el CIDR5 no funciona en esta etapa según recomendaciones del fabricante.

Los criterios de selección para vaconas idóneas para la recepción de embriones fueron: presentación de conducta estral en el día 10 ± 12h, y diámetro del cuerpo lúteo. Observando en la tabla número 4 un 88,9% (8/9) de cuerpos lúteos aptos para la implantación embrionaria utilizando gonadotropina coriónica equina (eCG), versus el 77,8% (7/9) de cuerpos.

lúteos aptos para la implantación embrionaria sin el uso de eCG, encontrando una diferencia no significativa (DNS) a la prueba de X².

Los datos encontrados en esta investigación no concuerdan estadísticamente con los obtenidos por (Llivicura, 2012), quien evaluó la respuesta reproductiva de la gonadotropina coriónica equina (eCG) aplicada en la sincronización de vaconas receptoras Charolaise para transferencia de embriones, obteniendo un 100% de celos, 66.66% de cuerpos lúteos aptos para la implantación embrionaria al usar la hormona eCG, versus 44.44% de cuerpos lúteos aptos sin el uso de eCG, encontrando una diferencia altamente significativa (DAS) a la prueba de X².

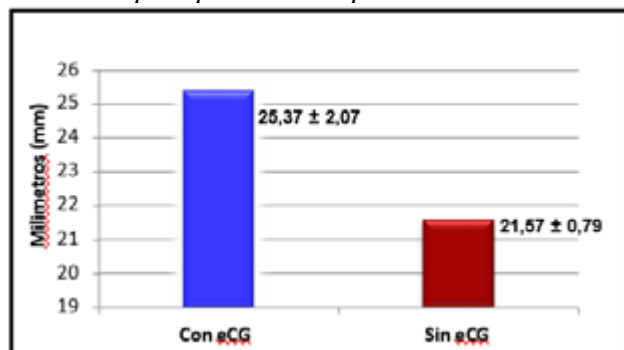
Según Fuentes & De la Fuente, (1997) citado por (Bo et al., 2004), quienes compararon diferentes tratamientos de sincronización para la transferencia de embriones a novillas receptoras, encontraron que el tratamiento con PRID6 + eCG produjo un incremento en el número de receptoras transferidas 89,7%, versus los otros tratamientos en los que se aproximan al 50% (P= 0.0001), resultados contrarios a los obtenidos en la presente investigación.

Además, se observaron superovulaciones adicionales en un 50% (4/8) con presencia de 2 cuerpos lúteos, uno en cada ovario de las vaconas sincronizadas adicionando eCG, con lo que se puede obtener más vaconas idóneas para la recepción embrionaria.

Estos datos obtenidos concuerdan con los encontrados por Fuentes & De la Fuente, (1997) citado por (Bo et al., 2004), quienes encontraron que con el uso de eCG aumentó significativamente el número de cuerpos lúteos en los ovarios de las vaquillonas, las que presentaron entre 2 y 5 cuerpos lúteos en cada ovario en el momento de la transferencia.

Gráfico 1.

Promedio del diámetro del cuerpo lúteo en vaconas aptas para la recepción embrionaria.



Fuente: Investigación Directa

Elaboración: El Autor

En el gráfico número 9 se observa el promedio del diámetro del cuerpo lúteo adicionando gonadotropina coriónica equina (eCG) el que fue de 25,37mm (22-28mm), y sin adicionar eCG 21,57mm (21-23mm) (anexo tablas 8 y 9), obteniendo un ($P=0.001$), obteniendo como resultado una diferencia de 3.8mm más sobre el promedio del tamaño del cuerpo lúteo con el uso de (eCG), gracias a lo que se pudo obtener un mayor número de vaconas seleccionadas como idóneas para la recepción embrionaria.

Los datos obtenidos en esta investigación son corroborados por Mapletoft, (2006) quien estableció que al adicionar la eCG en el día 5 del protocolo hormonal de IATF (grafico 2) tiene una influencia directa sobre la dinámica folicular al igual que sobre el diámetro de los folículos preovulatorios gracias a su efecto de FSH Y LH. Debido a que la eCG tiene una vida media de 40h, persistiendo hasta por 10 días en la circulación del animal con lo que se obtiene superovulaciones adicionales como se observa en la (tabla 4)

Estos datos concuerdan con los encontrados por Bo et al, (2004) quienes al evaluar la transferencia de embriones a tiempo fijo: tratamientos y factores que afectan los índices de preñez, adicionando gonadotropina coriónica equina (eCG) obtuvieron un promedio de diámetro de cuerpo lúteo de (18,5±0,4 mm),

versus las no tratadas con eCG (17,7±0,4 mm), ($P<0.05$).

Tabla 2.

“t” student para diámetro de cuerpo lúteo con eCG y sin eCG.

Prueba t para la igualdad de medias						
“t”	gl	P valor	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
4,810	13	0,001	3,80357	0,43302	2,00632	5,60082

Programa: IBM SPSS Statistics

Fuente: Investigación Directa

Elaboración: El Autor

En la tabla número 5 se observa que las vaconas en las cuales se adicionó la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG) presentaron un mayor diámetro del cuerpo lúteo comparados con las vaconas en las cuales no se adicionó eCG, obteniendo un ($P=0.001$).

Además, a la prueba de “t” se obtiene una diferencia altamente significativa (DAS) ya que el “t”c= 4,81 es mayor al nivel de significancia planteado al 5% y 1%, por lo que se acepta la Hipótesis alternativa (H1).

Estos datos están corroborados por Rensis & López-Gatius, (2014), quienes establecieron que el efecto de la gonadotropina coriónica equina (eCG) en bovinos se debe a su doble actividad tipo FSH y LH. Su administración estimula el desarrollo de los folículos de tamaño medio y grande e induce la ovulación del folículo dominante presente en el momento del tratamiento, siendo su efecto dosis dependiente (mayor respuesta ovárica con dosis elevadas). Se ha observado que al aumentar el tamaño del folículo preovulatorio, el cuerpo lúteo que se desarrolla posteriormente es de mayor tamaño, produciéndose una mayor concentración de progesterona.

En la presente investigación se empleó la dosis de 400UI ya que según Mapletoft, (2006) al utilizar dosis altas como las que se emplean en donadoras (2500 UI) causa una prolongada estimulación ovárica, folículos no ovulatorios, perfiles hormonales anormales y baja calidad embrionaria debido la larga vida media de la eCG. Estos problemas habían sido manejados aceptablemente con el uso de anticuerpos contra la eCG inyectados vía intravenosa al momento de la primera inseminación 12 -18 horas después del inicio del celo. Sin embargo, los anticuerpos contra la eCG ya no se encuentran disponibles comercialmente.

Tabla 3.

Prueba de X² para Porcentajes de preñez.

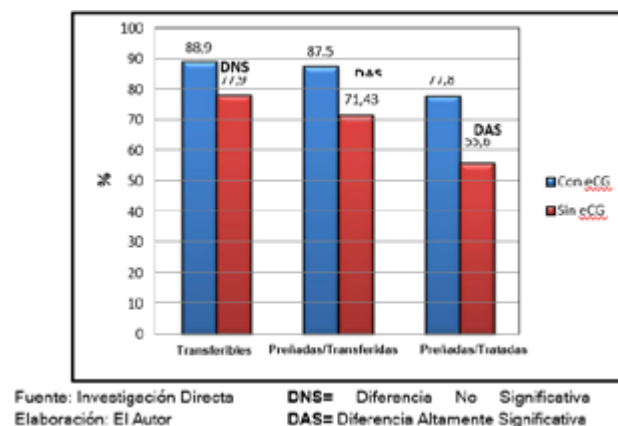
VARIABLES	Con eCG %		Sin eCG %		X ²
Tratadas	9	(100%)	9	(100%)	DAS
Preñadas/transferidas	7/8	(87,5%)	5/7	(71,43%)	
Preñadas/tratadas	7/9	(77,8%)	5/9	(55,6%)	

En la tabla número 6 se estableció el porcentaje de vaconas preñadas con la utilización de eCG y sin la utilización de eCG encontrándose una diferencia altamente significativa (DAS) a la prueba de X² en los dos grupos, por lo que se acepta la Hipótesis alternativa (H1)

Los datos obtenidos en esta investigación son corroborados por Baruselli, (2001) y Spell, (2001) citado por (Duica et al, 2007), quienes analizaron la relación entre diametro de cuerpo lúteo, niveles de P4 y porcentajes de preñez, concluyendo que al obtener un mayor diámetro del cuerpo lúteo se obtiene mayores niveles de progesterona, con lo que se mejoran los porcentajes de preñez.

Gráfico 2

Porcentaje de vaconas receptoras idóneas para la recepción embrionaria, preñadas y vacías.



En el gráfico número 10, se expresa el porcentaje de vaconas receptoras idóneas para la recepción embrionaria, preñadas y vacías, encontrándose una diferencia altamente significativa (DAS) para las vaconas preñadas/transferidas y preñadas/tratadas; mientras que para las vaconas idóneas para la recepción embrionaria se encontró una diferencia no significativa (DNS).

Bo et al, (2004) Corroboran con los datos obtenidos en la presente investigación, ya que al evaluar la transferencia de embriones a tiempo fijo: tratamientos y factores que afectan los índices de preñez, afirman que las proporciones de receptoras preñadas fueron mayores ($P < 0,02$) en el grupo que recibió eCG en el día 5 versus las que no recibieron (eCG); los resultados que obtuvieron fueron preñadas seleccionadas 57.6% con (eCG) versus 41.7% sin (eCG) preñadas/tratadas 48.7% con eCG versus 33.9% sin (eCG).

En el estudio realizado por Fuentes & De la Fuente, (1997) citado por (Bo et al., 2004), donde evalúan diferentes tratamientos de sincronización para la transferencia de embriones a novillas receptoras, concluyen que el tratamiento con PRID + eCG versus los demás tratamientos produjo un incremento en el número hembras transferidas/tratadas ($P = 0.0001$); en los datos de preñadas / transferidas no hubo diferencia ($P = 0.1$); en cambio en lo que corresponde a preñadas / tratadas existió una gran diferencia ($P = 0.008$). Lo que concuerda

con la presente investigación en el porcentaje de preñadas/tratadas.

Spencer et al, (2004) citado por (Rodríguez et al., 2007). Afirman que para el reconocimiento materno embrionario el embrión debe encontrar un medio uterino apropiado, influido por la progesterona (P4) lútea, ya que ésta estimula la producción de una variedad de secreciones endometriales tales como el MUC-1 (mucin glycoprotein-1), lactógeno placentario, osteoponinas, necesarias para el adecuado desarrollo de los embriones. Por lo tanto, debe detenerse el proceso luteolítico mediante la expresión de interferón-tau por parte del embrión, evitando la muerte embrionaria temprana o favoreciendo la acción de la progesterona sobre el endometrio que conlleva a la inactivación de la producción de prostaglandina (PGF α).

Tabla 4

Análisis económico del procesos de transferencia de embriones, con y sin la adición de (eCG) a las vacas receptoras.

CONCEPTO # Animales	Con eCG (10) (\$)	Sin eCG (10) (\$)
Dispositivo (CIDR) Benzoato de Estradiol eCG Prostaglandina	150 18 53 46.5	150 18 ---- 46.5
VALOR TOTAL	267.5	214.5
VALOR UNITARIO	26.75	21.45
Embriones implantados (195)c/u Gastos profesionales	(8) 1560 800	(7) 1365 700
TOTAL EGRESOS	2627.5	2279.5
Ingreso por cría nacida (500) c/u	3500	2500
DIFERENCIA TOTAL	872.5	220.5
Beneficio por cría	124.64	44.1

Fuente: Investigación Directa

Elaboración: El Autor.

En la tabla número 6 se realizó el análisis económico, en donde se obtuvo una inversión por dosis de 5,3 \$ adicionales en las vacas en

las cuales se utilizó la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG).

El beneficio al adicionar (eCG) a las vacas receptoras en el protocolo hormonal de IATF será de \$80.51 deducidos por el mayor número de crías a obtenerse.

El mayor beneficio se obtendrá con los nacimientos de las crías provenientes de la técnica de transferencia de embriones, las cuáles van a ser de mayor valor genético gracias a la selección de sus progenitores.

Discusión

Hernández (2007) describe que el desarrollo folicular bovino ocurre en dos etapas: basal y tónica. En la etapa basal, el crecimiento folicular es independiente de las gonadotropinas, mientras que en la etapa tónica, la FSH regula la maduración folicular. Del Valle (2008) complementa esta información al señalar que, en la fase de reclutamiento, un grupo de folículos responde a la FSH para continuar su crecimiento, lo que coincide con lo mencionado por Espinoza-Villavicencio et al. (2007), quienes destacan la importancia del proceso de selección para evitar la atresia y permitir la ovulación.

Por otro lado, Adams et al. (2008) citados por Escobar & Medina (2010) explican que la fase de dominancia se caracteriza por la inhibición del reclutamiento de nuevas ondas foliculares mediante la secreción de inhibina y estradiol (E2). En este sentido, Callejas et al. (2012) enfatizan la importancia del manejo de donadoras y receptoras en programas de transferencia de embriones (TE), ya que la selección inadecuada de estos animales podría comprometer la eficiencia del procedimiento.

Mapletoft (2006) menciona diversos protocolos de superovulación para optimizar la producción de embriones, incluyendo la utilización de CIDR, PGF2 α y combinaciones de ambos, lo que coincide con Orellana & Peralta (2007), quienes destacan la importancia de seleccionar el protocolo adecuado según las características fisiológicas de cada donadora.

Finalmente, Rios (2012) subraya que la evaluación de embriones es clave en el éxito de la TE, ya que solo los de calidad excelente y buena presentan altas tasas de preñez. En síntesis, la información presentada por estos autores permite comprender la dinámica folicular y su aplicación en biotecnologías reproductivas.

Conclusiones

El estudio sobre la dinámica folicular bovina demuestra que la regulación hormonal desempeña un papel fundamental en la maduración de los folículos y la ovulación. La aplicación de gonadotropinas en el protocolo hormonal de IATF permite optimizar el desarrollo folicular, favoreciendo la selección del folículo dominante y mejorando la tasa de preñez en vacas receptoras. Esto resalta la importancia de un manejo adecuado de los protocolos para maximizar la eficiencia reproductiva en los programas de transferencia de embriones.

La comparación entre protocolos con y sin la adición de eCG evidencia que su aplicación influye directamente en el tamaño del cuerpo lúteo y en la tasa de preñez. La administración de esta hormona mejora la sincronización del estro y favorece la implantación embrionaria, lo que contribuye a una mayor eficiencia reproductiva. La selección de animales adecuados y la correcta aplicación de los tratamientos hormonales juegan un papel determinante en el éxito del proceso.

El manejo de donadoras y receptoras es un factor clave en los programas de transferencia de embriones, ya que influye en la calidad embrionaria y en la viabilidad de la gestación. La evaluación ginecológica previa, el seguimiento adecuado de la superovulación y la selección de receptoras en condiciones óptimas son elementos esenciales para garantizar resultados exitosos. La implementación de protocolos bien estructurados contribuye significativamente a mejorar la productividad y sostenibilidad de la reproducción bovina.

Referencias Bibliográficas

- Cabero, L., & Rodriguez, D. (2007). *Obstetricia y medicina materno-fetal*. Ed. Médica Panamericana. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=AGh8rK1MmOsC&oi=fnd&pg=PA951&dq=Hern%C3%A1ndez,+M.+\(1994\).+Endocrinolog%C3%ADa.+Fisiolog%C3%ADa+General.+Quito:+UCE&ots=R3bTj0PHqv&sig=z9sxIraH2i482r44kRN4Pvd9lQ](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=AGh8rK1MmOsC&oi=fnd&pg=PA951&dq=Hern%C3%A1ndez,+M.+(1994).+Endocrinolog%C3%ADa.+Fisiolog%C3%ADa+General.+Quito:+UCE&ots=R3bTj0PHqv&sig=z9sxIraH2i482r44kRN4Pvd9lQ)
- Callejas, E. A. (2012). Grupo de biotecnología de la reproducción, superovulación y transferencia de embriones bovinos. *Córdoba: INTA*.
- Del Valle, T. (2008). Dinámica folicular ovárica durante el ciclo estral en vacas doble propósito. *Desarrollo sostenible de ganadería doble propósito. cap: XLIV. Pag, 553*.
- Duica, A., Tovío, N., & Grajales, H. (2007). Factores que afectan la eficiencia reproductiva de la hembra receptora en un programa de transplante de embriones bovinos. *Revista de Medicina Veterinaria, 14*, 107-124.
- Espinoza, J. L., Ortega, R., Palacios, A., Valencia, J., & Aréchiga, C. F. (2007). Crecimiento folicular ovárico en animales domésticos: Una revisión. *Interciencia, 32*(2), 93-99.
- Galina, C., Saltiel, A., Valencia, J., Becerril, J., Bustamante, G., Calderón, A., Duchateau, A., Fernández, S., Olguín, A., & Páramo, R. (2008). *Reproducción de animales domésticos*. <https://www.sidalc.net/search/Record/KOHA-OAI-AGRO:2167/Description>
- García, F. (2023). Los inciertos orígenes de la libertad condicional en España. *Revista de Estudios Penitenciarios, 85*.
- Gutiérrez, J., Palomares, G., Hernández, E., Leyva, J., Díaz, E., & Herrera, E. (2021). Frecuencia de enfermedades de impacto reproductivo en bovinos de doble propósito ubicados en Oaxaca, México. *Abanico Orellana, J. C., & Peralta, E. M. (2007). Manual de procedimientos para el laboratorio de*

transferencia de embriones en bovinos de la empresa Genetic Resources International (GRI) and Sexing Technologies [PhD Thesis, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana-2012]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/758/1/T2520.pdf>

Salguero, L. M. (2023). *Aceleración en la obtención del genotipo a2a2 del gen de la beta caseína de la leche mediante superovulación y transferencia de embriones en la HACIENDA LA ESPERANZA.* <https://repositorio.utc.edu.ec/items/0f938b36-60b9-44f8-8f90-2b731ead8f81>

Tríbulo, H. E., & Cutaia, L. (1996). *Selección y manejo de receptoras de embriones bovinos.* <https://www.sidalc.net/search/Record/KOHA-OAI-AGRO:10159/Description>