



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**“EVALUAR EL PORCENTAJE DE PREÑEZ EN VACAS REPETIDORAS DE RAZA
BROWN SWISS APLICANDO ECG A LOS 14 DÍAS POST INSEMINACIÓN”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Médico Veterinario Zootecnista

AUTOR: DIEGO MARCELO LLIVICURA LLIVICURA
TUTOR: Dr. FROILÁN PATRICIO GARNICA MARQUINA, MSc.

Cuenca - Ecuador

2022

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Diego Marcelo Llivicura Llivicura con documento de identificación N° 0105312250 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 09 de mayo del 2022

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Diego Marcelo Llivicura Llivicura', with several large, overlapping loops and flourishes.

Diego Marcelo Llivicura Llivicura

0105312250

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Diego Marcelo Llivicura Llivicura con documento de identificación No. 0105312250, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Trabajo Experimental: “Evaluar el porcentaje de preñez en vacas repetidoras de raza Brown Swiss aplicando eCG a los 14 días post inseminación”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Médico Veterinario Zootecnista en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 09 de mayo del 2022

Atentamente,



Diego Marcelo Llivicura Llivicura

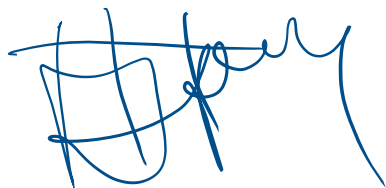
0105312250

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Froilán Patricio Garnica Marquina con documento de identificación N° 0101650299, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: EVALUAR EL PORCENTAJE DE PREÑEZ EN VACAS REPETIDORAS DE RAZA BROWN SWISS APLICANDO eCG A LOS 14 DÍAS POST INSEMINACIÓN, realizado por Diego Marcelo Llivicura Llivicura con documento de identificación N° 0105312250, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Trabajo Experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 09 de mayo del 2022

Atentamente,



Dr. Froilán Patricio Garnica Marquina, MSc.

0101650299

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado a mis padres Jesús Llivicura y María Llivicura que fueron el motor para llegar a cumplir con esta meta, por haberme enseñado que con esfuerzo y dedicación se puede llegar a alcanzar los objetivos que uno se proponga en esta vida, a mis hermanos que día a día supieron estar ahí dándome la mano y motivándome para llegar a culminar con esta meta.

A mis compañeros con los cuales hemos llegado a compartir experiencias inolvidables, apoyándonos mutuamente para llegar a alcanzar este sueño tanto que tanto hemos anhelado.

A mis docentes que han sabido aportar un granito de arena, dar su tiempo y espacio para compartirnos sus experiencias, conocimientos y educándonos para llegar a la vida profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco de primera mano a mis padres Jesús Llivicura y María Llivicura, ya que sin su apoyo tanto económico como emocional no hubiera llegado a cumplir esta meta, por estar ahí enseñándome, apoyándome y en cada triunfo conmigo, ellos fueron el motor principal para cumplir esta meta de mi vida, de tal manera les agradezco de todo corazón por estar ahí en los momentos alegres y malos.

También agradezco al Dr. Patricio Garnica por el tiempo que invirtió para el desarrollo de esta investigación y de tal manera a todos los docentes que han llegado a aportar sus conocimientos y experiencias para culminar con esta investigación.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	12
ABSTRACT	13
1. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Problema	15
1.2. Delimitación	15
1.2.1. Temporal.....	15
1.2.2. Espacial.....	16
1.2.3. Académica:	16
1.3. Explicación del problema	16
1.4. Objetivos.....	17
1.4.1. Objetivo General.....	17
1.4.2. Objetivos Específicos.	17
1.5. Hipótesis:	18
1.5.1. Hipótesis alternativa	18
1.5.2. Hipótesis nula	18
1.6. Fundamento teórico	18
2. REVISIÓN Y ANALISIS BIBLIOGRAFICO Y DOCUMENTAL.....	19
2.1. Reproducción Bovina	19
2.2. Eficiencia reproductiva.....	19
2.3. Repetición de servicios	20

2.4. Detección de estros	20
2.5. Quistes ováricos.....	21
2.6. Tasa de preñez	21
2.7. Anatomía bovina.....	21
2.7.1. Ovarios.....	22
2.7.2. Oviductos o trompas de Falopio	22
2.7.3. Útero	22
2.7.4. Cérvix	22
2.7.5. Vagina.....	23
2.7.6. Vulva.....	23
2.7.7. Ciclo estral de la vaca	23
2.7.8. Fisiología del ciclo estral en el vacuno	24
2.7.9. Fases del ciclo estral	24
2.7.10. Dinámica folicular	26
2.7.11. Hormonas de la reproducción bovina.	27
2.8. Inseminación artificial	32
2.8.1. Ventajas de la inseminación artificial.....	32
2.8.2. Desventajas de la inseminación artificial	32
2.9. Resumen del estado del arte del problema.	33
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
3.1. Materiales Físicos	35
3.1.1. Materiales químicos.....	36
3.1.2. Materiales biológicos.....	36
3.2. Método.....	36

3.3. Diseño estadístico	36
3.4. Población y muestra.....	37
3.5. Operacionalización de las variables.....	37
3.5.1. Variables independientes	37
3.5.2. Variable dependiente	38
3.6. Desarrollo del ensayo	38
3.6.1. Identificación de los animales	38
3.6.2. Aplicación del protocolo de IATF.....	38
3.6.3. Chequeo ginecológico	39
3.7. Consideraciones éticas.....	39
4. RESULTADO Y DISCUSIÓN	40
4.1. Resultados y discusiones	40
4.1.1. Análisis estadísticos.....	40
4.1.2. Preñez	42
4.1.3. Análisis económico de los tratamientos	46
4.1.4. Consideración para el análisis costo–beneficio	48
4.2. Discusión	51
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
5.1. Conclusiones.....	52
5.2. Recomendaciones	52
6. BIBLIOGRAFÍA.....	53
7. ANEXOS Y FOTOGRAFIAS	56
7.1. Anexos.....	56

7.2. Fotografías	58
------------------------	----

Índice de Tablas

Tabla 1 Materiales de oficina.....	35
Tabla 2. Materiales de campo	35
Tabla 3 Materiales Químicos	36
Tabla 4. Materiales Biológicos	36
Tabla 5. Gonadotrofina Coriónica Equina (eCG)	37
Tabla 6. Preñez.....	38
Tabla 7. Distribución de datos transformados a $(\sqrt{x+0.5})$	40
Tabla 8. t de student para factor de preñez con datos transformados.	41
Tabla 9. Resultados para la valoración del coeficiente de variación	41
Tabla 10. Observaciones de la preñez con sus debidos porcentajes	42
Tabla 11. Costos totales directos e indirectos del tratamiento A.....	46
Tabla 12.Costos totales directos e indirectos del tratamiento B	47
Tabla 13.Costo total del tratamiento A + eCG por unidad experimental	48
Tabla 14. Costo por tratamiento B sin eCG por unidad experimental.....	48
Tabla 15. Tratamiento A + eCG con 11 unidades experimentales	49
Tabla 16. Tratamiento B sin eCG con 9 unidades experimentales	49
Tabla 17. Análisis costo y beneficio de los tratamientos.....	49

Índice de figuras

Figura 1. Observaciones por cada tratamiento.....	42
Figura 2. Preñez de los tratamientos	43
Figura 3. Porcentaje de preñez con la inclusión de 400UI (T.A)	44

Figura 4. Porcentaje de preñez sin la inclusión de eCG	45
Figura 5. Porcentaje de vacas preñadas de los tratamientos	45
Figura 6. Costo unitario por cada tratamiento	48
Figura 7. Análisis costo beneficio entre tratamientos	50
Figura 8. Análisis porcentual del margen de beneficio.....	50

Índice de Anexos

Anexo 1. REGISTRO DE LA INVESTIGACIÓN DE TRATAMIENTO CON eCG.....	56
Anexo 2. REGISTRO DE LA INVESTIGACIÓN DE TRATAMIENTO SIN eCG.....	57

Índice de Fotografías

Fotografía 1. Hormonas del Protocolo (E2, P4, PGF2 α).....	58
Fotografía 2. Hormona eCG	58
Fotografía 3 Pistola de inseminación.....	59
Fotografía 4. Pajuelas.....	60
Fotografía 5. Unidad experimental colocado el dispositivo y aplicado hormonas.	60
Fotografía 6. Retiro de los dispositivos intravaginal.	61
Fotografía 7. Aplicación de E2, PGF2 α en el día 8.	61
Fotografía 8. Inseminación artificial a tiempo fijo en el día 10.....	62
Fotografía 9. Aplicación de la hormona eCG a los 14 días post inseminación	62
Fotografía 10. Chequeo ginecológico a los 30 días post inseminación.	63
Fotografía 11. Preñez.	63

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la parroquia de San Miguel de Conchay, la cual se encuentra situada en el cantón Limón-Indanza de la provincia de Morona Santiago, cuya finalidad fue evaluar el incremento de la preñez utilizando en un protocolo de IATF la hormona gonadotrofina coriónica equina (eCG) a los 14 días post inseminación, en vacas de raza Brown Swiss a 1500 m.s.n.m. La investigación se realizó con 40 unidades experimentales con una condición corporal en escala de 2,5 a 3,5, post parto de 45 a 120 días, edad de 2 a 5 años y 1 a 4 partos, las mismas que fueron distribuidas en dos grupos de 20 unidades. Para el T.A se le aplicó el protocolo E2+P4+PGF2 α +400UI de eCG a los 14 días post inseminación y en el T.B el mismo protocolo, con excepción de la hormona eCG. La preñez se evaluó mediante un examen ginecológico con un ecógrafo, a los 30 días post inseminación. En el T.A (con eCG) se obtuvieron 11 vacas preñadas y en el T.B (sin eCG) 9 vacas preñadas. Con los datos obtenidos se realizó el análisis estadístico mediante el diseño de la “t student”, en el cual se verificó que no existe diferencia significativa entre el tratamiento A y B, pero matemáticamente se comportaron de diferente manera. En el análisis costo beneficio se determinó una diferencia económica 10.12% de ganancia para el tratamiento A + eCG con respecto al tratamiento B sin eCG, demostrando que existe diferencia porcentual entre los mismos.

ABSTRACT

The present investigation was developed in the main livestock areas of San Miguel-Cochancay located in Limon-Indanza Morona Santiago which purpose was evaluate in an IAFT protocol the effect of the hormone Gonadotrofina Corionica Equina (eCG) 14 days after insemination in Brown Swiss cows breed 1500 m.s.n.m with the only purpose to increase percentage of pregnancy. This research was carried out with 40 experimental units with a body scale condition of 2.5 to 3.5 post-partum from 40 to 120 days, cows with an age from 2-5 years with a birth number between 1 and 4 and these 40 experimental units were distributed in 2 groups of 20 units each one.

For treatment A, we used protocol IAFT E2+P4+PGF2a+400UI (eCG) 14 days after post-insemination therefore in treatment B we used the same protocol but without using hormone eCG. Pregnancy verification was controlled by gynecological examination using an ultrasound scanner after 30 days post-insemination. In treatment A (using eCG hormone) 11 cows were pregnant and with treatment B (without eCG hormone) 9 cows were pregnant. With the data obtained in this experiment, we use "t student" design to carry out the statistical analysis, with the same number of repetitions, in which we verified there is no difference between treatment A and B but mathematically behaved different. The cost-benefit analysis a 10.12% profit was determined with treatment A + eCG hormone with respect treatment B without eCG hormone, demonstrating that there is a percentage difference between them.

1. INTRODUCCIÓN

La ganadería en el Ecuador es considerada un área de desarrollo social y económico de gran importancia para el sector agropecuario, de manera que los ganaderos buscan nuevas alternativas viables y sostenibles con el fin de incrementar el rendimiento reproductivo y económicos.

La gran ventaja de la inseminación artificial es el aprovechamiento del potencial genético de reproductores de excelentes características para diseminar estas cualidades y mejorar la genética. Durante muchos años especialmente en el siglo anterior se desarrollaron sistemas de colecta y procesamiento de semen bovino, así mismo se han tecnificado los protocolos de inseminación en condiciones comerciales. En el Ecuador la Inseminación artificial bovina no es una técnica ajena y en los últimos años su uso y tecnificación ha mejorado significativamente.

Los protocolos de IATF se han utilizado como la mejor alternativa para controlar la ovulación, lograr la fecundación, mantener la preñez y superar varios problemas, especialmente los relacionados con la detección del celo.

Según Cutaia, Ramos, Chasta, y Bó (2009), Dentro de este marco, la utilización de programas de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF), donde se puede conjugar la aplicación de hormonas como la Gonadotrofina Corionica Equina (eCG), tienen la posibilidad de dar información demasiado importante, para mejorar la tasa de preñez en las ganaderías de la provincia de Pastaza. Por tal fundamento, la gestión de eCG a los tratamientos recientes para IATF podría promover el desarrollo folicular final, anterior a la ovulación, y obtener de esta forma una optimización en la actividad luteal.

1.1. Problema

La baja eficiencia reproductiva es la principal limitante de la producción bovina. Cada ciclo agropecuario debe comenzar con el nacimiento de más y mejores terneros. El manejo reproductivo es la clave de toda la producción ganadera. Su control requiere el conocimiento de la ciencia animal que incluye la fisiología, sus capacidades, limitaciones genéticas y la adecuación al ambiente para utilizar su potencial de producción.

El manejo capital de los recursos técnicos, es la suma de decisiones y acciones del ganadero que condicionan el resultado de un programa de trabajo. A medida que el conocimiento aumenta las decisiones son más efectivas y provechosas. Es posible predecir el valor de cría de cada animal con mayor certeza que una década atrás y mejorarlo a través de decisiones genéticas y de definición de su estado reproductivo (Cavestany y Mendéz, 1993, p. 7).

Es así, que con la inseminación artificial a tiempo fijo justamente con la acción de la hormona coriónica equina (eCG) podríamos elevar los porcentajes de preñez mediante su mecanismo de acción dentro de un protocolo de sincronización de celo y consigo se podría llevar registros, programar partos, impedir diseminación de enfermedades y optimizar genéticamente las producciones ganaderas.

1.2. Delimitación

1.2.1. Temporal

El proceso investigativo tuvo una duración de 400 horas, distribuidas en el proceso experimental y escrito.

1.2.2. Espacial

La investigación se realizó en las principales zonas ganaderas de manera principal en la parroquia San Miguel de Conchay, la cual se encuentra en cantón Limón-Indanza ubicada en la provincia de Morona Santiago.



Figura N°1 Mapa del Cantón Limón-Indanza

Fuente: (Google mapas, 2021)

1.2.3. Académica:

El presente trabajo experimental investigativo, se fortalecerá en el conocimiento de la reproducción animal, siendo está de gran importancia para establecer una excelente producción dentro de la industria bovina reproductiva.

1.3. Explicación del problema

El desempeño reproductivo es el principal componente de la eficiencia productiva en las explotaciones ganaderas, y uno de los factores que afectan la eficiencia reproductiva es el intervalo entre partos, el cual está directamente influenciado por el anestro post parto. Una nutrición adecuada es esencial para la recuperación de la actividad ovárica luego del parto, cuando el consumo de nutrientes es inadecuado y las reservas corporales están disminuidas, el intervalo parto primer estro se extiende.

Para evitar los problemas de la detección de celos en hatos de cría en la parroquia San Miguel de Conchay que está situada al Sur de la provincia de Morona Santiago, en el cantón Limón Indanza, se han desarrollado protocolos de sincronización de la ovulación que permiten además inseminar animales en un periodo establecido. Estos tratamientos se conocen con el nombre de protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF)

Es así, que la finalidad principal de la investigación presente es establecer el mecanismo de acción al momento de la aplicación de la hormona (eCG) Gonadotrofina Coriónica Equina a los 14 días post inseminación en vacas repetidoras, evaluando su efectividad en cuanto a la preñez.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General.

- Evaluar el porcentaje de preñez en vacas repetidoras de la raza Brown Swiss con la aplicación de eCG a los 14 días post inseminación artificial en protocolos de sincronización de la ovulación E2-P4-PGF2ALFA.

1.4.2. Objetivos Específicos.

- Determinar los porcentajes de preñez utilizando eCG a los 14 días post inseminación artificial.
- Analizar los costos-beneficios con la aplicación de este protocolo de inseminación artificial.

1.5. Hipótesis:

1.5.1. Hipótesis alternativa

- Ha: La aplicación de la hormona eCG a los 14 días post inseminación artificial favorece en el aumento de preñez de los bovinos.

1.5.2. Hipótesis nula

- Ho: La aplicación de la hormona eCG a los 14 días post inseminación artificial no favorece en el aumento de preñez de los bovinos.

1.6. Fundamento teórico

De acuerdo a los resultados obtenidos en las diferentes explotaciones ganaderas, se han buscado nuevas alternativas más apropiadas para poder incrementar los índices de preñez y obtener mejores resultados.

Teniendo en cuenta que la reproducción es una parte muy importante en la producción de las explotaciones ganaderas para comenzar con el nacimiento de más y mejores terneros, resaltando que mediante la monta natural se puede llegar a observar riesgos, provocando la diseminación de enfermedades de transmisión sexual, un mal control y seguimiento exacto en animales gestantes.

Es así, que aplicando el método de la inseminación artificial a tiempo fijo justamente con la acción de la hormona coriónica equina (eCG) podríamos elevar los porcentajes de preñez mediante su mecanismo de acción dentro de un protocolo de sincronización de celo y consigo se podría llevar registros, programar partos, impedir diseminación de enfermedades y optimizar genéticamente las producciones ganaderas.

2. REVISIÓN Y ANALISIS BIBLIOGRAFICO Y DOCUMENTAL

2.1. Reproducción Bovina

Durante la vida de una hembra, se debería registrar la eficiencia de sus fronteras reproductivos, esto para dictaminar aprovecharlas como reemplazo en el hato o ponerlas en comercialización; además están contemplados el número de lactaciones y su producción de leche. Para que las hembras sean rentables dentro de una explotación, deben:

- Tener rápido crecimiento desde el nacimiento hasta la pubertad.
 - Alcanzar la pubertad a edad temprana.
 - Tener buenos parámetros de fertilidad.
 - Producir crías viables.
 - Producir leche suficiente para su cría y para la venta.
 - Retornar temprano al estro durante el posparto para gestar nuevamente.
 - Continuar produciendo crías y leche a intervalos regulares en su vida reproductiva
- (Gasque, 2016, p.1).

2.2. Eficiencia reproductiva

La eficiencia reproductiva puede ser evaluada con parámetros rigurosos, que son indicadores de los periodos reproductivos que proveen información específica de fertilidad con respecto a sus capacidades y limitaciones. Por lo tanto, para evaluar el desempeño reproductivo sin tener que esperar periodos largos, se utilizan los parámetros reproductivos. Algunos parámetros sólo pueden usarse en ciertos rebaños y otros se utilizan de manera individual. En el caso de las novillas, la importancia de los parámetros es revisar la edad en que llegan a la pubertad y la edad al primer parto, que dependen de la actividad ovárica. Bajo un sistema extensivo en contacto con toros, las novillas conciben rápidamente después de la pubertad. En

sistemas de confinamiento la eficiencia de la detección de celos y la época de servicio, entre otros factores, influirán en la edad del primer parto (Gasque, 2016, p. 8).

2.3. Repetición de servicios

Una vaca repetidora o repeat breeder es una vaca que no ha concebido después de tres o más servicios asociados con estros verdaderos. En hatos con fertilidad normal, donde las tasas de concepción se encuentran alrededor del 50 al 55%, es de esperarse que cerca del 9 al 12% de las vacas sean repetidoras. Si más del 15% de las vacas requieren más de tres servicios, se debería considerar el problema de vaca repetidora como de gran significancia para el predio, requiriendo una valoración desde los registros de reproducción (Brunner, 2019, pp. 1-2).

2.4. Detección de estros

La baja eficiencia en la detección de estros es el problema que más afecta la eficiencia reproductiva en vaquillas. De acuerdo con la duración del estro (8 a 18 horas), la observación de las vaquillas en periodos de 30 minutos durante la mañana y tarde, permite detectar en estro hasta 70 por ciento de las hembras, mientras que la observación continua (24 horas) aumenta la eficiencia en la detección hasta 95 por ciento.

En el manejo tradicional de los hatos lecheros, las vaquillas reciben poca atención por parte de los trabajadores, lo que resulta en baja eficiencia en la detección de estros (50 a 60 por ciento). A diferencia de las vacas adultas en lactación, las vaquillas están menos expuestas a factores que disminuyen la expresión del estro, por tanto, con una rutina de observación, de al menos dos horas en la mañana (seis a ocho horas) y dos por la tarde (17 a 19 horas), se puede detectar hasta 90 por ciento de las hembras en estro (Hernández, 2016, pp. 158-159).

2.5. Quistes ováricos

Los quistes ováricos en las vacas lecheras se mencionan como la causa principal de pérdida económica y disfunción reproductiva en producciones lecheras (Garverick , 1997) y las vacas a las que se les diagnostica quistes a menudo exhiben intervalos entre partos abiertos (Bartlett, et al., 1986, p. 15).

2.6. Tasa de preñez

El mejor indicador de la eficiencia reproductiva es la tasa de preñez. Dicho indicador se refiere a la proporción de animales gestantes del total elegible para ser inseminado, en un periodo equivalente a un ciclo estral. Este indicador considera la eficiencia en la detección de estros y el porcentaje de concepción, y refleja con mayor objetividad la eficacia del manejo reproductivo. Este parámetro se puede mejorar mediante un aumento de la proporción de vaquillas detectadas en estro, lo cual se consigue aumentando en tiempo de observación y aplicando técnicas de sincronización del estro (Hernández, 2016, p. 160).

2.7. Anatomía bovina

El aparato genital de la hembra bovina formado por los ovarios y un sistema de órganos tubulares: oviducto, útero y vagina. La parte posterior del tracto sexual, vestíbulo vaginal y vulva, representan conductos comunes de los sistemas genitales y urinario, por lo que se denominan urogenitales (Robson y Aguilar, 2004, p. 3).

Los órganos genitales internos (el 1º de 4 componentes) están sostenidos por el ligamento ancho. Este ligamento consta del mesoovario que sostiene al ovario el mesosálpinx que sostiene al oviducto punto y coma y él mesometrio que sostiene al útero en bovinos y ovinos la inserción del ligamento ancho es dorsolateral en la región del íleon de modo que el útero está dispuesto

como los cuernos de un carnero con la convexidad dorsal y los ovarios situados cerca de la pelvis (Hafez y Hafez, 2002, p. 13).

2.7.1. Ovarios

Son los órganos reproductivos primarios. Son pares (derecho e izquierdo) y miden cm de largo por 2 cm de ancho. Tienen dos funciones principales: producir óvulos y producir hormonas (estrógenos y progesterona) que son importantes en el control de los procesos reproductivos (Cavestany y Méndez, 1993, p. 21). El tejido predominante del ovario es la corteza. Las células germinales primordiales se originan fuera de la gónada y emigran a través del mesenterio el saco vitelino hacia las crestas genitales (Hafez y Hafez, 2002, p.14).

2.7.2. Oviductos o trompas de Falopio

Son dos tubos finos y flexuosos de 20 a 35 cm de largo, que comunica el útero con los ovarios. Es el lugar donde se realiza la fecundación (unión del óvulo con el espermatozoide) (Robson y Aguilar, 2004, p. 3).

2.7.3. Útero

Compuesto de dos cuernos (derecho e izquierdo) que se conectan con el oviducto delante y por detrás se unen para formar el cuerpo del útero. Este es muy pequeño de 1 a 2 cm de largo, y une la cerviz (cuello) con los cuernos; es el lugar donde se deposita el semen en la IA. El útero es el órgano donde se desarrolla la preñez (Cavestany y Méndez, 1993, p. 22).

2.7.4. Cérvix

Es un cilindro situado en el piso de la cavidad pelviana. Sus paredes son más gruesas y rígidas, adquiriendo una consistencia dura que la diferencia claramente del resto del útero. Mide de 8 a 10 cm de largo y 2 a 5 cm de ancho (Robson y Aguilar, 2004, p. 4).

Y entre sus principales funciones están las de facilitar el transporte de los espermatozoides hacia la luz del útero mediante la producción de moco, actúa como reservorio de espermatozoides y durante el celo, la musculatura lisa del cérvix se relaja bajo la influencia de estrógenos posibilitando la apertura del canal cervical lo cual facilita la IA. En contraste con esto, durante la gestación y el diestro conducto cervical queda sellado por un moco viscoso que actúa como barrera contra el transporte de esperma y la invasión de bacterias (Bespin, Rivero, y Morgado, 2007, p. 151)

2.7.5. Vagina

La pared vaginal consta de epitelio superficial, una capa muscular y una serosa. Su capa muscular no está tan bien desarrollada como las partes externas del útero; consiste en un estrato circular interno grueso y otro longitudinal externo delgado; este último se continúa alguna distancia en el interior del útero. La capa muscular es rica en vasos sanguíneos paquetes nerviosos grupos de células nerviosas y tejido conectivo laxo y denso. La vaca es la única que presenta un esfínter muscular anterior además del esfínter posterior presente en los demás mamíferos domésticos (Hafez y Hafez, 2002, p. 27).

2.7.6. Vulva

Forma el orificio sexual externo y se compone de dos labios. Inmediatamente por delante de la unión de los labios, en el piso vulvar, se encuentra el clítoris, que constituye un vestigio del pene (Robson y Aguilar, 2004, p. 4)..

2.7.7. Ciclo estral de la vaca

La hembra bovina presenta ciclos estrales en intervalos de 19 a 23 días, y estos sólo se interrumpen durante la gestación o debido a alguna patología. El estro es el periodo de aceptación de la cópula y tiene una duración de 8 a 18 horas. Durante el metaestro ocurre la

ovulación y se desarrolla el cuerpo lúteo. El diestro es la etapa más larga del ciclo y se caracteriza por la presencia de un cuerpo lúteo. Si la gestación no se establece, el endometrio secreta prostaglandina $F2\alpha$ (PGF 2α) lo que induce a la luteólisis, reiniciándose así un nuevo ciclo estral (Hernández, 2016, p. 17).

2.7.8. Fisiología del ciclo estral en el vacuno

El ciclo estral se define como el periodo que comienza en un celo y finaliza en el siguiente. Este periodo dura aproximadamente 21 días. Se divide en cuatro etapas: proestro, estro, metaestro y diestro (Cavestany y Méndez, 1993, p. 25). Adicionalmente, eventos patológicos como infecciones reproductivas, persistencia del cuerpo lúteo (CL), malnutrición y estrés, pueden causar la inhibición de los ciclos estrales (Galina y Valencia, 2008, p. 157).

2.7.9. Fases del ciclo estral

2.7.9.1. Proestro

El proestro se caracteriza por la ausencia de un cuerpo lúteo funcional y por el desarrollo y maduración del folículo ovulatorio. El proestro en la vaca dura de dos a tres días. Un evento hormonal característico de esta etapa es el incremento de la frecuencia de los pulsos de secreción de LH que conducen a la maduración final del folículo ovulatorio y al incremento de estradiol sérico, lo que desencadena el estro (Hernández, 2016, p. 31).

El útero aumenta de tamaño, el endometrio está congestionado y edematoso, y sus glándulas presentan abundante actividad secretora. La mucosa vaginal está hiperémica y el número de capas celulares que forman su epitelio se incrementa, estando cornificadas las más superficiales (Arthur, Noakes, y Pearson, 1991, p. 5).

2.7.9.2. Estro

Periodo en que acepta al macho. El comienzo y final del estro son momentos perfectamente detectables en el ciclo estral y por tanto utilizables como puntos de referencia para determinar la duración de este. La hembra generalmente busca al macho y permanece quieta en su presencia para que la cubra (Arthur, Noakes, y Pearson, 1991, p. 5).

El estro es provocado por el incremento significativo de las concentraciones de estradiol producido por el folículo preovulatorio y por la ausencia de un cuerpo lúteo. La duración de esta etapa es de 8 a 18 horas (Hernández, 2016, p. 28).

2.7.9.3. Metaestro

Es la fase inmediatamente posterior al estro. Las células granulosas del folículo que ha ovulado se transforman en células luteales a partir de las cuales se forman el cuerpo lúteo. En esta fase se reducen las secreciones de las glándulas uterinas cervicales y vaginales (Arthur, Noakes, y Pearson, 1991, p. 5).

Durante el metaestro, las concentraciones de progesterona comienzan a incrementarse hasta alcanzar niveles mayores de 1 ng/ml, momento a partir del cual se considera que el cuerpo lúteo llegó a la madurez. El momento en que las concentraciones de progesterona son superiores a 1 ng/ml se toma como criterio fisiológico para determinar el final del metaestro y el inicio del diestro. Un evento hormonal que se destaca en este periodo consiste en la presentación del pico post-ovulatorio de FSH, lo cual desencadena la primera oleada de desarrollo folicular. Algunas vacas presentan un sangrado conocido como sangrado metaestral (Hernández, 2016, p. 30).

2.7.9.4. Diestro

Periodo en el que el cuerpo lúteo funcional, formándose grandes cantidades de progesterona. Desaparece la hipertrofia e hiperplasia de las glándulas uterinas y el cuerpo uterino se contrae.

Las secreciones del aparato genital son escasas y pegajosas. La mucosa vaginal se vuelve pálida (Arthur, Noakes, y Pearson, 1991, p. 5).

El diestro es la etapa de mayor duración del ciclo estral, de 12 a 14 días. Durante esta etapa el cuerpo lúteo mantiene su plena funcionalidad, lo que se refleja en concentraciones sanguíneas de progesterona, mayores de 1 ng/ml. Además, en esta etapa se pueden encontrar folículos de diferente tamaño debido a las oleadas foliculares. Después de 12-14 días de exposición a la progesterona, el endometrio comienza a secretar PGF2 α en un patrón pulsátil, el cual termina con la vida del cuerpo lúteo y con el diestro. En términos endocrinos cuando el cuerpo lúteo pierde su funcionalidad, es decir, cuando las concentraciones de progesterona disminuyen por debajo de 1 ng/ml, termina el diestro y comienza el proestro (Hernández, 2016, p. 30-31).

2.7.10. Dinámica folicular

Los folículos primordiales inician su crecimiento y diferenciación en un proceso aparentemente continuo pero irreversible que es conocido como foliculogénesis. Cuando un folículo primordial entra al grupo de crecimiento, este será conducido a uno de dos hechos: la degeneración por atresia (sufrida por el 99% o más) o la ovulación alcanzada por muy pocos. El intervalo requerido para la activación de un folículo primordial durmiente hasta su ovulación ha sido estimado en 180 días.

Cuando la capa de células de la granulosa se transforma de aplanadas a cuboidales y la teca interna comienza su diferenciación, al folículo en desarrollo se le denomina folículo primario. Su crecimiento al siguiente estadio, que es el de folículo secundario, se completa por la proliferación de las células de la granulosa. Los folículos en estos dos estadios se describen colectivamente como pre antrales. La formación de la cavidad del folículo que forma el antro líquido es el siguiente estadio en su desarrollo. Los folículos antrales existen en el ovario

bovino con diámetros comprendidos en el rango de 0.1 a 20 mm. Generalmente se acepta que la formación del antro es un evento influenciado por las gonadotrofinas y que la FSH es la principal hormona responsable.

Una onda de desarrollo folicular se puede definir como el desarrollo armónico y simultáneo de varios folículos antrales pequeños, en promedio 24 por onda con un rango de 8 a 41, funcionando a través de estadios integrados de reclutación, selección y dominancia folicular (Fernández, 2003, p. 1).

2.7.11. Hormonas de la reproducción bovina.

2.7.11.1. Hormonas hipotalámicas

Las hormonas del hipotálamo que regulan la reproducción son la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH o LH-RH), ACTH y el factor inhibidor de prolactina (*prolactin inhibiting factor*, PIF). El hipotálamo es también la fuente de oxitocina y vasopresina que están almacenadas en la neurohipófisis lóbulo posterior de la hipófisis (Hafez y Hafez, 2002, p. 38)

Controla la liberación de las gonadotropinas hipofisiarias: hormona folículo estimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH), su secreción es en forma pulsátil y su frecuencia depende de factores como: época del año, etapa del ciclo estral, edad, estado nutricional, entre otros, culminando en un mayor o menor desarrollo folicular, adicionalmente en forma cíclica es secretado un pico preovulatorio el cual es inducido por los estrógenos provenientes de folículos maduros concluyendo en la secreción de un pico preovulatorio de LH (Galina y Valencia, 2008, p. 119).

2.7.11.2. Hormonas adenohipofisarias

La hipófisis o glándula pituitaria está formada por la adenohipófisis o lóbulo anterior, neurohipófisis o lóbulo posterior y el lóbulo intermedio. Se ubica en la parte ventral del cerebro debajo del hipotálamo.

La adenohipófisis es una estructura de origen epitelial derivada del epitelio del paladar, posee células especializadas en la producción de gonadotropinas (FSH y LH) llamados gonadotropos.

La neurohipófisis es una estructura de origen nervioso compuesta principalmente por prolongaciones de neuronas hipotalámicas provenientes del núcleo paraventricular cuyos axones se extienden hasta la hipófisis posterior, donde se almacena y posteriormente se libera hacia la circulación general las neurohormonas provenientes del hipotálamo. Como ejemplo están la oxitocina (OT) y la hormona antidiurética (ADH), la primera tiene efecto sobre las contracciones uterinas, y de la glándula mamaria durante la lactación, además promueve la secreción de prostaglandina F2 alfa ($PGF2\alpha$) que causa la regresión del cuerpo lúteo (CL) al final del diestro; y la segunda regula la retención de líquidos y la vasoconstricción (Jiménez, 2016, pp. 3-4).

2.7.11.2.1. Hormona Folículo estimulante (FSH).

La hormona foliculoestimulante promueve el crecimiento y la maduración del folículo ovárico o folículo de Graff. La FSH no causa la secreción de estrógeno del ovario por sí sola, sino que necesita de la presencia de LH para estimular la producción de estrógeno. En el macho la FSH actúa en las células germinales de los túbulos seminíferos de los testículos y es responsable del espermatogénesis hasta el estado de espermatocito secundario posteriormente andrógenos de los testículos apoyan las etapas finales del espermatogénesis (Hafez y Hafez, 2002, p. 38).

2.7.11.2.2. Hormona Luteinizante (LH)

La luteinización comprende todos los cambios morfológicos, endócrinos y enzimáticos que ocurren en el folículo ovulatorio hasta que éste se transforma en un cuerpo lúteo. El proceso de luteinización comienza desde la elevación preovulatoria de LH; aún, antes de la ovulación. La luteinización del folículo dominante (≥ 8 mm diámetro) puede ser inducida hormonalmente mediante la inyección de GnRH o gonadotropina coriónica humana (hCG) (Hernández, 2016, p. 26).

2.7.11.2.3. Gonadotropinas placentarias.

La placenta secreta varias hormonas, ya sea idénticas a, o con una actividad biológica similar a la hormona de la reproducción en los mamíferos: gonadotropina coriónica equina (eCG), gonadotropina coriónica humana (hCG), lactógeno placentario (PL), y proteína B (Hafez y Hafez, 2002, p. 45).

2.7.11.2.4. Gonadotropina Coriónica Humana (eCG)

La glucoproteína hCG consiste en subunidades alfa y beta con peso molecular de 40000 daltons. La subunidad alfa tiene 92 aminoácidos y dos cadenas de carbohidratos. La subunidad alfa de hCG es similar a las subunidades alfa de LH humano, porcino, ovino y bovino.

La subunidad beta tiene 145 aminoácidos y 5 cadenas de carbohidratos. La hCG es principalmente luteinizante y lúteotrófica tiene poca actividad de FSH. La hCG es sintetizada por las células sincitiotróficas en la placenta de los primates; se encuentra hCG tanto en la sangre como en la orina. Su presencia en la orina durante las primeras etapas de la preñez es la base de varias pruebas de embarazo en humanos, realizada en el laboratorio. Esta es detectada en la orina 8 días después de la concepción por pruebas inmunológicas sensibles (Hafez y Hafez, 2002, p. 45).

2.7.11.2.4.1. Mecanismo de acción

La hCG lleva a cabo sus efectos al unirse con el receptor de LH/hCG, que pertenece a la familia de receptores acoplados a proteínas G y presenta amplia distribución en diferentes tejidos. Debido a la similitud estructural entre la hCG y la LH, ambas se unen al mismo receptor, aunque las acciones de la hCG son más potentes, ya que tiene mayor afinidad por el receptor y mayor vida media en la circulación sanguínea (Rao y Lei, 2007, p. 2).

El gen del receptor está localizado en el cromosoma 2q21 y está constituido por 11 exones. Los exones 1-10 codifican para la mayor parte del dominio extracelular, mientras que el exón 11 codifica para una pequeña parte del dominio extracelular, la región transmembranal y la región intracelular que contiene el extremo carboxilo terminal (Ziecik, et al., 2007, p. 53).

Las funciones mejor documentadas de la hCG están relacionadas con eventos reproductivos, particularmente con el embarazo. Se ha demostrado que la hCG es necesaria para evitar la luteólisis, así como para mantener la síntesis y la secreción de P4 por las células del cuerpo lúteo (Jameson y Hollenberg, 1993, p. 204).

2.7.11.2.5. Hormonas neurohipofisarias

Las hormonas de la hipófisis posterior (neurohipófisis) difieren de las otras hormonas hipofisarias en que ellas no se originan en la hipófisis, sino únicamente se almacenan hasta que se necesiten. Las dos hormonas, oxitocina (secreción de leche y parto) y vasopresina (hormona antidiurética o ADH), en realidad se producen en el hipotálamo. Estas hormonas son transferidas del hipotálamo a la hipófisis posterior, siguiendo la vía de los axones del sistema nervioso (Hafez y Hafez, 2002, p. 39).

Oxitocina. Sintetizada en el núcleo supraóptico del hipotálamo es transportada por los axones de los nervios hipotalámicos, en pequeñas vesículas rodeadas de una membrana. Además, se produce en el cuerpo lúteo. La secreción de oxitocina es estimulada vía neurogénica

por el amamantamiento, ordeño, parto, dilatación cervical o vaginal o el estímulo clitoridiano, siendo la acetilcolina el modulador estimulante y la adrenalina y la noradrenalina los agentes inhibidores. La oxitocina causa la contracción de las células mioepiteliales (células musculares lisas) que rodean los alveolos de la glándula mamaria provocando la descarga de leche (Hafez y Hafez, 2002, p. 40).

2.7.11.3. Hormonas Gonadales

2.7.11.3.1. Estrógeno.

Los principales estrógenos en los mamíferos son *17B-estradiol*, *estrona* y *estriol*. Se producen en el folículo ovárico y en la placenta. Los estrógenos son las hormonas que promueven la maduración y diferenciación de los órganos sexuales primarios y secundarios (oviductos, vagina, glándulas accesorias, etc.), así como la expresión de los caracteres sexuales secundarios, incluyendo el comportamiento sexual. También aumentan la vascularización de los órganos sexuales primarios y accesorios; estimulan el crecimiento endometrial y epitelial en general e inducen el crecimiento tubular en la glándula mamaria. Asimismo, tienen efecto anabólico y favorecen la osificación de las epífisis de los huesos largos (Sumano y Ocampo, 2006, p. 840).

2.7.11.3.2. Progesterona.

“Los progestágenos son secretados por el cuerpo amarillo ovárico, la placenta, la corteza suprarrenal y los testículos en menor cantidad” (Sumano y Ocampo, 2006, p. 847).

Los progestágenos constituyen un grupo de hormonas esteroideas caracterizadas por ser liposolubles, termoestables y que no se inactivan por vía digestiva. Estas propiedades permiten administrarlos por vía oral, a través de la mucosa vaginal o en implantes subcutáneos de liberación prolongada. Dentro de este grupo de hormonas se encuentra la progesterona, la cual

es un progestágeno natural, y los progestágenos sintéticos como el acetato de melengestrol (MGA), acetato de fluorogestona (FGA) y Norgestomet.

Los progestágenos suprimen la secreción de LH, lo que resulta en la inhibición de la maduración final del folículo y la ovulación. Durante el periodo de administración el cuerpo lúteo sufre regresión natural, de tal forma que al retirar el tratamiento los animales presentan estro sincronizado entre las siguientes 48 y 96 horas (Gasque , 2008, p. 411).

2.8. Inseminación artificial

“La inseminación artificial es la primera gran biotecnología aplicada para mejorar la reproducción y genética de los animales domésticos” (Tandle, 2021, p. 59).

La inseminación artificial es una técnica que consiste en la introducción del semen en el aparato genital de la hembra sin intervención del toro y asistida por el hombre. Esta técnica ofrece excelentes posibilidades para el incremento de la producción de carne y leche, ya que es la tecnología reproductiva más sencilla y la que más ventajas tiene en términos de mejoramiento genético (Hernández, 2013, p. 1).

2.8.1. Ventajas de la inseminación artificial

- Mejora genética
- Eliminación del toro
- Control sanitario
- Conocimiento del rodeo
- Disminución de costos (Cavestany y Méndez, 1993, p. 13).

2.8.2. Desventajas de la inseminación artificial

- Altos costos para el establecimiento y mantenimiento de los laboratorios

- Equipo, personal y su capacitación.
- Además, se requiere de una buena infraestructura y una eficiente cadena de distribución del semen; establos que requieran inseminación; y, si el semen es congelado, suministro regular de nitrógeno líquido.
- También los ganaderos deben también ser capacitados en la detección de calores y tiempos de servicio y deben contar con un eficiente sistema de comunicación con el servicio de IA (Gasque, 2016, p. 6).

2.9. Resumen del estado del arte del problema.

Lluén (2008) menciona que la escasa capacitación del personal en la detección de estros reduce la fertilidad de las vacas, problema que padecen los ganaderos. Desde hace más de 50 años se ha aplicado la regla de inseminación AM-PM y PM-AM, entendiéndose que las vacas presentan celo en la mañana son inseminadas en la tarde y las de la tarde se inseminan en la mañana siguiente. Esta práctica asegura la fertilidad, siempre y cuando se cuente con una eficiente detección de estros.

También ocasionan fallas reproductivas, los quistes ováricos, abortos retención placentaria, anestro, metritis, reabsorción embrionaria y diversas alteraciones anatómicas (adherencias, tumores, urovagina, entre otras).

Garnica (2012) explica que se han realizado investigaciones con diferentes dosis de eCG, en vacas, consiguiendo una estimulación directa del desarrollo, la maduración y la ovulación en la mayoría de las especies domésticas. La utilización de 400 UI de eCG al momento de retirar el dispositivo de liberación de progesterona dio como resultado un aumento en la concentración de progesterona en el plasma y en las tasas de preñez en vacas amamantadas, tratadas durante el anestro posparto. Sin embargo, cuando se utilizaron vacas con pobre o moderada condición corporal la aplicación de eCG aumentó los porcentajes de preñez, sobre

todo en vacas sin estructuras ováricas palpables o solo con folículos (sin cuerpo lúteo) al inicio del tratamiento.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales Físicos

Tabla 1 Materiales de oficina

Descripción	Cantidad	Unidad de medida
Mesa	1	Unidad
Bolígrafo	1	Unidad
Computadora	1	Unidad
Paquete de hojas A4	1	Unidad
Impresora	1	Unidad
Libreta de campo	1	Unidad
Cámara digital	1	Unidad
Tablero	1	Unidad

Tabla 2. Materiales de campo

Descripción	Cantidad	Unidad de medida
Rollo de papel desechable	2	unidad
Guantes ginecológicos	1	Caja/100
Arete de identificación	1	Cajas/100
Pistola de inseminación	1	Unidad
Catéter de pistola de inseminación	1	Funda de 50
Termómetro	1	Unidad
Termo de agua	1	Unidad
Ecógrafo	1	Unidad
Corta pajuelas	1	Unidad
Jeringas de 3ml	4	Caja de 100
Botas	1	Unidad
Aplicado de dispositivo intravaginal	1	Unidad

3.1.1. Materiales químicos

Tabla 3 Materiales químicos

Descripción	Cantidad	Unidad de medida
Dispositivos intravaginales (CIDR)	4	Paquete (10U)
Benzoato de estradiol	4	Frasco/50ml
Prostaglandina (Sincrocio)	4	Frasco/20ml
eCG (Novormon)	2	Frasco /5000UI
Yodo	1	Galón
Gel lubricante	1	Galón

3.1.2. Materiales biológicos

Tabla 4. Materiales biológicos

Descripción	Cantidad	Unidad de medida
Unidades experimentales	40	Unidad
Pajuelas de inseminación artificial	40	Unidad

3.2. Método

La metodología que se llegó a utilizar en el trabajo de la investigación, fue el inductivo experimental debido a que se llegaron a determinar los hechos y las características que tiene la hormona eCG bajo a un testigo.

3.3. Diseño estadístico

En este estudio de investigación, para el análisis estadístico en la presencia o ausencia de preñez fue el diseño “t Student pareado” con igual número de repeticiones, en el cual fue

distribuida en 20 unidades experimentales en cada tratamiento, el tratamiento A con la aplicación de la hormona eCG y el tratamiento B sin la aplicación de la hormona eCG, con el fin de llegar a aceptar o rechazar la hipótesis.

3.4. Población y muestra

La población de la siguiente investigación estuvo distribuida por 40 animales bovinos hembra de raza Brown Swiss, en el cual se llegó a dividir en dos grupos de 20 animales, en donde a los dos tratamientos se le aplicó el protocolo de sincronización de celo (E2-P4-PGF2 α), pero solo al tratamiento A se le llegó aplicar la hormona eCG a los 14 días post inseminación y a los 30 días se procedió a su respectivo chequeo con ecógrafo.

3.5. Operacionalización de las variables

3.5.1. Variables independientes

Tabla 5. Gonadotropina Coriónica Equina (eCG)

Concepto	Categoría	Indicadores	Índice
Aplicación de la hormona eCG para incrementar la tasa de preñez en vacas raza Brown Swiss	Química	Dosis	UI
Altitud a 1500 m.s.n.m	Física	Cuantitativa	Numérica

3.5.2. Variable dependiente

Tabla 6. Preñez

Concepto	Categoría	Indicadores	Índice
Preñez con la aplicación de eCG y sin eCG.	Biológica	Concepción	Presencia (SI) Ausencia (NO)

3.6. Desarrollo del ensayo

3.6.1. Identificación de los animales

Se identificó a los animales para la investigación mediante un examen ginecológico del sistema reproductivo, mediante el uso del ecógrafo para descartar animales que se encuentren con problemas reproductivos y excluirlos de la investigación, de estos animales se tomó 40 unidades que cumplieron con sus respectivos parámetros: condición corporal de 2.5 a 3.5, posparto de 45 a 120 días, edad de 2 a 5 años y número de partos de 1 a 4.

3.6.2. Aplicación del protocolo de IATF

Una vez establecidas las unidades experimentales en cada lote, se sometieron a la sincronización de celo y ovulación con el protocolo E2-P4-PGF2 α , con eCG a los 14 días post inseminación al tratamiento A (20 animales) y sin eCG en el tratamiento B (20 animales). En el día 0, se procedió a la aplicación de 2mg de Benzoato de Estradiol (Gonadiol) por vía intramuscular, conjuntamente con la colocación de un dispositivo intravaginal liberador de progesterona (DIB) monodosis. En el día 8 se procedió a retirar el dispositivo intravaginal y se administró 150 ug de cloprostenol (Sincrocio). En el día 9 se colocó 1 mg de Benzoato de Estradiol (Gonadiol) por vía intramuscular y a las 30 horas de aplicada la hormona se procedió

a la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) con pajuelas Brown Swiss de 0,5 ml. Al tratamiento A, a los 14 días post inseminación se aplicó 400 UI de eCG (Novormon 5000), por vía intramuscular para evaluar el porcentaje de preñez al aplicar este tratamiento, mientras que al tratamiento B no se le aplicó eCG.

3.6.3. Chequeo ginecológico

A los 30 días post - inseminación se realizó el chequeo ginecológico con la ayuda de un ecógrafo portátil, en donde obtuvieron datos de preñez de cada unidad experimental, para la obtención de datos reales para este estudio y determinar cuál es el tratamiento con mejores resultados.

3.7. Consideraciones éticas

El ámbito de la ganadería comprende de cuatro pilares fundamentales que son sanidad, nutrición, manejo y genética, en donde el consumo como la crianza se ha incrementado de igual manera con el paso de los años, convirtiéndose la carne y la leche en los nutrientes de origen animal de mayor consumo humano. Se ha considerado que la producción de estos animales se encuentra relacionado con el bienestar animal, ya que el aspecto técnico de la reproducción es una de las fases que tienen que ser atendidas de manera adecuada para que se dé el éxito de la producción.

Ha sido necesario aplicar durante la investigación puntos que permitan garantizar un bienestar placentero con el propósito que los índices de rendimiento mejoren al momento de poner en práctica los protocolos de IATF.

4. RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados y discusiones

4.1.1. Análisis estadísticos

Aplicando el diseño estadístico de la “t de student” con igual número de repeticiones de estos dos tratamientos, TA (eCG) y TB (sin eCG), se le proporcionó un número en presencia de preñez (SI=1) y para las no preñadas (NO=0), en base de estos datos obtenidos fueron transformados los valores utilizando la formula $\sqrt{x+0.5}$.

Tabla 7. *Distribución de datos transformados a $(\sqrt{x+0.5})$*

TA (con eCG)		TB (sin eCG)	
SI	1,22	SI	1,22
SI	1,22	SI	1,22
SI	1,22	SI	1,22
NO	0,71	SI	1,22
NO	0,71	NO	0,71
NO	0,71	NO	0,71
SI	1,22	NO	0,71
SI	1,22	SI	1,22
SI	1,22	NO	0,71
SI	1,22	SI	1,22
NO	0,71	SI	1,22
NO	0,71	NO	0,71
SI	1,22	NO	0,71
SI	1,22	SI	1,22
SI	1,22	SI	1,22
NO	0,71	NO	0,71
NO	0,71	NO	0,71
NO	0,71	NO	0,71
SI	1,22	NO	0,71
NO	0,71	NO	0,71

En la tabla N°7 se valoraron los datos que se llegaron a obtener en la investigación, el cual fueron tabulados y transformados con la formula $(\sqrt{x+0.5})$ para realizar la estadística del diseño t de student.

Tabla 8. t de student para factor de preñez con datos transformados.

<i>T calcular</i>	<i>T tabular</i>	
	5%	1%
0,81 NS	2,09	2,86

Tabla 9. Resultados para la valoración del coeficiente de variación

CV
$= \frac{S}{X - T} * 100$
6,53%

Al efectuar el cálculo estadístico para el diseño de la t de student para el resultado de la hormona gonadotrofina coriónica equina (eCG) en el porcentaje de la tasa de preñez con protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo a 1500 msnm, se obtiene el valor de T calcular de 0,81 que resulta no significativo a los valores T tabulares al 5% (2,09) y 1% (2,86), en donde se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula indicándonos que la aplicación de la hormona eCG a los 14 días post inseminación artificial no favorece en el incremento de la tasa de preñez estadísticamente, en los bovinos de raza Brown Swiss.

Mientras que el coeficiente de variación se obtiene un valor de 6,53% indicando la confiabilidad de la investigación, por lo que se encuentra que está dentro del rango de la investigación de campo.

4.1.2. Preñez

Tabla 10. Observaciones de preñez con sus debidos porcentajes

Observaciones	Tratamiento A + eCG		Tratamiento B sin eCG	
	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
Preñadas	11	55%	9	45%
No Preñadas	9	45%	11	55%
Total	20	100%	20	100%
% de preñez	11 = 55%		9 = 45%	
Diferencia %	55% - 45% = 10%			

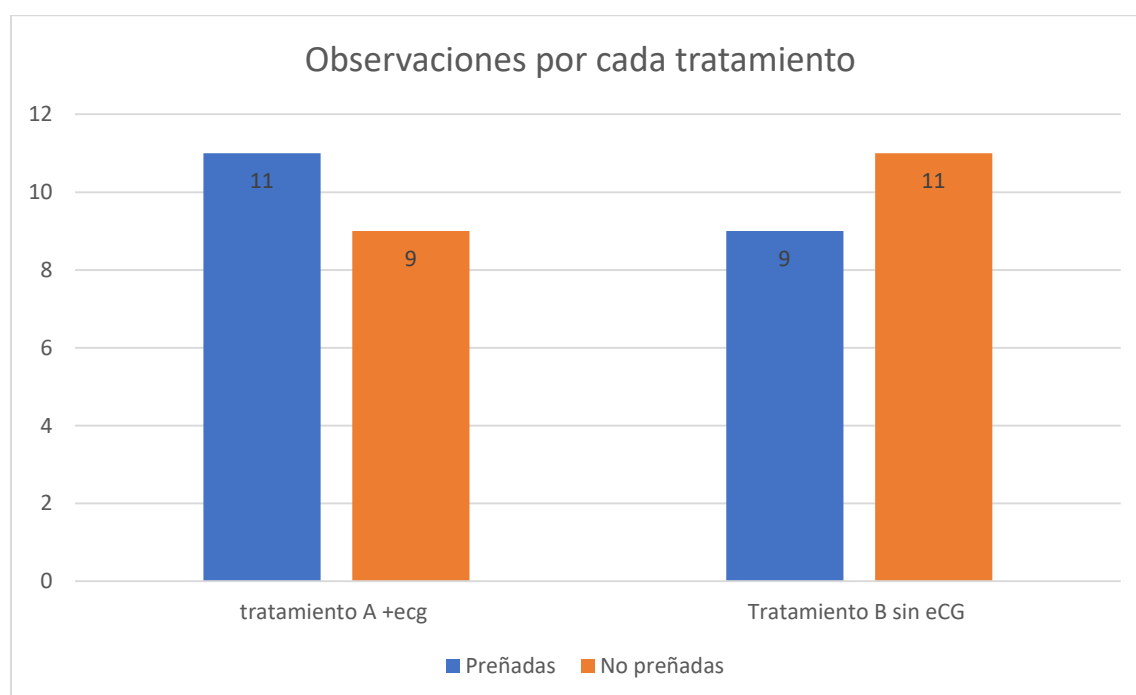


Figura 1. Observaciones por cada tratamiento

En la *figura 1* se puede valorar los datos que se obtuvieron aplicando cada tratamiento con su debido protocolo, se observa que en el tratamiento A + eCG 11 unidades que si llegaron a responder al tratamiento (preñez) y 9 unidades que no dio un resultado positivo (No preñez), y

el tratamiento B sin eCG 9 unidades dieron un resultado favorable (Preñez) y 11 unidades que no respondieron al tratamiento (No preñez).

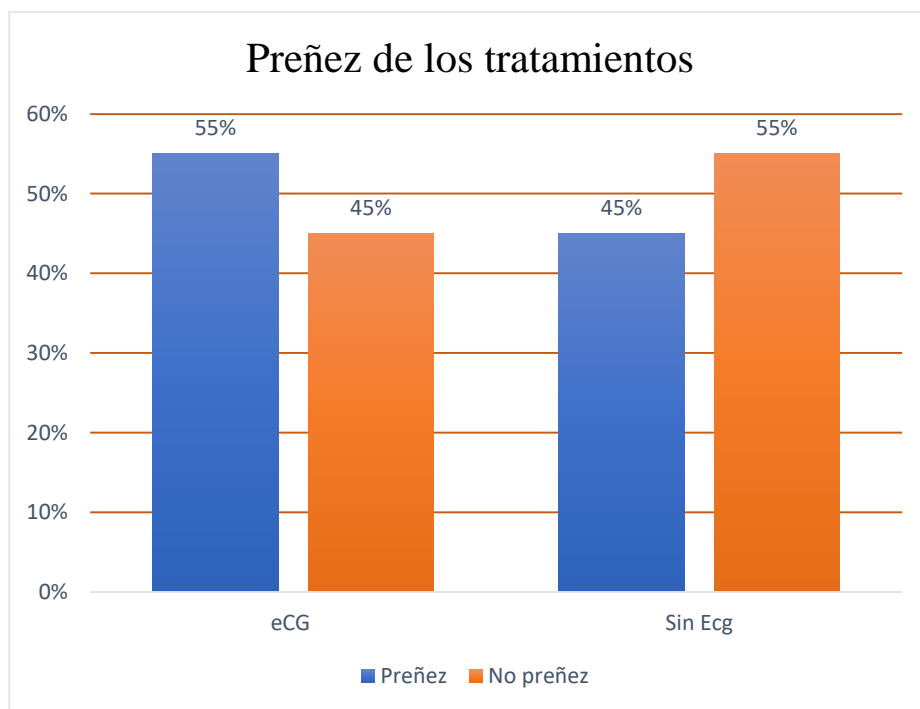


Figura 2. Preñez de los tratamientos

En la *figura 2* se puede apreciar los porcentajes de preñez obtenidos de cada tratamiento de un total de 20 vacas preñadas, siendo el 55% para el tratamiento A + eCG con 11 vacas preñadas y 9 no respondieron, mientras para el tratamiento B sin eCG un 45% con 9 vacas preñadas y 11 no respondieron.

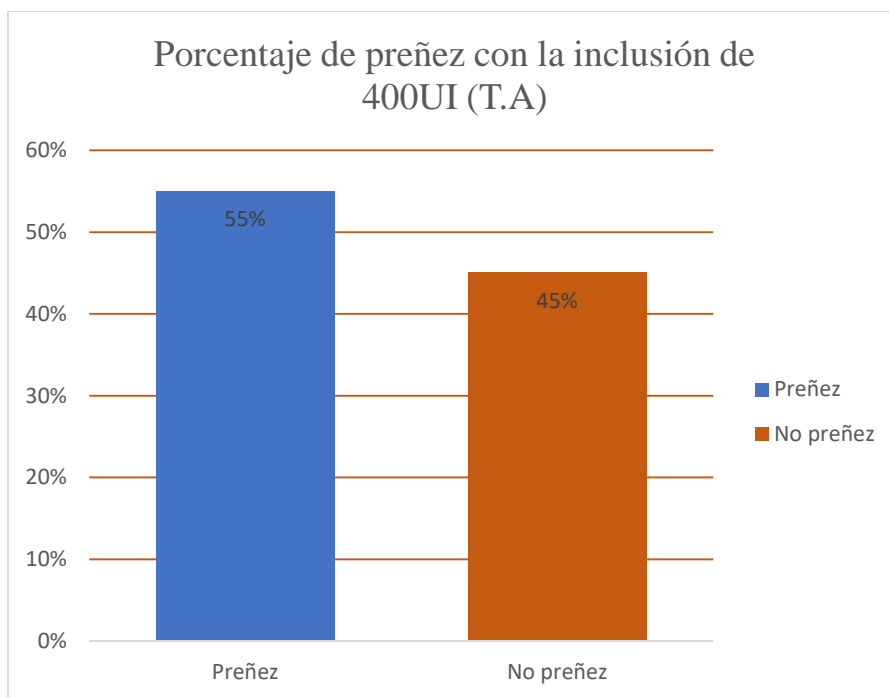


Figura 3. Porcentaje de preñez con la inclusión de 400UI (T.A)

En la *figura 3* se puede observar el porcentaje de preñez mediante la aplicación del protocolo de sincronización de celo para IATF, más la inclusión de la hormona gonadotrofina coriónica equina (eCG) en el día 14 post inseminación, se puede valor un porcentaje de un 55% de preñez y un 45% sin resultado alguno.

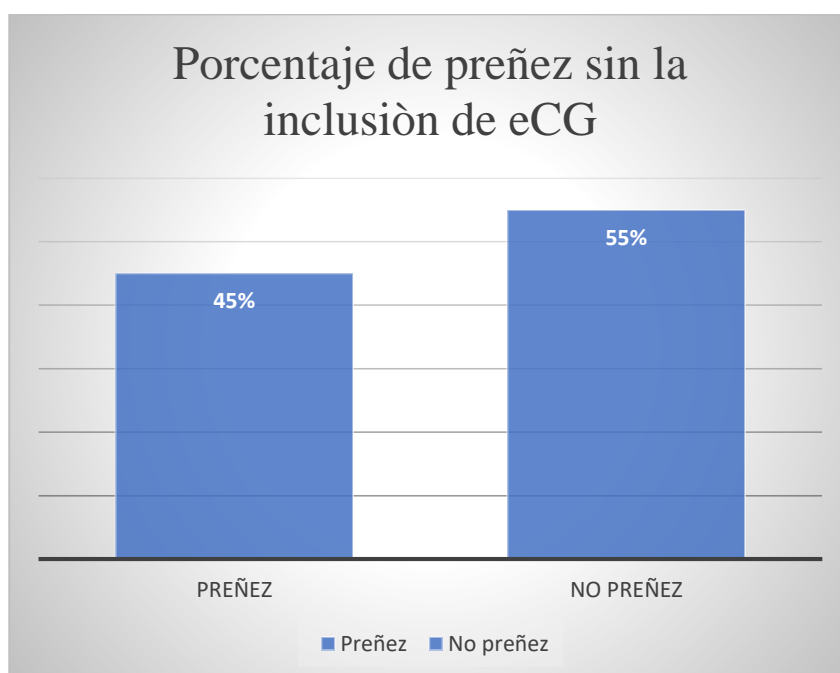


Figura 4. Porcentaje de preñez sin la inclusión de eCG

En la *figura 4* se puede observar que el porcentaje de preñez, sin la inclusión de la hormona gonadotrofina coriónica equina (eCG) en el día 14 post inseminación en el protocolo de sincronización de celo es de un 45% de preñez con 9 vacas y un 55% sin preñez en 11 vacas.

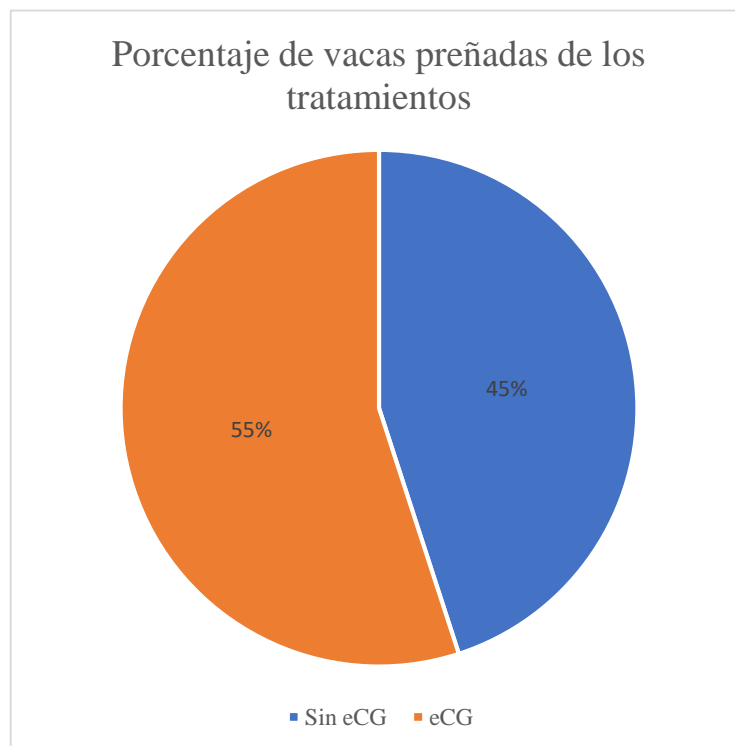


Figura 5. Porcentaje de vacas preñadas de los tratamientos

En la *figura 5* se puede observar el porcentaje de preñez de cada tratamiento, el tratamiento A con la inclusión de la hormona eCG a los 14 días post inseminación tiene un 55% de preñez, mostrando un mayor rendimiento que el tratamiento B sin la inclusión de dicha hormona se observa un 45% de preñez.

4.1.3. Análisis económico de los tratamientos

Tabla 11. Costos totales directos e indirectos del tratamiento A

Materiales y Equipos	Cantidad	Tratamiento A	Valor total
Dispositivo intravaginal (DIB)	40	140	140
Benzoato de estradiol (Gonadiol)	2	20	20
Prostaglandina (Sincrocio)	4	86	86
Gonadotrofina eCG (Novormon)	4	160	160
Nitrógeno	20kg	20	20
Pajuelas	40	400	400
Corta pajuelas	1	5	5
Aplicador de dispositivos	1	15	15
Termo de agua y termómetro	1	15	15
Catéter para inseminación	40	15	15
Jeringuilla de 5 ml	200	30	30
Gel de inseminación	1	5	5
Toallas desechables	2	5	5
Guantes ginecológicos	40	10	10
Guantes de látex	40	15	15
Pistola de inseminación	1	70	70
Ecografía	40	60	60
Asesor técnico	1	400	400
TOTAL		1,471	1,471

Tabla 12. Costos totales directos e indirectos del tratamiento B

Materiales y Equipos	Cantidad	Tratamiento A	Valor total
Dispositivo intravaginal (DIB)	40	140	140
Benzoato de estradiol (Gonadiol)	2	20	20
Prostaglandina (Sincrocio)	4	86	86
Gonadotrofina eCG (Novormon)			0
Nitrógeno	20kg	20	20
Pajuelas	40	400	400
Corta pajuelas	1	5	5
Aplicador de dispositivos	1	15	15
Termo de agua y termómetro	1	15	15
Catéter para inseminación	40	15	15
Jeringuilla de 5 ml	200	30	30
Gel de inseminación	1	5	5
Toallas desechables	2	5	5
Guantes ginecológicos	40	10	10
Guantes de látex	40	15	15
Pistola de inseminación	1	70	70
Ecografía	40	60	60
Asesor técnico	1	400	400
TOTAL		1,311	1,311

En la *tabla 11* y *12* se puede observar los valores del costo por unidad experimental de cada tratamiento, el tratamiento A con (eCG) presenta un valor de \$1,471, mientras que el

tratamiento B (sin eCG) el total de costos es de \$1,311, mostrando un costo más alto el tratamiento A con una diferencia de \$160.

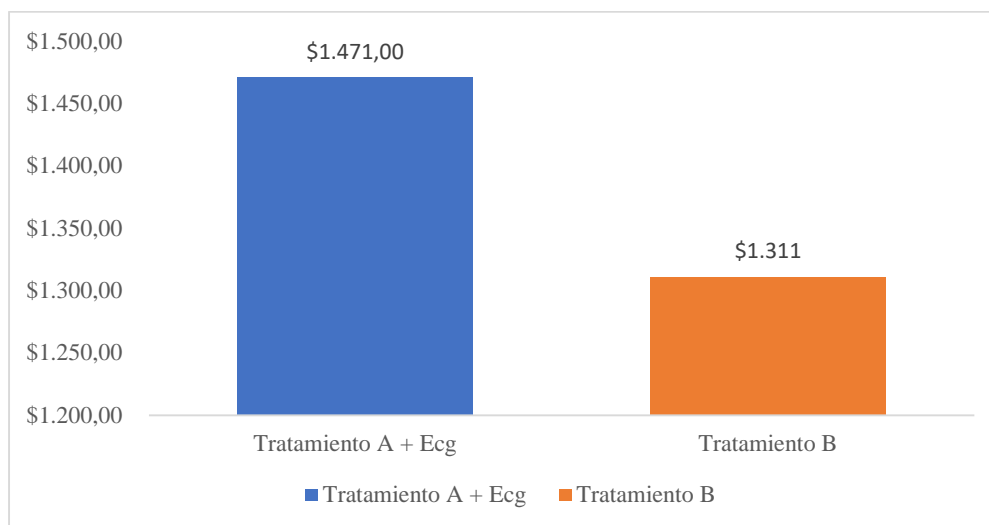


Figura 6. Costo unitario por cada tratamiento

En la *figura 6* se observa los costos de cada tratamiento, mostrándonos que el tratamiento A es más costoso que el tratamiento B, con una superación de \$160.

Tabla 13. Costo total del tratamiento A + eCG por unidad experimental

Costo total del tratamiento A + eCG	Unidades experimentales	Costo por unidad experimental
\$ 1.471	20	73.55

Tabla 14. Costo por tratamiento B sin eCG por unidad experimental

Costo total del tratamiento B sin eCG	Unidades experimentales	Costo por unidad experimental
\$ 1.311	20	\$ 65.55

4.1.4. Consideración para el análisis costo–beneficio

- Se apreció el número de unidades gestante entre el tratamiento A (eCG) y el tratamiento B (sin eCG).

- Se consideró una proporción del 50% en relación al sexo de las crías, tomando en cuenta el tiempo del destete de 5 meses, asumiendo un precio de las hembras de \$600 y los machos \$400.

Tabla 15. Tratamiento A + eCG con 11 unidades experimentales

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Machos	6	400	\$2.400
Hembras	5	600	\$3.000
Total			\$5.500

Tabla 16. Tratamiento B sin eCG con 9 unidades experimentales

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Machos	4	400	\$1.600
Hembras	5	600	\$3.000
Total			\$4.600

Tabla 17. Análisis costo y beneficio de los tratamientos

Descripción	Tratamiento A + eCG	Tratamiento B sin eCG
Ingresos	\$5.500	\$4.600
Egresos	\$1.471	\$1.311
Margen de beneficio	\$4.029	\$3.289
Porcentaje de beneficio	55,06%	44,94%

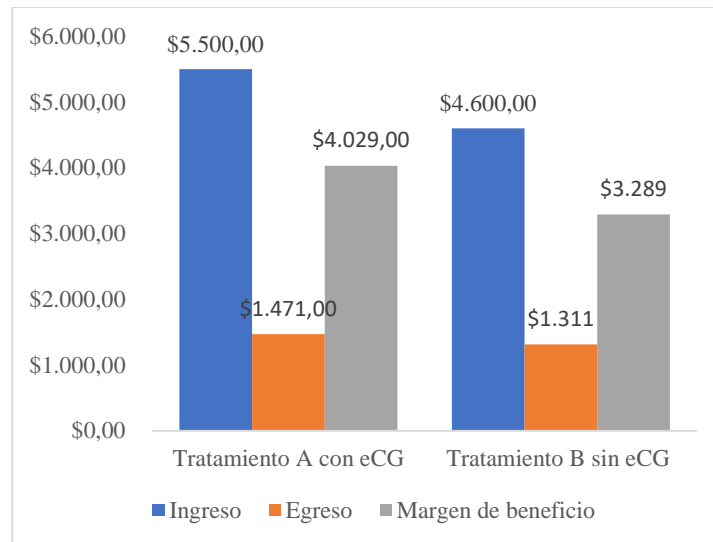


Figura 7. Análisis costo beneficio entre tratamientos

En la *figura 7* se observa los egresos que está representado por los costos, los ingresos representados por la ganancia bruta y el beneficio representado por el margen de beneficio.

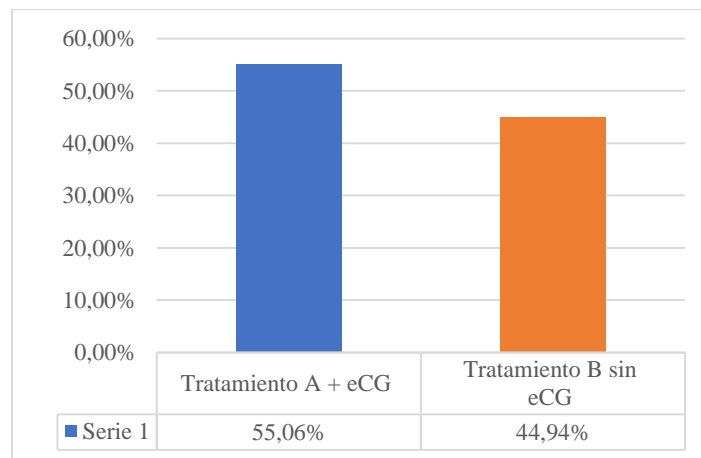


Figura 8. Análisis porcentual del margen de beneficio

En la *figura 8* se observa el porcentaje de beneficio de cada tratamiento, teniendo un mayor margen de rendimiento el tratamiento A + eCG, que es de un 10,12% respecto al tratamiento B.

4.2. Discusión

En la presente investigación se consiguieron porcentajes de preñez para el tratamiento A + eCG de un 55% y para el tratamiento B sin eCG de un 45% respectivamente. De acuerdo a los cálculos estadísticos, al realizar el análisis estadístico de la *t* de Student con valores transformados a $(\sqrt{x+0.5})$ se obtiene un valor de calcular (0,81), que al comparar con los valores de *t* tabular del 5% (2.09) y 1% (2.86) es inferior, entonces podemos decir que la inclusión de la hormona eCG a los 14 días post inseminación en protocolos de inseminación artificial no obtuvo significancia en la tasa de preñez, por lo tanto basados en estos resultados rechazamos la hipótesis alternativa de que la gonadotrofina coriónica equina (eCG) no tiene efecto significativo en la preñez en raza Brown Swiss a 1500 msnm.

(Baruselli Marques, Ribeiro, Pinto, & Vieira). Señala en su investigación que las vacas que fueron tratadas con eCG en el día 8 al momento que se retira el dispositivo, la tasa de preñez fue superior a las que fueron aplicadas en el día 14 post inseminación, por lo que no recomienda la aplicación de la eCG en el día 14.

En el presente estudio se demostró que la eCG no tuvo un efecto positivo en la eficiencia reproductiva del ganado lechero, al aumentar la tasa de preñez y mantener la sobrevivencia embrionaria fetal en el grupo tratado, luego de su aplicación 14 días posteriores a la inseminación artificial en comparación al grupo control y los grupos tratados con eCG. Se debe destacar, así mismo, que las tasas de preñez obtenidas en estos últimos grupos fueron bajas. Contrastando datos reportados por otros autores, Bartolomé et al. (2012) obtuvieron 50% de preñez al administrar eCG el día 22 de la IA en comparación con el 33% del grupo control, mientras que Narváez (2010) obtuvo 50.6% con eCG entre los días 16 y 22 y 44.9% para el grupo control.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La aplicación de una dosis de eCG a los 14 días post inseminación en el tratamiento A, al momento de evaluar el incremento en la tasa de preñez no se encontró diferencias significativas al 5% y 1% en comparación con el tratamiento B sin eCG estadísticamente.

De acuerdo con los resultados obtenidos en los cálculos estadísticos para esta investigación, si bien no existe una significancia estadística al 5% y 1% se debe resaltar que hubo una diferencia porcentual en esta investigación, cuando se compara porcentaje de preñez total, mostrando al tratamiento A con una diferencia de un 10% con respecto al tratamiento B.

El tratamiento A + eCG ofrece un costo mayor con respecto al tratamiento B sin eCG; durante el análisis costo-beneficio, se observa que el costo por tratamiento por unidad experimental es aceptable si se tiene en cuenta el margen de ganancia por tratamiento.

5.2. Recomendaciones

Aplicar la hormona gonadotrofina coriónica equina en protocolo de inseminación E2-P4-PGF2 α , se recomienda la aplicación de 400UI al momento de retirar los dispositivos y 14 días post inseminación en el hato lechero.

Se recomienda llevar un correcto registro sanitario del hato ganadero, el cual consta que los animales se encuentren desparasitados, vitaminados y vacunados.

Realizar futuras investigaciones donde se aplique mayor número de animales aplicando la inclusión de eCG, en donde puede mejorar estadísticamente la significancia de la investigación.

6. BIBLIOGRAFÍA

Arthur, G., Noakes, D., & Pearson, H. (1991). *Reproducción y Obstetricia en Veterinaria*.

Madrid: INTERAMERICANA- McGRAW-HILL.

Bartlett, P., Ngategize, P., Kaneene, J., Kirk, J., Anderson, S., & Mather, E. (1986). Cystic

follicular disease in Michigan Holstein-Friesian cattle: Incidence, descriptive

epidemiology and economic impact. *Preventive Veterinary Medicine*, 15-33.

Bartolome, J., & Perez, S. (2012). The effect of administering equine chorionic gonadotropin

(eCG). *Theriogenology*, 1110 - 1116.

Bespin, A., Rivero, I., & Morgado, A. (2007). HISTORIA Y USO DE LA INSEMINACIÓN

ARTIFICIAL EN LA AGROPECUARIA “LA FUNDACIÓN”, ESTADO

GUÁRICO. *I Simposio: Tecnologías apropiadas para la ganadería de los llanos de*

Venezuela, 149-171.

Brunner, M. (14 de octubre de 2019). *Repeat Breeding*. Obtenido de Dairy Integrated

Reproductive Management:

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.441.9911&rep=rep1&type=pdf>

Cavestany, D., & Méndez, J. (1993). *MANUAL DE INSEMINACION ARTIFICIAL EN*

BOVINOS. Montevideo: INIA.

Cutania, L., Ramos, M., Chasta, M., & Bó, G. (2009). Efecto de la aplicación de eCG 14 días

después de la IATF en vacas de carne con crías tratadas con dispositivos con

progesterona. *VIII Simposio Internacional de Reproducción Animal. Cordoba: IRAC*

(pág. 45). Cordoba: IRAC.

- Fernández, A. (22 de Mayo de 2003). *DINÁMICA FOLICULAR: FUNCIONAMIENTO Y*.
Obtenido de Sitio de Prodducción Argentino: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/23-ondas_foliculares.pdf
- Galina, C., & Valencia, J. (2008). *Reproducción de animales domésticos*. México: LIMUSA.
- Garnica , P. (2012). EFECTO DE LA GONADOTROFINA CORIÓNICA EQUINA (eCG) EN OVULACIÓN CON PROTOCOLOS DE IATF EN VACAS HOLSTEIN POSPARTO. *Maestria*. Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Garverick , H. (1997). Ovarian follicular cysts in dairy cows. *J Dairy Sci*, 80(5), 995-1004.
- Gasque , R. (2008). *Enciclopedia Bovina*. México: Unam.
- Gasque, R. (2016). REPRODUCCIÓN BOVINA. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1-10.
- Hafez, E., & Hafez, B. (2002). *Reproducción e Inseminación Artificial en animales*. México D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
- Hernández, J. (11 de Julio de 2013). *MANUAL DE LA PRÁCTICA DE PROFUNDIZACIÓN EN REPRODUCCIÓN*. Ciudad de México: UNAM. Obtenido de UNAM.
- Hernández, J. (2016). *Fisiología Clínica de la Reproducción de Bovinos Lecheros*. México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Jameson , J., & Hollenberg , A. (1993). Regulation of chorionic gonadotropin gene expression. *Endocr Rev*(14), 203-21.
- Jiménez, A. (2016). EL CICLO ESTRAL BOVINO. REGULACIÓN NEUROENDOCRINA. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1-6.

- Lluén , B. (2008). Causas de infertilidad en vacas lecheras. *Seminario de Investigaciones avanzadas*. Cajamarca.
- Narvaez, J. (2010). Efecto de la administracion de ecG entre los días 16 y 22 post inseminación artificial sobre la concepción y retorno al celo en vacas lecheras. *Universidad Nacional de Córdoba*, 18.
- PS, B., MO, M., & Jr, R. (2018). Nuevos avances en sincronización y re sincronizacion de celos en ganado Bos indicus . *Internacional de reproduccion animal* , 153-164.
- Rao, C., & Lei, Z. (2007). The past, present and future of nongonadal LH/hCG actions in reproductive biology and medicine. *Mol Cell Endocrinol*(269), 2-8.
- Robson, C., & Aguilar, D. (2004). Inseminación Artificial en Bovinos. *Sitio Argentino de Producción Anima*, 1-30.
- Sumano, H., & Ocampo, L. (2006). *Farmacología Veterinaria*. México: McGraw-Hill-Interamericana.
- Tandle, M. (2021). *Veterinary Andrology and Artificial Insemination in Domestic Animals*. New Delhi: nipa.
- Ziecik , A., Kaczmarek, M., Blitek , A., Kowalczyk , A., Li , X., & Rahman, N. (2007). Novel biological and possible applicable roles of LH/hCG receptor. *Mol Cell Endocrinol*(269), 51-60.

7. ANEXOS Y FOTOGRAFÍAS

7.1. Anexos

Anexo 1. REGISTRO DE LA INVESTIGACIÓN DE TRATAMIENTO CON eCG

N.º de registro	C.C	Años	N.º Partos	Días posparto	Resultados	
		Edad			Preñez	No preñez
1	3	3	1	75	X	
2	3.5	4	2	80	X	
3	2.5	4	2	95	X	
4	3	3	1	60		X
5	2.75	2	1	90		X
6	3.5	3	1	50		X
7	3	4	2	75	X	
8	3.5	4	3	60	X	
9	2.75	2	1	80	X	
10	3	3	4	80	X	
11	2.5	3	2	100	X	
12	3.5	4	1	120		X
13	2	5	2	107	X	
14	2.5	3	1	87	X	
15	3	2	1	90	X	
16	2.75	3	1	95		X
17	3.5	4	2	60		X
18	2.5	4	2	60		X
19	3	3	1	60	X	
20	3	3	1	95		X

Anexo 2. REGISTRO DE LA INVESTIGACIÓN DE TRATAMIENTO SIN eCG

N.º de registro	C.C	Años	N.º Partos	Días posparto	Resultados	
		Edad			Preñez	No preñez
21	3	2	1	65	X	
22	3	3	1	55	X	
23	2.5	4	2	70	X	
24	2.75	2.5	2	60	X	
25	3.5	3	2	90		X
26	2	4	3	75		X
27	3	3	2	80		X
28	3.5	3	2	90	X	
29	3	2	1	80		X
30	2.5	2.5	2	80	X	
31	2.5	3.5	1	110	X	
32	3.5	3	1	125		X
33	2	4	3	100		X
34	2.75	2	1	80	X	
35	2	3	1	95	X	
36	3	3	1	90		X
37	3.5	2	2	65		X
38	2.5	4	2	55		X
39	3	3	1	75		X
40	2	4	1	95		X

7.2. Fotografías



Fotografía 1. Hormonas del Protocolo (E2, P4, PGF2 α)



Fotografía 2. Hormona eCG



Fotografía 1. Condición Corporal



Fotografía 3 Pistola de inseminación



Fotografía 4. Pajuelas



Fotografía 5. Unidad experimental colocado el dispositivo y aplicado hormonas.



Fotografía 6. Retiro de los dispositivos intravaginal.



Fotografía 7. Aplicación de E2, PGF2 α en el día 8.



Fotografía 8. Inseminación artificial a tiempo fijo en el día 10



Fotografía 9. Aplicación de la hormona eCG a los 14 días post inseminación



Fotografía 10. Chequeo ginecológico a los 30 días post inseminación.



Fotografía 11. Preñez.