



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**DIRECCIÓN DE POSGRADO Y FORMACIÓN CONTINUA**

**INFORME DE INVESTIGACIÓN  
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGISTER EN  
ZOOTÉCNIA PRODUCCIÓN ANIMAL**

**MODALIDAD:  
TRABAJO DE TITULACIÓN**

**TEMA:  
EFECTO DE LA HORMONA CORIÓNICA EQUINA EN LA  
REDUCCIÓN DE LA MUERTE EMBRIONARIA EN VACAS DE  
RAZA GIROLANDO**

**AUTORES:  
CECILIO JAVIER ALCÍVAR ZAMBRANO  
JORGE EDUARDO ÁLAVA COBEÑA**

**TUTOR:  
DMVZ. JORGE IGNACIO MACÍAS ANDRADE, PhD.**

**CALCETA, JULIO 2022**

## DERECHOS DE AUTORÍA

**Cecilio Javier Alcívar Zambrano y Jorge Eduardo Álava Cobeña**, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, que se han respetado los derechos de autor de terceros, por lo que asumimos la responsabilidad sobre el contenido del mismo, así como ante la reclamación de terceros, conforme a los artículos 4, 5 y 6 de la Ley de Propiedad Intelectual.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido en el artículo 46 de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.



.....  
**Cecilio Javier Alcívar Zambrano**

C.I. 1312624065



.....  
**Jorge Eduardo Álava Cobeña**

C.I. 1312497413

## CERTIFICACIÓN DE TUTOR

**DMVZ. Jorge Ignacio Macías Andrade, PhD;** certifica haber tutelado el trabajo de titulación Efecto de la hormona coriónica equina en la reducción de la muerte embrionaria en vacas de raza Girolando, que ha sido desarrollado por Cecilio Javier Alcívar Zambrano y Jorge Eduardo Álava Cobeña, previo la obtención del título de Magíster en Zootecnia mención Producción Animal, de acuerdo al Reglamento de unidad de titulación de los programas de Posgrado de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....

**DMVZ. Jorge Ignacio Macías Andrade, PhD.**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación Efecto de la hormona coriónica equina en la reducción de la muerte embrionaria en vacas de la raza Girolando, que ha sido propuesto, desarrollado y sustentado por **Cecilio Javier Alcívar Zambrano y Jorge Eduardo Álava Cobeña**, previa la obtención del título de Magíster en Zootecnia mención Producción Animal, de acuerdo al Reglamento de la unidad de titulación de los programas de Posgrado de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....  
Ph. D. Edis Macías Rodríguez

**MIEMBRO**

.....  
Ph. D. Ernesto Hurtado

**MIEMBRO**

.....  
Ph. D. Alex Roca Cedeño

**PRESIDENTE**

## AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que nos brindó la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual hemos forjado nuestros conocimientos profesionales día a día.

Agradecemos profundamente a la empresa Hacienda Manantiales del Rocío de propiedad del señor Carlos Esteban González Artigas Díaz por la oportunidad brindada, para el desarrollo de la investigación del campo; al doctor Jorge Ignacio Macías Andrade, tutor de tesis, por su orientación y direccionamiento en la construcción del trabajo de investigación.



.....  
**Cecilio Javier Alcívar Zambrano**



.....  
**Jorge Eduardo Álava Cobeña**

## DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a Dios por el amor y misericordia con los que conduce nuestros caminos.

A mi familia, mi esposa Tatiana Zambrano e hijos, por ser mi fuente de motivación y mi puerto seguro, por acompañarme siempre en los momentos buenos y malos de la vida, a mi mamá por haberme impulsado a ser perseverante y cumplir mis ideales

**Jorge Álava**

Esta culminación de tesis es dedicada a Dios, a mi esposa e hijo por ser mi inspiración y motivación a ser mejor cada día y a mis padres por apoyarme incondicionalmente en todos los aspectos de mi vida

**Cecilio Alcívar**



.....  
**Cecilio Javier Alcívar Zambrano**



.....  
**Jorge Eduardo Álava Cobeña**

## TABLA DE CONTENIDO

Derechos de Autoría .....	ii
Certificación de Tutor .....	iii
Aprobación del Tribunal .....	iv
Agradecimiento .....	v
Dedicatoria.....	vi
Tabla de Contenido.....	vii
Índice de Tablas.....	ix
Indice de Figuras .....	x
Capítulo I. Antecedentes .....	1
1.1. Planteamiento y Formulación del Problema .....	1
1.2. Justificación .....	2
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivos específicos .....	4
1.4. Hipótesis, premisas y/o ideas a defender.....	4
Capítulo II. Revisión Bibliográfica.....	5
2.1. Reproducción bovina .....	5
2.1.1. Anatomía y fisiología reproductiva de la vaca .....	5
2.1.2. Problemas reproductivos bovinos .....	7
2.1.3. Técnicas para mejorar la eficiencia reproductiva .....	11
2.1.4. Gonadotropina coriónica equina (ecg) .....	12

Capítulo III. Metodología .....	15
3.1. Ubicación .....	15
3.2. Duración del trabajo .....	15
3.3. Tipos y enfoques de la investigación.....	15
3.4. Métodos de la investigación .....	16
3.5. Técnicas de la investigación .....	16
3.6. Factores en estudio .....	16
3.7. Diseño experimental y tratamientos .....	16
3.8. Unidades experimentales.....	16
3.9. Variables.....	16
3.9.1. Variable independiente .....	16
3.9.2. Variables dependientes .....	16
3.10. Manejo del experimento .....	17
3.11. Análisis estadístico .....	18
Capítulo IV. Resultados y Discusión .....	19
4.1. Efecto de la hormona ecg sobre la muerte de embriones .....	19
4.2. Porcentaje de preñez lograda con la aplicación de ecg .....	23
4.3. Niveles séricos de progesterona .....	24
4.4. Costos de aplicación de la hormona coriónica equina.....	26
Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones .....	27
Bibliografía .....	28

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 4. 1.</b> Prueba t Student para la condición reproductiva de vacas Girolando tratadas y no tratadas con ECG a los 30 días después de la inseminación artificial a tiempo fijo (dd IATF).....	20
<b>Tabla 4. 2.</b> Prueba t Student para la condición reproductiva de vacas Girolando tratadas con ECG a los 30 y 40 días después de la inseminación artificial a tiempo fijo (dd IATF). .....	21
<b>Tabla 4. 3.</b> Prueba t Student para la condición reproductiva de vacas Girolando tratadas con ECG a los 40 y 50 días después de la inseminación artificial a tiempo fijo (dd IATF). .....	21
<b>Tabla 4. 4.</b> Niveles séricos de progesterona (ng/mL) de vacas Girolando tratadas y no tratadas con ECG a los 30, 40 y 50 días después de la inseminación artificial a tiempo fijo (dd IATF).....	25

## ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 3. 1.** Ubicación geográfica de la Hacienda “Manantiales del rocío”, cantón Montecristi de la provincia de Manabí, Ecuador. .... 15

**Figura 4. 1.** Variación de la condición reproductiva de vacas Girolando tratada y no tratada con ECG a los 30, 40 y 50 días después de la inseminación artificial a tiempo fijo (dd IATF)..... 19

**Figura 4. 2.** Porcentaje de preñez de vacas Girolando tratadas y no tratadas con ECG a los 30, 40 y 50 días después de la inseminación artificial a tiempo fijo (dd IATF).....23

## RESUMEN

Con el propósito de determinar el efecto de la aplicación de la hormona coriónica equina (eCG) sobre la reducción del número de embriones muertos durante la etapa embrionaria y aumentar la tasa de preñez en vacas de la raza Girolando, se realizó una investigación en la “Hacienda Manantiales del Rocío S.A,” ubicada en el cantón Montecristi, provincia de Manabí, Ecuador. Se conformaron dos grupos, un testigo sin aplicación y un tratamiento con aplicación de 400 UI de eCG a los 20, 30 y 40 días posteriores a la IATF. El protocolo de inseminación fue similar en ambos tratamientos. Cada unidad experimental se conformó por una vaca Girolando. Se evaluaron 29 animales por tratamiento. Se determinó el porcentaje de preñez y los niveles séricos de progesterona a los 30, 40 y 50 días después de IATF. También se consideraron los costos de aplicación del tratamiento. Las comparaciones se realizaron a través de la prueba de t Student para muestras independientes y para muestras pareadas, según la naturaleza de los datos. La aplicación de la hormona eCG no tuvo efectos significativos sobre el número de embriones muertos durante la etapa embrionaria ni sobre los niveles séricos de progesterona. La aplicación de hormona eCG generó el porcentaje de preñez de 65,5 % en los 30 días post IATF el cual se redujo a 62,1 % a los 50 días post IATF, estadísticamente similar a la reducción en el tratamiento testigo. El costo de aplicación de la dosis de eCG fue de 4,16 US\$.

**Palabras clave:** eCG, porcentaje de preñez, costo eCG, IATF, progesterona, protocolo de inseminación.

## ABSTRACT

In order to determine the effect of the application of equine chorionic hormone (eCG) on the reduction of the number of dead embryos during the embryonic stage and increase the pregnancy rate in cows of the Girolando breed, an investigation was carried out in the “Hacienda Manantiales del Rocío S.A,” located in Montecristi canton. Manabi province, Ecuador. Two groups were formed, a control without application and a treatment with application of 400 IU of eCG at 20, 30 and 40 days after FTAI. The insemination protocol was similar in both treatments. Each experimental unit consisted of a Girolando cow. 29 animals per treatment were evaluated. Pregnancy percentage and serum progesterone levels were determined at 30, 40 and 50 days after FTAI. The costs of applying the treatment were also considered. Comparisons were made using the t-Student test for independent samples and for paired samples, depending on the nature of the data. The application of the eCG hormone had no significant effect on the number of dead embryos during the embryonic stage or on serum progesterone levels. The application of eCG hormone generated a pregnancy rate of 65.5% in the 30 days post-IATF, which was reduced to 62.1% at 50 days post-IATF, statistically similar to the reduction in the control treatment. The cost of applying the eCG dose was US\$4.16.

**Keywords:** eCG, pregnancy rate, eCG cost, FTAI, progesterone, insemination protocol.

# CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

## 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Según Humbolt (2002), los ganaderos tienen una gran responsabilidad con la población, la misma consiste en aumentar los nutrientes de origen animal a través de la optimización del recurso ganadero existente, donde debe incrementarse la producción de leche, carne; y sus derivados, sustancias que tienen un importante papel en la dieta de la población de la región y del país.

Asimismo, añade Carvajal y Kerr (2015), que en la actualidad los programas de mejoramiento genético han desarrollado estrategias biotecnológicas como la inseminación artificial (IA) y la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) para la obtención de animales doble propósito —producción de carne y leche—, a partir de los cruzamientos interraciales y selección genética.

La necesidad de los productores bovinos de alcanzar los mayores porcentajes de preñez por temporada de monta, la meta de tener un ternero por vaca.año<sup>-1</sup> y las grandes tasas de muerte embrionaria, son las principales causas de realizar esta investigación (Vanroose, 2000).

Wiltbank (2016), describe como uno de los grandes problemas en los sistemas de producción lechero, la elevada tasa de mortalidad embrionaria la cual repercute en forma negativa sobre los índices reproductivos, siendo la principal causa el alargamiento del intervalo entre los nacimientos, en el ganado bovino.

Ayalon (1978) afirma que la mortalidad embrionaria se refiere a las pérdidas que ocurren durante los primeros 45 días de gestación que coinciden con la finalización del periodo de implantación del embrión. Las pérdidas embrionarias pueden ser clasificadas de distintas maneras. Walsh *et al.* (2011), optaron por dividir la muerte embrionaria en tres periodos: mortalidad muy temprana, cuando ocurre desde la fecundación hasta el día 7 de la gestación; mortalidad embrionaria temprana, sucede desde el día 8 hasta el día 24 de la gestación y mortalidad tardía, esta se produce a partir del día 25 hasta el día 45 de la gestación.

El anestro es la ausencia de comportamiento estral en un periodo esperado. Es un evento fisiológico normal que tiene un promedio de tiempo y se realiza bajo

condiciones pastoriles de 45 a 60 días (Cavestany, 2010). Asimismo, Peter *et al.* (2009), indican que actualmente el anestro se clasifica en cuatro tipos diferentes, teniendo en cuenta las dinámicas folicular y lútea: T1, emergencia de onda folicular sin desviación de folículos; T2, desviación y crecimiento de folículos, seguido de atresia o regresión; T3, crecimiento y establecimiento de un folículo dominante sin ovulación y T4, ovulación, celo y formación de un cuerpo lúteo con una prolongada fase lútea.

Debido a los muchos factores e interacciones que afectan el reinicio de la actividad ovárica, el control del anestro posparto es complejo, por lo cual se emplean diferentes métodos para su control; uno de ellos con los mejores resultados es la restricción del amamantamiento, asociada a la sincronización del celo con IATF, debido a la disminución del intervalo parto-ovulación y al aumento en la tasa de servicios (Assumpção *et al.*, 2005).

Según Pérez (2013) en la actualidad, el uso de la gonadotropina coriónica equina (eCG) en bovinos es común en la inducción y sincronización de la ovulación; sin embargo, el uso de la eCG luego de la ovulación no había sido abordado de manera profunda. Esta estrategia fue evaluada hace pocos años en vacas de leche asociado a gonadotropina coriónica humana (hCG) (Bartolomé, 2009; Bartolomé *et al.*, 2012) en las que se encontró efecto favorable de la eCG sobre la tasa de preñez cuando administrada al día 22 luego de la inseminación.

El constante mejoramiento de los parámetros reproductivos es ineludible y necesario, para tal fin entre las alternativas disponibles está el uso de la hormona coriónica equina, que se presenta como una opción para disminuir la muerte embrionaria en vacas. En virtud de los planteamientos anteriores, surge la siguiente interrogante: ¿La aplicación de eCG en vacas Girolando post IATF disminuirá la muerte embrionaria?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

La situación actual de la ganadería exige a los productores mayor eficacia reproductiva, que permita la mejora de la rentabilidad de las explotaciones bovinas; de esta manera, contribuirán a mejorar las utilidades aumentando los porcentajes

de preñez, y obtener más crías nacidas al año que tendrán un importante impacto sobre la ecuación económica del sistema de producción (Baruselli *et al.*, 2004).

Según Cutaia *et al.* (2009), en investigaciones realizadas en la provincia de Pastaza, para mejorar las tasas de preñez y pérdidas durante la gestación, una alternativa es la sincronización, estimulación del crecimiento folicular y formación de cuerpos lúteos accesorios. Dentro de este marco, la implementación de programas de IATF, donde se puede conjugar la aplicación de hormonas como la eCG, pueden proporcionar información sumamente valiosa, para mejorar la tasa de preñez en las ganaderías.

Asimismo, Cutaia *et al.* (2009), al evaluar el efecto de la aplicación de eCG antes y/o después de la IATF sobre el diámetro del folículo preovulatorio, del cuerpo lúteo y sobre la tasa de preñez en vacas Holstein mestizas, sugieren que la administración de eCG podría favorecer el desarrollo folicular final, previo a la ovulación, y obtener así una mejora en la actividad luteal, lo cual le confiere a esta hormona el potencial como soporte luteal adicional, previo al período crítico del embrión.

Meneghetti *et al.* (2009) justifican el uso de (eCG) con la finalidad de estimular el desarrollo folicular, administrándola en el momento de retirar los dispositivos intravaginales. Por otro lado, recientemente han surgido publicaciones que preconizan la administración de eCG luego de realizar una IATF, con la finalidad de disminuir el porcentaje de hembras con mortalidad embrionaria. Menchaca *et al.* (2013) indican que resulta de interés profundizar los conocimientos sobre el efecto de la eCG en la eficiencia reproductiva, administrándola durante el tratamiento de inducción de la ovulación para IATF y/o posteriormente a la misma.

Se considera relevante esta investigación sobre la administración de eCG, por ser una alternativa para el desarrollo de la ganadería ecuatoriana. Con su aplicación se tratará de obtener mayor número de vacas preñadas por época de monta, con lo cual se incrementaría la rentabilidad bajo el enfoque de producción sostenible.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto de la eCG post IATF sobre la muerte embrionaria en vacas Girolando.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Relacionar la aplicación de la hormona eCG con el número de embriones muertos durante la etapa embrionaria.

Determinar el porcentaje de preñez logrados con la aplicación de eCG.

Estimar el costo de uso de la hormona coriónica equina.

### **1.4. HIPÓTESIS, PREMISAS Y/O IDEAS A DEFENDER**

La aplicación de hormona eCG en vacas Girolando post IATF reduce la muerte embrionaria.

## **CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. REPRODUCCIÓN BOVINA**

Los aspectos de la producción animal están sustentados en la capacidad reproductiva. La ganadería bovina, exige una producción con eficiencia, que permita tener una relación costo benéfico adecuada, lo que se logra optimizando los índices reproductivos de los hatos (González-Stagnaro, 2001). Se busca cumplir con el ideal de producir una cría-vaca-año, para la cual se cuenta con aproximadamente 90 días de intervalo entre el parto y el inicio de la preñez, tiempo en el cual debe ocurrir la involución uterina, la reactivación de la actividad ovárica y celo con ovulación que permita una concepción efectiva (Ahumada y Blanco, 2014).

En la actualidad los programas de mejoramiento genético han desarrollado estrategias biotecnológicas como la IA y la IATF para la obtención de animales doble propósito, producción de carne y leche, a partir de los cruzamientos interraciales y selección genética (Marizancén y Artunduaga, 2017). Carvajal y Kerr (2015), afirman que la composición de la leche es regulada por varios factores siendo uno de los más importantes la genética; mientras que, para el ganado de carne, la ganancia de peso es a través de la IA. Se pueden hacer los cruzamientos precisos para proveer tasa de crecimiento y musculatura a las crías con el uso del semen seleccionado, generando un animal para el mercado, producido en forma rentable.

#### **2.1.1. ANATOMÍA Y FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DE LA VACA**

El aparato reproductor de la vaca está formado por: dos ovarios, dos oviductos, dos cuernos uterinos, un útero, la cérvix, la vagina y la vulva.

##### **2.1.1.1. OVARIOS**

De acuerdo con Dejarnette y Nebel (2016), los ovarios son los órganos principales del aparato reproductor de la hembra, pues ellos cumplen dos funciones importantes: la producción de óvulos —función exocrina— y de hormonas, principalmente estrógenos y progesterona —función endocrina—; mide entre 2-4 cm de largo por 1-2 de ancho y se encarga de organizar y dirigir toda la vida sexual

de la hembra, regulando el ciclo estral con la liberación de hormonas y de un óvulo cada 10-21 días.

En la superficie de los ovarios se encuentran dos estructuras: los folículos y el cuerpo lúteo (CL). Los primeros están llenos de fluidos y varían en tamaño, hasta llegar a los 20 mm. El más grande se denomina “dominante” y es el que ovula cuando el animal entra en celo, por influencia de las hormonas gonadotropinas FSH —folículo estimulante— y LH —luteinizante— (Dejarnette y Nebel, 2016).

### **2.1.1.2. OVIDUCTOS O TROMPAS DE FALOPIO**

Los oviductos presentan varias regiones estructuralmente distintas, al observarlos bajo el microscopio, la porción más baja, la más cercana al útero, es llamada ístmo; la conexión entre el útero y el istmo, es llamada unión utero-tubal; la unión utero-tubal sirve como filtro de espermatozoides anormales y es el reservorio de espermias hábiles (Dejarnette y Nebel, 2016).

Dejarnette y Nebe (2016) afirman que la porción más alta del oviducto, cercana al ovario, es llamada ampulla. El diámetro interno del ampulla, adecuándose al paso del ovulo, es mayor que el del ístmo. Es en este segmento del oviducto donde ocurre la fertilización. Se cree que una señal química, realizada al momento de la ovulación, es la que estimula la liberación de los espermatozoides de las paredes del ístmo, permitiéndoles continuar su viaje al sitio de la fertilización en el ampulla.

### **2.1.1.3. UTERO**

Es donde el ternero en desarrollo se mantiene, compuesto por un cuerpo uterino pequeño que mide de 5 cm de largo y dos cuernos de mayor tamaño que miden de 35 a 45 centímetros de longitud y tiene como función el transporte del ovulo al sitio de la fecundación en el oviducto; además, de regular la función del cuerpo lúteo a través de la producción de prostaglandina y desencadena el parto (Barrios, 2012).

Para Wattiaux (2000) el útero es un órgano muscular con gran capacidad expansión que aloja un feto en crecimiento, en la etapa final de la gestación. Contiene un ternero de 35 a 45 kg, entre 20 a 30 kg de líquidos y 5 kg de tejido placentario (luego del parto), siendo sostenido por el ligamento ancho insertado en la columna vertebral dentro de la cavidad abdominal.

#### **2.1.1.4. CERVIX**

Es un túnel de control efectivo entre la vagina y útero, constituido de capas musculares y tejido conectivo con pliegues en forma de anillo. Posee 10 a 13 cm de largo y 2,5 a 5 cm de diámetro y está perforado en el centro con una estrecha abertura. Los pliegues forman bordes prominentes que rodean el interior de la abertura y actúan parcialmente como sacos ciegos que disminuyen el avance de cualquier material invasivo extraño; estos, se dilatan ligeramente durante el período de celo, así mismo, durante la gestación se contraen o se cierran completamente y durante el parto se dilatan totalmente, secretan mucus que fluye hacia afuera con las secreciones vaginales (Wattiaux, 2000).

#### **2.1.1.5. VAGINA**

Mide entre 25 y 30 centímetros de longitud e inicia inmediatamente después del vestíbulo. Desempeña varias funciones en la reproducción, la más importante es la de servir de receptáculo natural del semen depositado por el toro en la monta natural; además, es la vía de salida del feto durante el parto, conducto excretor del útero, órgano femenino del coito. Su permeabilidad permite el paso de medicamentos, tiene capacidad inmunitaria y actúa como medio de depuración o defensa contra los microorganismos (Alba y Silveira, 2006).

#### **2.1.1.6. VULVA**

La vulva es la parte más externa y está formada por los labios vulvares derecho e izquierdo, miden aproximadamente 12 cm, es donde se observan los signos externos del estro (celo o alboroto) ya que, durante este, la vulva se hincha y segrega moco transparente. Seguidamente, está el vestíbulo vaginal, el cual se conecta con la vagina y está marcado por el orificio uretral. En la comisura ventral de la vulva se encuentra el clítoris, el cual es el homólogo del pene (Barrios, 2012).

### **2.1.2. PROBLEMAS REPRODUCTIVOS BOVINOS**

Motta *et al.* (2014) indican que la producción animal depende del manejo reproductivo eficiente y que muchas de las pérdidas productivas se asocian a la infertilidad por deficiencias en aspectos como: alojamiento, nutrición, calidad de agua, salud, asistencia pre y posparto, etc.

Walsh *et al.* (2011) enuncian que la fertilidad de las vacas lecheras ha disminuido durante las últimas décadas a medida que aumenta la producción de leche por vaca

y que muchas son las hipótesis planteadas para explicarlo. Entre esas hipótesis, se incluye la genética, la fisiología, la nutrición y el manejo; todos estos factores se han investigado a nivel animal, orgánico y celular en momentos críticos de la vida productiva de las vacas lecheras.

Los problemas reproductivos enumerados por Martínez *et al.* (2012) son: la reabsorción, autosilado o muerte de los fetos en el útero, momificación fetal, nacimientos prematuros, placentitis, disentería, fiebre aguda o nacer débiles y que según Motta *et al.* (2013) todos ellos se asocian a la presencia de agentes infecciosos, tales como *Pestivirus* causantes de la diarrea viral bovina —DVB—, *Rhadinovirus* causantes del herpes virus bovino tipos 1 y 4 —HVB-1 y HVB-4—, *Leptospira* spp., *Chlamydia psittaci*, *Campylobacter* spp., *Trichomona* y *Brucella abortus*; además, de parásitos como *Neospora caninum* y *Criptosporidium*, etc.

Similarmente, Motta *et al.* (2014) exponen que las anormalidades más frecuentes de los problemas reproductivos bovinos son: endometriosis e hidrosalpinx, quistes paraováricos, ovarios inactivos, anestro senil, piosalpinx, hemosalpinx, obstrucción del oviducto, mucometra, piómetra, hidrómetra, parametris, perimetritis, adhesión perimetral y parametrial, edema uterino, tumor uterino y absceso parauterino.

### **2.1.2.1. MUERTE EMBRIONARIA EN BOVINOS**

La mortalidad embrionaria es considerada la principal causa responsable de las fallas reproductivas y del aumento en el intervalo entre partos en los bovinos, supone pérdidas económicas y la permanencia o no de la vaca en la explotación (Catena, 2014).

Arana *et al.* (2021) explican que, en vacas de alta producción de leche, la elevada mortalidad embrionaria incurre en la baja eficiencia reproductiva; alternativas como: tratamientos hormonales, transferencia de embriones provenientes de animales con elevada fertilidad, el uso de técnicas adecuadas de inseminación artificial y la reducción de problemas sanitarios, nutricionales y ambientales han demostrado ser alternativas viables para el incremento de la eficiencia reproductiva.

Existen dos tipos de muerte embrionaria. Ferrucho y Lopera (2018), señalan que la muerte temprana ocurre desde el momento de la fecundación hasta el día 14 y corresponde a la etapa de desarrollo temprano, permitiendo que la hembra vuelva

a reanudar el ciclo en un intervalo regular. La muerte del embrión tardía sucede a partir del día 14 hasta el día 45, donde sucede el reconocimiento materno de la gestación y se da la implantación del embrión en el útero. Se estima que en 50% de las muertes embrionarias se da en los primeros 16 días.

Alberio y Butler (2017) manifiestan que biológicamente los organismos han desarrollado sistemas para ser más eficientes. La gestación y parto son procesos de alto consumo energético y es por esto que cuanto más precozmente se elimine al individuo defectuoso habrá menor costo biológico a la pérdida tardía; por lo que la pérdida embrionaria temprana constituye un filtro para que no persistan gestaciones que no llevarán a la producción de un individuo apto.

Según Ortiz (2019) las causas de muerte embrionaria, tanto temprana como tardía, son muy diversas y pueden deberse a factores de la madre, de origen genético y endócrino; del embrión poliespermia —ovulo fecundado por más de un espermatozoide—, genética —frecuencia y repetición de las pérdidas condicionadas por los genotipos del padre y la madre— y consanguinidad —casi el 30 % de las muertes embrionarias se encuentran en líneas consanguíneas—; o ambientales por estrés calórico, factores químicos, infecciones causadas por patógenos y procedimientos deficientes de inseminación.

La mortalidad embrionaria sobreviene en las dos primeras fases del desarrollo embrionario del huevo, es decir, en el período ovular y en el embrionario. Toda modificación del medio materno en el curso de estos dos períodos puede interferir gravemente sobre el desarrollo del embrión y desempeñar un papel determinante en la etiología de ciertas embriopatías. La degeneración del huevo representa la primera etapa de la mortalidad embrionaria, en la cual la división en blastómeros — futuro embrión— se opera irregularmente (Bavera y Peñafort, 2005).

Bavera y Peñafort (2005) mencionan que la mortalidad en el curso de la organogénesis —formación de los órganos— sigue esta secuencia: reabsorción del líquido embrionario, descomposición del embrión y descomposición de la membrana fetal; en la vaca el embrión puede desaparecer mientras que las membranas embrionarias y el cuerpo lúteo se mantienen, lo que determina anestros

prolongados por imposibilidad de secreción de prostaglandina endometrial, hormona que desencadena la lisis del cuerpo lúteo.

Si el embrión o el feto mueren al principio de la gestación, es generalmente absorbido y termina la gestación; mientras que, en una poliovulación, la muerte o la reabsorción de uno o más embriones no lleva necesariamente al fin de la gestación, ya que algún feto puede llegar a término; por lo tanto, la mortalidad embrionaria puede ser sospechada en toda hembra sana que retorna al celo postservicio después de un plazo superior a la duración normal del ciclo estrual (Bavera y Peñafort, 2005).

Diskin y Morris (2008) señalan que la mortalidad embrionaria (ME) es la pérdida de la gestación durante los primeros 42 días del periodo embrionario y es uno de los problemas más difíciles de diagnosticar y corregir en reproducción bovina, ya que en su expresión están involucrados factores genéticos, de manejo, estrés, salud animal, entre otros.

Cuando se habla de mortalidad embrionaria se deben diferenciar dos grandes momentos en el desarrollo del *conceptus*: los primeros 14 días, —etapa del desarrollo embrionario temprano—, corresponden a la etapa anterior al reconocimiento materno de la preñez y después de los 14 días —etapa del desarrollo embrionario tardío— corresponden a la etapa después del reconocimiento materno de gestación (BonDurant, 2007).

Diskin y Morris (2008) afirman que este periodo embrionario tiene una duración aproximada de 42 días, y durante este periodo se da el proceso de organogénesis y se forma la placenta para que el feto pueda continuar su desarrollo. La formación de la placenta termina completamente hacia el día 90 de gestación y por esto cualquier alteración entre la fertilización y los 90 días de desarrollo tienden a ser letales.

Durante los primeros 14 días se pierden cerca del 30 % de las gestaciones, sin que clínicamente sean detectadas; la mayoría —80 %— se pierden antes del octavo día, considerando que la transición de mórula a blastocito es un periodo crítico para la supervivencia del embrión; entre los 14 y 19 días, 5-10% se pierden alrededor del reconocimiento materno de preñez; mientras que, entre el día 18-28 y el 30 al

42 —periodo de formación de la placenta— también se pierden alrededor del 5-10% de los embriones en cada uno de estos periodos (Dunne *et al.*, 2000).

### **2.1.3. TÉCNICAS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA**

#### **2.1.3.1. SINCRONIZACIÓN DEL CELO**

Según Yáñez-Avalos *et al.* (2018), la sincronización de celo es un manejo que se usa hoy en día en vacas de leche y de carne para manipular el ciclo estral de la hembra bovina, usando el ecógrafo como herramienta tecnológica. Esta técnica, permite visualizar el tracto reproductivo del animal; además, considera la aplicación de ciertas hormonas y el uso de inseminación artificial a tiempo fijo —IATF—.

Dentro de la identificación del celo en un hato bovino, existen vacas que para detectar el ciclo estral resulta más complicado que algunas otras, por lo que el inseminador necesita realizar una observación cada mañana por 20 minutos, de manera general a las 11 a.m., así, la detección del celo se hará de una manera eficiente (Ponce *et al.*, 2009).

La inseminación o el servicio natural conducen a la preñez solamente si el espermatozoide se encuentra en el lugar adecuado en el momento oportuno: el óvulo es liberado del ovario entre 10 y 14 horas luego de la finalización del celo y puede sobrevivir fértil por 6 a 12 horas; mientras que, el espermatozoide puede vivir hasta 24 horas en el aparato reproductivo de la vaca. En consecuencia, la mejor estrategia para realizar la inseminación artificial es que las vacas observadas en celo en la mañana se inseminen la misma tarde y vacas observadas en celo durante la tarde se inseminan la mañana siguiente (Suarez, 2015).

Ponce *et al.* (2009), sostienen que la clave del éxito del proceso de inseminación artificial es la detección oportuna del celo, para de esta forma obtener una alta tasa de natalidad. Es necesario evaluar la raza, la alimentación, el clima y sobre todo analizar un historial del estado del animal a inseminar; se agrega, la realización del tacto rectal, para conocer si la evolución genital es satisfactoria.

#### **2.1.3.2. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO (IATF)**

La Inseminación artificial a tiempo fijo —IATF— es una técnica que, mediante la utilización de hormonas, permite sincronizar los celos y ovulaciones; gracias a esto,

se puede inseminar una gran cantidad de animales en un corto período de tiempo, obteniendo como beneficio: la mejora genética, el conocimiento de la paternidad y la posibilidad de utilizar en vaquillonas, toros que den terneros de bajo peso al nacer (Salazar *et al.*, 2020).

De igual manera, Salazar *et al.* (2020) aseguran que la IATF se basa en la intervención del ciclo estral de la hembra mediante la utilización de hormonas, logrando que los animales ovulen en periodo determinado, a través de la utilización de dispositivos intravaginales que contienen progesterona para bloquear el ciclo, de manera que, al ser retirados al mismo tiempo, provoca que las vacas reanuden el ciclo y ovulen conjuntamente.

La inseminación artificial a tiempo fijo, involucra que las hembras se deben manejar con hormonas para sincronizarlas y modificar el comportamiento del sistema reproductivo, preparándolas para la recepción del semen y así lograr la gestación (Marizancén y Artunduaga, 2017).

#### **2.1.4. GONADOTROPINA CORIÓNICA EQUINA (eCG)**

Según Espinoza-Villavicencio *et al.* (2021), la gonadotropina coriónica equina — eCG— se ha estudiado y utilizado ampliamente en veterinaria por su efecto LH y FSH en las especies distintas del caballo. Originalmente fue denominada gonadotropina sérica de yegua gestante —PMSG—, se produce en las copas endometriales de las yeguas preñadas y pertenece a la familia de hormonas glicoproteicas junto con la LH y FSH.

La eCG administrada en otras especies tiene una actividad tipo LH y FSH y como consecuencia tiene gran afinidad por ambos tipos de receptores en los ovarios, por lo cual, se ha convertido en una sustancia de gran utilidad en programas reproductivos, utilizándose con cada vez más frecuencia en protocolos de reproducción bovina (Espinoza-Villavicencio *et al.*, 2021).

El efecto de la eCG en bovino se debe a su doble actividad FSH y LH, por ello, esta hormona se ha convertido de gran utilidad en programas reproductivos, utilizándose con frecuencia en protocolos de sincronización (Orellana, 2015).

#### **2.1.4.1. FUNCIÓN DE LA PROGESTERONA (P4) Y EFECTO DE LA ECG SOBRE EL FOLÍCULO Y CUERPO LÚTEO**

De acuerdo con Tovío (2011), las secreciones hormonales específicas interactúan con determinados factores para desencadenar el desarrollo del embrión; especialmente se destaca la progesterona (P4), hormona secretada principalmente por el cuerpo lúteo, el cual tiene una duración activa y prolongada, rasgo característico de la preñez en los mamíferos.

De igual manera este autor expresa que esta hormona se vincula a los receptores foliculares de FSH y de LH, y a los receptores de LH del CL, creando de esta forma condiciones de crecimiento folicular, ovulación y luteinización. La aplicación de eCG en el momento esperado de una nueva onda de crecimiento folicular, ha demostrado eficiencia en cuanto a superovulación —de acuerdo a la dosificación— y/o desarrollo de un folículo dominante de mayor diámetro, determinando de esta forma mayor número de cuerpos lúteos o un CL grande (Tovío, 2011).

#### **2.1.4.2. LA eCG COMO ESTRATEGIA PARA MINIMIZAR LAS PÉRDIDAS EMBRIONARIAS**

La gonadotropina coriónica equina (eCG) es una hormona glicoproteica con un peso molecular aproximadamente de 70.000 Daltons; circula en la sangre y es secretada en las copas endometriales de las yeguas gestantes, entre los días 40 y 120 de gestación aproximadamente (De Rensis y López, 2014).

Desde el punto de vista endocrinológico, la eCG se distingue de otras hormonas glicoproteicas por poseer actividad FSH y LH cuando es administrada en especies distintas al equino y además, tiene alto contenido en carbohidratos, lo cual le confiere una vida media prolongada, que favorece su uso en una sola dosis, siendo utilizada cuando se requiere el estímulo de la foliculogénesis en ovarios con actividad reducida o nula (Silva *et al.*, 2011).

De Rensis y López (2014) manifiestan que el efecto de la eCG en bovinos se debe a su doble actividad tipo FSH y LH, ya que 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—; al aumentar el tamaño del folículo preovulatorio, el cuerpo lúteo que se desarrolla posteriormente es de mayor tamaño, produciéndose mayor concentración de progesterona.

Gutiérrez-Añez *et al.* (2005) indica que la aplicación de eCG 14 días pos IA genera incremento en los niveles de progesterona, en un momento clave en el cual se está por implantar el embrión y con esto se le da soporte extra de progesterona; en consecuencia, se produce aumento inmediato del cuerpo lúteo que se mantendrá hasta el día 22 aproximadamente. A los dos días posteriores a la aplicación de eCG ocurre un pico de estradiol, los folículos al recibir un estímulo de LH producen más concentraciones de estradiol y aumentan su tamaño.

Botana *et al.* (2002) manifiestan que la gonadotropina coriónica equina (eCG) es una glicoproteína compleja con actividad FSH y LH, que tiene una vida media aproximadamente de 40 horas en la vaca y persiste por más de 10 días en la circulación sanguínea. Estimula el crecimiento folicular a través de su acción de FSH y LH, aumenta el tamaño del folículo, también aumenta las concentraciones plasmáticas de progesterona y mejora el desarrollo embrionario y el mantenimiento de la preñez; además, la eCG, produce un CL accesorio, que hace que la progesterona circulante aumente en la fase luteal posterior al tratamiento.

## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

### 3.1. UBICACIÓN

El presente trabajo se efectuó en el cantón Montecristi de la provincia de Manabí en la empresa “Hacienda Manantiales del Rocío” S.A. de propiedad del señor Carlos González-Artigas Díaz, ubicada entre las coordenadas geográficas 1° 14' 08" LS y 80° 44' 46" LO (Figura 3.1). La temperatura media oscila entre 19 y 29 °C. Las precipitaciones anuales varían entre 600-800 mm, y se encuentra a la altitud de 46 m y la humedad relativa es 78%.



**Figura 3. 1.** Ubicación geográfica de la Hacienda “Manantiales del rocío”, cantón Montecristi de la provincia de Manabí, Ecuador.

### 3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO

El tiempo previsto para la fase de recolección de datos de campo fue de 12 semanas durante la época seca del año 2021, y se estimó un periodo de 16 semanas para la tabulación de datos, análisis e interpretación de los resultados y redacción del informe final.

### 3.3. TIPOS Y ENFOQUES DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación es de tipo experimental y de corte transversal, ya que se realizó en un periodo determinado, se detalló la evolución de la actividad reproductiva del ganado bovino en un lugar determinado, modificada por el factor en estudio.

### **3.4. MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN**

El método de investigación es correlacional, ya que está dirigido a determinar el grado de relación entre dos o más variables dentro de una población o una muestra. En este caso, se pretende evaluar la respuesta reproductiva de vacas Girolando, con la aplicación de un protocolo de sincronización de la ovulación y aplicación de eCG, vía intramuscular post inseminación artificial; mediante la funcionalidad del cuerpo lúteo, niveles de P4 y tasa de preñez.

### **3.5. TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN**

Las técnicas de recolección de la información son del tipo cuantitativo, ya que se busca establecer una relación causa – efecto en términos numéricos.

### **3.6. FACTORES EN ESTUDIO**

Respuesta a la aplicación de 400 UI de la Hormona Coriónica equina

### **3.7. TRATAMIENTOS**

Se utilizaron dos grupos: un testigo sin aplicación y un tratamiento con aplicación de 400 UI de la hormona coriónica equina a los 20, 30 y 40 días posteriores a la IATF.

### **3.8. UNIDADES EXPERIMENTALES**

Cada unidad experimental estuvo conformada por una vaca Girolando, constituyendo cada animal una repetición cada tratamiento contó con 29 repeticiones, para un total de 58 unidades experimentales. Los semovientes presentaron un peso que osciló entre 350 y 450 kg, una condición corporal de 2,5 a 3,0 en una escala del 1 al 5 y contaron con 2 o 3 partos.

### **3.9. VARIABLES**

#### **3.9.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Dosis de eCG 400 UI

#### **3.9.2. VARIABLES DEPENDIENTES**

Niveles séricos de progesterona (ng/mL)

Tasa de preñez día 30, 40 y 50 pos IATF (%)

Costo del tratamiento (\$)

### 3.10. MANEJO DEL EXPERIMENTO

El primer día se realizó el chequeo ginecológico y se seleccionaron los animales para la investigación, pesaje y utilización de los registros. Al día siguiente se procedió a realizar el protocolo de sincronización de estro con la aplicación de los dispositivos intravaginales impregnado de progesterona (sincrogest 1.2 g<sup>f</sup>, ourofino), y la aplicación intramuscular de sincrodiol (benzoato de estradiol 2 mg, ourofino) a los animales.

Al día 8 después de haber aplicado los dispositivos se procedió al retiro de los mismos, se inyectó sincrocio (prostaglandina 2 ml, ourofino), sicro eCG (400 UI que equivale a 2 mL, ourofino), y sincro CP (1 mg de cipionato de estradiol, ourofino) a todas las vacas. Después de 52 a 56 horas post retiro de los dispositivos se procedió con la IATF a todos los semovientes

El día 20, 30 y 40 post inseminación artificial se les aplicó la dosis de 400 UI de hormona coriónica equina al grupo protocolo.

Al día 25, 35 y 45, post inseminación artificial se le realizó un muestreo aleatorio para análisis de sangre, tanto en el grupo tratamiento control como en el grupo testigo, a través de muestra tomadas de la vena yugular con agujas (20x1) y tubos vacutainer sin anticoagulante. Las muestras se mantuvieron en refrigeración (10 a 15 grados) hasta su envío al laboratorio para determinación de los niveles séricos de progesterona en los animales por medio de la técnica de Eliza.

En el día 30, 40 y 50 post inseminación artificial se determinará el porcentaje de preñez en los animales, a través de análisis ecográfico utilizando un equipo Kaixin con sonda lineal rectal.

Los animales fueron mantenidos bajo sistema estabulado, con alimentación basada en el suministro de pasto mombasa (*Panicum maximun*) a razón de 50 kg dia.vaca; adicionalmente se les aportaron raciones diarias de 2 kg de alimento balanceado (un kg en el ordeño de la mañana y un kg en el ordeño de la tarde) y 150 gramos de sal mineral.

### **3.11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

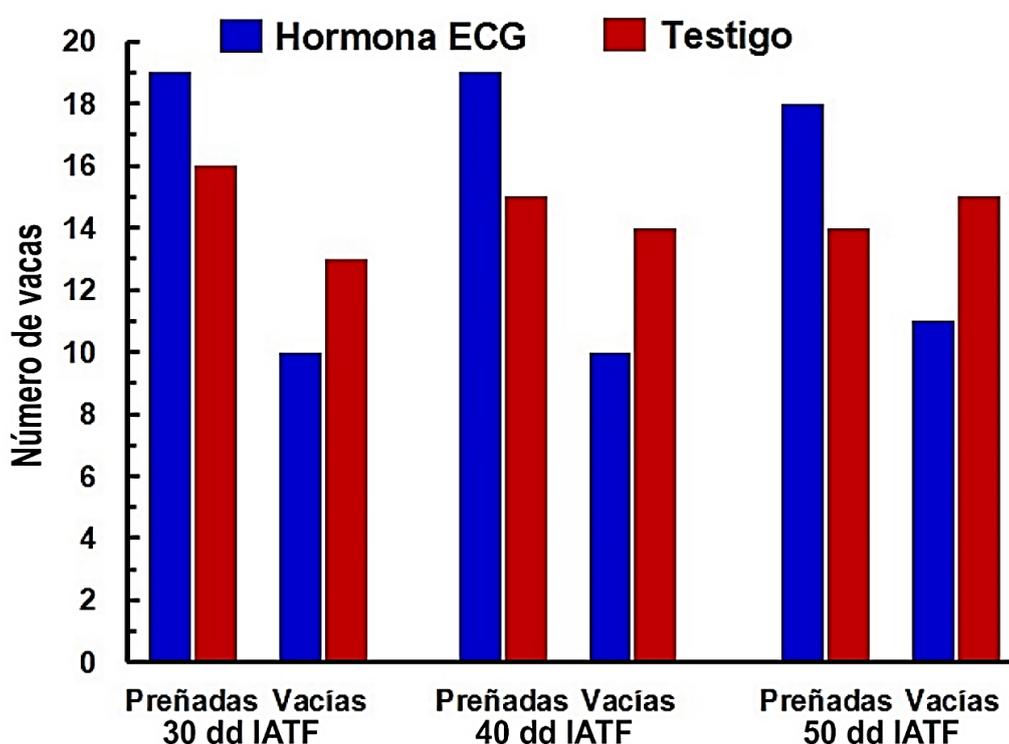
Los datos fueron organizados y tabulados a través de la herramienta ofimática Excel<sup>®</sup> y se procedió a la construcción de tablas y figuras derivados del análisis descriptivo de los datos. Las comparaciones entre tratamientos se realizaron a través de la prueba de t Student para muestras independientes; mientras que las comparaciones de muertes embrionarias en los diferentes periodos evaluados se realizaron con la prueba de t Student para muestras pareadas. Dichos análisis se ejecutaron con el software estadístico de InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2020).

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Efecto de la hormona eCG sobre la muerte de embriones

La variación de la condición reproductiva de vacas Girolando durante la investigación se puede visualizar en la Figura 4.1, donde se muestra similar tendencia tanto para las vacas preñadas como las vacías, para ambos tratamientos, para los 30, 40 y 50 días después de la inseminación artificial.

A los 30 días después de la IATF, se puede observar en la Figura 4.1, que de las 29 vacas tratadas con la hormona eCG, 19 de ellas, que representan el 65,5 %, resultaron preñadas; mientras que, las otras 10, que significan el 34,5% resultaron vacías; por otro lado, en relación al testigo sin aplicación de la hormona, se puede observar para este mismo intervalo, de las 29 vacas involucradas en la investigación, 16 que constituyen el 55,4 %, resultaron preñadas y las otras 15, correspondiente al 44,8 % resultaron vacías.



**Figura 4. 1.** Variación de la condición reproductiva de vacas Girolando tratada y no tratada con ECG a los 30, 40 y 50 días después de la inseminación artificial a tiempo fijo (dd IATF).

Para los 40 días después del IATF, se puede observar que 19 de las 29 vacas que recibieron la aplicación de la hormona eCG, el 65,5 % se mantienen preñadas; mientras que, 10 vacas que expresan el 34,5 % de la muestra, se mantienen vacías, aun con el tratamiento de la hormona coriónica; en relación al testigo sin la aplicación de la hormona eCG, se constató que en 15 de las 29 vacas, correspondiente al 51,7% resultaron preñadas después del IATF y que en las otras 14, que conciernen al 48,3 % resultaron vacías.

A los 50 días después del IATF, de las 29 vacas tratadas con la hormona, en 18 de ellas, pertenecientes al 62,1 % se mantiene preñadas, mientras que 37,9 % que representan a 11 animales, no lo estuvieron; para el testigo sin la aplicación de la hormona, se pudo constatar que entre las 29 vacas, 14 que enumeran el 48,2 % resultaron preñadas y las otras 15, que traducen el 51,7 % no resultaron preñadas en el tratamiento testigo sin la aplicación de la hormona coriónica.

La comparación de los valores de preñez por la prueba de t Student a 5% de probabilidad, entre los tratamientos con la aplicación o no de la hormona coriónica después de la inseminación artificial a tiempo fijo, indicada en la Tabla 4.1, no permitió detectar diferencias entre los tratamientos. En otras palabras, desde el punto de vista estadístico las variaciones presentadas entre los dos tratamientos, a los treinta días no representan argumento estadístico aplicado a la biología de la condición reproductiva entre la aplicación o no de la hormona después de la inseminación artificial a tiempo fijo en vacas Girolando.

**Tabla 4. 1.** Prueba t Student para la condición reproductiva de vacas Girolando tratadas y no tratadas con ECG a los 30 días después de la inseminación artificial a tiempo fijo (dd IATF).

<b>Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>Promedio</b>	<b>Varianza</b>	<b>T</b>	<b>P</b>
<b>ECG</b>	29	0,655	0,234	0,796	0,215 ns
<b>Testigo</b>	29	0,552	0,256		

ns = no significativo

Cuando se compara la evolución de la tasa de preñez a través del tiempo, no se encontraron cambios durante el periodo entre los 30 y 40 días después de la IATF (Tabla 4.2), por la prueba pareada de t Student a 5% de probabilidad. Similarmente, ocurre este mismo tipo de comportamiento cuando son analizados los valores de la diferencia entre los 40 y 50 días (Tabla 4.3), lo cual implica que la aplicación de la hormona coriónica equina no generó un impacto importante en las pérdidas por muerte embrionaria.

**Tabla 4. 2.** Prueba t Student para la condición reproductiva de vacas Girolando tratadas con eCG a los 30 y 40 días después de la inseminación artificial a tiempo fijo (dd IATF).

Tratamiento	N	30 dd IATF	40 dd IATF	Diferencia promedio	Desv. Estándar de diferencias	T	P
Con eCG	29	0,655	0,655	0	0	--	--
Sin eCG	29	0,552	0,517	0,034	0,507	1,00	0,163 ns

ns = no significativo

**Tabla 4. 3.** Prueba t Student para la condición reproductiva de vacas Girolando tratadas con eCG a los 40 y 50 días después de la inseminación artificial a tiempo fijo (dd IATF).

Tratamiento	N	40 dd IATF	50 dd IATF	Diferencia promedio	Desv. Estándar de diferencias	T	P
Con eCG	29	0,655	0,621	0,034	0,486	1,00	0,163 ns
Sin eCG	29	0,517	0,483	0,034	0,509	1,00	0,163 ns

ns = no significativo

Estos resultados concuerdan con los de Tafur y Valderrama (2021), quienes no encontraron diferencias estadísticas entre vacas tratadas y no tratadas, pero reportaron que el tratamiento con hormona gonadotrofina coriónica equina (eCG) presentó mayor porcentaje de vacas preñadas. Por su parte, Errico *et al.* (2016) indican que la administración de eCG en el día del retiro del dispositivo mejoró significativamente el porcentaje de preñez en los días 30 y 55 post IATF, independientemente si se utilizó o no eCG en el día 16. La mejoría observada en el porcentaje de preñez en los animales que recibieron eCG, fue coincidente con resultados de Menchaca *et al.* (2013) quienes registraron un 62,1% de preñez para

los animales que recibieron eCG y de 48,3% para los no tratados; similar a lo reportado por Núñez *et al.* (2011) quienes informaron valores de 65,2% y 34,8% según recibieron o no eCG.

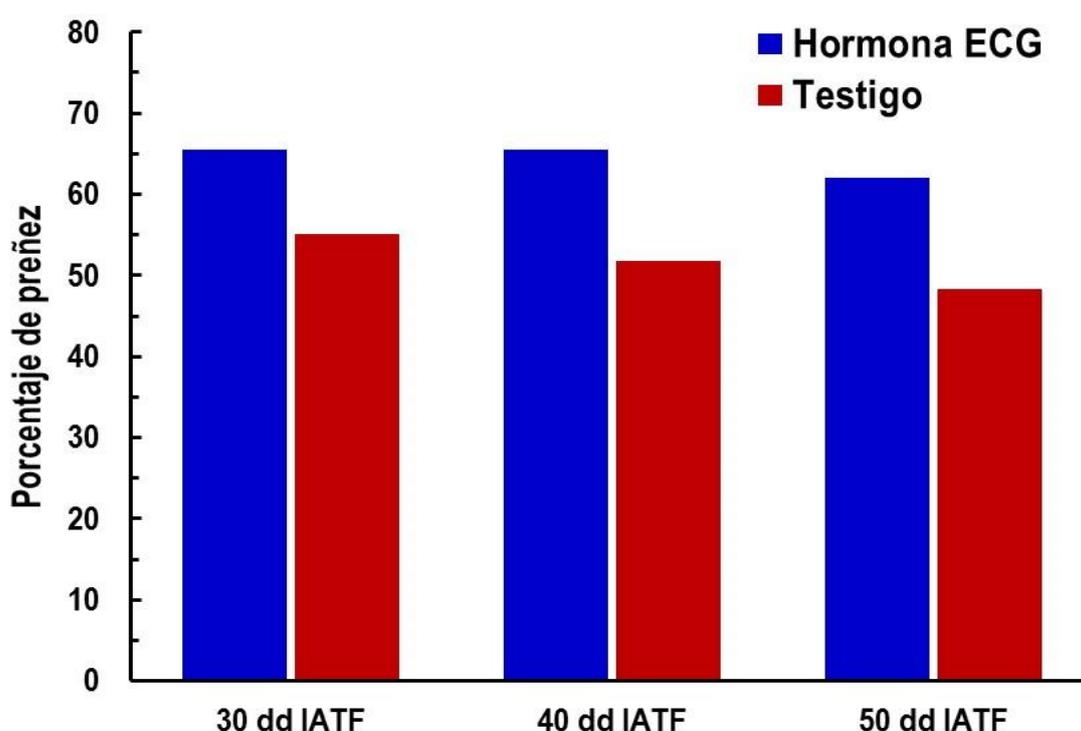
Similarmente, López-Chavarría (2018) determinaron que la administración de 400 UI de eCG al momento de la IA y/o seis días post-IA no tuvo efecto en el diámetro del cuerpo lúteo, diámetro de Folículos, cantidad de cuerpos lúteos ni cantidad de folículos observados y medidos por medio de ultrasonografía en los días 6, 7 y 8 post-IA, ni efecto en los porcentajes de gestación a los 45 días post-IA en vacas de carne.

En contraste, en evaluaciones de la respuesta de vacas sometidas a protocolos de sincronización de la ovulación, Espinoza (2010) introdujo la aplicación de 500 UI de gonadotropina coriónica equina (eCG) al día 7 de la inseminación, encontrando diferencias estadísticas significativas a favor de dicho tratamiento con una tasa de preñez del 69 % con respecto al testigo que fue del 36 %. Por su parte, Carrasco-Poma (2020) reportó que las vacas tratadas con gonadotropina coriónica equina (eCG), presentaron una tasa de concepción superior con 84 % de vacas gestantes, mientras que el grupo de vacas tratadas con PGF2 $\alpha$ +BE alcanzaron una tasa de concepción menor de 68 %; la muerte embrionaria en las vacas sometidas al tratamiento control fue de 12 %, mientras al aplicar la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG), no se registró muerte embrionaria.

En análisis a lo investigado y por la experiencia tanto en este trabajo como a nivel profesional aunque aparentemente no existe diferencia de muerte embrionaria de un grupo a otro si podemos observar que en el grupo tratamiento gracias a la aplicación de la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG) en el día 20, existe una diferencia de preñez de un grupo a otro pudiendo haber una gran posibilidad de muerte en el grupo testigo del día 20 al 30 influyendo así directamente la eCG en el grupo tratamiento como prevención a la muerte embrionaria.

## 4.2. Porcentaje de preñez lograda con la aplicación de eCG

En promedio el porcentaje de preñez para las vacas Girolando tanto a los 30 como a los 40 días después de la inseminación artificial a tiempo fijo y que recibieron la aplicación de la hormona coriónica fue de 65,5 %; mientras que para la los 50 días ese porcentaje disminuyó 62,1 %; por otro lado, el porcentaje de vacas preñadas después de la inseminación artificial a tiempo fijo en el tratamiento sin la aplicación de la hormona eCG, para los treinta días se registró 55,2 %, a partir de esa data los valores disminuyen a 51,7 % a los 40 días y a 48,3 a los 50 días después del IATF (Figura 4.2).



**Figura 4. 2.** Porcentaje de preñez de vacas Girolando tratadas y no tratadas con ECG a los 30, 40 y 50 días después de la inseminación artificial a tiempo fijo (dd IATF).

Como se mostró en las tablas desde la 4.2 y 4.3, donde no se detectaron diferencias significativas por la prueba pareada de t Student a 5% de probabilidad para los dos tratamientos en los cuales se realizó la IATF y después se aplicó o no la hormona coriónica, es conveniente analizar si esa pérdida promedio de preñez registrada en el tratamiento testigo que paso de 55,2 a 48,3 % no es de importancia económica para las fincas ganaderas; mientras que, la variación de preñez con el tratamiento de la hormona va de al 65,5% en el tratamiento con la hormona eCG a 62,1%.

La repercusión económica del tratamiento se podría visualizar de la siguiente manera: en las vacas Girolando que recibieron el tratamiento con la hormona en relación al testigo se logra a los 30 días post IATF 10,3 % de preñez (65,5-55,2); mientras que sin la hormona, a los 50 días esa variación fue de 6,9% (55,2-48,3). Ese porcentaje final de aproximadamente el 7 % resulta favorable, en la práctica de inseminación y repercute positivamente en la ampliación del rebaño, con la inclusión de la hormona coriónica en el plan de manejo de las vacas en gestación.

Estos resultados fueron similares a los reportados por Ferreira *et al.* (2013), quienes determinaron que la tasa de preñez no se vio afectada por el uso de eCG suplementario, concordante con los resultados de Pulley *et al.* (2013) después del uso de eCG en vacas lecheras; sin embargo, Castro-Piña (2022) reportó un 57.5% de preñez en vacas donde se aplicó eCG, estadísticamente superior al 42.5% de preñez del tratamiento sin eCG.

### **4.3. Niveles séricos de progesterona**

Como se mencionó anteriormente, la tasa de preñez fue determinada a través de ecografía; sin embargo, la evaluación de niveles séricos de progesterona también es una metodología válida y de mucha utilidad para la confirmación de dicho estado, pero tiene como limitante sus altos costos de implementación.

De manera ilustrativa, en la Tabla 4.4 se muestran los niveles séricos de progesterona (ng/mL) de vacas Girolando tratadas y no tratadas con ECG a los 30, 40 y 50 días después de la inseminación artificial a tiempo fijo. En las vacas que mantienen una condición reproductiva de preñadas, la tendencia fue de obtener niveles de progesterona ligeramente más elevados a través del tiempo; en el caso de las vacas que tienen una pérdida embrionaria, ocurre una disminución drástica de los niveles P4 entre un periodo y otro (caso de la vaca "Negra 40", en la cual ocurrió la muerte embrionaria entre los 30 y 40 días), lo cual permite estimar el momento en el cual ocurre la muerte embrionaria; por su parte, en las vacas donde no ocurrió la fertilización durante el proceso IATF, los niveles séricos de progesterona se mantienen bajos a través del tiempo.

En contraste con estos resultados, Prieto *et al.* (2022) reportan que los niveles de progesterona sérica no fueron estadísticamente diferentes entre preñadas y vacías,

las mayores concentraciones de progesterona encontradas en las que resultaron vacas vacías pudieron haber afectado negativamente sobre la tasa de preñez (300 UI y 0 UI), excepto en aquellas vacas que recibieron 400 UI, en las que dichas concentraciones no afectaron la tasa de preñez.

**Tabla 4. 4.** Niveles séricos de progesterona (ng/mL) de vacas Girolando tratadas y no tratadas con ECG a los 30, 40 y 50 días después de la inseminación artificial a tiempo fijo (dd IATF).

Nombre	Tratamiento	Niveles de Progesterona (ng/mL)			Estado Reproductivo
		30 dd IATF	40 dd IATF	50 dd IATF	
104	ECG	7,20	7,90	9,11	Preñada
Chumica	ECG	6,24	8,81	9,24	Preñada
La Charo 906.6	ECG	8,60	7,54	10,32	Preñada
Magdalena 019	ECG	8,40	11,29	10,37	Preñada
Juliana	ECG	0,20	0,24	0,22	Vacía
La Chonta	Testigo	5,10	7,23	8,50	Preñada
Rumba 422.5	Testigo	6,68	8,12	7,98	Preñada
Gema 053	Testigo	8,80	9,10	9,35	Preñada
Negra 40	Testigo	7,26	0,20	0,18	Vacía
Farofa	Testigo	0,26	0,02	0,02	Vacía

Asimismo, Spencer *et al.* (2015) demostraron que un aumento temprano en la secreción de progesterona del CL inducido por el primer tratamiento con eCG al retirar el dispositivo, puede mejorar el entorno uterino para estimular el desarrollo embrionario y la producción de interferon, lo que a su vez mejoraría el reconocimiento materno del embarazo.

Estudios previos mostraron que un aumento en las concentraciones de progesterona circulante durante la primera semana después de la ovulación estimula efectivamente el agrandamiento del embrión y la secreción de interferón, favoreciendo el mantenimiento del embarazo (Carter *et al.*, 2008; O'hara *et al.*, 2014; O'hara *et al.*, 2016). En consecuencia, las concentraciones altas de progesterona sérica durante las primeras dos semanas de gestación se asocian con mayores tasas de embarazo (Lonergan *et al.*, 2016). Núñez-Olivera *et al.* (2018) El eCG administrado el día 14 después de la IATF aumentó las concentraciones de progesterona sérica durante el período crítico de gestación en vacas en anestro, y este segundo tratamiento con eCG ejerció un efecto positivo para lograr la gestación.

#### **4.4. Costos de aplicación de la hormona coriónica equina.**

El costo de aplicación de cada dosis de eCG es de 4,16 US\$, lo cual genera un costo total de 12,48 US\$ para todo el tratamiento. En el tratamiento testigo, las pérdidas embrionarias encontradas entre un periodo y otro fueron de un embrión en cada etapa, lo cual no resultó significativo desde el punto de vista estadístico; sin embargo, habría que considerar el enfoque económico de mantener vacas vacías dentro del predio.

La eficiencia reproductiva está relacionada con la rentabilidad en una finca de cría de ganado bovino. Martínez *et al.* (2021) afirman que una vaca vacía del programa anterior de cría genera costos estimados en 10 veces más al comienzo de la estación reproductiva. Ibendahl y Anderson (2001) explicaron como razones para mantener una vaca vacía serían, entre otros, el valor económico de las vaquillas de reemplazo, más el precio del ternero destetado y el costo de mantenimiento de la vaca; además, Torres-Aburto *et al.* (2020) concluyeron que el aumento del intervalo entre parto conducía hacia una disminución en el número de terneros por año, reduciendo la rentabilidad y estabilidad de la unidad de producción.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

La aplicación de la hormona eCG no tuvo efectos significativos sobre el número de embriones muertos durante la etapa embrionaria; además, tampoco sobre los niveles séricos de progesterona de vacas Girolando tratadas o no con eCG.

La aplicación de la hormona eCG a los 20, 30 y 40 dd IATF generó el porcentajes de preñez de 65,5 % el cual se redujo a 62,1 % a los 50 días después de la inseminación, lo cual fue estadísticamente similar a la reducción en el tratamiento testigo, de 55,2 a 51,7 %.

El costo de aplicación de cada dosis de eCG es de 4,16 US\$, lo cual genera un costo total de 12,48 US\$ para todo el tratamiento constituido por una dosis a los 20, 30 y 40 dd IATF.

### **5.2. RECOMENDACIONES**

Evaluar diferentes dosis de eCG en próximas investigaciones.

Al existir diferencia en la primera aplicación de eCG entre el día 20 y día 30 post IATF se recomienda seguir evaluando la hormona en este período.

Evaluar los costos que conllevan tener vacas vacías en el hato ganadero en futuras investigaciones.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ahumada, M., Blanco, A. (2014). *Mejoramiento reproductivo mediante un programa de inseminación artificial a tiempo fijo en ganado bovino en el piedemonte araucano, Colombia* (Tesis en especialización bovina. Universidad Nacional de Córdoba. Colombia). Disponible en <http://www.iracbiogen.com/wp-content/uploads/2019/07/T.F.Ahumada-Miller.pdf>
- Alba, L., Silveira, E. (2006). La leucorrea vaginal bovina de carácter no inflamatorio y su significación clínica. REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 7(10), 1-29.
- Alberio, D., Butler, H. (2017). Mortalidad embrionaria en bovinos para carne ¿Es posible disminuirla? Revista CEBU. Consultado el 30 Oct. 2020, de: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/mortalidad-embrionaria-bovinos-carne-t40670.htm>
- Arana, C., Ramos, O., Llapapasca, N., Delgado, A. (2021). Mortalidad embrionaria tardía en ganado lechero altoandino. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32(3).
- Ayalon N. A review of embryonic mortality in cattle (1978). *J. Reprod. Fertil.* 54:483-493.
- Barrios, H. (2012). *Utilización de lavado uterino con solución salina isotónica para el diagnóstico de metritis subclínica en vacas lecheras* (Tesis de Licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala) Repositorio institucional USAC. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/2384/1/Tesis%20Med%20Vet%20Hamilton%20Barrios.pdf>
- Bartolomé, J. A. (2009). Mortalidad embrionaria y fetal temprana de origen no infeccioso en vacas lecheras. *In 8º Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Córdoba, Argentina (pp. 1-10).
- Bartolomé, J. A., Wallace, S. P., de la Sota, R. L., Thatcher, W. W. (2012). The effect of administering equine chorionic gonadotropin (eCG) and human

chorionic gonadotropin (hCG) post artificial insemination on fertility of lactating dairy cows. *Theriogenology*, 78(5), 1110-1116.

Baruselli, P. S., Reis, E. L., Marques, M. O., Nasser, L. F., Bó, G. A. (2004). The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrus beef cattle in tropical climates. *Animal Reproduction Science*, 82, 479-486.

Bavera, G. A.; Peñafort, C. (2005). Cursos de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC. Consultado en octubre 2021. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/frame%20score/11-tamano\\_o\\_frame.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/frame%20score/11-tamano_o_frame.pdf)

BonDurant, R. H. (2007). Selected diseases and conditions associated with bovine conceptus loss in the first trimester. *Theriogenology*, 68(3), 461-473.

Botana, L. M., Landoni, F., y Jiménez, T. M. (2002). Farmacología y terapéutica veterinaria. McGraw-Hill Interamericana.

Carrasco-Poma, J. L. (2020). *Efecto de la gonadotropina corionica equina (ECG), sobre la tasa de concepción en vacas Holstein, sincronizadas con prostaglandina y benzoato de estradiol e inseminadas a tiempo fijo* (Trabajo de grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). Ecuador. 67 p.

Carter, F., Forde, N., Duffy, P., Wade, M., Fair, T., Crowe, M. A., Lonergan, P. (2008). Effect of increasing progesterone concentration from Day 3 of pregnancy on subsequent embryo survival and development in beef heifers. *Reproduction, Fertility and Development*, 20(3), 368-375.

Carvajal, A. y Kerr, B. (2015). *Factores genéticos que influyen la composición de la leche bovina*. (En línea). Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA. Remehue. Consultado, 30 de oct. Disponible en <http://bit.ly/2uLh8Qz>

Castro-Piña, R. B. (2022). *Efecto de la gonadotropina coriónica equina (eCG) en la tasa de preñez en vacas raza Charolais con protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en condiciones de altitud*. (Trabajo de Grado, Universidad Politécnica Salesiana). 56 p.

- Catena, M. (2014). Mortalidad embrionaria bovina. Conference: Seminario Internacional "Nuevas biotecnicas reproductivas aplicadas en la produccion del ganado bovino". Doi: 10.13140/2.1.2328.2884.
- Cavestany, D. (2010). Inducción de celos e inseminación artificial en vacas de leche en anestro. Una nueva aproximación a un viejo problema. *Taurus*, 12(45):24-34.
- Cutaia, L., Ramos, M., Chasta, M. y 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, pp 45.
- De Rensis, F., y López, F. (2014). Uso de gonadotropina coriónica equina para controlar la reproducción de la vaca lechera. *Revista Reproducción de Animales Domésticos*, XL, 177-182.
- Dejarnette, M.; Nebel, R. (2016). Anatomia y fisiologia de la reproduccion bovina. Select sires. SS135-0106-5.0. Disponible en: [http://www.selectsires.com/dairy/spanresources/reproductive\\_anatomy\\_spanish.pdf](http://www.selectsires.com/dairy/spanresources/reproductive_anatomy_spanish.pdf).
- Di Rienzo J, Casanoves F, Balzarini M, González L, Tablada M, Robledo C. (2020). InfoStat versión 2020 (Software). Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Diskin, M. G., Morris, D. G. (2008). Embryonic and early foetal losses in cattle and other ruminants. *Reproduction in Domestic Animals*, 43, 260-267.
- Dunne, L. D., Diskin, M. G., & Sreenan, J. M. (2000). Embryo and fetal loss in beef heifers between day 14 of gestation and full term. *Animal reproduction science*, 58(1-2), 39-44.
- Errico, S., Insaugarat, J., Uslenghi, G., & Callejas, S. S. (2016). Efecto de la gonadotropina coriónica equina sobre el porcentaje de preñez y pérdidas embrionarias en vacas Braford. *Revista veterinaria*, 27(2), 121-123.

- Espinosa M. (2010). *Efectos de diferentes protocolos para IATF sobre la tasa de preñez aplicados en ganado lechero* (Trabajo de grado, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba) Córdoba. 58 p.
- Espinoza-Villavicencio, J. L., Palacios-Espinosa, A., Ortega-Pérez, R., Guillén-Trujillo, A., Manríquez-Hirales, E. (2021). Inseminación artificial a tiempo fijo y reinseminación de vacas para carne tratadas con y sin gonadotropina coriónica equina. *Nova scientia*, 13(27).
- Ezequiel L, (2015) *Comparación entre uso de semen fresco versus congelado en programas de IATF*. (Trabajo de grado, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad nacional de Córdoba) Córdoba. 83 p.
- Ferreira, R. M., Ayres, H., Sales, J. N. S., Souza, A. H., Rodrigues, C. A., Baruselli, P. S. (2013). Effect of different doses of equine chorionic gonadotropin on follicular and luteal dynamics and P/AI of high-producing Holstein cows. *Animal reproduction science*, 140(1-2), 26-33.
- Ferrucho, Y., Lopera, R. (2018). *Muerte embrionaria en bovinos* (Trabajo de Grado, Facultad De Ciencias de la Salud, Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Cooperativa de Colombia), Villavicencio. Repositorio institucional UCC. <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/4113>
- González-Stagnaro, C. (2001). Parámetros, cálculos e índices aplicados en la evaluación de la eficiencia reproductiva. *Reproducción Bovina*, 203-247.
- Gutiérrez-Añez, J. C., Palomares-Naveda, R., Sandoval-Martínez, J., De Ondíz-Sánchez, A., Portillo-Martínez, G., & Soto-Belloso, E. (2005). Uso del protocolo ovsynch en el control del anestro postparto en vacas mestizas de doble propósito. *Revista Científica*, 15(1), 7-13.
- Humbolt, P. (2002). Use of pregnancy specific proteins and progesterone assays to monitor pregnancy and determine the timing, frequencies and sources of embryonic mortality in ruminants. *Theriogenology* 56, 1417-1433.

- Ibendahl, G.; Anderson, J. Open Cow Replacement Decisions: an Application of Asset Replacement Theory. Western Agricultural Economics Association Annual Meetings. 2001. <https://ageconsearch.umn.edu/record/36184>
- Lonergan, P., Forde, N., Spencer, T. (2016). Role of progesterone in embryo development in cattle. *Reproduction, Fertility and Development*, 28(2), 66-74.
- López-Chavarría, R. M. (2018). Efecto de la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG) post inseminación en vacas de carne. Trabajo de grado. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 50 p.
- Marizancén, M. A., Artunduaga, L. (2017). Mejoramiento genético en bovinos a través de la inseminación artificial y la inseminación artificial a tiempo fijo. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 8(2), 247-259.
- Martínez, A., Moreno, G., y Cruz, A. (2012). Actualización de la neosporosis bovina. *Conexión Agropecuaria JDC*, 2(1), 49-66. Recuperado a partir de <https://jdc.edu.co/revistas/index.php/conexagro/article/view/340>
- Martínez, J. F., Galina, C. S., Rubio, I., Balam, W. L., & Corro, M. D. (2021). Evaluación reproductiva y costos en programas de empadre estacional con *Bos indicus* en trópico mexicano. *Revista MVZ Córdoba*, 26(2).
- Menchaca, A., Núñez, R., Wijma, R., García Pintos, C., Fabini, F., De Castro, T. (2013). Como mejorar la fertilidad de los tratamientos de IATF en vacas *Bos taurus*. In 10<sup>o</sup> Simposio Internacional de Reproducción Animal, Córdoba, Argentina (pp. 103-133).
- Meneghetti, M., Sá Filho, O. G., Peres, R. F. G., Lamb, G. C., & Vasconcelos, J. L. M. (2009). Fixed-time artificial insemination with estradiol and progesterone for *Bos indicus* cows I: basis for development of protocols. *Theriogenology*, 72(2), 179-189.
- Motta, J. L., Waltero, I., Abeledo, M. A. (2013). Prevalencia de anticuerpos al virus de la diarrea viral bovina, Herpesvirus bovino 1 y Herpesvirus bovino 4 en

- bovinos y búfalos en el Departamento de Caquetá, Colombia. *Revista de Salud Animal*, 35(3), 174-181.
- Motta, J. L., Waltero, I., Abeledo, M. A., Miranda, I., Campos, R. (2014). Principales trastornos reproductivos en búfalas y vacas en hatos mixtos y de una especie en el departamento de Caquetá, Colombia. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 61(3), 228-240.
- Núñez R, Castro D, García PC, Bó G, Menchaca A. 2011. Respuesta ovulatoria y luteal luego de una dosis de eCG al finalizar un tratamiento para IATF en vacas de carne en anestro. *Anales IX Simposio Internacional de Reproducción Animal*, Córdoba (Argentina), p. 339.
- Núñez-Olivera, R., de Castro, T., Bó, G. A., Piaggio, J., Menchaca, A. (2018). Equine chorionic gonadotropin administration after insemination affects luteal function and pregnancy establishment in postpartum anestrous beef cows. *Domestic Animal Endocrinology*, 62, 24-31.
- O'hara, L., Forde, N., Carter, F., Rizos, D., Maillou, V., Ealy, A. D., Lonergan, P. (2014). Paradoxical effect of supplementary progesterone between Day 3 and Day 7 on corpus luteum function and conceptus development in cattle. *Reproduction, Fertility and Development*, 26(2), 328-336.
- O'Hara, L., Forde, N., Duffy, P., Randi, F., Kelly, A. K., Valenza, A., Lonergan, P. (2016). Effect of combined exogenous progesterone with luteotrophic support via equine chorionic gonadotrophin (eCG) on corpus luteum development, circulating progesterone concentrations and embryo development in cattle. *Reproduction, Fertility and Development*, 28(3), 269-277.
- Orellana, S. (2015). *Efectos de la Gonadotropina coriónica equina (eCG) en la tasa de preñez con protocolos de IATF en vacas Brown swin* (Tesis de grado. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca). Repositorio institucional UPS. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8129/1/UPS-CT004903.pdf>
- Ortiz, N. (2019). *Perdida embrionaria en bovinos* (Trabajo de Grado, Facultad De Ciencias de la Salud, Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad

Cooperativa de Colombia, Ibagué). Repositorio institucional UCC.  
<https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/14411>

Pérez-Wallace, S. M. (2013). *Tratamientos hormonales para reducir pérdidas de gestación en vacas lecheras* (Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Pampa) Argentina. 89 p.

Peter, A., Vos, P y Ambrose, D., (2009). Postpartum anestrus in dairy cattle. *Theriogenology*, 71(9):1333-42. doi: 10.1016/j.theriogenology.2008.11.012

Ponce, H. R., Reyes, L. O., Andrade, L. H., Aparicio, E. D., García, J. A. E., Hernández, G. N., López, F. D. J. R. (2009). Producción de leche de bovino en el sistema de doble propósito. *Centro de Investigación Regional Golfo-centro. Libro Técnico*, 23.

Prieto, P. N., Etchepare, P. B., Vispo, P. E., Stharinger, R. C., Bordón, Á. (2022). Diferentes dosis de eCG al retiro del dispositivo en IATF en vacas braford en la provincia de Formosa: Different doses of eCG at device withdrawal in IATF in braford cows in the province of Formosa. *South Florida Journal of Development*, 3(2), 2561-2564.

Salazar, D. S. M., Yáñez-Ortiz, I. P., Bolaños, R. F. D. (2020). Protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo con diferentes inductores de la ovulación en vacas criollas. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*, 4(3), 63-70.

Silva, P. R. B., de Souza, M. A., dos Santos, S. F., de Oliveira, R. P., dos Santos, R. M. (2011). Regulação farmacológica do ciclo estral de bovinos. *Pubvet*, 5, Art-1251.

Spencer T.E., Forde N., Lonergan P. (2015). The role of progesterone and conceptus derived factors in uterine biology during early pregnancy in ruminants. *J Dairy Sci* 2015:1–10. doi:10.3168/jds.2015-10070.

Suarez, A. (2015). *Eficiencia de la inseminación artificial al primer servicio por la técnica transvaginal en hembras bovinas de la hacienda el prado* (Tesis Médico Veterinario, Universidad Técnica de Ambato) Repositorio institucional UTA. <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/>

18363/1/Tesis%2032%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-  
CD%20350.pdf

- Tafur, G. A., Valderrama, N. L. M. (2021). Concepción en inseminación artificial a tiempo fijo con y sin hormona gonadotrofina coriónica equina. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 4(2), 26-30.
- Torres-Aburto VF, Domínguez-Mancera B, Vázquez-Luna D, Espinosa Ortiz VE. (2020). Cost of the calving interval in tropical bovine production in southeastern Mexico. *Agro Product*. 13(7):45–51 <https://doi.org/10.32854/agrop.vi.1651>
- Tovio, N. (2011). *Efectos de la aplicación de eCG (Día 5 u 8) sobre el desarrollo del cuerpo lúteo, nivel de progesterona y tasa de preñez en hembras receptoras de embriones bovinos*. (Tesis maestría, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, Colombia. Repositorio institucional UNAL. <http://bdigital.unal.edu.co/4235/1/780179.2011.pdf>
- Vanroose, G., A de Kruif., A Van Soom. (2000). Embryonic mortality and embryo - pathogen interactions. *Animal Reproduction Science* 60, 131-143.
- Walsh, S., Williams, E., Evans, A. (2011). A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. *Animal Reproduction Science*, 123(3-4), 127-138. doi: 10.1016/j.anireprosci.2010.12.001
- Wattiaux, M. (2000). *La función reproductiva del ganado lechero. Esenciales Lecheras. Reproducción y Selección Genética. La Función Reproductiva*. El Instituto Babcock para el Desarrollo y la investigación Internacional de la lechería de la Universidad de Wisconsin. Consultado el 5 de noviembre 2020, de [https://nydairyadmin.cce.cornell.edu/uploads/doc\\_102.pdf](https://nydairyadmin.cce.cornell.edu/uploads/doc_102.pdf)
- Wiltbank, M.C., Baez, G.M., Garcia-Guerra, A., Toledo, M.Z., Monteiro, P.L.J., Melo, L.F., Ochoa, J.C., Santos, J.E.P.; Sartori, R. 2016. Pivotal periods for pregnancy loss during the first trimester of gestation in lactating dairy cows. *Theriogenology* 86: 239–253.

Yáñez-Avalos, D. O., López-Parra, J. C., Moyano-Tapia, J. C., Quinteros-Pozo, R. O.; Marini, P. R. (2018). Inseminación artificial a tiempo fijo en vacas con proestro prolongado de 60 y 72 horas. *Agronomía Mesoamericana*, 29(2), 363-373.

## ANEXOS

### Anexo 1. Inicio de Protocolo



### Anexo 2. Inseminación Artificial a tiempo fijo



### Anexo 3. Chequeo Ginecológico día 30



### Anexo 4. Determinación de preñez día 40

