



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

**“EVALUACIÓN DE LA TASA DE PREÑEZ EN VACAS CON CRÍA AL PIE
UTILIZANDO GnRH vs E2 AL INICIO DE UN PROTOCOLO DE
SINCRONIZACIÓN E2-P4-PGF2alfa”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

título de Médico Veterinario

AUTOR: JHON DIEGO MARTÍNEZ LUNA

TUTOR: FROILÁN PATRICIO GARNICA MARQUINA, MSC.

Cuenca - Ecuador

2025

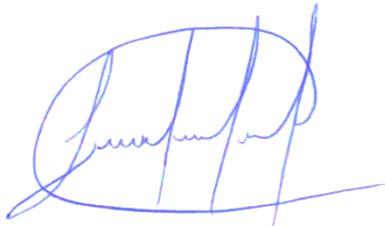
**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Jhon Diego Martínez Luna con documento de identificación N° 1106038894 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, 24 de febrero del 2025

Atentamente,



Jhon Diego Martínez Luna

1106038894

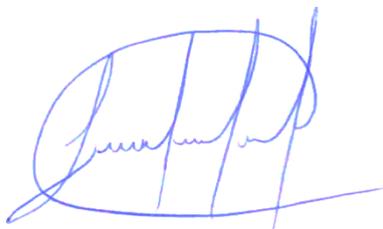
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Jhon Diego Martínez Luna con documento de identificación N° 1106038894, 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: “Evaluación de la tasa de preñez en vacas con cría al pie utilizando GnRH vs E2 al inicio de un protocolo de sincronización E2-P4-PGF2alfa”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Médico Veterinario, 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, 24 de febrero del 2025

Atentamente,



Jhon Diego Martínez Luna

1106038894

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: “EVALUACIÓN DE LA TASA DE PREÑEZ EN VACAS CON CRÍA AL PIE UTILIZANDO GnRH vs E2 AL INICIO DE UN PROTOCOLO DE SINCRONIZACIÓN E2-P4-PGF2alfa”, realizado por Jhon Diego Martínez Luna con documento de identificación N° 1106038894, 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, 24 de febrero del 2025

Atentamente,



Froilán Patricio Garnica Marquina, MSc.

0101650299

DEDICATORIA

A mi Dios, por haberme dado la protección y la fe necesaria para afrontar la vida y cada desafío que se me ha presentado.

De manera especial a mis queridos padres: Wilson Martínez e Hilda luna, quienes a lo largo de sus vidas me han inculcado valores y me han enseñado a ser una gran persona, su labor incondicional y esfuerzos incansables me han permitido que pueda realizar mi carrera universitaria, todo mi éxito se lo debo a ellos. A mis hermanos: David, Andrés y Santiago por apoyarme y estar siempre presentes. A mis abuelitos, gratas personas motivadoras y ejemplares que con su convicción y amor me han ayudado a crecer como persona, a toda mi familia por estar pendientes de mí, a mis amigos que he construido a lo largo de mi carrera, gracias por haber compartido conmigo y ser parte de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Siempre mi gratitud hacia mis padres, han sido ellos el motor de mi vida y quienes han velado por mi bienestar, son los responsables de la persona que soy hoy en día; a mis hermanos que siempre han contribuido con un granito de arena para que yo salga adelante, a mi hermano Santiago Martínez ha sido pilar fundamental de mi formación técnica y como ser humano, gracias a todos.

Al Dr. Patricio Garnica, por ser mi mentor, formador académico y tutor de la presente tesis que con su conocimiento y gran experiencia en el área de reproducción animal me ha orientado a lo largo de mi trabajo experimental.

De igual manera a todos mis docentes de la carrera de Medicina Veterinaria, con quienes tuve la oportunidad de aprender de sus experiencias y conocimientos.

A mis amigos y compañeros Diego Angamarca, Tania Pintado, Melannie Morales y Fernando Romero, por su gran amistad y apoyo durante estos años de carrera universitaria.

A todas las personas que de una u otra forma han aportado a mi vida para ayudarme a ser mejor cada día.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	13
ABSTRACT.....	14
1. INTRODUCCIÓN	15
1.1 Problema.....	16
1.2 Delimitación.....	16
1.2.1 Temporal	16
1.2.2 Espacial.....	16
1.2.3 Académica.....	17
1.2 Explicación del problema.....	17
1.3 Objetivos	18
1.3.1 Objetivo general.....	18
1.3.2 Objetivos específicos	18
1.4 Hipótesis.....	18
1.4.1 Hipótesis alternativa.....	18
1.4.2 Hipótesis nula.....	18
1.5 Fundamentación teórica	18
2. REVISIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL	19
2.1 Anatomía del aparato reproductor de la hembra bovina.....	19
2.1.1 Ovarios.....	19
2.1.2 Oviductos o trompas de Falopio	19
2.1.3 Útero	20

2.1.4	Cérvix o cuello uterino.....	20
2.1.5	Vagina	21
2.1.6	Vulva.....	21
2.2	Pubertad.....	21
2.3	Ciclo estral.....	22
2.4	Eje Hipotálamo – Hipófisis – ovarios	22
2.5	Fisiología del ciclo estral en la hembra bovino	23
2.6	Fases del ciclo estral.....	23
2.6.1	Proestro	24
2.6.2	Estro	24
2.6.3	Metaestro.....	25
2.6.4	Diestro.....	25
2.7	Hormonas de la reproducción bovina.....	25
2.7.1	Hormonas hipotalámicas	25
2.7.2	Hormonas adenohipofisarias.....	26
2.7.3	Hormonas gonadales y del tracto reproductor de la vaca	27
2.7.3.1	Estrógeno.....	27
2.8	Inseminación artificial.....	28
2.8.1	Ventajas y desventajas de la Inseminación Artificial	28
2.9	Sincronización de los celos	29
2.9.1	Tipos de protocolos de sincronización.....	29

2.10	Resumen del estudio del arte del problema	31
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
3.1	Materiales.....	32
3.1.1	Materiales físicos.....	32
3.1.2	Materiales Biológicos	33
3.1.3	Materiales químicos	33
3.1.4	Materiales de oficina	34
3.2	Metodología	34
3.4	Población y muestra	35
3.5	Operacionalización de variables.....	36
3.5.1	Variable dependiente (preñez)	36
3.5.2	Variables independientes: GnRH (hormona liberadora de gonadotrofinas) y E2 (estradiol).....	36
3.6	Consideraciones éticas	36
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
4.1	Efectividad de la aplicación de GnRH vs E2 sobre la tasa de preñez.....	38
4.2	Análisis económico de los tratamientos	42
4.3	Discusión.....	47
5.	CONCLUSIONES	49
6.	RECOMENDACIONES.....	50
7.	BIBLIOGRAFIA	51
8.	ANEXOS	54

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Cantón Gonzanamá.....	17
Ilustración 2. Hormonas hipofisiarias	23
Ilustración 3. Tasa de preñez del grupo A tratamiento con GnRH.....	38
Ilustración 4. Tasa de preñez del grupo B tratamiento con BE.....	39
Ilustración 5. Tasa de preñez de todo el hato	39
Ilustración 6. Tasa de preñez obtenida con el tratamiento A (GnRH) vs el tratamiento B (BE)	40
Ilustración 7.Presupuesto empleado de acuerdo con el tipo de gasto.....	44
Ilustración 8. Costo de tratamiento por animal.....	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ventajas y desventajas de la inseminación artificial	29
Tabla 2. Materiales físicos	32
Tabla 3. Materiales biológicos	33
Tabla 4. Materiales químicos	33
Tabla 5. Materiales de oficina	34
Tabla 6. Variable dependiente	36
Tabla 7. Variable independiente	36
Tabla 8. Distribución de los datos transformados a $(\sqrt{(X+0.5)})$ (Tratamientos "A" y "B")	41
Tabla 9. Análisis de "t Student"	42
Tabla 10. <i>Análisis de costo total</i>	42
Tabla 11. Presupuesto empleado en transporte, personal, alimentación y materiales de oficina	44
Tabla 12. Costo por animal del tratamiento A con GnRH.	45
Tabla 13. Costo por animal del tratamiento B con BE.....	46
Tabla 14. Tratamiento A con GnRH.....	54
Tabla 15. Tratamiento B con BE.....	55

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Hormonas y dispositivos empleados	56
Anexo 2. Materiales utilizados	56
Anexo 3. Aplicación del dispositivo intravaginal (DIB)	57
Anexo 4. Aplicación de hormonas	57
Anexo 5. Retiro de dispositivos intravaginales (DIB)	58
Anexo 6. Manifestación de celo.....	58
Anexo 7. IATF en vacas que se les administro BE	59
Anexo 8. IATF en vacas se les administró GnRH	59
Anexo 9. Chequeo ecográfico.....	60

RESUMEN

El presente trabajo investigativo se realizó en la ganadería “Los Arrayanes” ubicada en el cantón Gonzanamá Provincia de Loja; el objetivo de este experimento fue “Evaluar la tasa de preñez en vacas con cría al pie utilizando GnRH vs E2 al inicio de un protocolo de sincronización E2-P4-PGF2alfa”. La población total que se empleó para la investigación fueron 30 unidades experimentales con una condición corporal de 2.5 a 3.5 y un peso estimado entre 400 y 450 kilos. Las unidades experimentales fueron divididas en dos grupos; Grupo (A) conformado por 15 animales, se le aplicó 50 µg de acetato de Lecirelina en el día 0 del protocolo de sincronización, y el grupo (B), se le aplicó 2 mg de BE en el día 0 del protocolo de sincronización, con inseminación artificial a tiempo fijo. El diagnóstico de gestación se lo realizó 35 días post-IATF mediante chequeo ecográfico. El porcentaje de preñez total obtenido fue del 60% (18/30). Tratamiento A con aplicación de GnRH 53% (8/15) y tratamiento B con aplicación de BE 67% (10/15). Realizado el análisis estadístico con la aplicación del “t de Student”, se comprobó que no existieron diferencias estadísticas significativas, pese a que numéricamente si se observó una diferencia entre los dos tratamientos en cuanto a la tasa de preñez.

ABSTRACT

This research work was carried out in the "Los Arrayanes" cattle ranch located in the Gonzanamá canton, Province of Loja; the objective of this experiment was "To evaluate the pregnancy rate in cows with foot calving using GnRH vs E2 at the start of an E2-P4-PGF2alpha synchronization protocol". The total population used for the research was 30 experimental units with a body condition of 2.5 to 3.5 and an estimated weight between 400 and 450 kilos. The experimental units were divided into two groups; Group (A) made up of 15 animals, 50 µg of Lecirelin acetate was applied on day 0 of the synchronization protocol, and group (B), 2 mg of BE was applied on day 0 of the synchronization protocol, with fixed-time artificial insemination. The pregnancy diagnosis was made 35 days post-IATF by ultrasound check. The total pregnancy rate obtained was 60% (18/30). Treatment A with application of GnRH 53% (8/15) and treatment B with application of EB 67% (10/15). After performing the statistical analysis with the "t Student" test, it was found that there were no significant statistical differences, although numerically there was a difference between the two treatments in terms of pregnancy rate.

1. INTRODUCCIÓN

La ganadería juega un papel fundamental en la economía de las familias ecuatorianas, la industria lechera y cárnica han evolucionado con el transcurso de los años debido a la gran demanda que se presenta, por lo que los ganaderos se ven en la necesidad de implementar nuevas técnicas productivas y de mejoramiento genético, para obtener mejores resultados a corto y largo plazo. Entre estas técnicas se presenta los protocolos de sincronización del celo y la ovulación con inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), técnica que permite el uso de genética de gran calidad, sexado de animales, simplificando el intervalo generacional y obteniendo animales de alto valor genético y productivo en poco tiempo.

Obtener un ternero por vaca al año en un sistema de producción implica que, considerando los 365 días del año y restando los 283 días del periodo de gestación, las vacas deberían concebir nuevamente a los 82 días después de haber parido (Bó, y otros, 2005).

Para mejorar los resultados en la inseminación de vacas, es fundamental la detección del celo, ya que este es un factor clave que puede provocar errores y disminuir la eficiencia reproductiva. Se busca también reducir el tiempo dedicado a la inseminación, los encierros y los costos asociados. Es importante acortar el período de anestro postparto y mejorar la tasa de preñez, especialmente en vacas con crías al pie, que constituyen entre el 75 y el 80% del rodeo. Además, se pretende aumentar la proporción de vientres que se preñan en etapas tempranas y optimizar los kilos de terneros destetados (Raso, 2012).

En la realización de los protocolos de sincronización, se emplean diferentes hormonas de acuerdo con la necesidad y práctica. Entre estas encontramos a la GnRH, hormona que determina la reproducción, ya que sin su presencia no es posible un ciclo reproductivo normal.

Desde hace mucho tiempo con los experimentos realizados, se evidencia que el uso de la GnRH tiene una respuesta muy marcada entre vacas y vaquillonas obteniendo como resultado el 90% de ovulaciones en vacas en lactancia, respecto al 54% en vaquillonas (Pursley , Mee M, & Wiltbank, 1995).

1.1 Problema

Una de las principales limitantes en la ganadería es la ineficiencia reproductiva del hato y esta se puede dar por diversos factores, en este caso la producción lechera con un sistema tradicional en el cual la cría se mantiene al pie de su madre durante su periodo productivo constituye un gran inconveniente al momento de las presentaciones del estro, puesto que la cría provoca un anestro lactacional a la madre. Otra de las razones por la que pequeños ganaderos no emplean protocolos de sincronización, se debe a los altos costos de las hormonas; por lo que recurren a sistemas tradicionales como el uso de un toro reproductor. Cuando vamos a realizar protocolos de sincronización en vacas con cría al pie debemos tomar en cuenta ciertos aspectos que afectan a nuestros resultados, para posteriormente aplicar métodos que mejoren nuestros índices de concepción.

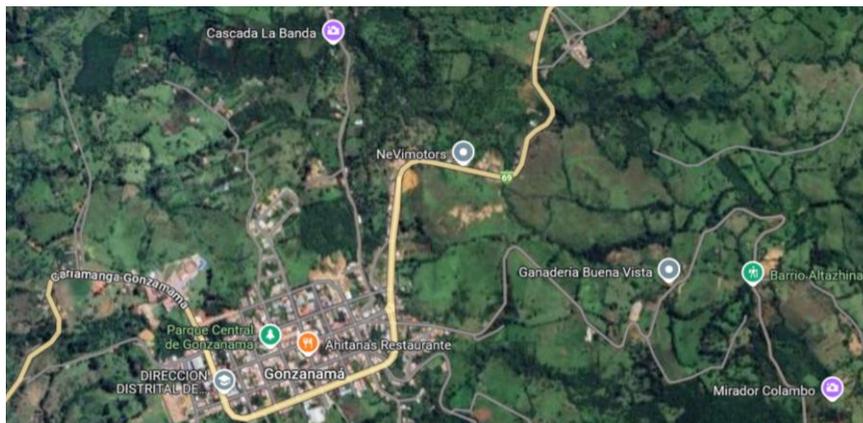
1.2 Delimitación

1.2.1 Temporal

El presente trabajo tuvo una duración de 400 horas distribuidas en el trabajo de campo (trabajo experimental) y redacción del informe final.

1.2.2 Espacial

La presente investigación se realizó en la ganadería “Los Arrayanes”, la cual se encuentra ubicada en el cantón Gonzanamá de la Provincia de Loja, a 4°13'23.9" de latitud Sur, 79°25'47.4" longitud Oeste, a 1870 m.s.n.m.

Ilustración 1. *Cantón Gonzanamá*

Fuente: (Google Maps, 2025)

1.2.3 Académica

Con el presente trabajo investigativo se pretende aportar al área de reproducción animal. Este enfoque es fundamental para mejorar el conocimiento y potencializar la producción en el campo de la reproducción bovina.

1.2 Explicación del problema

Existe la necesidad de realizar estas investigaciones en el cantón Gonzanamá, debido a que muchos productores utilizan el sistema tradicional en sus ganaderías, comúnmente se realiza el ordeño de vacas mestizas que en el mejor de los casos se les realiza un ordeño diario, permaneciendo con su cría durante un determinado periodo del día, tomando en cuenta que la base reproductiva que emplean es el toro, desconociendo su descendencia genealógica o dejándose guiar solo por las características fenotípicas, lo cual no asegura que las crías sean productivamente buenas; con los resultados obtenidos en este trabajo investigativo, incentivaremos a los ganaderos a emplear la mejor técnica reproductiva.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Evaluar la tasa de preñez en vacas con cría al pie utilizando GnRH vs E2 al inicio de un protocolo de sincronización E2-P4-PGF2alfa.

1.3.2 Objetivos específicos

- Comparar la tasa de preñez entre la GnRH y E2.
- Evaluar costo - beneficio de la presente investigación.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Hipótesis alternativa

El uso de GnRH y E2 al inicio de un protocolo de sincronización aumentan el porcentaje de la preñez.

1.4.2 Hipótesis nula

El uso de GnRH y E2 al inicio de un protocolo de sincronización no aumentan el porcentaje de la preñez.

1.5 Fundamentación teórica

El fundamento de esta investigación está orientada a la recopilación de datos, que contribuyan a tomar mejores decisiones sobre el uso de estos protocolos de sincronización a la vez concientizar con los ganaderos que el uso de estas técnicas no es malo, por el contrario, son efectivas cuando las usamos de la manera correcta y se pueden lograr importantes resultados en corto tiempo.

2. REVISIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL

2.1 Anatomía del aparato reproductor de la hembra bovina

Los órganos del aparato reproductor de la hembra bovina comprenden los ovarios, oviductos, útero, cuello uterino, vagina y genitales externos. El útero, se encuentra sostenido por el ligamento ancho. Este ligamento se constituye del mesoovario, que sostiene los ovarios; el mesosálpinx, que sostiene los oviductos; y el mesometrio, que sostiene el útero. En bovinos y ovinos, el ligamento ancho se inserta en la región dorsolateral del íleon, permitiendo que el útero se disponga de similar manera a los cuernos de un carnero, con la típica convexidad dorsal, mientras que los ovarios están cerca de la pelvis. Embriológicamente, el individuo en desarrollo presenta dos gónadas indiferenciadas en cuanto al sexo, así como sus dos pares de conductos que los diferencian: los de Müller o paramesonéfricos. También consta de un seno urogenital, un tubérculo genital y pliegues vestibulares. Desde una perspectiva genética, la determinación sexual, la gonadogénesis y el desarrollo de los órganos reproductivos accesorios son procesos naturales que definen el sexo del individuo en crecimiento (Hafez & Hafez, 2002).

2.1.1 Ovarios

El ovario, a diferencia del testículo, permanece en la cavidad abdominal. Realiza tanto funciones exocrinas (liberación de óvulos) como endocrinas (esteroidogénesis). El tejido predominante del ovario es la corteza. Las células germinales primordiales se originan fuera de la gónada y emigran a través del mesenterio al saco vitelino hacia las crestas genitales (Hafez & Hafez, 2002, pp. 13-14).

2.1.2 Oviductos o trompas de Falopio

Hafez y Hafez (2002) menciona que el oviducto se constituye por cuatro porciones funcionales: fimbrias, tienen una forma de olán; infundíbulo, abertura ventral en forma de

embudo adyacente al ovario; ampolla, dilatada y más distal, y el istmo, la parte proximal estrecha de la trompa de Falopio, la cual conecta con la cavidad uterina.

“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 ovulo con el espermatozoide)” (Robson & Aguilar, 2004, p. 3).

2.1.3 Útero

El útero se encuentra conformado por dos cuernos uterinos, un cuerpo y un cuello, el tamaño y ubicación anatómica de los mismos varían entre una especie y otra. En la cerda, presenta un útero bicorne con cuernos de apariencia enrollada y flexionada, estos pueden alcanzar longitudes entre 1.2 a 1.5 metros, mientras que el cuerpo uterino es corto. Por otro lado, las yeguas, vacas y ovejas, el útero es bipartido, mismo que presenta una separación longitudinal central y su cuerpo uterino es más alargado, siendo este último de mayor tamaño en las yeguas. En rumiantes, el epitelio uterino posee numerosas carúnculas, y ambas porciones del útero están conectados a las paredes pélvicas y abdominales mediante el ligamento ancho (Hafez & Hafez, 2002).

2.1.4 Cérvix o cuello uterino

El cérvix es un esfínter muscular tubular, de aspecto firme y rugosa, el cual se sitúa entre la vagina y el cuerpo uterino. Comúnmente se ubica en la región medial del piso pélvico, pero en etapas gestantes o presencia de contenido anormal en el útero, puede desplazarse hacia la cavidad abdominal. Sus dimensiones suelen oscilar entre 5 y 10 cm de longitud y 1,5 a 7 cm de diámetro. Sus característicos anillos cartilagosos determinan la forma de este y estos pueden ser entre 3 y 5 dependiendo de cada especie (Zemjanis, 1977).

Existen variaciones raciales del tamaño y ubicación del cérvix, por ejemplo, en la raza cebú y sus cruces tienen un cuello del tamaño de un antebrazo. En el Guernsey y el Shorthorn, se desplaza hacia craneal (Rosenberger, 1981).

2.1.5 Vagina

Sisson y Grossman (1974) mencionan que la vagina mide aproximadamente de 25 a 30 cm de largo, espaciosa y de paredes gruesas. En la preñez aumenta su longitud. Es un músculo membranoso situado en la cavidad pélvica, dorsal a la vejiga. Funciona como órgano copulatorio y forma parte del canal del parto.

Su extremo caudal se encuentra justo por delante de la abertura uretral, en la zona del himen, creando un leve estrechamiento circular entre la vagina y la vulva (Roberts , 1971).

2.1.6 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).

2.2 Pubertad

El inicio de la pubertad en la hembra bovina se define como la edad en que los órganos reproductivos alcanzan su madurez sexual. Sin embargo, esto no implica que el animal puede reproducirse, ya que esto se sucede posteriormente (Roberts , 1971).

Si queremos profundizar más, el inicio de la pubertad está regulado dependiendo de la madurez del eje hipotálamo – hipófisis (adenohipófisis) y en menor importancia la capacidad que tienen la hipófisis para producir gonadotrofinas y la sensibilidad ovárica (Hafez & Hafez,

2002). Si lo asociamos la edad con el inicio de la pubertad, puede decirse que la hembra bovina la alcanza a los 6 - 9 a 18 meses de vida (Roberts , 1971).

2.3 Ciclo estral

El ciclo estral corresponde a un proceso dinámico y continuo, se puede definir como el tiempo que ocurre entre dos periodos estrales. Este lapso es variable en la hembra bovina: tiene un promedio de 21 días. El mismo se halla controlado o regulado por un mecanismo neuroendocrino, el eje hipotálamo- hipófisis- ovario- útero (Ball & Peters, 2004).

Durante la vida reproductiva, las hembras de las especies domésticas presentan ciclos estrales, los cuales comprenden una serie de eventos ováricos, endocrinos y conductas recurrentes que tienen la finalidad de que ocurra la ovulación, el apareamiento y la gestación (Galina & Valencia, 2012, pág. 91). Dicha ciclicidad reproductiva se inicia en la pubertad a partir de los 12 – 15 meses en el ganado lechero (Manteca , 2009).

“La hembra bovina presenta ciclos en intervalos de 19 a 23 días, y esto sólo se interrumpe durante la gestación o debido a alguna patología” (Hernández, 2016, p. 9).

2.4 Eje Hipotálamo – Hipófisis – ovarios

El hipotálamo también llamada glándula pituitaria, forma parte de la base del cerebro y sus neuronas producen la Hormona liberadora de gonadotropina (GnRH). Su función es estimular la producción y secreción de las hormonas hipofisarias Hormona Folículo Estimulante (FSH) y la Hormona Luteinizante (LH), entre otras (INATEC, 2016, p. 25).

Ilustración 2. *Hormonas hipofisarias*

Glándula	Hormona	Función
Hipófisis anterior	LH	Formación del cuerpo lúteo
	Prolactina	Bajada de la leche
	ACTH	Liberación de glucocorticoides
Hipófisis posterior	Oxitocina	Bajada de la leche
Ovario	Estrógenos	Crecimiento glándula mamaria
	Progesterona	Mantenimiento de la preñez Crecimiento glándula mamaria
	Relaxina	Expansión pelvis Dilatación del cérvix
Corteza adrenal	Glucocorticoides	Parto
Placenta	Estrógenos	Crecimiento de glándula mamaria
	Progesterona	Mantenimiento de la preñez Crecimiento glándula mamaria
	Relaxina	Expansión pelvis Dilatación del cérvix
Útero	Prostaglandina	Parto Regrecion del cuerpo lúteo

Fuente: (INATEC, 2016, p. 25).

2.5 Fisiología del ciclo estral en la hembra bovino

El ciclo estral comienza con la etapa de receptividad sexual o estro y finaliza con el próximo estro. Si la fecundación se da después del apareamiento, los ciclos estrales son suspendidos por un período de anestro fisiológico. Además, posibles infecciones reproductivas, persistencia del cuerpo lúteo, baja condición corporal y estrés pueden causar la supresión de los ciclos estrales (Galina & Valencia, 2012).

2.6 Fases del ciclo estral

En un ciclo por lo general de 21 días, el proestro dura de 1-3 días, el estro entre 8 a 24 horas, el metaestro de 2 a 4 días, y la fase intermedia (diestro) de 12-14 días. En aproximadamente el 65% de las hembras, el intervalo entre dos períodos de celo es de 19-24 días. Alrededor del 15% presenta un nuevo período de celo después de 3 y 18 días, y un porcentaje similar lo experimenta después de 24 días (Busch & Waberski, 2007).

2.6.1 Proestro

Es la fase que se presenta antes del celo. Esta etapa está caracterizada por un incremento de la actividad del sistema reproductivo. Hay desarrollo folicular y regresión del cuerpo lúteo del ciclo anterior. Existe un agrandamiento del útero, endometrio se torna edematizado y congestionado, además hay una intensa actividad secretora de las glándulas, lo que se conoce como moco cervical. Existe una mayor irrigación sanguínea en la mucosa vaginal aumentando el tamaño de las capas celulares, estando cornificadas las más superficiales (Arthur, Noakes, & Pearson, 1991).

Hernández (2016), menciona que en esta etapa existe un incremento de la frecuencia de los pulsos de secreción de la hormona luteinizante (LH) que es la responsable de la maduración final del folículo ovulatorio, así como el incremento del estradiol, desencadenando el estro.

2.6.2 Estro

“Conocido como el período de receptividad sexual, las vacas en celo o en períodos alrededor del mismo tienden a juntarse en grupos donde las vacas montan y se dejan montar quedándose quietas” (Cavestany & Méndez , 1993, p. 25).

La duración del estro es de 12 a 18 horas y puede variar según el tipo de ganado y las condiciones ambientales. El comienzo del estro está asociado temporalmente con la secreción ovulatoria de LH, ya que los estrógenos, además de inducir la conducta estral, también desencadenan el pico de LH. Desde el inicio del estro hasta el pico de LH suelen transcurrir de 2 a 6 horas, y en algunos casos estos dos eventos pueden ocurrir simultáneamente. La ovulación guarda una relación temporal constante con el pico de LH; por lo general, la ovulación tiene lugar de 28 a 30 horas después del pico de LH, o, en otras palabras, de 30 a 36 horas después del inicio del estro. Para una mejor comprensión y manejo de la terminología del ciclo estral, se considera que el día en que comienza el estro es el día cero del ciclo (Hernández & Ortega, 2009, p. 12).

2.6.3 Metaestro

Esta etapa tiene una duración entre 4 a 5 días, que va desde el final del estro (rotura del folículo) que dará origen a la formación del cuerpo hemorrágico que posteriormente dará lugar al cuerpo lúteo (CL), el mismo que secretará progesterona (P4) hormona que es la encargada de preparar el útero para la gestación y de inhibir la actividad cíclica estral. En los 3 días posteriores se desarrollará el CL a partir de las paredes del folículo roto, aquí se da la primera oleada folicular, que dará origen a un folículo dominante y a varios subordinados (Porras & Páramo, 2009).

2.6.4 Diestro

El diestro es la fase más extensa del ciclo estral, con una duración de 12 a 14 días. Durante este periodo, el cuerpo lúteo es funcional, lo que se refleja en niveles de progesterona en sangre superiores a 1 ng/ml. En esta fase, también se producen más ondas de desarrollo folicular, lo que permite la presencia de folículos de distintos tamaños. Tras 12-14 días de exposición a la progesterona, el endometrio comienza a secretar PGF₂ de manera pulsátil, lo que conduce a la degradación del cuerpo lúteo y el fin del diestro. Si no hay fecundación, el útero libera prostaglandina, que provoca la regresión del cuerpo lúteo y el reinicio del ciclo. En caso de que se produzca la fecundación, la liberación de prostaglandina se inhibe, lo que permite que el bovino permanezca. Durante la gestación, la producción de progesterona se mantiene (Cavestany & Méndez , 1993).

2.7 Hormonas de la reproducción bovina

2.7.1 Hormonas hipotalámicas

Las hormonas del hipotálamo que controlan la reproducción son la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH o LH-RH), la hormona adrenocorticotropa (ACTH) y el factor inhibitorio de prolactina (PIF). El hipotálamo también produce oxitocina y vasopresina, las

cuales se almacenan en la neurohipófisis, el lóbulo posterior de la hipófisis. (Hafez & Hafez, 2002, p. 38). Controla la liberación de las gonadotropinas hipofisarias: hormona folículo estimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH), su secreción es en forma pulsátil, es decir va estar influenciada por factores como: época del año (estaciones), etapa del ciclo estral, edad, estado nutricional, entre otros, lo cual va a determinar un mayor o menor desarrollo folicular, finalmente se va a dar secretar un pico preovulatorio de estrógenos proveniente de los folículos maduros, concluyendo así la secreción del pico preovulatorio de LH (Galina & Valencia, 2012).

2.7.2 Hormonas adenohipofisarias

Son glicoproteínas producidas y liberadas por la hipófisis anterior, desde donde emergen hacia el torrente sanguíneo para alcanzar su órgano diana: los ovarios. Estas hormonas contribuyen a la maduración gonadal y la producción de esteroides sexuales, preparando al individuo para la reproducción. El proceso de síntesis y liberación de las hormonas gonadotrópicas hipofisarias se ve estrechamente influenciado por diversos factores reguladas por la hormona hipotalámica liberadora de gonadotropinas (GnRH), misma que provee el enlace entre los sistemas nervioso y endócrino (Prieto & Velázquez, 2002).

2.7.2.1 Hormona folículo estimulante (FSH)

La hormona foliculoestimulante (FSH) facilita el crecimiento y maduración del folículo ovárico, también conocido como folículo de Graff. Sin embargo, la FSH por sí sola no induce la secreción de estrógenos del ovario; para que se dé necesita de la LH para estimular la producción de estas hormonas. En los machos, la FSH actúa sobre las células germinales en los túbulos seminíferos de los testículos, siendo fundamental para la espermatogénesis hasta la etapa de espermatocito secundario. Posteriormente, los andrógenos producidos en los testículos apoyan las fases finales de este proceso de formación de espermatozoides (Hafez & Hafez, 2002).

2.7.2.2 Hormona Luteinizante (LH)

La hormona Luteinizante (LH) y folículo estimulante (FSH) se producen y secretan por la hipófisis, y la gonadotropina coriónica (HCG) es de origen netamente placentario: la LH y la FSH son las encargadas de regular la función reproductora en los mamíferos, tienen su acción en un inicio sobre las gónadas (Daughady, 1987).

2.7.3 Hormonas gonadales y del tracto reproductor de la vaca

2.7.3.1 Estrógeno

El esteroide producido por la teca interna del folículo ovárico desempeña un papel crucial en el comportamiento sexual, se encarga de la presentación del calor en la hembra bovina, así como el desarrollo de caracteres sexuales secundarios. Los estrógenos, derivados del ciclopentano-perhidro-fenantreno, presentan una estructura esteroidea compuesta por tres anillos, cada uno con seis átomos de carbono, y un anillo de ciclo pentano.

Entre los diferentes tipos de estrógenos que se encuentran disponibles tanto de forma natural como sintética, se pueden citar:

17 beta-Estradiol (17_E). Estrógeno natural, tiene la vida media más corta respecto a las demás (24-36 horas); Benzoato de Estradiol (BE). Uno de los más empleados en los protocolos tiene una de vida media corta (3 días); Valerato de Estradiol (VE). Poco empleado, posee una vida media larga, variando entre 7 a 9 días; Cipionato de Estradiol (ECP). Resulta beneficioso a la hora de su empleo, posee una vida media muy larga, entre 10 a 12 días (Gutiérrez, 2008).

2.7.3.2 Progesterona

La progesterona se constituye el progestágeno natural más prevalente, es secretado por el cuerpo lúteo. Se la conoce como la hormona de la preñez. Entre sus principales funciones se encuentran:

- Prepara el endometrio para la implantación y mantenimiento de la preñez, lo cual aumenta la

actividad de las glándulas secretoras en el endometrio e inhibe la movilidad del miometrio.

- Actúa sinérgicamente con los estrógenos para inducir el comportamiento estral.
- Desarrolla el tejido secretor (alveolos) de las glándulas mamarias.
- En concentraciones altas inhibe el estro y la oleada ovulatoria de LH, además la regulación hormonal del ciclo estral.
- Inhibe la movilidad uterina (Hafez & Hafez, 2002).

2.7.3.3 Prostaglandina

Las prostaglandinas ($\text{PGF}_2\alpha$) actúa como un agente luteolítico natural que provoca la lisis del cuerpo lúteo cuando no hay preñez, dando lugar así al inicio de un nuevo ciclo reproductivo. Uno de sus usos en la práctica diaria, se emplea para inducir el aborto en casos de gestación no deseada. Durante el parto, se liberan grandes cantidades de esta prostaglandina, lo que inicia las contracciones uterinas y acelera la luteólisis del cuerpo lúteo asociado con la gestación. En el mercado, el Dicloprostenol es el análogo sintético más utilizado para la regulación del ciclo reproductivo (Engelhart, 2004).

2.8 Inseminación artificial

“La inseminación artificial puede definirse como la biotecnología para la aplicación de semen en el tracto genital de una hembra en el momento efectivo para la fecundación” (Giraldo, 2007, p. 51).

Esta técnica se basa en la colocación del semen en el aparato reproductor de la hembra, mediante una pistola de inseminación artificial. Su finalidad es depositar una cierta cantidad de espermatozoides vivos en el tracto genital de la hembra para que se encuentre con el óvulo y ocurra la fecundación (Cavestany & Méndez , 1993).

2.8.1 Ventajas y desventajas de la Inseminación Artificial

La inseminación artificial es una de las herramientas más empleadas hoy en día para el

mejoramiento genético de las ganaderías. Esto se debe gracias a la selección y pruebas minuciosas que se realizan a toros, los cuales producen espermatozoides viables que permitirán inseminar miles de hembras por año, mientras que las hembras no pueden lograr la misma descendencia a cuanta cantidad se refiere (Cavestany & Méndez , 1993).

Tabla 1. *Ventajas y desventajas de la inseminación artificial*

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Mejoramiento genético	Disminución de los índices de preñez en
Sustitución del toro	Se requiere personal capacitado
Control sanitario	Bajo detección de celo
Conocimiento del establo	
Reducción de costos	

Fuente: (Cavestany & Méndez , 1993).

2.9 Sincronización de los celos

La sincronización del celo permite que las vacas tengan una posibilidad extra para quedar preñadas durante un período reproductivo. Este proceso implica manipular el ciclo estral para que la mayoría de las vacas presenten signos de celo casi simultáneamente (Salverson & Perry, 2007).

Según Ávila y Gutiérrez (2010), existen varios protocolos de sincronización los cuales sirven para potencializar y mejorar la eficiencia reproductiva de los hatos. Cuyo objetivo es tener más vacas que presente celo en un mismo tiempo.

2.9.1 Tipos de protocolos de sincronización

Los protocolos de sincronización del celo pueden agruparse en 3 categorías principales:

2.9.1.1 Empleando prostaglandinas (PGf2 α)

La prostaglandina PGF2 α es una hormona natural que induce la regresión del cuerpo lúteo si no hay gestación, lo que permite que la vaca vuelva a entrar en celo. La inyección de PG provoca la regresión del cuerpo lúteo antes de que ocurra su lisis normal, lo que facilita el control de la fase lútea del ciclo estral.

2.9.1.2 Empleando la hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH)

La GnRH es un decapeptido sintetizado en el centro hipotalámico y secretado de manera pulsátil hacia un torrente vascular conocido como sistema porta hipotálamo - hipofisiario que desemboca en la adenohipófisis. La GnRH se enlaza con su receptor de membrana que se encuentra en los gonadotropas de la adenohipófisis y promueve la síntesis y secreción de LH y FSH, controlando de esa manera la foliculogénesis, gametogénesis y la esteroidogénesis (Colazo & Mapletoft, 2022).

La hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) controla la fase folicular del ciclo estral.

2.9.1.3 Empleando progestágenos

Durante el ciclo estral, la persistencia de un cuerpo lúteo y altos niveles de progesterona inhiben el estro y la ovulación. Sin embargo, cuando el cuerpo lúteo se degenera los niveles de progesterona bajan, por lo tanto, se da la presentación de un nuevo estro. Los progestágenos, por otro lado, simulan la progesterona del cuerpo lúteo e impiden la ovulación, y es así como controlan el ciclo estral y permiten la prolongación de la fase lútea. En lugar de que el animal muestre estro y ovule debido a la regresión natural del cuerpo lúteo, el progestágeno administrado

Durante el ciclo estral, la presencia de un cuerpo lúteo y altos niveles de progesterona inhiben el estro y la ovulación. Sin embargo, cuando el cuerpo lúteo disminuye de tamaño y los niveles de progesterona bajan, el estro regresa. Los progestágenos, por otro lado, imitan la progesterona del cuerpo lúteo e impiden la ovulación, controlando así el ciclo estral y

prolongando la fase lútea. En lugar de que el animal muestre estro y ovule debido a la regresión permite que el folículo siga creciendo sin interrupción.

2.10 Resumen del estudio del arte del problema

El empleo de prostaglandinas es de los métodos convencionales mayormente utilizados para sincronización de los celos. Sin embargo, la detección de celo por parte de los operarios o vaqueros se ha convertido en un desafío puesto que conlleva mucho tiempo y mano de obra. Con el uso de protocolos de sincronización y la correcta sinapsis entre las hormonas se puede obtener resultados favorables al momento de emplearlos.

Uno de los factores determinantes sobre la tasa de concepción es la condición corporal de los bovinos al inicio del tratamiento de sincronización y es ahí donde recae su importancia (Nasser, Penteado, Rezende, Sá Filho, & Baruselli, 2011).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales

3.1.1 Materiales físicos

Tabla 2. *Materiales físicos*

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD
Establo	Unidad	1
Manga	Unidad	2
Comederos	Unidad	2
Bebedero	Unidad	2
Lasos	Unidad	5
Ecógrafo	Unidad	1
Guantes de examinación	Caja	1
Guantes obstétricos	Caja	1
Fundas sanitarias	Caja	1
Pajuelas	Unidad	30
Gel lubricante	Galón	1
Termo para descongelar	Unidad	1
Termo criogénico	Unidad	1
Toallas de papel	Caja	1
Overol	Unidad	1
Botas	Unidad	1
Jeringuillas	Caja	1
Agujas	Caja	1

Termómetro	Unidad	1
Corta pajuelas	Unidad	1
Catéteres	Caja	1
Pistola de inseminación	Unidad	1
Aplicador DIB	Unidad	1

3.1.2 Materiales Biológicos

Tabla 3. *Materiales biológicos*

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD
Unidades experimentales	Unidad	30
Pajuelas de inseminación artificial	Unidad	30

3.1.3 Materiales químicos

Tabla 4. *Materiales químicos*

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD
Estradiol	Frascos	2
GnRH	Frascos	2
Prostaglandina	Frascos	2
DIB- Progesterona	Unidad	30
Vitaminas	Frascos	1
Sales mineralizadas	Kilos	45
Desinfectante	Galón	1

3.1.4 Materiales de oficina

Tabla 5. *Materiales de oficina*

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD
Hojas de papel bond	Paquete	1
Esferos	Unidad	2
Marcadores	Unidad	2
Libretas	Unidad	1
Carpetas	Unidad	1
Laptop	Unidad	1
Tinta de impresión	Unidad	1
Engrapadora	Unidad	1
Celular	Unidad	1

3.2 Metodología

La presente investigación consistió en un trabajo experimental de tipo inductivo (método científico que alcanza conclusiones generales partiendo de hipótesis o antecedentes en particular, se basa en la observación y la experimentación de hechos y acciones concretas para llegar a conclusión/es general/es), en el cual se trabajó directamente en campo con unidades bovinas al azar la cual se dividió en grupos para emplear respectivamente las hormonas que deseamos evaluar para su posterior comparación y análisis de resultados. Como primer punto, se realizó los dos protocolos de sincronización en los dos grupos control, en el grupo A se empleó el protocolo con la aplicación de GnRH, en el grupo B se utilizó el mismo protocolo aplicando E2. Para realizar esta investigación se aplicó el protocolo de sincronización E2-P4-PGF2alfa, con la finalidad de evaluar la tasa de preñez en vacas con cría al pie en la ganadería los Arrayanes en el cantón Gonzanamá, Provincia de Loja.

A todas las unidades bovinas se sometieron al protocolo de sincronización de la ovulación y el celo E2-P4-PGF2alfa. En el tratamiento A, en el día 0, se les colocó un dispositivo intravaginal (DIB) monouso de 0,5 g de P4, también se les aplicó 50 µg de acetato de Lecirelina por vía intramuscular; al día 8, se retiró el dispositivo y se aplicó 0,5 mg de cipionato de estradiol junto con una dosis de 500 µg de d-cloprostenol, posteriormente se realizó la IATF 54 a 56 horas de haber retirado el dispositivo P4. En el tratamiento B, se aplicó el mismo protocolo a diferencia que al día 0 se aplicó 2 mg de benzoato de estradiol.

3.3 Diseño estadístico

El diseño estadístico que se utilizó es el “t Student pareado” con igual número de repeticiones, con dos tratamientos: tratamiento “A” protocolo de sincronización con aplicación de GnRH, y tratamiento “B” protocolo de sincronización con aplicación de E2, al inicio de cada protocolo (cada tratamiento consta de 15 muestras respectivamente).

3.4 Población y muestra

La población que se utilizó en el presente estudio son vacas mestizas de la ganadería “Arrayanes” misma que cuenta con aproximadamente 120 bovinos, ubicada en el cantón Gonzanamá, provincia de Loja. Los animales se sometieron a un examen del sistema reproductivo mediante palpación rectal y ecografía. Para el desarrollo del estudio practico se empleó 30 unidades bovinas que representan el 100% de la población a utilizar, animales con edades entre los 3 a 6 años promedio, con un peso promedio de 400 a 450 kg, vacas con buena condición corporal 2.5 a 3.5, salud y estado general.

3.5 Operacionalización de variables

3.5.1 Variable dependiente (preñez)

Tabla 6. *Variable dependiente*

CONCEPTO	CATEGORIAS	INDICADORES	INDICE
Tasa de preñez post tratamientos	Biológicas	Concepción	Presencia / Ausencia

3.5.2 Variables independientes: GnRH (hormona liberadora de gonadotrofinas) y E2 (estradiol).

Tabla 7. *Variable independiente*

CONCEPTO	CATEGORIAS	INDICADORES	INDICE
Aplicación de GnRH y E2 para aumentar la tasa de preñez en vacas	Química	Dosis	ML

3.6 Consideraciones éticas

Las investigaciones que se realice con animales deben llevarse dentro del marco de respeto garantizando su bienestar y protección. Tomamos en cuenta las siguientes consideraciones éticas que se tuvieron en cuenta para realizar el estudio:

- Bienestar animal: se incluyeron todos aquellos animales que se encuentran en buenas condiciones de salud, buena condición corporal y libres de enfermedades.

- Trato humano: todo el trabajo se lo realizo dando un buen trato y manejo hacia los animales, bajo las normas de bienestar animal. Tratamos de reducir en lo posible el estrés de los animales.
- Supervisión veterinaria: Todo el trabajo experimental se lo realizo con la ayuda de un médico veterinario.
- Consentimiento informado: el propietario y dueño de la ganadería dio su consentimiento informado para realizar el estudio.
- Confidencialidad: se garantizó la confidencialidad de los datos obtenidos en el estudio, datos propios de la ganadería no se compartieron fuera de la investigación.

Todas estas consideraciones éticas descritas anteriormente se constituyeron una base primordial para el desarrollo de este trabajo experimental, respetando la integridad física y bienestar de las vacas. Mismas normas que nos ayudaron para obtener datos de mayor confiabilidad y calidad.

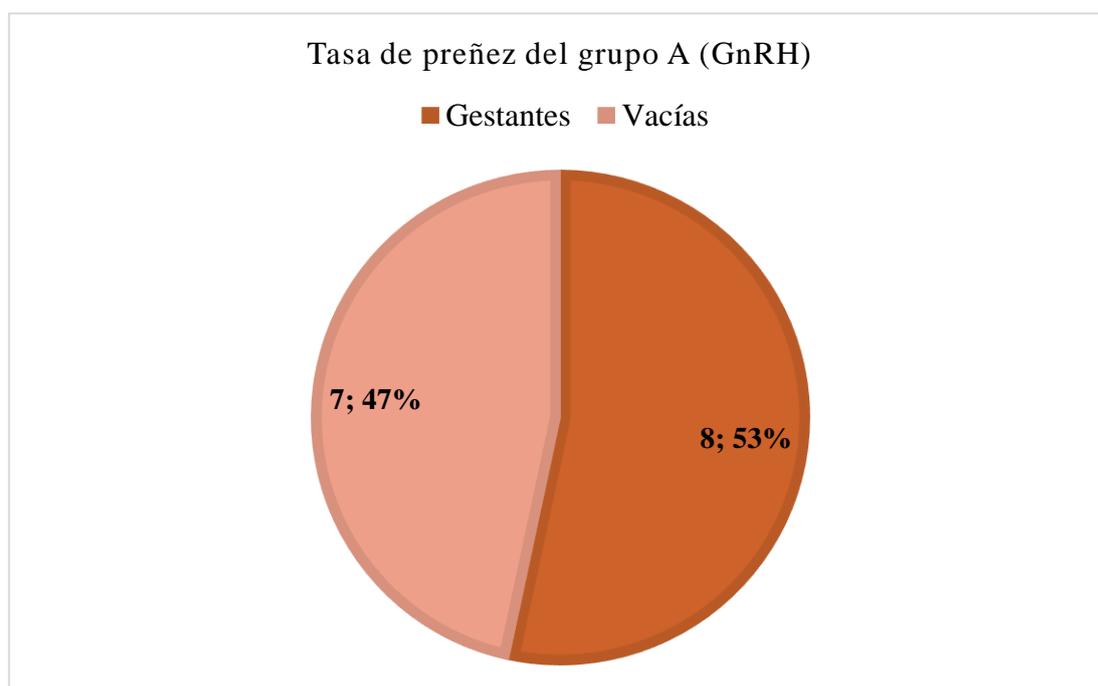
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Efectividad de la aplicación de GnRH vs E2 sobre la tasa de preñez.

Luego de diagnosticar la preñez de las vacas, la tasa de preñez general de todo el hato fue del 60% (18/30), donde el tratamiento B con aplicación de BE alcanzo el 67% (10/15) animales gestantes, frente al tratamiento A con aplicación de GnRH obtuvo el 53% (8/15) de los animales gestantes.

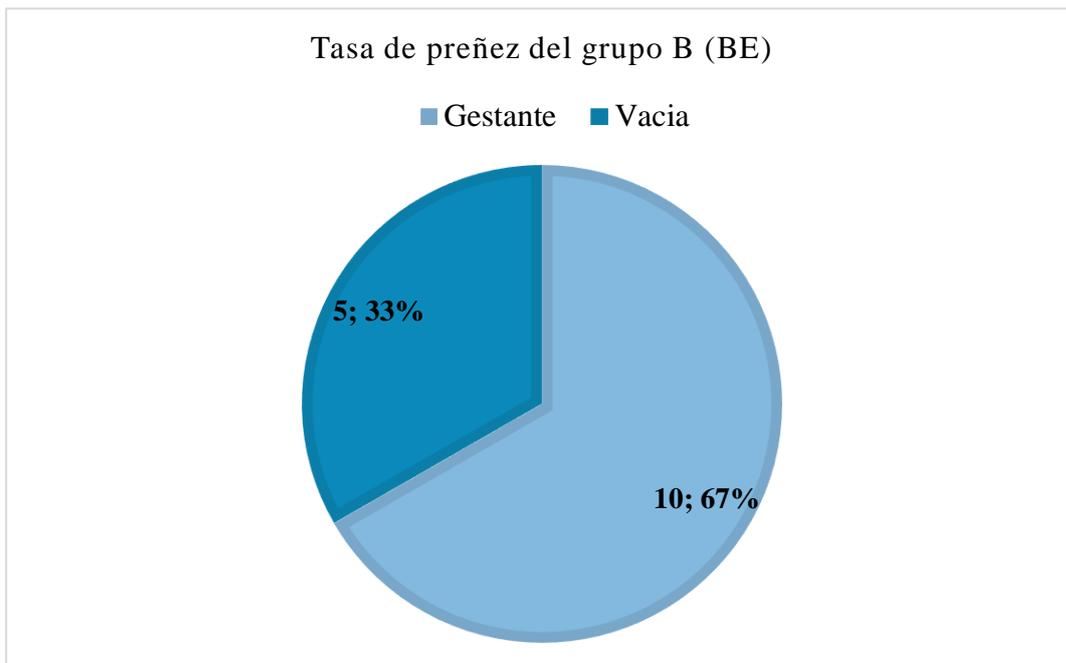
Lo que representa que las vacas que se les aplico BE mostraron 14 puntos porcentuales más en la tasa de preñez con respecto al otro tratamiento.

Ilustración 3. *Tasa de preñez del grupo A tratamiento con GnRH.*



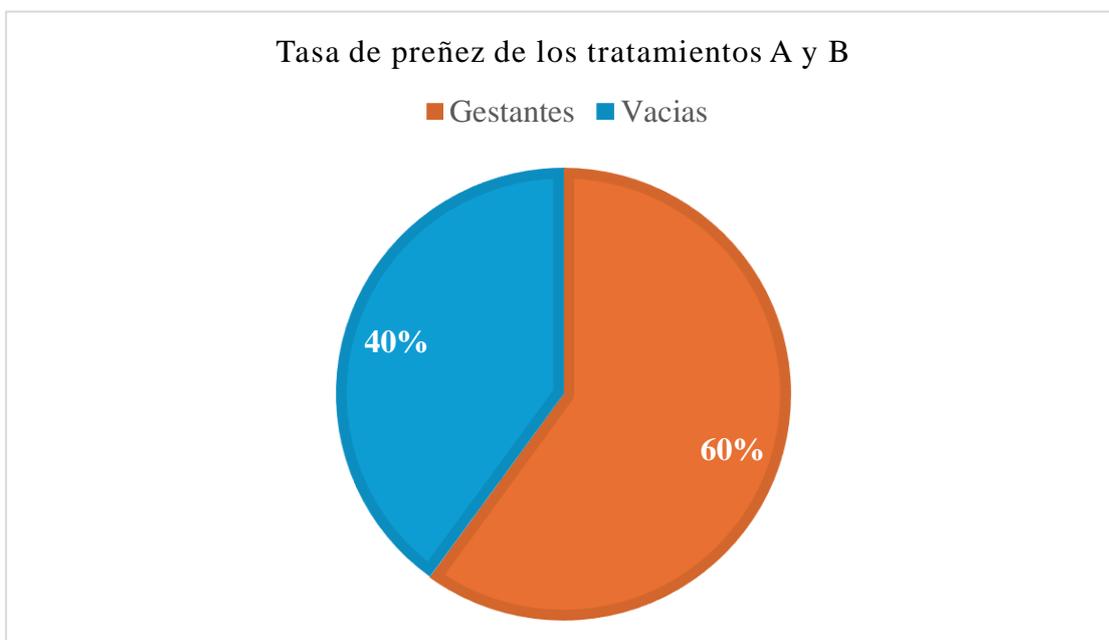
En la ilustración 3 se puede evidenciar el porcentaje de preñez del 53% (8/15) para el tratamiento A con la aplicación de GnRH a un total de 15 animales evaluados; mientras las que no resultaron preñadas corresponde a un 47% (7/15).

Ilustración 4. Tasa de preñez del grupo B tratamiento con BE.



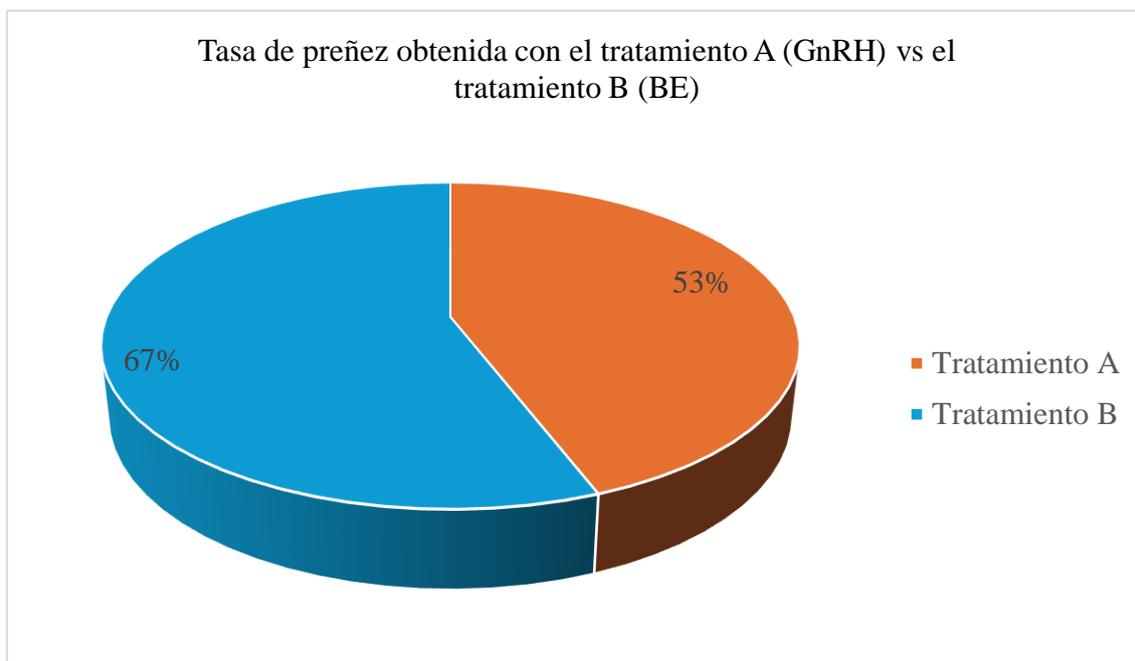
En la ilustración 4 se puede evidenciar el porcentaje de preñez del 67% (10/15) para el tratamiento B con la aplicación de BE a un total de 15 animales evaluados; mientras las que no resultaron preñadas corresponde a un 33% (5/15).

Ilustración 5. Tasa de preñez de los tratamientos A y B



La ilustración 5 muestra el porcentaje total de preñez de los dos tratamientos, donde el 60% (18/30) de los animales evaluados se encontraban gestantes.

Ilustración 6. *Tasa de preñez obtenida con el tratamiento A (GnRH) vs el tratamiento B (BE)*



En la ilustración 6 se puede evidenciar el porcentaje de preñez del tratamiento “B” obtuvo un valor de 67% en el cual se registraron 10 vacas preñadas, con respecto al tratamiento “A” que arrojó un porcentaje inferior equivalente al 53% en el que se preñaron 8 vacas.

Tabla 8. Distribución de los datos transformados a $(\sqrt{(X+0.5)})$ (Tratamientos "A" y "B")

Repeticiones	Tratamientos				Valores Transformados	
	A	Valor numérico	B	Valor numérico	A	B
1	Vacía	0	Vacía	0	0,71	0,71
2	Gestante	1	Vacía	0	1,22	0,71
3	Vacía	0	Gestante	1	0,71	1,22
4	Vacía	0	Gestante	1	0,71	1,22
5	Vacía	0	Gestante	1	0,71	1,22
6	Vacía	0	Gestante	1	0,71	1,22
7	Gestante	1	Gestante	1	1,22	1,22
8	Vacía	0	Gestante	1	0,71	1,22
9	Gestante	1	Vacía	0	1,22	0,71
10	Gestante	1	Vacía	0	1,22	0,71
11	Vacía	0	Gestante	1	0,71	1,22
12	Gestante	1	Gestante	1	1,22	1,22
13	Gestante	1	Vacía	0	1,22	0,71
14	Gestante	1	Gestante	1	1,22	1,22
15	Gestante	1	Gestante	1	1,22	1,22
Gestante	8		10			
Vacía	7		5			

En la tabla 8 se analizaron los datos que se obtuvieron en la investigación, mismos que fueron transformados con la fórmula $\sqrt{(X+0.5)}$.

Tabla 9. *Análisis de "t Student"*

t. calcular	Significancia		t. tabular
-1	NS	5%	1%
		2.262	3.250

Mediante el análisis realizado en Excel (2024) se registró que el porcentaje de preñez de los dos tratamientos aplicados resultaron no significativos estadísticamente por cuanto el F cal de -1 resultó ser menor en relación F Tabular al 5% y 1%; esto indica que el uso de GnRH y E2 al inicio de un protocolo de sincronización estadísticamente no influyen en la tasa de preñez; por lo tanto, apruebo la hipótesis nula y rechazo la alternativa.

En cuanto al coeficiente de variación obtenido del 0,30 % nos indica la confiabilidad del ensayo.

4.2 Análisis beneficio costo.

Tabla 10. *Análisis de costo total*

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	USD VALOR UNITARIO	USD VALOR TOTAL
Termo criogénico 20/20 MVE.	Unidad	1	708,00	708,00
Nitrógeno líquido	Kilos	10	3,50	35,00
Pistola universal QuickLock	Unidad	1	62,00	62,00
Dispositivo de progesterona	Paquete	3	74,17	222,51
Catéteres	Funda	1	11,00	11,00
Camisas sanitarias	Rollo	1	3,00	3,00
Aplicador de dispositivo	Unidad	1	12,30	12,30
		Va:	873,97	991,81

			Viene:	873,97	991,81
Guantes obstétricos	Caja	1	16,00	16,00	
Guantes de examinación	Caja	1	6,00	6,00	
Jeringas 5 ml	Unidad	150	0,10	15,00	
Clorhexidina	Galón	1	17,00	17,00	
Ecógrafo	Chequeo	30	2,50	75,00	
Toallas de papel	Paquete	1	2,00	2,00	
Lubricante	Galón	1	15,00	15,00	
Termo descongelador	Unidad	1	60,00	60,00	
Corta pajuelas	Unidad	1	20,00	20,00	
Termómetro de tarjeta	Unidad	1	20,00	20,00	
Regla para medir nitrógeno	Unidad	1	9,00	9,00	
Pajuelas	Unidad	30	15,00	450,00	
Nutrimin	Frasco	1	70,00	70,00	
Pinza anatómica	Unidad	1	5,00	5,00	
Gonadiol (Benzoato de estradiol 1 mg)	Frasco	1	16,00	16,00	
Ciclase DL (cloprostenol base 250 µg/ animal)	Frasco	2	48,00	96,00	
Cipiosyn (CE 0,5 mg/animal)	Frasco	1	14,00	14,00	
Estrovular (Licerelina 25 µg/ animal)	Frasco	2	19,63	39,26	
Total					1999,07

En la tabla 10 se evidencia el costo total utilizado en el presente trabajo investigativo, el cual asciende a 1999,07 dólares americanos, de los cuales el 91% corresponde a los insumos empleados (ver ilustración 7).

Ilustración 7. Presupuesto empleado de acuerdo con el tipo de gasto.

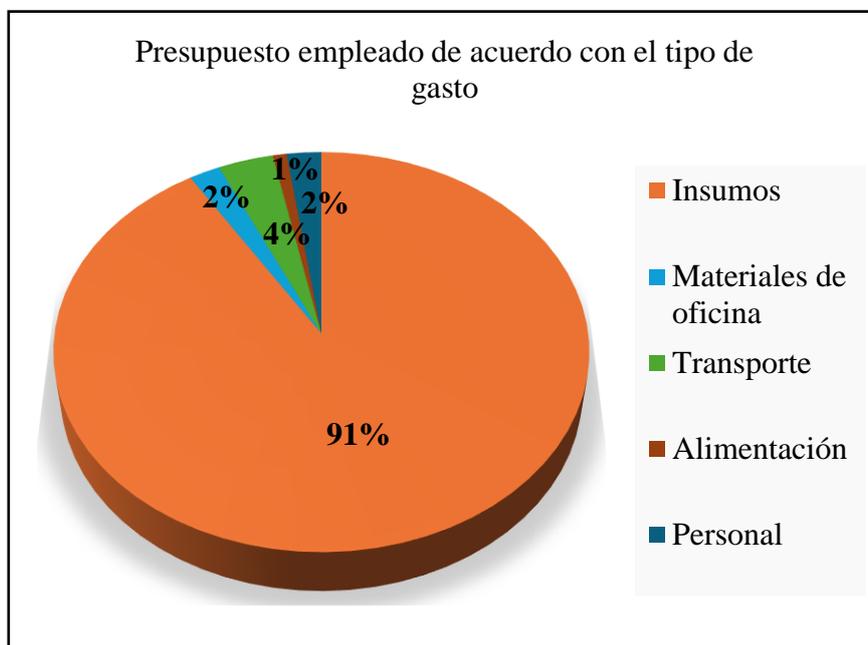


Tabla 11. Presupuesto empleado en transporte, personal, alimentación y materiales de oficina

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	USD VALOR UNITARIO	USD VALOR TOTAL
Hojas de impresión	Unidad	300	0,01	3,00
Empastado	Unidad	3	14,00	42,00
Transporte de equipos e insumos	Unidad	1	40,00	40,00
Transporte de personal	Unidad	4	10,00	40,00
Alimentación	Unidad	4	5,00	20,00
Asesor Técnico	Horas	10	5,00	50,00
Total				195,00

En la tabla 11 se muestran los costos empleados para el transporte, personal, alimentación y materiales de oficina, el cual asciende a 195 dólares americanos.

Tabla 12. *Costo por animal del tratamiento A con GnRH.*

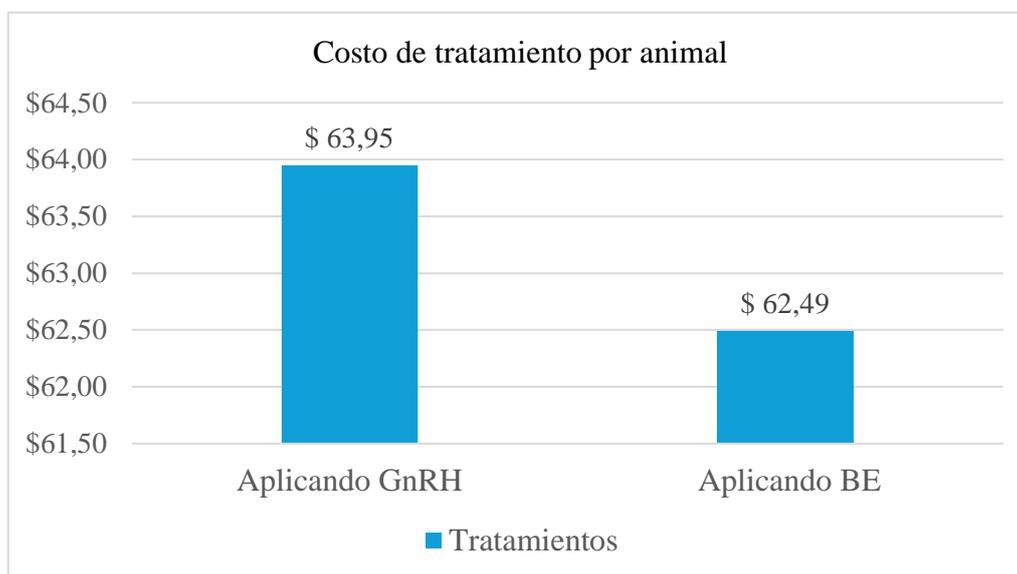
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	USD VALOR UNITARIO	USD VALOR TOTAL
Dispositivos de progesterona DIB	Unidad	1	7,40	7,40
Termo criogénico 20/20 MVE.	Unidad	1	23,60	23,60
Nitrógeno Líquido	Kilos	1	1,15	1,15
Pistola universal QuickLock	Unidad	1	2,06	2,06
Catéteres para	Unidad 1	1	0,36	0,36
Camisa sanitaria	Unidad	1	0,10	0,10
Pajuelas	Unidad	1	15,00	15,00
Jeringas de 5 ml	Unidad	1	0,10	0,10
Aplicador de dispositivo	Unidad	1	0,41	0,41
Nutrimin	MI	10	1,4	1,4
Ciclase DL (cloprostenol base 250 µg/ animal)	MI	2 ml	0,96	1,92
Cipiosyn (CE 0,5 mg/animal)	MI	1 ml	0,28	0,28
Estrovular (Licerelina 25 µg/ animal)	MI	2 ml	0,98	1,96
Guantes obstétricos	Caja	1	0,53	0,53
Guantes de examinación	Caja	1	0,20	0,20
Ecografía	Chequeo	1	2,50	2,50
Transporte				2,66
Alimentación				0,66
Personal				1,66
Costo total por tratamiento				63,95

Tabla 13. *Costo por animal del tratamiento B con BE.*

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	USD VALOR UNITARIO	USD VALOR TOTAL
Dispositivos de progesterona DIB	Unidad	1	7,40	7,40
Termo criogénico 20/20 MVE.	Unidad	1	23,60	23,60
Nitrógeno Líquido	Kilos	1	1,15	1,15
Pistola universal QuickLock	Unidad	1	2,06	2,06
Catéteres	Unidad 1	1	0,36	0,36
Camisa sanitaria	Unidad	1	0,10	0,10
Pajuelas	Unidad	1	15,00	15,00
Jeringas de 5 ml	Unidad	1	0,10	0,10
Aplicador de dispositivo	Unidad	1	0,41	0,41
Nutrimin	ML	10	1,4	1,4
Ciclase DL (cloprostenol base 250 µg/ animal)	ML	2 ml	1,60	1,60
Cipiosyn (CE 0,5 mg/animal)	ML	1 ml	0,46	0,46
Gonadiol (Benzoato de estradiol 1 mg)	ML	2 ml	0,32	0,64
Guantes obstétricos	Caja	1	0,53	0,53
Guantes de examinación	Caja	1	0,20	0,20
Ecografía	Chequeo	1	2,50	2,50
Transporte				2,66
Alimentación				0,66
Personal				1,66
Costo total por tratamiento				62,49

Las tablas 12 y 13 se evidencian los costos empleados para cada tratamiento, los cuales, para el tratamiento A con la aplicación de GnRH se obtiene un costo total de 63,95 dólares americanos por vaca inseminada; tratamiento B con la aplicación de BE se obtiene un costo total de 62,49 dólares americanos por vaca inseminada.

Ilustración 8. *Costo de tratamiento por animal.*



La ilustración 8 muestra la diferencia de precios entre el tratamiento A (\$63,95) y el tratamiento B (\$62,49), siendo ligeramente más elevado para el tratamiento A con respecto al tratamiento B.

4.3 Discusión

Los resultados obtenidos en la presente investigación indican que la tasa de preñez matemáticamente fue mayor para el grupo B (67%) con respecto al grupo A (53%), sin embargo, no existe una diferencia estadística significativa en la tasa de preñez entre las vacas con cría al pie que fueron tratadas con GnRH en comparación de las que recibieron E2 (BE), probablemente esto se deba a factores como el bajo número de animales utilizados, época del año, manejo, sanidad y nutrición.

Según un estudio realizado por Villa et al (2007) , en el tratamiento denominado GPE, reemplazo la segunda aplicación de GnRH por una inyección intramuscular de 1 mg de BE en el día 8 y las vacas fueron inseminadas 30-34 horas después de la aplicación, obteniendo un porcentaje de preñez del 22,5%, que es relativamente bajo en comparación a los resultados obtenidos en nuestra investigación; sin embargo (Fernandes, Teixeira, Crocci, & Barros, 2001) tratando vacas cíclicas *Bos indicus* lactantes obtuvieron una tasa de preñez del 43,3%. Resultados similares encontraron Castilho et al (2000) quienes consiguieron un porcentaje de preñez del 27,3% empleando el tratamiento GPE en novillas cíclicas Girolando y un porcentaje mayor de 41.6% en novillas que se inseminaron post- detección de celo.

Carballo, Carballo & Bó (2023) mencionan que al evaluar el efecto de los días postparto al inicio de un tratamiento para inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en vacas *Bos Indicus* con ternero al pie, obtuvieron el 56,9% de preñez. Concordando con el presente estudio para el tratamiento B (BE), consiguiendo una tasa de preñez del 67%.

Rojas (2012) indica que, en su estudio realizado, el costo por vaca sincronizada con el empleo del CIDR fue de 65,4 dólares americanos, concordando con los precios obtenidos en esta investigación, puesto que el costo de tratamiento por animal es de aproximadamente 63,43 dólares americanos.

5. CONCLUSIONES

Al finalizar el desarrollo de la presente investigación y obtener resultados satisfactorios podemos concluir que:

- El tratamiento B con la aplicación de BE obtuvo una mejor tasa de preñez con el 67%, además de tener unos costos ligeramente más bajos por vaca inseminada (\$ 62,49).
- El tratamiento A con la aplicación de GnRH obtuvo 14 puntos porcentuales menos (53%) con respecto al otro tratamiento, y llegando a un costo de \$ 63,95 por vaca inseminada.
- Durante la evaluación de los protocolos de sincronización E2-P4-PGF2alfa con IATF, podemos deducir que las vacas que manifiestan un estro evidente al momento de la inseminación artificial, son las que tienen mejores porcentajes de preñez respecto a las que no lo manifiestan.

6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda separar a las crías de la madre durante el desarrollo de los protocolos de sincronización, para obtener mejores porcentajes de preñez.
- El protocolo de sincronización convencional sigue dando buenos resultados, por lo tanto, se recomienda usarlo para investigaciones posteriores.
- Realizar futuras investigaciones, con nuevas técnicas y procesos, con la finalidad de tener un menor margen de error y que los demás ganaderos se sientan seguros a la hora de invertir en este tipo de tecnologías reproductivas.

7. BIBLIOGRAFIA

- Arthur, G., Noakes, D., & Pearson, H. (1991). *Manual de obstetricia y ginecología veterinaria*. Madrid: INTERAMERICANA- McGRAW-HILL.
- Avila , S., & Gutiérrez , A. (2010). *Producción de leche con ganado bovino* (2da ed.). México: Manual Moderno.
- Ball, A. P., & Peters, A. (2004). *Reproductive Efficiency in Cattle Production*.
- Bó, G., Cutaia, L., Chesta, P., Balla, E., Pincinato, E., Peres, L., . . . Baruselli, P. (2005). Implementación de Programas de Inseminación Artificial en Rodeos de Cría de Argentina. Resúmenes VI Simposio Internacional de Reproducción Animal, Córdoba, Argentina., *Tomo I*, págs. 97-128.
- Busch, R., & Wabesrski, D. (2007). Control y manipulación del estro en el ganado bovino. *Theriogenology*, 165-173.
- Carballo, D., Carballo, G., & Bó, G. A. (2023). Efecto de los días postparto sobre la tasa de preñez en vacas de cría de carne con ternero al pie tratadas para IATF. *Nutrición Animal Tropical*, 17(2), 1-23.
- Castilho, C., Gambini, A. L., Fernandes, P., Trinca, L. A., Teixeira, A. B., & Barros, C. M. (2000). Synchronization of ovulation in crossbred dairy heifers using gonadotrophin-releasing hormone agonist, prostaglandin F2alpha and human chorionic gonadotrophin or estradiol benzoate. *Braz J Med Biol Res*, 33(1), 91-101.
- Cavestany, D., & Méndez , R. D. (1993). *Biología de la reproducción del ganado bovino*. Hemisferio sur .
- Colazo, M. G., & Mapletoft, R. J. (2022). Factores asociados a la liberación de gonadotrofinas y ovulación despues de la administración exógena de GnRH en el Boss Taurus. *CIENCIA VETERINARIA*, 24(2), 221-240.
- Daughady, C. C. (1987). *Hormonas glicoproteicas*. En: Daughady WH. *Tratado de endocrinología* (5ta ed.). La Habana: Científica - Técnica.
- Engelhart, W. (2004). *Fisiología veterinaria*. Zaragoza: ACRIBIA.
- Fernandes, P., Teixeira, A. B., Crocci, A. J., & Barros, C. M. (2001). Timed artificial insemination in beef cattle using Gn RH agonist, PGF2alpha and estradiol benzoate (EB). *Theriogenology*, 55(7), 1521-1532.
- Galina, C., & Valencia, J. (2012). *Reproducción de animales domésticos* (3ra ed.). México: LIMUSA.
- Giraldo, J. (2007). Una mirada al uso de la inseminación artificial en bovinos. *REVISTA LASALLISTA DE INVESTIGACIÓN*, 4(1), 51 - 57.

- Gutiérrez, J. (11 de Mayo de 2008). *Hormonas de la reproducción bovina* . Obtenido de Scribb.com: <https://es.scribd.com/document/265404293/hormonoas-reproduccion-bovina-pdf>
- Hafez, E., & Hafez, B. (2002). *Reproducción e Inseminación Artificial en animales*. México D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
- Hernández , J., & Ortega, Á. (2009). *MANUAL DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN BOVINOS*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hernández, J. (2016). *Fisiología Clínica de la Reproducción de Bovinos Lecheros*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- INATEC. (19 de Mayo de 2016). *Reproduccion animal*. Obtenido de www.jica.go.jp: https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pq0000224spz-att/Reproduccion_Animal.pdf
- Manteca , X. (2009). *Etología Veterinaria*. Barcelona, España: Multimédica Ediciones Veterinarias.
- Nasser, L. F., Penteado, L., Rezende, C. R., Sá Filho, M., & Baruselli, P. S. (2011). Fixed time Artificial Insemination and Embryo Transfer Programs in Brasil. *Acta Scientiae Veterinariae* 39, 15-22.
- Porras, A., & Páramo, R. (2009). *Manual de Practicas de Reproducción Animal*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Prieto, B., & Velázquez, M. (2002). Fisiología de la reproducción: hormona liberadora de gonadotrofinas. *Revista de la Facultad de Medicina UNAM*, 45(6), 252-257.
- Pursley , J. R., Mee M, O., & Wiltbank, M. D. (1995). Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2 α . *Theriogenology*, 44, 15-923.
- Randi , F., Parr, M. H., Diskin, M. G., Valenza, A., Lively, F., Kelly, A. K., . . . Kenny, D. A. (2017). Effect of oestrous synchronisation programme and season on pregnancy rate to timed artificial insemination in suckled beef cows. (*Tesis Doctoral*). University College Dublin (UCD), Irlanda.
- Raso, M. (2012). Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (I.A.T.F). *Ganaderia*, 201-206.
- Roberts , S. (1971). *Obstetricia Veterinaria y Patología de la reproducción*. Buenos Aires: Hemisferio Sur S.A.
- Robson, C., & Aguilar, D. (2004). Inseminación Artificial en Bovinos . *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1-30.
- Rojas, C. (2012). Evaluación de cuatro protocolos de sincronización de celo con inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en ganaderías lecheras del sector sur occidental de la hoya de Loja. (*Tesis de grado*). Universidad Nacional de Loja, Loja.
- Rosenberger, G. (1981). *Exploración clínica de los bovinos* . Buenos Aires : Hemisferio Sur S.A.

- Salverson, R., & Perry, G. (2007). Cómo funcionan los protocolos de sincronización del celo en vacas. *Albéitar*(111), 12-14.
- Sisson, S., & Grossman, J. D. (1974). *Anatomía de los animales domésticos*. Barcelona: Salvat.
- Villa, N. A., Morales, C. A., Granada, J. F., Mesa, H., Gomez, G., & Molina, J. J. (2007). Evaluación de Cuatro Protocolos de Sincronización Para Inseminación a Tiempo Fijo en Vacas *Bos indicus* Lactantes. *Revista Científica Maracaibo*, 17(5), 501-507. Recuperado el 05 de febrero de 2025, de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592007000500010
- Zemjanis, R. (1977). *Reproducción animal. Diagnóstico y técnicas terapéuticas*. México: Limusa S.A.

8. ANEXOS

Tabla 14. *Tratamiento A con GnRH*

Animal	Identificación	Edad (años)	Número de partos	BCS	GnRH	Estado
1	Lora	8	5	2.5	Aplicada	Vacía
2	Llorona	8	6	2.5	Aplicada	Gestante
3	Chula	6	4	2.5	Aplicada	Vacía
4	Cocoa	5	3	2.25	Aplicada	Vacía
5	Lucero	6	5	2.25	Aplicada	Vacía
6	Samy	5	2	2.5	Aplicada	Vacía
7	Fécula	3	1	3.5	Aplicada	Gestante
8	Carmen	5	4	2.5	Aplicada	Vacía
9	Laya	3	1	3.5	Aplicada	Gestante
10	Toña	5	2	3	Aplicada	Gestante
11	Blanca	7	5	2.25	Aplicada	Vacía
12	Jazmín	5	2	2.5	Aplicada	Gestante
13	Taida	3	1	3	Aplicada	Gestante
14	Mora	6	2	3	Aplicada	Gestante
15	Egipcia	5	2	2.5	Aplicada	Gestante

Tabla 15. *Tratamiento B con BE*

Animal	Identificación	Edad (años)	Número de partos	BCS	BE	Estado
1	Morena	4	1	2.25	Aplicada	Vacía
2	Torda	3	1	2.5	Aplicada	Vacía
3	Brisa	4	1	3	Aplicada	Gestante
4	Flora	5	2	3	Aplicada	Gestante
5	Crema	3	1	2.5	Aplicada	Gestante
6	Ana	3	1	3	Aplicada	Gestante
7	Gabita	3	1	2.25	Aplicada	Gestante
8	Rubí	4	1	2.75	Aplicada	Gestante
9	Nancy	4	1	2.25	Aplicada	Vacía
10	Naty	3	2	2.5	Aplicada	Vacía
11	Estela	3	1	2.5	Aplicada	Gestante
12	Martha	5	1	2.5	Aplicada	Gestante
13	Nube	6	3	3.5	Aplicada	Vacía
14	Sofía	5	1	2.5	Aplicada	Gestante
15	Bela	6	1	3	Aplicada	Gestante

Anexo 1. *Hormonas y dispositivos empleados*



Anexo 2. *Materiales utilizados*



Anexo 3. *Aplicación del dispositivo intravaginal (DIB)*



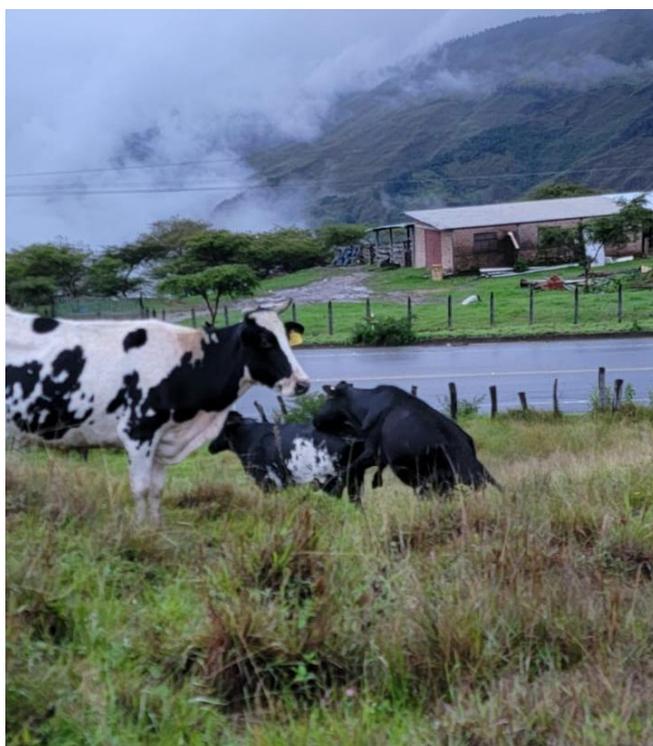
Anexo 4. *Aplicación de hormonas*



Anexo 5. Retiro de dispositivos intravaginales (DIB)



Anexo 6. Manifestación de celo



Anexo 7. IATF en vacas que se les administro BE



Anexo 8. IATF en vacas se les administró GnRH



Anexo 9. *Chequeo ecográfico*

