UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad De Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales Y Del Ambiente

Carrera De Medicina Veterinaria

Tema:

EVALUACIÓN DE LA TASA DE PREÑEZ MEDIANTE LA APLICACIÓN DE eCG RECOMBINANTE Y eCG TRADICIONAL EN UN PROTOCOLO DE IATF EN VACAS CHAROLAIS

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Medico Veterinario. Otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Medicina Veterinaria.

Autor:

Flavio Vinicio Parra Morocho

Tutor:

Dr. Edison Riveliño Ramón Curay M.Sc.

Guaranda – Ecuador

2024

EVALUACIÓN DE LA TASA DE PREÑEZ MEDIANTE LA APLICACIÓN DE eCG RECOMBINANTE Y eCG TRADICIONAL EN UN PROTOCOLO DE IATF EN VACAS CHAROLAIS

REVISADO Y APROBADO POR:



Dr. Edison Riveliño Ramón Curay M.Sc.

TUTOR



Dr. Jagger Segura Ochoa Ph.D

PAR LECTOR



Dra. Jenny Martínez Moreira M.Sc

PAR LECTORA

CERTIFICACIÓN DE AUTORIA

Yo, Flavio Vinicio Parra Morocho, con CI 1600730855, declaro que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

NOTARIA TERCERA
Msc. Ab. Henry Rojas Narváez
GUARANDA - ECUADOR

Flavio Vinicio Parra Morocho

AUTOR

Dr. Edison Riveliño Ramón Curay M.Sc.

TUTOR

rio...

N° ESCRITURA: 20240201003P03404

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR: PARRA MOROCHO FLAVIO VINICIO

INDETERMINADA DI: 2 COPIAS

H.R. Factura 001-005-000002854

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día seis de Diciembre del dos mil veinticuatro, **ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, PARRA MOROCHO FLAVIO VINICIO**, soltero, de ocupación estudiante, domiciliado en la ciudad de Guaranda, cantón Guaranda , Provincia Bolívar, (0998565069), su correo electrónico fparra@mailes.ueb.edu.ec , por sus propios y personales derechos, obligarse a quien de conocerle doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana; bien instruida por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que proceden libre y voluntariamente, advertido de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presentan su declaración Bajo Juramento declaran lo siguiente manifestamos que el criterio e ideas emitidas en el presente trabajo de investigación titulado ``**EVALUACIÓN DE LA TASA DE PREÑEZ MEDIANTE LA APLICACIÓN DE eCG RECOMBINANTE Y eCG TRADICIONAL EN UN PROTOCOLO DE LA AITF EN VACAS CHAROLAIS**``; es de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autor, previo a la obtención del título en Médico Veterinario de la Carrera de Medicina Veterinaria a través de la facultad Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Estatal de Bolívar. Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad, la misma que hacemos para los fines legales pertinentes. **HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA**. La misma que elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que le fue al compareciente por mí el Notario en unidad de acto, aquellas se ratifican quedando incorporado al protocolo de esta notaria y firman conmigo de todo lo cual doy Fe.

PARRA MOROCHO FLAVIO VINICIO

C.C. 1600730855

AB. HENRY ROJAS NARVAEZ

NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA

Flavio Vinicio Parra Morocho

EVALUACIÓN DE LA TASA DE PREÑEZ MEDIANTE LA APLICACIÓN DE eCG RECOMBINANTE Y eCG TRADICIONAL ...

My Files

My Files

Universidad Estatal de Bolivar

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::3117:412650871

Fecha de entrega
4 dic 2024, 3:08 p.m. GMT-5

Fecha de descarga
4 dic 2024, 6:51 p.m. GMT-5

Nombre de archivo
EVALUACIÓN DE LA TASA DE PREÑEZ MEDIANTE LA APLICACIÓN DE eCG RECOMBINANTE Y eCG T....pdf

Tamaño de archivo
3.0 MB

91 Páginas

20,717 Palabras

104,729 Caracteres



Dr. Edison Riveliño Ramòn Curay MSc.
TUTOR

7% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Trabajos entregados
- Fuentes de Internet
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

0%	Fuentes de Internet
7%	Publicaciones
0%	Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Dr. Edison Riveliño Ramòn Curay MSc.

TUTOR

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo cariño.

A DIOS que me ha dado la oportunidad de vivir día a día y de regalarme una familia estupenda.

A mi Padre Flavio Parra que siempre me brindo su apoyo y nunca me dejo solo.

A mi Madre Gladys Morocho por ser esa mujer que inculco el estudio y ser quien me enseño que siempre voy a conseguir lo que me proponga.

A mis Hermanos Deysi y Christian por ser las personas que siempre me dieron fuerzas para seguir adelante y no rendirme.

A mis Sobrinos por darme su cariño sincero.

A mis Abuelitas por brindarme su amor de madre y siempre cuidarme y apoyarme.

A mis Abuelitos y a mis Tíos que desde el cielo me brindaron su apoyo, así como lo hacían cuando estaban junto a nosotros los extraño.

AGRADECIMIENTO

Con mucho amor principalmente agradezco a mis padres Flavio y Gladys que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento, gracias por todo mami y papi por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándome en todo por esto les agradezco de todo corazón que estén a mi lado.

A mis abuelitos que desde el cielo apoyaron que este logro se haga realidad. A mi abuelito Agusto gracias por todo el apoyo brindado, este título era su anhelo, a pesar de que no está aquí ahora en estos momentos conmigo, sé que su alma si lo está le dedico con todo mi corazón mi tesis, nunca te olvidare...

A mis hermanos Deysi y Christian, gracias por estar conmigo y apoyarme siempre.

A mis amigos que conocí en la universidad y que llegaron a ser una familia en un lugar donde solo nos teníamos a nosotros y también a las personas que se no son porte de mi vida.

Mi más sincero agradecimiento a la prestigiosa Universidad Estatal de Bolívar por haber aprendido todo lo que se en sus aulas y a todos los docentes que me supieron enseñar lo que ellos saben y aportar a mi vida tanta sabiduría como valores muy importantes.

Y no me puedo ir sin antes decirles a todas las personas que forman parte de mi vida, que sin ustedes a mi lado no lo hubiera logrado, tantas desveladas sirvieron de algo y aquí está el fruto. Les agradezco a todos ustedes con toda mi alma el haber llegado a mi vida y el compartir momentos agradables y momentos tristes, pero esos momentos son los que nos hacen crecer y valorar a las personas que nos rodean. Los quiero mucho y nunca los olvidare.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido	**Pag.**
CAPÍTULO I.	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PROBLEMA	3
1.3. OBJETIVOS	4
• Objetivo General	4
• Objetivos Específicos	4
1.4. HIPÓTESIS	5
CAPÍTULO II.	6
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Ciclo reproductivo de la vaca	6
2.1.1. Fases del ciclo estral	6
2.1.2. Control hormonal del ciclo estral	7
2.1.3. Dinámica folicular	8
2.2. Ecografía y las estructuras ováricas	9
2.2.1. Folículo	9
2.2.2. Cuerpo lúteo	10
2.3. Hallazgos ecográficos en las fases del ciclo estral	10
2.4. Factores que afectan la detección del celo y preñez	12
2.5. Inseminación artificial	12
2.5.1. Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF)	13
2.6. Hormonas utilizadas en los protocolos de sincronización del celo	14
2.6.1. Prostaglandinas	14

2.6.2. Progestágenos (P4) 16

2.6.3. GnRH 17

2.6.4. Estrógenos 18

2.6.5. Gonadotropina Coriónica Equina 18

2.6.6. Foli-rec 19

2.6.7. Novormon 20

2.7. Obtención de la Gonadotropina Coriónica Equina 20

2.8. Función de las hormonas 22

2.9. Restricciones en el uso de hormonas 23

2.10. Protocolos sin estradiol 23

2.10.1. CO-Synch 23

CAPÍTULO III. 25

3. MARCO METODOLÓGICO 25

3.1. Ubicación de la investigación 25

- Localización de la investigación 25
- Situación geográfica y edafoclimática 25
- Zona de vida 25

3.2. Metodología 26

3.2.1. Material en estudio 26

3.2.2. Factores en estudio 26

3.2.3. Tratamientos 26

3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico 26

3.2.5. Manejo de la investigación 27

3.2.6. Métodos de evaluación y datos a tomar 28

3.2.7. Análisis de datos 30

CAPÍTULO IV 31

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES 31

4.1. INTERPRETRACIÓN DE RESULTADOS... 31

4.1.1. Análisis de la condición corporal 31

4.1.2. Análisis del peso vivo (PV) de los animales en estudio 33

4.1.3. Análisis de la edad de los animales en estudio 35

4.1.4. Análisis de la presencia de cría al pie de los animales en estudio 37

4.1.5. Análisis de la longitud ovárica de los animales en estudio. 39

4.1.6. Análisis del ancho ovárico de los animales en estudio. 41

4.1.7. Estado reproductivo pre-sincronización de los animales en estudio. 43

4.1.8. Análisis de la intensidad de celo de los animales en estudio. 45

4.1.9. Análisis de la medición folicular de los animales en estudio. 47

4.1.10. Tasa de preñez 49

4.1.11. Análisis económico de los tratamientos propuestos 51

4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS 53

CAPÍTULO V 54

5.1. CONCLUSIONES 54

5.2. RECOMENDACIONES 55

BIBLIOGRAFÍA 56

ÍNDICE DE TABLAS

N⁰	DETALLE	PAG.
1.	Planilla técnica de Foli-rec (eCG recombinante)	19
2.	Planilla técnica de Novormon (eCG tradicional)	20
3.	Tratamientos en estudio.	26
4.	Características del experimento	26
5.	Análisis de varianza del experimento	27
6.	Estudio de la condición corporal de los animales sometidos a IATF	31
7.	Estudio del peso vivo (PV) de los animales sometidos a IATF	33
8.	Estudio de la edad de los animales en estudio sometidos a IATF	35
9.	Análisis de la presencia de cría al pie de los animales en estudio	37
10.	Análisis de la longitud (cm) ovárica de los animales en estudio.	39
11.	Análisis del ancho (cm) ovárico de los animales en estudio.	41
12.	Análisis del estado reproductivo pre-sincronización de los animales.	43
13.	Análisis de la intensidad de celo de los animales en estudio.	45
14.	Análisis del diámetro folicular (cm) de los animales en estudio.	47
15.	Evaluación de la tasa de preñez de los tratamientos en estudio.	49
16.	Análisis económico de los tratamientos propuestos.	51

ÍNDICE DE FIGURAS

N⁰	DETALLE	PAG.
1.	Ecografía durante el estro	11
2.	Ovario izquierdo inactivo que muestra un pequeño folículo	11
3.	Protocolo de sincronización de CO-Synch modificado de 5 días	24
4.	Porcentaje de las categorías de la condición corporal de los animales	31
5.	Porcentaje de las categorías del peso vivo (PV) de los animales	33
6.	Porcentaje de las categorías del peso vivo (PV) de los animales	35
7.	Porcentaje de las categorías de la variable cría al pie de los animales	37
8.	Porcentaje de las categorías de la longitud (cm) ovárica de los animales	39
9.	Porcentaje de las categorías del ancho (cm) ovárico de los animales.	41
12.	Estado reproductivo pre-sincronización de los animales en estudio.	43
13.	Análisis de la intensidad de celo de los animales en estudio.	45
14.	Análisis del diámetro folicular (cm) de los animales en estudio.	47
15.	Tasa de preñez de los tratamientos en estudio.	49
16.	Valor económico de los tratamientos propuestos.	52

ÍNDICE DE ANEXOS

N^{0} **DETALLE**

1. Lugar de investigación.

2. Base de datos

3. Fotografía de la investigación

4. Glosario de términos

RESUMEN

La inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) es una herramienta biotecnológica de configuración hormonal cuyo esquema permite la manipulación del ciclo estral de la vaca, permitiendo obtener más progenie en menor cantidad de tiempo y garantizando el manejo reproductivo eficiente de individuos destacables productiva y genéticamente, de tal modo, en la presente investigación se planteó, evaluar la tasa de preñez mediante la aplicación de eCG recombinante y eCG tradicional en un protocolo de IATF en vacas Charolais, para llevar a cabo dicha investigación se sincronizaron 20 vacas de la raza charoláis en edad reproductiva, la configuración del protocolo se basó en un Co-synch de 5 días modificado, iniciando con una dosis de 0.01 mg De GnRH i.m. en el día cero, junto con un dispositivo intravaginal de 1.32 g de progesterona por 5 días, además, se aplicó 0.6 mL/ animal de cloprostenol (Estrumate) al retiro del dispositivo, más 105 u.i. de eCG recombinantes (1.5 mL de Folirec) y tradicional (0.55 mL de Novormon 500) en cada grupo de estudio, a las 72 horas de realizar la última inyección, se realizó la IA en los animales que presentaron celo, y en los que no, se colocó una última dosis de 0.01 mg de GnRH IM y se realizó la IA. El performance reproductivo determinó que el 100% de las vacas seleccionadas cumplían con condiciones óptimas de integridad y funcionalidad del tracto reproductivo, además, por efecto de la sincronización se observó diferencias estadísticas no significativas en la intensidad de celo, considerando que, en el grupo que recibió eCG recombinante (folirec) hubo un 45% (n=9) de vacas que presentaron signos específicos de celo al momento de la IA, a diferencia del grupo de vacas que recibió eCG tradicional (novormon 500), en donde solamente en el 35% (n=7) de animales se presentaron signos de celo al momento de la IA. Además, La tasa de preñez también fue diferente en los grupos estudiados, considerando un 70% de tasa de preñez en el grupo de la eCG recombinante, a diferencia de un 30% del grupo eCG tradicional, conllevando un costo de inversión en el tratamiento 1 de $1193.40 dólares a diferencia del tratamiento 2 el cual conllevó una inversión total de $1214,1 dólares, sin embargo, el tratamiento con mayor beneficio fue el T2 a pesar de conllevar mayor costo de inversión, fue el que propició mayor tasa de preñez entre los grupos de estudio.

Palabras clave: IATF, Co-synch de 5 días, eCG, celo, folículo, tasa de preñez.

SUMMARY

Fixed-time artificial insemination (FTAI) is a biotechnological tool of hormonal configuration whose scheme allows the manipulation of the estrous cycle of the cow, allowing to obtain more progeny in less time and guaranteeing the efficient reproductive management of productive and genetically outstanding individuals, in such a way, In this research, the objective was to evaluate the pregnancy rate through the application of recombinant eCG and traditional eCG in an IATF protocol in Charolais cows. To carry out this research, 20 Charolais cows of reproductive age were synchronized, the configuration of the protocol was based on a modified 5-day Co-synch, starting with a dose of 0. 01 mg of GnRH i.m. on day zero, together with an intravaginal device of 1.32 g of progesterone for 5 days, in addition, 0.6 mL/animal of cloprostenol (Estrumate) was applied at device withdrawal, plus 105 i.u. of recombinant (1.5 mL of Folirec) and traditional eCG (0. 55 mL of Novormon 500) in each study group, 72 hours after the last injection, AI was performed in the animals that presented estrus, and in those that did not, a last dose of 0.01 mg of IM GnRH was given and AI was performed. The reproductive performance determined that 100% of the selected cows complied with optimal conditions of integrity and functionality of the reproductive tract, in addition, due to the effect of synchronization, non-significant statistical differences were observed in the intensity of estrus, considering that, in the group that received recombinant eCG (folirec) there were 45% (n=9) of cows that showed specific signs of estrus at the time of AI, in contrast to the group of cows that received traditional eCG (novormon 500), where only 35% (n=7) of animals showed signs of estrus at the time of AI. In addition, the pregnancy rate was also different in the groups studied, considering a 70% pregnancy rate in the recombinant eCG group, as opposed to 30% in the traditional eCG group, leading to an investment cost in treatment 1 of $1193. However, the treatment with the greatest benefit was T2, in spite of having a higher investment cost of $1214.1, it was the one that resulted in the highest pregnancy rate among the study groups.

Key words: IATF, 5 days Co-synch, eCG, estrus, follicle, pregnancy rate.

CAPÍTULO I.

1.1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la selección de animales superiores se ha basado principalmente en escoger y fijar características funcionales que promuevan los incrementos en los índices productivos, sin embargo, esto ha promovido un descenso de la actividad fisiológica reproductiva que ha conlleva a reducidas tasas de concepción en los hatos ganaderos, antecedente que ha sido evidenciado desde los inicios de la aplicación de las biotecnologías como la inseminación artificial y el estudio del ciclo estral de la vaca (Giraldo, 2019).

La inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) es una metodología biotecnológica que vincula el manejo y manipulación del ciclo estral mediante la administración de combinaciones de hormonas que actúan en la fisiología reproductiva a nivel neuroendocrino y gonadal para provocar la ovulación, la IATF permite manejar a gran escala los índices reproductivos en un hato ganadero, propiciando ventajosamente reducir los intervalos generacionales, disminuir el impacto de los días abiertos e inclusive mejorar y fijar rasgos productivos de gran interés a partir de la utilización de toros con genética superior en determinadas razas bovinas (Yánez *et al.*, 2018).

La utilización de protocolos de sincronización reproductiva en vacas en donde se emplee sales de Estradiol para mejorar la expresión de celo ha sido penalizado y prohibido en ciertos países de la Unión Europea y en Estados Unidos, debido a que se ha demostrado que puede generar impactos negativos tanto a nivel ambiental como a nivel orgánico en los consumidores de proteína animal de origen bovino (Dias *et al.*, 2020).

En Sudamérica el estudio del ciclo estral de la vaca actualmente ha conllevado a la estructuración de protocolos de sincronización de la ovulación mediante la aplicación de sales de estradiol en combinación con progesterona que resultan en un incremento notable de los índices reproductivos en comparación a los protocolos tradicionales, ya que se ha evidenciado que mejora el performance de la actividad ovárica mediante la prolongación del proestro, aumentando la expresión de celo,

reduciendo el tiempo de sincronización y aumentando las probabilidades llevar a cabo una preñez exitosa (Marizancén & Pimentel, 2017).

Con la finalidad de reducir el uso de protocolos de IATF que incorporen estradiol en su fórmula hormonal, países con gran desarrollo biotecnológico en el campo de la reproducción bovina han desarrollado un esquema de sincronización en base a la utilización de hormona liberadora de gonadotrofinas (GnRH) y prostaglandinas (PGF2α) como es el caso del Ovsynch y su variante Co-Synch el cual se puede modificar mediante la aplicación de progesterona (P4) con dispositivo intravaginal, por un periodo de 7 días, su reestructuración ha logrado demostrar tasas de preñez cercanas al 50% (Marqués *et al.,* 2022).

En la búsqueda de alcanzar mayores tasas de preñeces en protocolos a base de GnRH y PGF2α como lo obtenido con protocolos que inducen un proestro prolongado con la utilización sales de Estradiol, en la actualidad se ha planteado la posibilidad de utilizar protocolos que no incorporan Estradiol y se realizan a base de GnRH como la variante modificada del Co-synch de 5 días utilizado en vacas y vaconas de razas cárnicas, el mismo que arranca con una aplicación de GnRH al inicio del protocolo más la incorporación de un CIDR intravaginal por un periodo de 5 días cuando se retira el dispositivo y se coloca una dosis de prostaglandina F2a en conjunto con una dosis de eCG, para luego de 72 horas realizar la IATF a los animales inducidos que presente signos clínicos de celo, y en los que no concluirían con una ultima aplicación de GnRH (Salgado *et al.,* 2021).

El ajuste del protocolo para mejorar la función de las estructuras ováricas (Folículo y cuerpo lúteo) se puede establecer mediante la inclusión de otras hormonas como es el caso de la Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) la misma que posee una función similar a la LH y FSH, provocando a nivel de la corteza ovárica un folículo de mayor tamaño con mayores tasas de ovulación y que generará un cuerpo lúteo más competente en su actividad progestagénica, lo que a su vez se traduce en mayores de tasas de preñez (Ortíz *et al.*, 2017).

1.2. PROBLEMA

La principal problemática dentro de los programas reproductivos en un hato ganadero se deben considerar inicialmente los factores que propician infertilidad en las vacas, considerando en principio variables intrínsecas al animal, como la condición corporal, estado anovulatorio o anestro postparto en vacas de carne, lo que genera un aumento en los intervalos generacionales, disminuyendo el performance productivo de los animales y estableciendo un ganadería menos sostenible y rentable.

En la actualidad la utilización de hormonas esteroideas en los protocolos de IATF en la ganadería de carne y leche a provocado cuestionamientos sobre los efectos secundarios que propician los estradioles sobre la salud pública y el medio ambiente ya que existen indicios de que pueden desencadenar la aparición de enfermedades neoplásicas e incluso mutaciones genéticas. En base a este antecedente, es controversial lo que ciertas investigaciones mencionan y relacionan que la presencia de estrógenos en productos de origen animal como la leche y carne propician la aparición cáncer de mama y próstata debido a los receptores de estrógenos en las células cancerígenas en este tipo de glándulas.

Otro punto negativo que puede ser considerado en las unidades de producción ganadera en donde se maneje los programas reproductivos fundamentados en la utilización de estradioles en los protocolos de IATF, es la posible contaminación de los afluentes con este tipo de hormonas, las cuales impactan de manera negativa a la fauna acuática y flora ambiental lo que origina desequilibrios ambientales.

Económicamente los protocolos de IATF representan un gasto para el ganadero, los cuales se encuentran asociados a la disponibilidad de las hormonas, a los tipos de hormonas, a las dosis utilizadas y a los resultados que se obtengan en función a las tasas de preñez de los animales sincronizados, por ello la insistencia de generar altos índices de preñeces en los animales sometidos a IATF. De tal modo en la presente investigación se plantea medir el efecto que posee la eCG recombinante y tradicional en protocolos en donde se descarte el uso de estradiol y se recurra a la utilización de GnRH y PGF2α + P4 sobre la dinámica ovárica.

1.3. OBJETIVOS

- **Objetivo General**

Evaluar la tasa de preñez mediante la aplicación de eCG recombinante y eCG tradicional en un protocolo de IATF en vacas Charolais.

- **Objetivos Específicos**

Medir ecográficamente las estructuras ováricas (folículos) en función a la dinámica de los protocolos establecidos y la influencia de los distintos tipos de eCG.

Analizar la intensidad del celo presente en cada uno de los tratamientos propuestos.

Estimar la tasa de preñez de los tratamientos planteados.

Establecer la relación del valor económico beneficio/costo

1.4. HIPÓTESIS

HO: No existe influencia de la aplicación de eCG recombinante y eCG tradicional en la tasa de preñez en un protocolo de IATF en vacas Charolais.

HI: Existe influencia de la aplicación de eCG recombinante y eCG tradicional en la tasa de preñez en un protocolo de IATF en vacas Charolais.

CAPÍTULO II.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Ciclo reproductivo de la vaca

El ciclo estral, que promueve el período de percepción sexual (estro o celo) en las hembras, es el patrón cíclico de la actividad ovárica entre el comienzo de un estro y el comienzo del próximo estro (Moreno, 2021).

El ciclo estral de una vaca dura un promedio de 21 días, pero puede oscilar entre 18 y 24 días, es continuo durante todo el año, el estro dura entre 6 y 18 horas, y la ovulación ocurre entre 24 y 32 horas después del estro (Rosete *et al.*, 2021).

2.1.1. Fases del ciclo estral

El ciclo estral se divide en cuatro fases, las cuales se encuentran bajo control de determinadas hormonas y estructuras endócrinamente activas;

- **Proestro:** Durante el proestro, no hay presencia de un cuerpo lúteo funcional en esta fase se propicia el crecimiento y maduración del folículo ovárico que se prepara para ovular. En el ciclo de la vaca, el proestro dura entre dos y tres días, un aspecto hormonal destacado en esta etapa es el aumento en la frecuencia de los pulsos de liberación de LH, lo que promueve la maduración final del folículo ovulatorio y el aumento en los niveles sanguíneos de estradiol, marcando así el comienzo del estro (Carvajal *et al.*, 2020).

Aparte de la clasificación previa del ciclo estral, hay otra forma de dividirlo en dos etapas principales: la fase progestacional, asociada con la presencia de progesterona, y la fase estrogénica, relacionada con los niveles predominantes de estrógeno. La fase progestacional abarca el metaestro y el diestro, mientras que la fase estrogénica incluye el proestro y el estro (Carvajal *et al.*, 2020).

- **Estro**: Se caracteriza por la expresión del líbido y la susceptibilidad de la hembra de la vaca a preñar. Esta fase se considera como la antecesora de la ovulación ya que de 10 a 12 horas después del final del estro se produce la ovulación porque hay niveles más altos de E2, lo que sucede porque los niveles de las hormonas FSH y LH cambian en el ciclo (Carvajal *et al.*, 2020).

- **Metaestro:** El metaestro es la fase que continua después del estro y tiene una duración de aproximadamente cuatro a cinco días. Al inicio de esta fase, tiene lugar la ovulación y se forma el cuerpo lúteo, después de la ovulación, se observa una hendidura en el lugar del folículo liberado (depresión ovulatoria) y luego se forma el cuerpo lúteo en desarrollo (llamado cuerpo hemorrágico). Durante el metaestro, los niveles de progesterona empiezan a elevarse, alcanzando valores superiores a 1 ng/ml, señalando la madurez del cuerpo lúteo, en este período, se destaca el pico posovulatorio de FSH, que inicia el primer ciclo de crecimiento folicular. Algunas vacas pueden experimentar un sangrado llamado sangrado metaestral durante esta etapa (Carvajal *et al.,* 2020).

- **Diestro:** es la etapa más prolongada del ciclo estral, suele durar entre 12 y 14 días. Durante este periodo, el cuerpo lúteo se mantiene completamente activo, lo que se refleja en niveles sanguíneos de progesterona superiores a 1 ng/ml. En esta fase, coexisten folículos de diversos tamaños debido a múltiples oleadas de crecimiento folicular. Después de aproximadamente 12-14 días de exposición a la progesterona, el revestimiento del útero comienza a liberar PGF2α en un patrón de pulsaciones, lo que marca el final del cuerpo lúteo y del diestro. Desde el punto de vista hormonal, cuando el cuerpo lúteo deja de funcionar, es decir, cuando los niveles de progesterona caen por debajo de 1 ng/ml, concluye el diestro y comienza el proestro. Durante esta fase, la LH se secreta con poca frecuencia y la FSH experimenta incrementos que desencadenan las oleadas de crecimiento folicular. (Carvajal *et al.,* 2020).

2.1.2. Control hormonal del ciclo estral

El eje hipotálamo-hipófisis-ovario, controla el ciclo estral en la vaca, ya que las hormonas actúan como mensajeros al circular a través de la sangre hacia los órganos previstos en donde controlan las fases del ciclo estral a través de mecanismos de retroalimentación positiva y negativa (Cordeiro, 2019).

La liberación pulsátil o tónica de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) secretada por parte de las neuronas del área ventromedial y del área preóptica del hipotálamo, estimula a la glándula hipófisis anterior para que secrete de manera activa a las gonadotropinas (hormona folículo estimulante FSH y luteinizante), que

estimulan el desarrollo y crecimiento folicular a nivel de los ovarios, la dominancia del folículo preovulatorios (DF) provoca la liberación de E2, los cuales intervienen directamente en el comportamiento de celo y la retroalimentación positiva en el hipotálamo que dan como resultado un aumento de LH que provoca la ovulación (Cordeiro, 2019).

Después de la ovulación, se desarrolla en primera instancia el cuerpo hemorrágico y de manera consecuente el Cuerpo Lúteo, el mismo que produce progesterona (P4) la cual es necesaria para propiciar un óptimo ambiente endometrial y mantener inicialmente la gestación, si no ha ocurrido una fecundación y por ende una implantación acompañada del reconocimiento materno, el útero inicia la secreción de prostaglandina F2 alfa alrededor del día 16-17 del día del ciclo, lo que provoca la lisis del cuerpo lúteo, su reabsorción provoca una disminución en la concentración de progesterona P4 y estimula nuevamente la secreción de GnRH en el hipotálamo por lo que propicia el reinicio o comienzo de un nuevo ciclo (Cordeiro, 2019).

La liberación de ciertas hormonas y múltiples procesos fisiológicos están vinculados con los ritmos circadianos, es decir a la percepción de determinadas cantidades de luz. La luz es captada por los fotorreceptores de la retina y esta señal luminosa se transmite a la glándula pineal a través de conexiones neuronales conocidas como el tracto retino-hipotalámico. En la glándula pineal, la cantidad de luz reduce la producción de melatonina. Por lo tanto, la cantidad de luz y la cantidad de oscuridad (fotoperiodo) se registra mediante cambios en los niveles de melatonina. En el caso de las vacas, se reconoce que el fotoperiodo ejerce influencia en algunos aspectos reproductivos, aunque no define un patrón reproductivo estacional de manera estricta (Cordeiro, 2019).

2.1.3. Dinámica folicular

El término "dinámica folicular" describe el crecimiento, desarrollo, ovulación y atresia de los folículos, así como la formación de un folículo dominante antes de la ovulación (Averango & Aliaga, 2019).

La selección de folículos se vuelve dominante después del reclutamiento de 5 a 20 folículos mayores de 5 mm de diámetro, cuyo crecimiento es estimulado

principalmente por FSH durante la primera etapa conocida como etapa dependiente de FSH (Averango & Aliaga, 2019).

Durante la maduración del folículo dominante (FD), aumentan las concentraciones de E2 e inhibina, las células de la granulosa del FD captan receptores de LH y E2, esto genera retroalimentación positiva a la hipófisis, lo que incita a un aumento de LH que provoca la maduración y ovulación de este último. Por otro lado, los folículos más pequeños se ven afectados por una disminución de la FSH lo que induce su atresia, porque las células de la granulosa en folículos menores de 6 mm solo tienen receptores de FSH (Averango & Aliaga, 2019).

2.2. Ecografía y las estructuras ováricas

El ovario bovino constituye una estructura de notable complejidad, generando de manera regular un único folículo ovulatorio y un cuerpo lúteo (CL). La interpretación precisa de las estructuras ováricas observadas a través de la ecografía presenta un desafío debido a la constante dinámica de crecimiento y regresión experimentada por los folículos y los CL. La ecografía se considera el método diagnóstico más preciso para la identificación de estas estructuras en los ovarios. La palpación transrectal complementa eficazmente el examen ecográfico, proporcionando una evaluación práctica de los contornos y la textura de estos órganos reproductivos

2.2.1. Folículo

La identificación del folículo se simplifica en la pantalla al aparecer como un área oscura debido al líquido folicular de baja densidad ecogénica, en la evaluación ecográfica de los ovarios, es crucial poder discernir entre un folículo y un vaso sanguíneo. Una vista transversal de un vaso sanguíneo en el ovario se asemeja a la imagen de un segmento esférico de un folículo. No obstante, al mover la sonda de manera que proporcione una sección longitudinal en lugar de transversal del vaso sanguíneo, la imagen esférica inicial se extiende, a diferencia del folículo, que se reduce a una esfera más pequeña y simplemente desaparece a medida que la sonda se aleja. Debido a la constante aparición de folículos de tamaño considerable (>8 mm) a lo largo del ciclo estral en los ovarios bovinos (excepto en los primeros días del ciclo), resulta engañoso intentar prever el momento preciso de la ovulación

únicamente basándose en el tamaño del folículo más grande. Por tanto, es necesario confiar en otros indicadores, como los cambios en la ecogenicidad de la pared uterina, la presencia del cuerpo lúteo (CL), el incremento del tono uterino, la presencia de secreciones endometriales en el útero, la presencia de moco cervical y el comportamiento de la vaca, incluyendo cambios en su actitud.

2.2.2. Cuerpo lúteo

En la reproducción bovina es muy importante poder reconocer la presencia del cuerpo lúteo (CL). La presencia de un CL confirma que una novilla ha alcanzado la pubertad.

El CL maduro es hipoecogénico (más oscuro) en comparación con el estroma ovárico debido a su extensa vascularización. Ecográficamente podemos distinguir diferencias entre un cuerpo lúteo compacto maduro y un cuerpo lúteo cavitario (CCL) maduro. Los ovarios pueden contener más de un CL y estos pueden ser compactos y/o con cavidad, el tamaño de la cavidad puede variar considerable y ocasionalmente se observan hebras de fibrina ecogénica dentro de la cavidad llena de líquido.

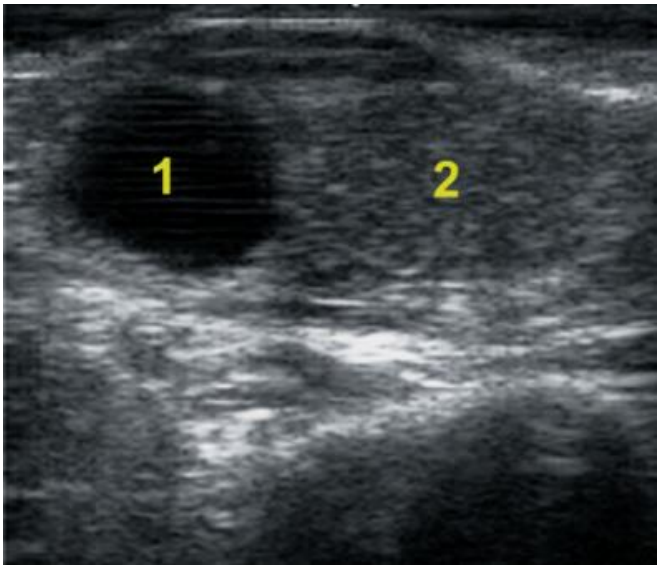
2.3. Hallazgos ecográficos en las fases del ciclo estral

Durante el proestro, el estro y el metestro, identificar el tejido lúteo resulta más desafiante en comparación con el diestro, ya que el cuerpo lúteo (CL) presenta una isoecogenicidad respecto al estroma circundante. Durante el metestro, la ecogenicidad del CL se ve influenciada por el tejido angiotrófico recién desarrollado del cuerpo hemorrágico, mientras que durante el proestro está determinada por la cantidad de tejido conectivo presente.

En el estro (día 0), la estructura más evidente es el folículo ovulatorio dominante, con un diámetro interno promedio de 13 mm, variando entre 11 y 16 mm. Durante la transición del proestro al estro, se requieren otros indicadores como cambios en la ecogenicidad de la pared uterina, aumento en la firmeza uterina al tacto, presencia de secreciones endometriales dentro del útero, moco cervical y el comportamiento de celo de la vaca para confirmar el acercamiento al estro del animal.

Figura 1.

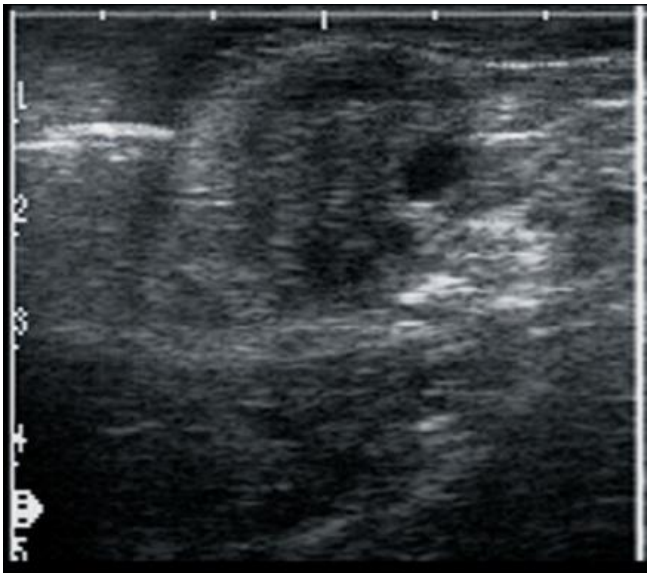
Ecografía durante el estro con presencia de un cuerpo lúteo (CL) en regresión y un folículo preovulatorio dominante en el ovario derecho.



Fuente: tomado de (DesCôeaux *et al.*, 2010) "Practical Atlas of Ruminant and Camelid Reproductive Ultrasonography"

Figura 2.

Ovario izquierdo inactivo que muestra un pequeño folículo



Fuente: tomado de (DesCôeaux *et al.*, 2010) "Practical Atlas of Ruminant and Camelid Reproductive Ultrasonography"

2.4. Factores que afectan la detección del celo y preñez

La nutrición es un factor clave para la llegada de la pubertad en animales jóvenes y las fases de reproducción en vacas adultas, ya que la actividad cíclica en la hembra no es prioridad debido al desempeño de otras funciones como mantenimiento, crecimiento las cuales son prioritarias, como consecuencia, la ciclicidad se expresará cuando exista un balance nutricional positivo en cuanto a cantidad y calidad de nutrientes (Montiel *et al.,* 2019).

Los animales que no consumen la energía (glucosa o precursores glucogénicos) metabolizable necesaria, generan un aumento en los niveles de cuerpos cetónicos (βhidroxibutirato) y ácidos grasos no esterificados (por mayor movilización de grasas) que inhiben la producción de LH. Así mismo, al utilizar sus reservas corporales se genera una menor concentración de leptina, retrasando la ciclicidad, ya que no propician su efecto inductor en la LH (Buernett *et al.,* 2018).

La condición corporal es un indicador del estatus nutricional de los animales; se considera que dentro de una escala de 1 a 5, los animales deben estar en 2,5 ó 3, para obtener porcentajes de preñez cercanos a 52,3% y 57,7% respectivamente mediante IATF (Sibhat *et al.,* 2016).

Componente racial, el ganado Cebú (*Bos indicus)* presenta un celo más pronunciado y relativamente largo y mayor precocidad que las razas europeas (*Bos taurus*), además, en ambas subespecies, un tercio de las hembras empiezan y terminan el comportamiento de celo durante la noche (Kovács *et al.,* 2016).

El clima, los animales expuestos a altas temperaturas y porcentajes de humedad elevados, sufren de estrés calórico, esto provoca una disminución en la duración del celo de entre 5 – 6 horas (Kovács *et al.,* 2016).

2.5. Inseminación artificial

La inseminación artificial es una biotecnología que difunde genes de alto valor genético, la cual consiste en la aplicación, por métodos artificiales, de semen fresco o vitrificado en el tracto genital de una hembra, en el momento adecuado para que se dé la fecundación (Múller *et al.,* 2020).

Entre las ventajas que aporta la IA se encuentran: acelera la mejora genética mediante un incremento en la frecuencia del uso de sementales probados, mejora el uso del semental, ya que de un eyaculado se puede inseminar a varias hembras, evita la transferencia de enfermedades, evita tener un macho en el hato y su manutención, estimula el uso de registros y facilita la implementación de programas de sincronización y cruces. También presenta desventajas como la detección de celo, inversión y capacitación en esta biotecnología, el uso de termos y el correcto descongelamiento del semen (Sanín *et al.,* 2023).

Por lo tanto, la IA junto con la sincronización del estro y la ovulación resulta ser una biotecnología eficiente y rentable para propiciar el mejoramiento genético, para cualidades como peso al nacimiento, peso al destete, facilidad de parto, producción láctea y cárnica, entre otros, además de que elimina el problema de la ineficiente detección de celo en fincas (Wild *et al.,* 2022).

2.5.1. Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF)

El ciclo estral se puede modificar mediante el uso de hormonas exógenas, esto permite controlar el momento de la ovulación, mediante los distintos protocolos de IATF, la cual permite inseminar un gran número de animales en un periodo corto de tiempo (Bo et al., 2019).

La IATF permite evadir la detección de celo, reduce el tiempo de inseminación y encierres (número de veces que los animales ingresan a la manga de manejo), acorta el periodo de anestro post parto, útil en animales con celos silenciosos, aumenta la proporción de vientres que se preñan temprano, aumenta los kilogramos de terneros destetados, mejora la atención de partos al concentrarse en un periodo, se puede hacer uso del destete precoz al obtener terneros más homogéneos y se puede mejorar la utilización del recurso forrajero (Randi *et al.,* 2021).

Se deben considerar cinco factores antes de implementar un programa de IATF, entre ellos:

- Estado fisiológico de los vientres: Las novillas deben tener por lo menos el 65% de su peso adulto, se debe determinar el grado de desarrollo del tracto reproductivo y deben estar ciclando. Las vacas con cría se deben inseminar después de 60 días post parto, permitiendo una adecuada involución uterina y tomando en

cuenta el amamantamiento, ya que este compromete la ciclicidad, debido a que la percepción física, visual y olfatoria tiene un efecto en el sistema neuroendrocrino que se encuentra relacionado con la liberación de péptidos opioides endógenos como β-endorfina, prolactina y oxitocina que inhiben el eje hipotálamohipófisis-ovario, mediante la supresión de la liberación pulsátil de LH, fallas en ovulación y presencia de anestro post parto prolongados (Arain *et al.,* 2023).

- Condición corporal: Es otro factor importante, por lo que se debe trabajar con animales con una CC entre 2,5 - 3,5 para obtener buenos resultados de preñez, ya que no se ve afectada la producción de hormonas (Silva *et al.,* 2020).

- Instalaciones y el personal: Es uno de los factores primordiales, ya que el tratamiento es estricto en cuanto a tiempo de realización, además se debe generar el menor estrés posible para los animales (Kerby & Cutler, 2022).

- Sanidad: Es importante, ya que del 40 - 50% de las fallas reproductivas se debe a enfermedades transmisibles, por lo que antes de dichos tratamientos se debe verificar el estado sanitario de los vientres principalmente para enfermedades como Campylobacteriosis, Tricomoniasis, Brucelosis, Lesptospirosis, IBR, Neosporidiosis, Micoplasma, Clamidias y Ureoplasmas (Sibhat *et al.,* 2016).

- Calidad seminal: El semen después de descongelado debería tener como mínimo un 40% de células motiles, una concentración de 5 - 10 millones de células por dosis y la morfología debe presentar un mínimo de 70% de espermatozoides normales, no más de 15 - 20% de defectos en cabezas y del 25% de defectos en cola y acrosoma (Kerby & Cutler, 2022).

2.6. Hormonas utilizadas en los protocolos de sincronización del celo

Existen diversos tratamientos para controlar el ciclo estral, estos protocolos utilizan diferentes compuestos con estradiol (EB, ECP o EV), Progesterona, Gonadotropina coriónica equina (eCG) prostaglandina f 2 alfa y GnRH principalmente.

2.6.1. Prostaglandinas

Las prostaglandinas F2 alfa (PGF2α) se emplean en protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) para inducir la luteólisis, es decir, la regresión del cuerpo lúteo en el ovario, esta regresión provoca una disminución de los niveles de

progesterona, desencadenando el inicio de un nuevo ciclo estral. Su uso es común en la sincronización de la ovulación, sin embargo, presenta la limitante de que los animales deben estar ciclando y en un estadio apropiado del ciclo estral, por lo que se diseñaron distintos protocolos (Ferreira *et al.,* 2020).

- Los mas comunes son tratamiento con 2 dosis de PGF2α, con un intervalo de 10 u 11 días entre las dosis, hay estudios que indican una tasa de concepción más alta con intervalos de 14 días, por la posible presencia de un folículo dominante, para este protocolo se recomienda inseminar los animales que presentan celos con la primera dosis y solo aplicar la segunda dosis a los animales que no presentaron celo, porque depende del momento de la etapa de diestro en que se encuentre.(Sanz *et al.,* 2019).

- También se puede combinar la palpación rectal de las estructuras ováricas y el tratamiento con PGF2α en los animales que presentan un CL funcional, los cuales entrarían en celo de 2 a 3 días luego de aplicar la hormona (Sanz *et al.,* 2019).

El uso de la prostaglandina es combinándola con estradiol y gonadotropina coriónica humana (hCG), en animales con CL, a continuación, se describen algunos de estos tratamientos:

- Una dosis de PGF2α, posterior a las 12 horas se le aplica 250 UI de hCG además de 1 mg de EB y se insemina a las 48 horas después de la prostaglandina obteniendo preñeces de 57.8% (Tschopp *et al.,* 2022).

- Dos dosis de prostaglandina, una dosis de PGF2α al día 0 y otra al día 14, en el día 7 se le aplica 1,5 mg de 17β-estradiol y 50 mg de P4, se observan por 3 días y se inseminan las que entren en celo y las que no entran en celo se les aplica GnRH el día 18 y se inseminan, obteniendo porcentajes de preñez de 60% en la primera inseminación y una preñez general de 49% (Tschopp *et al.,* 2022).

Así mismo, las prostaglandinas son utilizadas como parte de protocolos de pre sincronización, ya que presenta varios beneficios: si el animal ovula con el uso de GnRH se da un período de dominancia más corto, lo que genera un ovocito de mejor calidad (más joven), además, si el CL es inducido por protocolos con pre sincronización se genera mayor cantidad de P4 durante el crecimiento del folículo,

lo que propicia un ovocito de buena calidad mejorando la fertilidad en las vacas de carne (Tschopp *et al.,* 2022).

2.6.2. Progestágenos (P4)

La progesterona, una hormona esteroidea producida principalmente por el cuerpo lúteo, juega un papel crucial en la preparación del ambiente uterino para la implantación y el mantenimiento de la preñez. Actúa sobre el endometrio, promoviendo su diferenciación secretora, induciendo cambios en la vascularización y la composición glandular para crear un ambiente receptivo para la implantación del blastocito. Además, la progesterona inhibe las contracciones uterinas, asegurando un entorno uterino seguro para la implantación y el reconocimiento materno. Asimismo, tiene influencia en la modulación del sistema inmunitario local en el endometrio y en la preparación de las glándulas mamarias para la lactancia durante la gestación. En resumen, su función principal radica en la preparación y el mantenimiento del útero para la implantación y el desarrollo inicial del embrión (dos Santos *et al.,* 2019).

En la IATF estas se utilizan para suprimir el estro y evitar la ovulación, ya que la P4 reduce la frecuencia de los pulsos de LH, lo que suprime el crecimiento del FD, sin embargo, la P4 no suprime la secreción de FSH por lo que las ondas foliculares se siguen generando si hay un CL funcional (de Oliveira & Silva).

El dispositivo intravaginal es una opción para reducir el problema de los folículos persistentes, donde este debe permanecer en la vagina durante cierto tiempo (varía según el protocolo a usar), además, se aplica PGF2α 24 horas antes de retirar el dispositivo y la detección de celo inicia 48 horas posteriores de retirar el dispositivo (Pilla *et al.,* 2023).

Progesterona y estradiol: Antes de la aparición de la PGF2α, el estradiol se utilizaba para propiciar la liberación endógena de PGF2α y la luteólisis, por lo que se reduce la probabilidad de generar un folículo persistente, Otra ventaja del uso de estradiol de acción corta (17β-estradiol) con progestágenos es la regresión folicular, generándose así una nueva onda folicular a los 3-5 días posteriores, independientemente del estadio del ciclo estral en que se encuentre el animal al momento del tratamiento (Pilla *et al.,* 2023).

Así mismo se ha estudiado el uso de otros ésteres de estradiol como el ECP y EV en dosis de 0,5 - 1 mg combinados con progestágenos, los cuales son utilizados eficientemente en protocolos de IATF en novillas (Pilla *et al.*, 2023).

2.6.3. GnRH

La GnRH (hormona liberadora de gonadotropina) se emplea en los protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) como un inductor hormonal. Al administrarse en una fase específica del ciclo estral, desencadena la liberación pulsátil de hormonas gonadotropinas hipofisarias (hormona folículo-estimulante o FSH y hormona luteinizante o LH). Esta acción hormonal induce el crecimiento folicular y promueve la ovulación coordinada de los folículos dominantes, permitiendo así la sincronización temporal precisa para la inseminación artificial en un momento estratégico del ciclo reproductivo, mejorando las tasas de fertilidad en los programas de reproducción asistida (de Sá *et al.*, 2023).

En bovinos con folículos mayores a 10 mm de diámetro, el uso de esta hormona induce su ovulación, con el posterior desarrollo de una nueva onda folicular 2 días después del tratamiento, a los 6 o 7 días después se aplica PGF2α que propicia la ovulación del nuevo FD de esa nueva onda y se hace más eficiente si se administra una segunda dosis de GnRH 36 - 48 horas después de la PGF2α (de Sá *et al.*, 2023).

El protocolo base con el uso de GnRH es el Ovsynch, el cual consiste en la aplicación de una inyección de GnRH el día 0, seguida de una dosis de PGF2α al día 7 y una segunda dosis de GnRH al día 9 y se insemina 16 a 22 horas después de aplicar la segunda dosis de GnRH (de Sá *et al.*, 2023).

Este protocolo es más eficiente en vacas lecheras en lactancia que en novillas, ya que después de primera inyección de GnRH ovula el 85% de las vacas, pero solo el 54% de las novillas. Además, el 20% de las novillas presentaron celo antes de la inyección de PGF2α lo que reduce la fertilidad a la IATF (de Sá *et al.*, 2023).

El uso de GnRH provoca la ovulación del FD sólo en el 56% de las novillas, por lo que no promueve de manera uniforme el inicio de una nueva onda folicular, lo que genera bajas tasas de preñez en novillas. Otro factor que influencia la tasa de preñez en este protocolo es el estadio del ciclo estral a la hora de aplicar el protocolo, donde

entre los días 1 y 4 ó 13 y 17 del ciclo se obtienen tasas muy bajas con respecto a otros iniciados en otros momentos (Vera *et al.,* 2022).

2.6.4. Estrógenos

Los estrógenos, especialmente el estradiol, desempeñan un papel crucial en los protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) al influir en varios aspectos del ciclo reproductivo (Vera *et al.,* 2022).

Los estrógenos son producidos principalmente por las células de la granulosa dentro de los folículos ováricos en crecimiento. Estimulan el desarrollo folicular temprano y contribuyen al crecimiento y maduración de los folículos, preparando así el entorno ovárico para la ovulación coordinada (de Sá *et al.,* 2023).

Durante el ciclo estral, los estrógenos ejercen un feedback negativo en la glándula pituitaria, regulando la liberación de hormonas gonadotrópicas, incluida la hormona FSH. Además, a medida que los niveles de estrógenos aumentan en la fase preovulatoria, ejercen un feedback positivo sobre la pituitaria, desencadenando un aumento en la liberación de hormona luteinizante (LH), lo que lleva a la ovulación. Los estrógenos contribuyen al desarrollo del folículo dominante y, al alcanzar niveles críticos, desencadenan el pico de LH que precede a la ovulación. Esto es crucial en los protocolos de IATF para sincronizar la ovulación, ya que permite programar el momento exacto de la inseminación artificial para maximizar las posibilidades de fertilización (Tschopp *et al.,* 2022).

2.6.5. Gonadotropina Coriónica Equina

La eCG (gonadotropina coriónica equina) es una hormona glicoproteica producida por las células trofoblásticas del embrión equino. Su estructura y función son similares a las hormonas gonadotrópicas, principalmente la FSH (hormona foliculoestimulante) y la LH (hormona luteinizante) (Bó *et al.,* 2019).

A nivel molecular, la eCG se compone de dos subunidades, alfa y beta. La subunidad alfa es similar a la de otras hormonas glicoproteicas, como la FSH, LH y hCG (gonadotropina coriónica humana), mientras que la subunidad beta confiere especificidad a la eCG. Esta hormona tiene una vida media más prolongada en comparación con la FSH y la LH, lo que contribuye a su duración prolongada de

actividad biológica en el organismo.La eCG actúa principalmente sobre receptores específicos en las células foliculares del ovario. Estimula el desarrollo folicular, aumentando el número y tamaño de los folículos ováricos, lo que conlleva a la producción de estradiol por parte de las células de la granulosa. Esto provoca un efecto sinérgico con la FSH endógena, lo que lleva a una mayor respuesta folicular y, potencialmente, a la ovulación múltiple (Bó *et al.,* 2019).

Su acción en el desarrollo folicular, la eCG puede prolongar la función del cuerpo lúteo. Después de la ovulación, ayuda en la producción de progesterona por el cuerpo lúteo, lo que contribuye a mantener un ambiente uterino adecuado para la implantación y el mantenimiento temprano del embarazo (Ferreira *et al.,* 2020).

2.6.6. Foli-rec

Foli-rec es una de las únicas eCG recombinante, patente de laboratorios zoovet en convenio con la universidad Nacional del Litoral Arg. y la empresa Biotecnofe S.A. su origen y obtención es a partir de células modificadas genéticamente con la misma función parácrina que las células trofoblásticas embrionarias de la yegua (Zoovet, 2023)

Tabla 1.

Planilla técnica de Foli-rec (eCG recombinante)

Tipo	Producción	Riesgos	Seguridad	Dosis
Hormonal sintetico	Produccion de Células modificadas genéticamente a partir de cultivos libre de suero animal, Almacenarse en refrigeración entre 2°C y 8°C	Nulo, El proceso en todas sus etapas se lleva a cabo con medios químicamente estables	No requiere la utilización de animales en ninguna etapa del proceso para pruebas de laboratorio.	Vacas: 140 UI por vía intramuscular Vaconas: 70 UI a 105 UI por vía intramuscular

Fuente: Zoovet (2023)

2.6.7. Novormon

Es una solución inyectable una vez reconstituido, cada 1 mL contiene aproximadamente 200 UI de Gonadotropina Coriónica equina (eCG) liofilizada obtenida de manera tradicional.

Tabla 2.

Planilla técnica de Novormon (eCG tradicional)

Tipo	Composición	Indicaciones	Dosis	Contraindicaciones
Hormonal	Gonadotrofina coriónica equina (ECG) purificada 200 UI Excipientes c.s.p. 1 mL	Inducción y sincronización de celos en bovinos, Complemento en el tratamiento de anestro de vacas, ovejas y cabras.	Sincronización de celo: 400-600 UI, IM Superovulación: 2500 UI al día 10 -11 del ciclo estral, IM	No administrar durante la gestación.

Fuente: Zoetis Arg (2023).

2.7. Obtención de la Gonadotropina Coriónica Equina

- **eCG Recombinante:** La producción de Gonadotropina Coriónica Equina eCG de carácter recombinante se ha descrito a partir cultivos celulares de la línea celular de ovario de hámster chino (CHO-K1) el mismo que es un huésped atractivo para la expresión de eCG recombinante que exhibe bioactividad FSH/LH in vivo (Villarraza *et al.*, 2021).

Las células de ovario de hámster chino CHO-K1 cultivadas artificialmente en medios de cultivo celulares, expresan una amplia gama de glicosiltransferasas, que son capaces de agregar Nglicanos sialilados complejos a los polipéptidos. Con respecto a la O-glicosilación, se ha demostrado que una porción de las cadenas de

carbohidratos unidas a O de la eCG natural contienen extensiones periféricas de poli-(N-acetillactosamina) ramificadas, es decir, unidades repetidas de N acetillactosamina dispuestas linealmente en la rama unida a la N-acetilglucosamina. residuo de estructura central tipo 2 (Villarraza *et al.,* 2021).

Las proteínas expresadas en células CHO han revelado que los oglicanos simples mono y disialilados del núcleo 1 dominan el repertorio de O-glicanos. Sin embargo, las células CHO-K1, en general, no son capaces de alargar o ramificar los O-glucanos del núcleo 1 debido a la falta de la actividad glicosiltransferasa necesaria (Villarraza *et al.,* 2021).

A pesar de este hecho, se ha informado de la expresión de eCG recombinante de células CHO-K1 transfectadas que exhibe actividad similar a la LH in vivo en sementales reproductores de caballos y yeguas cíclicas (Villarraza *et al.,* 2021).

La eCG recombinante producida a partir de células CHO en suspensión ha demostrado una alta actividad biológica in vivo en ratas. Recientemente, se han informado perfiles diferenciales de expresión genética inducidos por eCG natural y reCG en ovarios de rata, y se ha postulado que las cadenas de glicano podrían desempeñar un papel fundamental en la tasa de ovulación y la expresión genética (Villarraza *et al.,* 2021).

- **eCG Tradicional (sérica):** La gonadotropina coriónica equina, anteriormente conocida como gonadotropina sérica de yegua preñada (PMSG), es secretada por células trofoblásticas a la sangre de la yegua preñada entre los días 36 y 120 de gestación (Sharifi *et al*., 2014).

Generalmente, la eCG se puede purificar a partir de suero de yegua preñada con el esquema de purificación clásico en dos pasos principales. Primero, a ser una hormona suele acompañarse de contaminantes o material biológico estabilizante, por que los pasos de precipitación y filtración eliminan los principales contaminantes como la albúmina para generar un producto intermedio. Segundo, el extracto final se genera mediante pasos cromatográficos. Sin embargo, el aislamiento de biomoléculas directamente a partir de suspensiones crudas mediante extracción inmune en fase sólida (SPE) se ha utilizado en diferentes áreas de la biotecnología (Sharifi *et al*., 2014).

De los primeros registros de la obtención de eCG sérica altamente purificada se saber que, se recogieron aproximadamente 1,5 litros de sangre en la Universidad Estatal de Colorado de cada una de las 42 yeguas de razas de caballos ligeros el día 60 de gestación; Se utilizó citrato ácido-dextrosa como anticoagulante y se recogió plasma después de la centrifugación. Sobre la base del radioinmunoensayo del plasma de cada yegua, se prepararon tres mezclas de sueros con títulos altos (11 yeguas), medios (11 yeguas) y bajos (19 yeguas). Se descartó el plasma de una yegua con un nivel apenas detectable de eCG. Luego se realizaron bioensayos en los tres grupos midiendo el aumento de peso en ratas SpragueDawley de 28 días de edad 48 h después de la inyección. Con este ensayo, la concentración de eCG del conjunto de títulos altos fue de 160 lU/mI; del grupo intermedio, 120 lU/mI; y del grupo de títulos bajos 75 lU/mI. Este estudio se refiere únicamente a los conjuntos de títulos altos y bajos, que se congelaron en la Universidad Estatal de Colorado y se enviaron al Laboratorio de Investigación Hormonal en San Francisco. Siendo este uno de los primeros ensayos (Sharifi *et al*., 2014).

2.8. Función de las hormonas

En la IATF las dosis de GnRH o E2 genera la ovulación de los folículos Dominante existente con capacidad ovulatoria, mientras que la P4 proveniente del dispositivo intravaginal provoca la atresia de los folículos en crecimiento. A los 3 - 4 días de la aplicación de GnRH o Estrógenos, se da la ovulación y emergencia de una nueva onda folicular, lo que asegura la presencia de un folículo y un ovocito viable al momento del retiro del dispositivo (Williams & Cardoso, 2021).

El dispositivo sincroniza el desarrollo folicular, ya que simula la función del CL, por lo que permanece de 7 - 8 días en el tracto reproductivo, cuando este es retirado se da una caída en los niveles de P4, lo que induce al aumento de los niveles de LH, lo que provoca el crecimiento y persistencia del FD, produciendo altas concentraciones de E2 que propicia la manifestación de celo y un pico de LH que induce la ovulación y la PGF2α o su análogo, produce la regresión de algún CL existente provocando una rápida caída de P4. La segunda dosis de GnRH o E2 ocasiona las manifestaciones de celo e induce el pico de LH para que se dé la ovulación del folículo dominante (Williams & Cardoso, 2021).

Además, los protocolos que utilizan dispositivo intravaginal permiten sincronizar animales cíclicos e inducir desarrollo folicular y ovulación en animales en anestro, sin embargo, la reducción en las tasas de concepción se puede dar debido a que algunas vacas tienen una fase lútea posterior más reducida, lo que genera tasas de concepción menores que en las vacas cíclicas, por lo tanto, el uso del dispositivo mejora la tasa de preñez entre el 6 - 8% (Williams & Cardoso, 2021).

2.9. Restricciones en el uso de hormonas

En la producción bovina, es común el uso de hormonas a base de esteroides, las cuales incluyen desde el uso de hormonas sintetizadas por el organismo hasta sustancias sintéticas, los residuos de dichas sustancias pueden tener residualidad en los productos destinados para consumo, generando problemas de salud al ser humano. Con los usos rutinarios de hormonas sus niveles aumentan considerablemente y por lo tanto, los residuos también, por lo que se debe respetar el tiempo de retiro según el tipo de sustancia y la legislación de cada país. En estudios in vivo, se ha demostrado rompimientos del ADN y daños oxidativos por el uso del 17-β-estradiol, dando como resultado la multiplicación de células que provocan cáncer de mamas (Tong *et al.*, 2020).

2.10. Protocolos sin estradiol

El principal protocolo que no incluye dentro de su esquema sales de estradiol es el protocolo Ovsynch a partir del cual se desarrollaron otros tratamientos con ciertas variantes, como es el caso del Co-synch con la diferencia de que se insemina en el mismo momento de la aplicación de dosis de GnRH (Gómez *et al.*, 2019).

Otra variante es el Ovsynch + dispositivo intravaginal, Cosynch + dispositivo intravaginal, Heatsynch + dispositivo intravaginal los cuales hacen uso del dispositivo intravaginal entre la primera inyección de GnRH y la inyección de PGF2α, la adición de este dispositivo mejora las tasas de preñez en novillas de 39% (Ovsynch) a 68% (Ovsynch + dispositivo) (Gómez *et al.*, 2019).

2.10.1. CO-Synch

El protocolo para IATF en vacas y vaquillonas más difundido en EEUU utiliza GnRH y un dispositivo con progesterona por 7 días. En los últimos cinco años se

han discutido algunas modificaciones en el tratamiento Co-Synch, modificándole por una ocupación de 5 días, obteniendo una prolongada el proestro representando mayor tasa de concepción (Macmillan *et al.*, 2020).

Figura 3.

Protocolo de sincronización de CO-Synch modificado de 5 días para vacas de carne, Modificado de (De la Mata et al. (2022); Macmillan et al. (2020).



CAPÍTULO III.

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación de la investigación

- **Localización de la investigación**

La presente investigación se realizó en la finca San Vicente, la cual se encuentra en el sector de Selva Alegre, en el cantón Pastaza de la parroquia Puyo perteneciente a la provincia de Pastaza.

- **Situación geográfica y edafoclimática**

Parámetros geográficos

Altitud	1002 msnm
Latitud	1°27'11.2"S
Longitud	78°01'01.4"O
Temperatura máxima	26° C
Temperatura mínima	17° C
Temperatura media anual	20,8 °C
Precipitación media anual	4548 mm
Humedad relativa (%)	85,2%

Fuente: Tomado de GAD de Provincial de Pastaza (2020).

- **Zona de vida**

De acuerdo con el sistema de clasificación de zonas de vida por Leslie Holdridge, geólogo, el cantón Pastaza corresponde a la formación de bosque muy húmedo subtropical (BMH-ST) (Holdridge, 1971).

3.2. Metodología

3.2.1. Material en estudio

- 20 Vacas

3.2.2. Factores en estudio

- **Factor A:** Bovino
- **Factor B:** Protocolo + tipo de eCG
- **B1:** Co-Synch con eCG recombinante
- **B2:** Co-Synch con eCG tradicional

3.2.3. Tratamientos

Tabla 3.

Tratamientos en estudio.

Tratamientos	Interacción	Descripción
T1	A*B1	Bovino + Co-Synch con eCG tradicional
T2	A*B2	Bovino + Co-Synch con eCG recombinante

Tabla 4.

Características del experimento

Tratamientos	2
Repeticiones	10
Número de unidades experimentales	20
Número total de análisis	20

3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico

- Diseño completamente al azar (DCA)
- Duncan al 5%

Tabla 5.

Análisis de varianza del experimento

Fuente de variación	G. L Fórmula	G. L
Tratamiento	t-1	1
Error	t (r-1)	18
Total	tr -1	19

3.2.5. Manejo de la investigación

- **Concentración del estudio:** La investigación se desenvolvió en la finca "San Vicente", considerando que, de un total de 30 hembras bovinas, entre vacas multíparas y vaconas primerizas en optimas condiciones sanitarias, nutricionales y reproductivas, se seleccionaron 20 para ser sometidas al programa de tratamiento hormonal para la sincronización del celo.
- **Examen situacional:** Se realizó el conteo y selección de los animales que se distribuyenron en cada grupo de estudio, adicionalmente se identificaron los factores ambientales y sistema de producción de la finca "San Vicente", ya que en la unidad ganadera se maneja a los animales mediante sistemas de producción al sogueo con ternero al pie.
- **Evaluación ecográfica:** mediante ecografía transrectal, con una sonda lineal se evaluó el estatus reproductivo de cada vaca destinada a la aplicación del protocolo hormonal y se distribuyeron en cada grupo de estudio, registrando el tamaño ovárico y la presencia de estructuras en su corteza como folículos y cuerpo lúteo, esto permitió categorizar si el animal es cíclico o anéstrico.
- **Sincronización de las vacas:** La sincronización de los animales se realizó mediante la aplicación intramuscular de hormonas reproductivas, la configuración del protocolo se basó en un Co-synch de 5 días modificado, el cual se inició con la administración de una dosis de 0.01mg De GnRH en el día 0 IM, junto con la instauración de un dispositivo intravaginal de progesterona P4 de 1.32 gramos por un periodo de 5 días, el mismo que al ser retirado se aplicó 0.6 mL/ animal de

cloprostenol el cual es un análogo de la PGF2a (Estrumate) más 105 UI de eCG recombinantes (1.5 mL de Folirec) y tradicional (0.55 mL/ animal de Novormon 500) en cada grupo de estudio respectivamente, finalmente, después de 72 horas de realizar la última inyección de 150µg PGF2a intramuscular y eCG a sus dosis correspondientes por vía intramuscular, se realizó la IATF en los animales que presentaron celo, y en los que no, se realizó la inseminación acompañada de una última dosis de 0.01 mg de GnRH IM.

- **Evaluación de la dinámica folicular:** Mediante ecografía ginecológica se evaluaron cada uno de los animales distribuidos en los grupos experimentales propuestos, la ecografía transrectalmente con una sonda lineal de 6,5MHz, permitieron tomar y registrar las medidas del diámetro del folículo preovulatorio presentes en el ovario en momentos previos a la aplicación de la IATF en los animales de cada uno de los grupos experimentales respectivamente.
- **Inseminación artificial:** La inseminación artificial se realizó de manera tradicional mediante el uso de semen convencional criopreservado, el cual se depositó en el blanco del inseminador, a partir de la utilización de pajuelas de 0.5 mL, las cuales se descongelaron en agua destilada estéril a una temperatura de 35 – 37 °C por un lapso de 1 minuto, posteriormente colocaron dentro de la pistola de inseminación artificial con su respectivo catéter y camisa sanitaria, esta se introdujo a través de la vagina y el cuello uterino hasta el blanco del inseminador.
- **Diagnóstico gestacional:** El diagnostico gestacional se lo realizó a los 60 días posteriores a la inseminación artificial, este evento se lo realizó mediante ecografía transrectal donde se evidenció estructuras fetales diferenciadas correspondientes a la edad gestacional las misma que se correlacionaron con la presencia de un cuerpo lúteo funcional.

3.2.6. Métodos de evaluación y datos a tomar

- **Condición corporal:** Variable dependiente, registrada mediante la observación directa de la condición corporal ya que esta se vincula con el estado nutricional de las vacas, considerando una puntuación de 1 a 5, siendo 1 muy flaca y 5 muy obesa, estableciendo que la puntuación de 3 es la condición corporal óptima para poder desenvolver el protocolo de sincronización.

- **Peso**: variable dependiente que se registró en función a los datos obtenidos a partir del pesado de los animales, utilizando una cinta bovinométrica, este valor de registro se expresó en Kg y permitió categorizar y distribuir de forma homogénea a las vacas en los grupos de estudio.

- **Edad:** variable dependiente la cual se determinó a partir de la información proporcionada por los registros de producción, esta variable permitió categorizar y distribuir a las vacas de forma homogénea en los grupos de estudio este valor será determinado en años.

- **Presencia de cría al pie:** variable dependiente, que se registró mediante la observación de las vacas que se encuentra en postparto con su ternero al pie debido a las condiciones de manejo y sistemas de sogueo establecidos en la unidad productiva.

- **Longitud ovárica:** variable dependiente, que se registró a partir de la evaluación ecográfica y medición de la longitud que presentaban los ovarios de los animales de cada grupo experimental, su valor fue expresado en centímetros (cm).

- **Ancho ovárico:** variable dependiente, que se registró a partir de la evaluación ecográfica y medición del ancho que presentaban los ovarios de los animales de cada grupo experimental, su valor fue expresado en centímetros (cm).

- **Evaluación pre-sincronización:** variable dependiente, donde se desarrolló la examinación ecográfica transrectal antes de iniciar el protocolo de sincronización, donde se categorizó el estatus reproductivo de la vaca, tomando una referencia del tamaño ovárico (>30mm), y la presencia de estructuras ováricas como el cuerpo lúteo (CL) y folículos, esto permitió categorizar a los animales como cíclico, y ante la ausencia de estas estructuras y un reducido tamaño ovárico (<30mm) como vaca anéstrica.

- **Intensidad de celo:** es una variable dependiente, para su registro se observaron los signos específicos de celo, cuantificándose su intensidad con la cantidad de signos evidenciados, pudiendo ser uno o más signos de celo, como; vulva edematosa, vulva eritematosa, reflejo de quietud, flujo de moco vaginal, monta otras vacas.

- **Medición folicular:** es una variable dependiente, la cual se registró mediante la medición ecográfica transrrectal ginecológica de los folículos preovulatorios en los animales de cada grupo de estudio, usando un ecógrafo manual V8 de 5,5 pulgadas con un transductor lineal de 6,5MHz, se medió el diámetro folicular al momento de la IATF, valor que será expresado en milímetros (mm).

- **Tasa de preñez:** Variable dependiente, la que se registró mediante el diagnóstico ecográfico de los animales a los 60 días posteriores a la inseminación artificial, para lo cual se observó la presencia de un feto viable e implantado, así como la presencia de membranas fetales y a nivel ovárico un cuerpo lúteo (CL) funcional, para la estimación de este parámetro en forma proporcional se desenvolvió la siguiente fórmula:

$$\mathbf{TP}=\frac{\text{Número de vacas gestantes}}{\text{Número de vacas totales elegibles para IA}}*100$$

- **Análisis económico:** variable que se midió a través del análisis de los costos registrados para llevar a cabo la implementación de cada uno de los tratamientos propuestos, su valor fue expresado en dólares de inversión.

3.2.7. Análisis de datos:

El análisis estadístico de los datos se realizó mediante un programa estadísticos SPSS versión 25, que permitirá observar las diferencias entre los tratamientos planteados.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. INTERPRETRACIÓN DE RESULTADOS

4.1.1. Análisis de la condición corporal

Tabla 6.

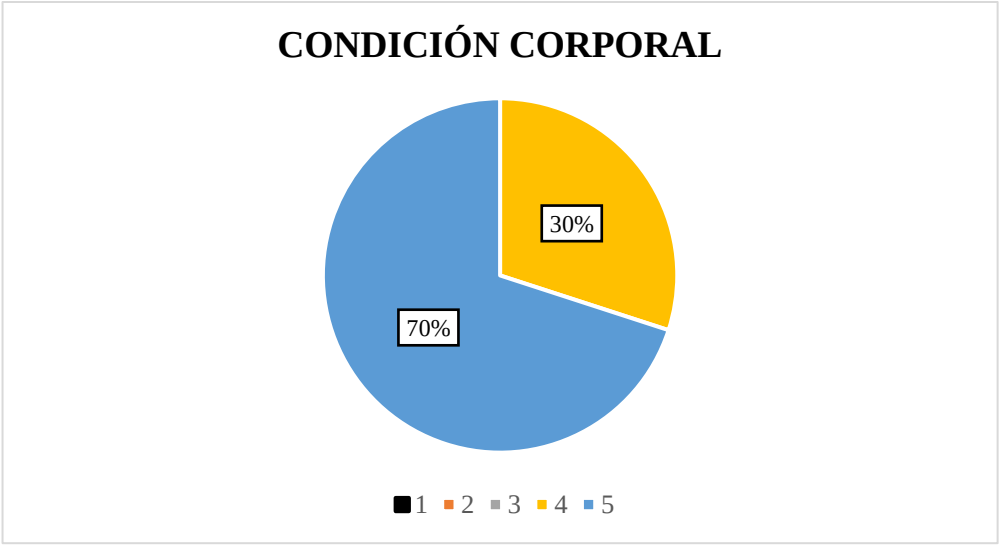
Estudio de la condición corporal de los animales en estudio sometidos a IATF

Categoría CC	Frecuencia	Porcentaje	Promedio
1	0	0%	
2	0	0%	T1: 4.70 A
3	0	0%	
4	6	30%	
5	14	70%	T2: 4.70 A
Total	20	100%	
Valor F: 0.00	**Pr > F**: 1.00 **NS**	**Coef. Var.**: 10.27%	**Duncan al 5%**

Nota. NS: efecto no significativo

Figura 4.

Porcentaje de las categorías de la condición corporal de los animales en estudio sometidos a IATF



Análisis e interpretación

La operacionalización del diseño completamente al azar determinó que a nivel de tratamientos no existió diferencias estadísticas (P>0.05) en la condición corporal (CC) de los animales distribuidos en cada grupo de estudio, con el aval de un 10.27% de coeficiente de variación, considerando que, al comparar los promedios mediante la prueba de Duncan se observó que compartían el mismo rango de agrupación, con un promedio de 4.70 puntos en común entre el T1 y T2 respectivamente.

En la distribución de la condición corporal (CC, 1-5) de las vacas en estudio, se determinó que el 30% de los animales (n=6) presentaban una calificación de condición corporal de 4 puntos, el 70% restante (n=14) presentaron una valoración en la condición corporal de 5 puntos, observando que las vacas objeto de estudio exhibían una condición corporal con tendencia a la categoría gorda u obesa, lo que es indicativo de un estado de sobrenutrición.

Gómez (2021) comparó dos tratamientos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en 125 vacas Bos taurus de la raza Hereford de distintas categorías en Montes Caseros, Corrientes, la autora corroboró que existió diferencias significativas al relacionar la tasa de preñez con la condición corporal de las vacas de carne, ya que en su estudio el 55.2% de los animales estuvieron en una condición corporal de 3 puntos, el 40.8% con 2 puntos de CC y el 4% restante poseían una CC de 4 puntos, interpretando que los desbalances en dicho parámetro y la subnutrición o sobrenutrición puede relacionarse con la baja producción de estrógenos por ende comprometer la fertilidad y los índices de gestación.

Los resultados del análisis de la condición corporal de la presente investigación son distintos a los resultados de la investigación citada, ya que el estatus en la condición corporal de las vacas del presente estudio se encontraba entre 4 y 5 puntos, considerando que este parámetro dependió en gran parte de la ingesta de cantidades adecuadas de materia seca, calidad nutricional de la dieta y el nivel de suplementación alimenticia.

4.1.2. Análisis del peso vivo (PV) de los animales en estudio

Tabla 7.

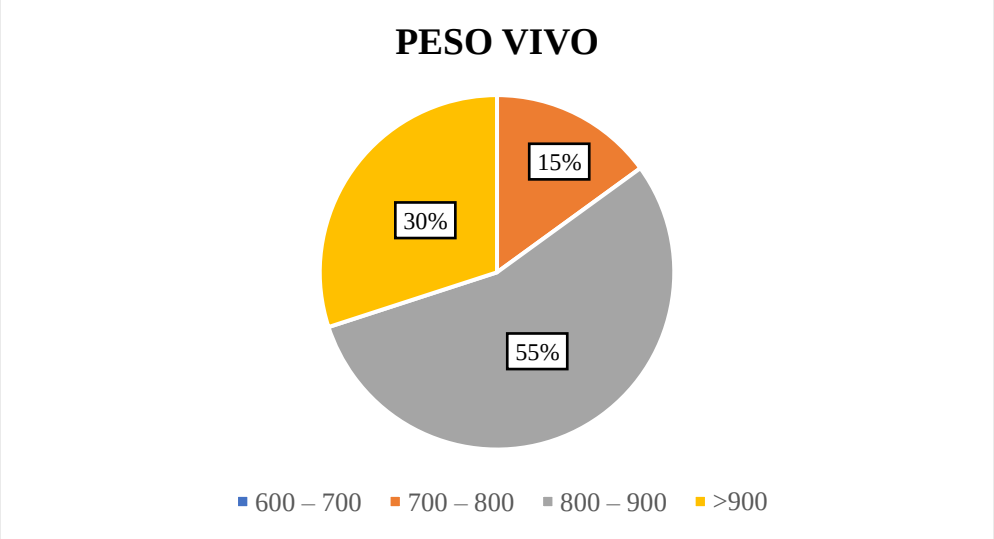
Estudio del peso vivo (PV) de los animales en estudio sometidos a IATF

Categoría PV	Frecuencia	Porcentaje	Promedio
600 – 700	0	0 %	
700 – 800	3	15 %	T1: 877.20 A
800 – 900	11	55 %	
>900	6	30 %	T2: 835.20 A
Total	20	100%	
Valor F: 2.52	**Pr > F**: 0.1255 **NS**	**Coef. Var.**: 6.82%	**Duncan al 5%**

Nota. NS: efecto no significativo

Figura 5.

Porcentaje de las categorías del peso vivo (PV) de los animales en estudio sometidos a IATF



Análisis e interpretación

La operacionalización del diseño completamente al azar determinó que a nivel de tratamientos no existió diferencias estadísticas (P>0.05) en el peso vivo (PV) de los animales distribuidos en cada grupo de estudio, con el aval de un 6.82% de coeficiente de variación, considerando que, al comparar los promedios mediante la

prueba de Duncan se observó que los promedios del peso vivo de los animales de cada tratamiento compartían el rango de agrupación, con un promedio de 877.20 kg y 835.20 kg entre el T1 y T2 respectivamente.

En la distribución del peso vivo (PV) de los animales en estudio, se determinó que el 15% de las vacas (n=3) presentaban un peso vivo entre 700 a 800 kg, el 55% (n:11) exhibieron un peso vivo entre 800 a 900 kg, y el 30% faltante (n=6) ostentaban un peso vivo >900 kg.

Pilla *et al*. (2022) evaluaron el efecto de dos protocolos de aplicación hormonal en la sincronización del celo y los niveles de estradiol y progesterona en vacas doble propósito en la Amazonia Ecuatoriana, específicamente animales F1 Charolais x Pardo Suizo, los autores de la investigación citada evidenciaron que, la totalidad de vacas en estudio presentaron pesos superiores a los 350 kg, sin que existiera repercusión sobre el estatus reproductivo.

Reyes (2023) comparó dos protocolos hormonales con la evaluación de la respuesta fisiológica a la FSH recombinante y tradicional en procedimientos de superovulación en vacas donantes de embriones de raza Charolais en la provincia Morona Santiago, el autor determinó que del total de animales evaluados el 25% pesaban de entre 600 a 700 kg, el 37.5% pesaban 700 a 800 kg y el 37.5% restantes pesaron entre los 800 a 900 kg, además, manifestó que el manejo y alimentación del hato fue el adecuado, basando este criterio en lo reportado por la American-International Charolais Association (2021) la cual mencion que en hembras bovinas de raza Charolais es aconsejable iniciar su vida reproductiva con un peso oscilante entre los 650 a 1200 kg.

Los resultados del análisis del peso vivo permitieron inferir que esta variable no influyó de forma significativa en la respuesta a los diferentes tratamientos hormonales en las vacas en estudio, como lo enuncian las investigaciones citadas y el reporte de la American-International Charolais Association (2021), por lo tanto, se concuerda con dichas publicaciones científicas.

4.1.3. Análisis de la edad de los animales en estudio

Tabla 8.

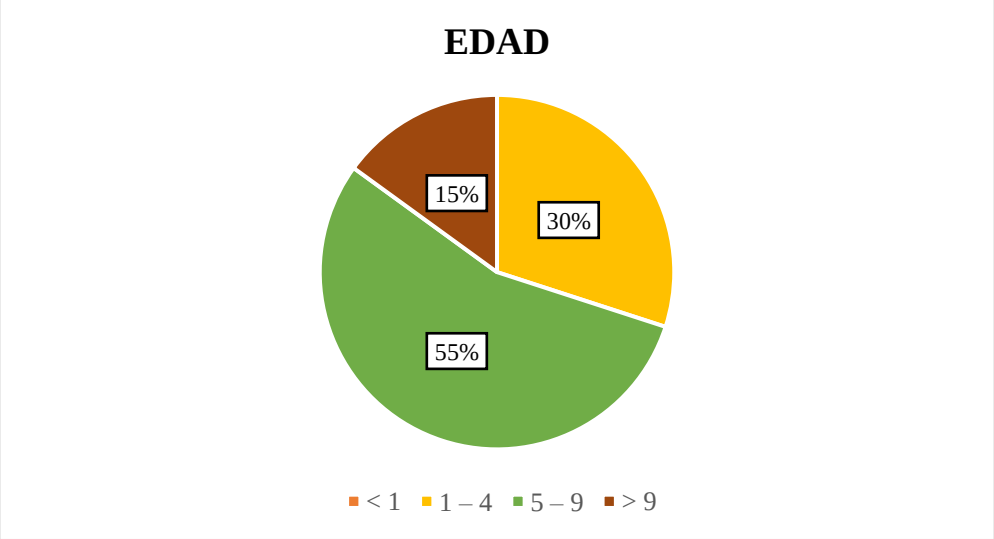
Estudio de la edad de los animales en estudio sometidos a IATF

Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Promedio
< 1	0	0 %	
1 – 4	6	30 %	T1: 6.50 A
5 – 9	11	55 %	
> 9	3	15 %	T2: 6.20 A
Total	20	100%	
Valor F: 0.04	**Pr > F**: 0.8436 **NS**	**Coef. Var.**: 52.7%	**Duncan al 5%**

Nota. NS: efecto no significativo

Figura 6.

Porcentaje de las categorías del peso vivo (PV) de los animales en estudio sometidos a IATF



Análisis e interpretación

La operacionalización del diseño completamente al azar determinó que a nivel de tratamientos no existió diferencias estadísticas (P>0.05) en la edad de los animales distribuidos en cada grupo de estudio, considerando que, en cuanto a la edad el grupo de animales fue heterogéneo, ya que al comparar los promedios mediante la

prueba de Duncan se observó que compartían el mismo rango de agrupación, con un promedio de 6.50 años y 6.20 años entre el T1 y T2 respectivamente.

En la distribución de la edad de los animales en estudio, se determinó que el 30% de las vacas (n=6) se encontraban entre 1 a 4 años, así mismo, el 55% (n:11) exhibieron una edad entre 5 a 9 años, y finalmente el 15% (n=3) una edad mayor a 9 años.

Zapata (2018) investigó la consanguinidad y diversidad genética mediante el uso de pedigrí de la población bovina registrada en la asociación Charolais del Ecuador, para lo cual analizó un total de 1942 animales, de los cuales 1218 se encontraba en programas de reproducción con edades superiores a los 2 años, además solo 47 animales poseen consanguinidad entre ellos.

Espinoza *et al,* (2024) determinó que para el empadre de novillas de raza Charolais es más importante considerar que se alcance un objetivo productivo de peso, siendo este parámetro establecido alrededor de los 300 ± 32 kg como el peso óptimo para iniciar procedimientos reproductivos ya que a este peso las estructuras anatómicas involucradas en la reproducción poseen un buen tamaño y desarrollo, lo que propicia una buena respuesta a los tratamientos hormonales en la sincronización del celo.

Los resultados del análisis de la edad permitieron evidenciar que este parámetro no influyó significativamente en la respuesta a los tratamientos de sincronización del celo y que independientemente de la edad, el manejo de la reproducción en cada hato ganadero depende de los objetivos productivos, acotando que, en la presente investigación se consideraron animales de diversas edades comprendidas de entre > 1 año hasta los 9 años. Por lo cual, se concuerad lo mencionado por las investigaciones citadas.

4.1.4. Análisis de la presencia de cría al pie de los animales en estudio

Tabla 9.

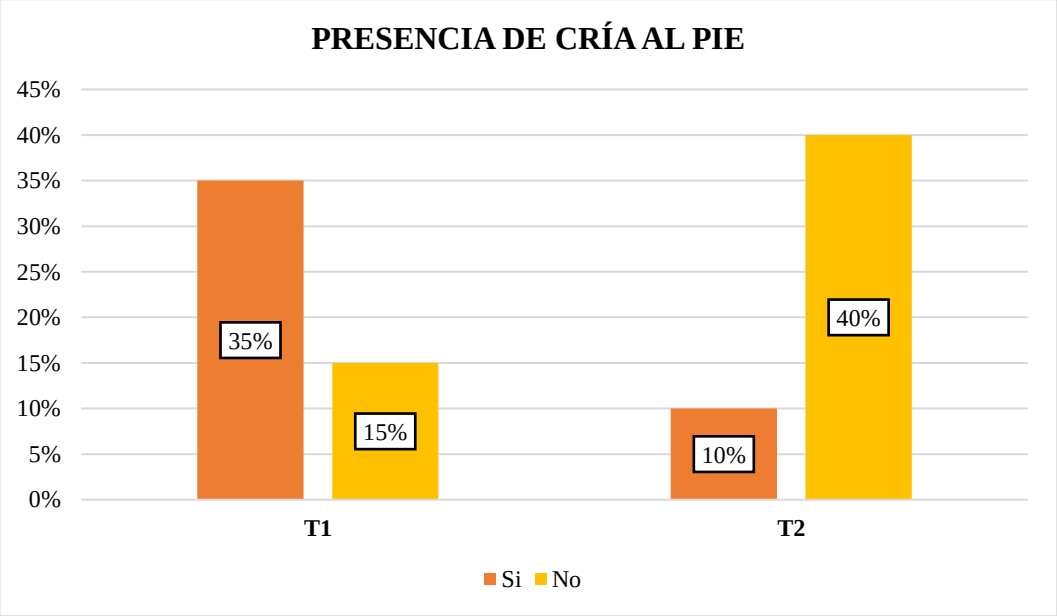
Análisis de la presencia de cría al pie de los animales en estudio

Tratamientos	Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Categoría
T1	Si	7	35%	
	No	3	15%	Si: 45%
T2	Si	2	10%	
	No	8	40%	No: 55%
Total		20	100%	
Valor F: 6.081	**Pr < F**: 0.024*	**R^2**: 0.253		**Total**

Nota. *: efecto significativo

Figura 7.

Porcentaje de las categorías de la variable cría al pie de los animales en estudio sometidos a IATF



Análisis e interpretación

La operacionalización del diseño completamente al azar determinó que existió diferencias estadísticas con carácter significativo (P<0.05) entre los tratamientos en la variable presencia del ternero al pie de las vacas distribuidas en cada grupo de

estudio, con un R^2: 0.253 avalando que dicha variable no influye sobre el comportamiento de los tratamientos, con evidencia que el 55% de la población en estudio no presentaba cría y el 45% restante si presentaban.

En la distribución de la variable presencia de cría al pie, se determinó que en el T1 el 35% de las vacas (n=7) presentaban cría y el 15% (n=3) no presentaron cría al pie, así mismo, en el T2, se observó que el 10% de las vacas (n=2) presentaban cría y el 40% restante (n=8) no presentaron cría al pie, determinando de tal modo quede la población total en estudio el 45% de las vacas si tenían cría al pie y el 55% no tenían una cría.

Carballo *et al*. (2023) investigaron el efecto de los días postparto sobre la tasa de preñez en vacas de cría de carne con ternero al pie tratadas para IATF, los autores encontraron que la presencia de ternero al pie puede impactar en el estatus ovárico, ya que evidenciaron un promedio de 56.9% de tasa de preñez, con valores del 48.7% y 70% entre las vacas que si estaban criando con aquellas que no respectivamente.

La influencia de la presencia de una cría al pie de la madre en la presente investigación influyó sobre la respuesta de las vacas a los tratamientos hormonales, y por ende a la tasa de preñez, de tal modo, se está en concordancia con los resultados obtenidos por Carballo *et al*. (2023), ya que en su reporte postuló que las vacas con una cría al pie obtuvieron menor tasa de preñez a comparación de aquellos animales que no, de igual forma en la presente investigación se evidenció que del total de vacas, aquellas que presentaron ternero al pie preñaron en menor proporción que aquellas que no, atribuyendo esto a una menor respuesta fisiológica a los tratamientos hormonales.

4.1.5. Análisis de la longitud ovárica de los animales en estudio.

Tabla 10.

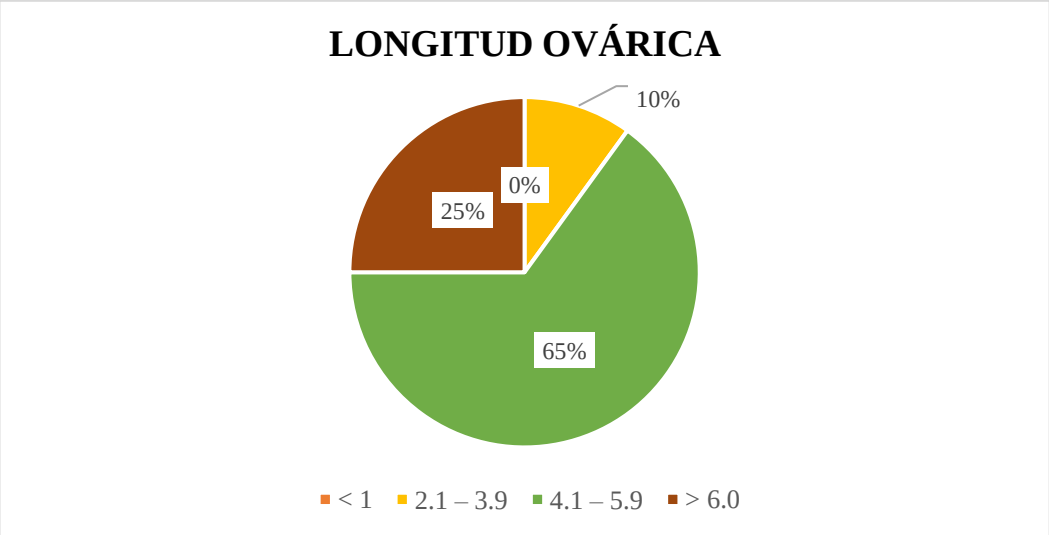
Análisis de la longitud (cm) ovárica de los animales en estudio.

Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Promedio
< 1	0	0 %	
2.1 – 3.9	2	10 %	T1: 5.47 A
4.1 – 5.9	13	65 %	
> 6.0	5	25 %	T2: 5.27 A
Total	20	100%	
Valor F: 0.18	**Pr > F**: 0.6725 **NS**	**Coef. Var.**: 18.78%	**Duncan al 5%**

Nota. NS: efecto no significativo

Figura 8.

Porcentaje de las categorías de la longitud (cm) ovárica de los animales en estudio.



Análisis e interpretación

La operacionalización del diseño completamente al azar determinó que a nivel de tratamientos no existió diferencias estadísticas (P>0.05) en la longitud de los ovarios (cm) de los animales distribuidos en cada grupo de estudio, considerando que, en cuanto a esta biometría el grupo de animales fue homogéneo, ya que al comparar los promedios mediante la prueba de Duncan se observó que estos

compartían el mismo rango de agrupación, con una longitud promedio de 5.47 cm y 5.27 cm entre el T1 y T2 respectivamente.

En la distribución de la longitud de los ovarios de los animales en estudio, se determinó que el 10% de las vacas (n=2) presentaron una longitud de entre 2.1 cm a 3.9 cm, así mismo el 65% (n=13) exhibieron una longitud de entre 4.1 cm a 5.9 cm, finalmente el 25% de animales (n=5) expresaron medidas >6cm, considerando que ningún animal expresó medidas mayores o menores a las enunciadas.

Buitrago (2018) investigó el efecto de la aplicación de un protocolo IAFT sobre el tamaño de las estructuras ováricas en vacas anéstricas Bos taurus, mediante ecografía en Sangolqui-Ecuador, y encontró en el primer chequeo ginecológico antes de la aplicación hormonal, unas medidas de la longitud de 1.5cm a 2 cm en 2/10 animales, de 2.6 cm a 3 cm de longitud en 5/10 animales y de 3.6 cm a 4 cm en 3/10 animales, catalogando a los ovarios como pequeños, medianos y grandes conforme a estas medidas respectivamente.

De acuerdo con la ecografía transrectal se estableció el parámetro biométrico de la longitud ovárica de los animales del presente experimento, determinando que, de acuerdo con lo establecido por la autora antes citada, en la presente investigación la mayor proporción de animales se encontraban con medidas de ovarios medianas o grandes distribuidas heterogéneamente entre 2.1cm y >6 cm de longitud. De tal modo se concuerda que estas evidencias son un sustento de la capacidad ovárica que posee una vaca en cuestión antes de inducirse a la sincronización del celo.

4.1.6. Análisis del ancho ovárico de los animales en estudio.

Tabla 11.

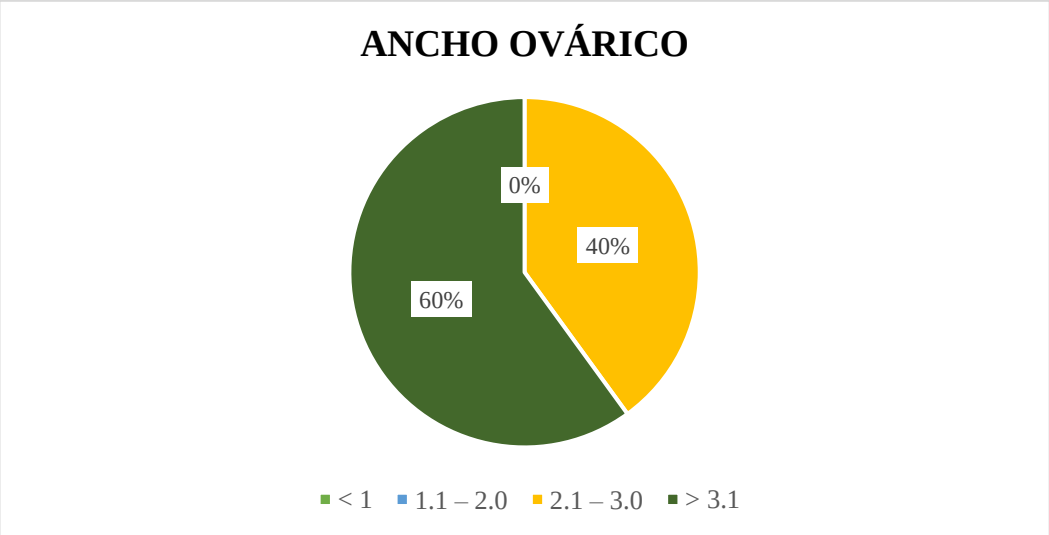
Análisis del ancho (cm) ovárico de los animales en estudio.

Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Promedio
< 1	0	0 %	
1.1 – 2.0	0	0 %	T1: 3.31^{A}
2.1 – 3.0	8	40 %	
> 3.1	12	60 %	T2: 2.82 ^{B}
Total	20	100%	
Valor F: 6.02	**Pr > F**: 0.0246*	**Coef. Var.**: %	**Duncan al 5%**

Nota. **: Diferencias estadísticas altamente significativo

Figura 9.

Porcentaje de las categorías del ancho (cm) ovárico de los animales en estudio.



Análisis e interpretación

La operacionalización del diseño completamente al azar determinó que a nivel de tratamientos existió diferencias estadísticas (P>0.05) de carácter significativo en el ancho ovárico (cm) de los animales distribuidos en cada grupo de estudio, considerando que, en cuanto a esta biometría el grupo de animales fue heterogéneo, y mediante la comparación de los promedios entre los tratamientos con la prueba

de Duncan, se observó que estos diferían en el rango de agrupación, cuyas diferencias numéricas en el ancho promedio fue de 3.31 cm y 2.82 cm entre el T1 y T2 respectivamente.

La medición del ancho de los ovarios de los animales en estudio permitió observar que del total de animales, el 40% (n=8) presentaron un ancho de entre 2.1 cm a 3.0 cm, así mismo el 60% (n=12) restante exhibieron un ancho >3.1 cm, considerando finalmente que ningún animal expresó medidas mayores o menores a las enunciadas.

Buitrago (2018) investigó el efecto de la aplicación de un protocolo IAFT sobre el tamaño de las estructuras ováricas en vacas anéstricas Bos taurus mediante ecografía en Sangolquí-Ecuador, y clasificó en tres categorías (pequeño, mediano y grande) de acuerdo con las medidas de la anchura de los ovarios derechos, considerando que, las medidas < 1.9 cm se categorizaban como pequeños, medidas >2 cm como medianos y >2.8 cm como grandes. Estableciendo que, aquellos animales con longitudes medianas y grandes tienen más propensión a una buena respuesta a los tratamientos hormonales y la generación eficiente de estructuras ováricas (Cuerpo lúteo – Folículo) de buen tamaño y con buena capacidad endócrina.

De acuerdo con la ecografía transrectal se estableció el parámetro biométrico del ancho del ovario, determinando que, de acuerdo con lo establecido por la autora antes citada, en la presente investigación la mayor proporción de animales se encontraban con medidas del ancho ovárico grandes distribuidas heterogéneamente entre 2.1 cm y >3.1 cm de ancho. De tal modo se concuerda que estas evidencias son un sustento de la capacidad de albergar estructuras ováricas en el ovario como tal, antes de inducirse a la sincronización del celo.

4.1.7. Estado reproductivo pre-sincronización de los animales en estudio.

Tabla 12.

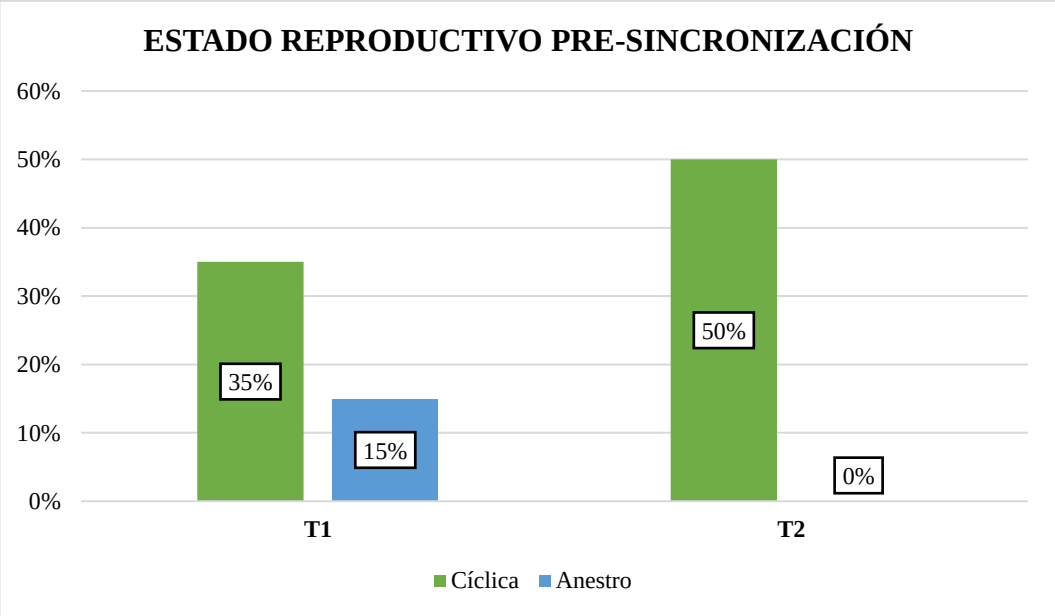
Análisis del estado reproductivo pre-sincronización de los animales en estudio.

Tratamientos	Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Categoría
T1	Cíclica	7	35%	
	Anestro	3	15%	Cíclica: 85%
T2	Cíclica	10	50%	
	Anestro	0	0%	Anestro:15%
Total		20	100%	
Valor F: 3.86	**Pr < F**: 0.065 NS	**R^2**: 0.176		**Total**

Nota. NS: efecto no significativo

Figura 10.

Estado reproductivo pre-sincronización de los animales en estudio.



Análisis e interpretación

La operacionalización del diseño completamente al azar determinó que a nivel de tratamientos no existió diferencias estadísticas (P>0.05) en el estado reproductivo de los animales previos a someterse a los tratamientos hormonales distribuidos en

cada grupo de estudio, ya que en este análisis el grupo de animales fue homogéneo en cuanto a la referencia de animales anéstricos y cíclicos, tomando en cuenta que, en función a las condiciones ováricas de los animales, se evidenció que del total de la población estudiada el 85% de estos se encontraban en una situación cíclica y el 15% restante se encontraban en anestro.

La estratificación de las vacas acorde a las condiciones ováricas y reproductivas permitió identificar que dentro del T1 el 35% de las vacas (n=7) presentaron condiciones cíclicas, así mismo el 15% (n=3) restante en el tratamiento mencionado exhibieron una condición anéstrica, además, dentro de la distribución del T2 se observó que la totalidad de animales que conforman el 50% (n=10) del grupo total, mantenían condiciones de ciclicidad normal.

Anastacio (2024) investigó el estatus ovárico de hembras bovina en anestro post parto y su respuesta reproductiva a la sincronización del celo, donde observó que de un total de 185 vacas en producción, solamente el 10.81% (n=20) se encontraban en condiciones anéstricas en el post parto, de esta proporción de vacas el 90% (n=18) presentaron un anestro de tipo I y tipo II, y el 10% restante presentaron anestro tipo III y tipo IV, además, el autor evidenció que existía relación entre el estatus ovárico con la condición corporal de los animales, ya que puntajes bajos de CC, influye de forma negativa sobre la producción de FSH, lo que provoca una supresión del crecimiento folicular y por ende condiciones anéstricas.

Ambrose, (2021) menciona que la proporción de vacas en anestro o ciclicidad en una unidad productiva dependerá de diversos factores, de los cuales se conoce como causas principales a las ocasionadas por condiciones fisiológicas, condiciones nutricionales, condiciones de manejo reproductivo, condiciones ambientales y condiciones patológicas, además, menciona que estas condiciones limitan la respuesta a los tratamientos hormonales independientemente de esquema utilizado.

Las condiciones reproductivas en las vacas (Cíclica - Anéstrica) dependerán de una amplia multitud de factores, de tal modo, se reconoce como acertado lo mencionado por Ambrose, (2021) ya que estas causas afectan de forma directa al rendimiento de la actividad ovárica en vacas y su respuesta a los tratamientos hormonales, independientemente de la raza.

4.1.8. Análisis de la intensidad de celo de los animales en estudio.

Tabla 13.

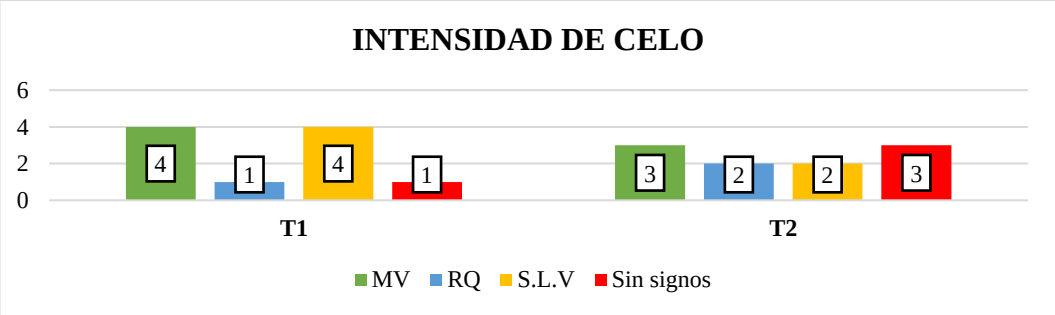
Análisis de la intensidad de celo de los animales en estudio.

Tratamiento		Fr.	Categoría			Porcentaje	General
			M.V.	R.Q.	S.L.V.		
T1	Con signos	9	4	1	4	45%	Con signos
	Sin signos	1	0	0	0	5%	80%
T2	Con signos	7	3	2	2	35%	Sin signos
	Sin signos	3	0	0	0	15%	20%
Total		20	7	3	6	100%	
Valor F: 1.20			**Pr < F**: 0.28 **NS**			**R^2**: 0.062	

Nota.: NS: efecto no significativo, Fr: frecuencia, M.V.: moco vaginal, R.Q.: reflejo de quietud, S.L.V.: Signos locales en la vulva.

Figura 11.

Análisis de la intensidad de celo de los animales en estudio.



Nota.: M.V.: moco vaginal, R.Q.: reflejo de quietud, S.L.V.: Signos locales en la vulva.

Análisis e interpretación

La operacionalización del diseño completamente al azar determinó que a nivel de tratamientos no existió diferencias estadísticas (P>0.05) en la intensidad de celo de los animales como respuesta a los tratamientos hormonales distribuidos en cada grupo de estudio, interpretando que dicha respuesta fisiológica fue homogénea en cada tratamiento, tomando en cuenta que en la totalidad de animales el 80% expresaron signos de celo como respuesta fisiológica favorable a las hormonas del protocolo de sincronización, y el 20% restante no presentaron signos específicos de celo o resistencia al tratamiento.

Se determinó que, de la población total de animales en estudio, en la estratificación de las vacas acorde a expresión de signos específicos de celo dentro del T1 el 45% (n=9) de los animales presentaron signos evidentes de celo, de los cuales 4 vacas presentaron moco vaginal, 1 vaca reflejo de quietud y 4 vacas signos locales en la vulva, mientras que el 5% (n=1) restante no presentaron una respuesta al protocolo, así mismo dentro del grupo T2 se evidenció que el 35% (n=7) presentaron signos específicos de celo, de las cuales 3 vacas presentaron moco vaginal, 2 vacas reflejo de quietud y 2 vacas con signos locales en la vulva, y el 15% (n=3) restante no expresaron signos específicos de celo.

Whittier *et al*. (2020) investigaron la fertilidad en vacas de carne F1 Black Angus x Charolais para la sincronización del celo mediante tratamiento hormonal de 5 días con el esquema CO-Synch b + CIDR y de 7 días con el esquema CO-Synch b + CIDR e inseminación artificial programada, los autores encontraron que la presencia e intensidad del celo difirió entre los grupos antes mencionados, siendo el grupo del CO-Synch de 7 días el que expresó una mayor proporción (61.1%) de vacas en celo, en comparación con los animales del grupo CO-Synch de 5 días, los cuales tan solo el 52.9% expresaron signos específicos de celo.

Mcmillan *et al*. (2020) compararon los protocolos J-synch y Co-synch de 5 días modificado más un dispositivo intravaginal juntamente con la aplicación la eCG en vaquillas y vacas de carne, y lograron determinar el efecto de dichas aplicaciones al momento de la IA. En sus resultados determinaron que la utilidad del Co-synch de 5 días modificado más un dispositivo intravaginal extiende el proestro, y que la administración de eCG provocó un aumento en la preñez general, consistentemente los autores de la investigación citada mencionan que la aplicación de la eCG no produjo diferencias en la intensidad de celo entre vaquillas.

De acuerdo a las investigaciones citadas y bajo condiciones experimentales y resultados a la par con los de la presente investigacion, no demuestran un nivel significancia importante que me permita diferir de los resultados provocados por cada una de las variantes de la eCG en base a la expresión de los signos específicos de celo, sin embargo, a nivel de hato la hormona eCG recombinante podría ser una alternativa que me demuestre una mayor cantidad de animales en celo.

4.1.9. Análisis de la medición folicular de los animales en estudio.

Tabla 14.

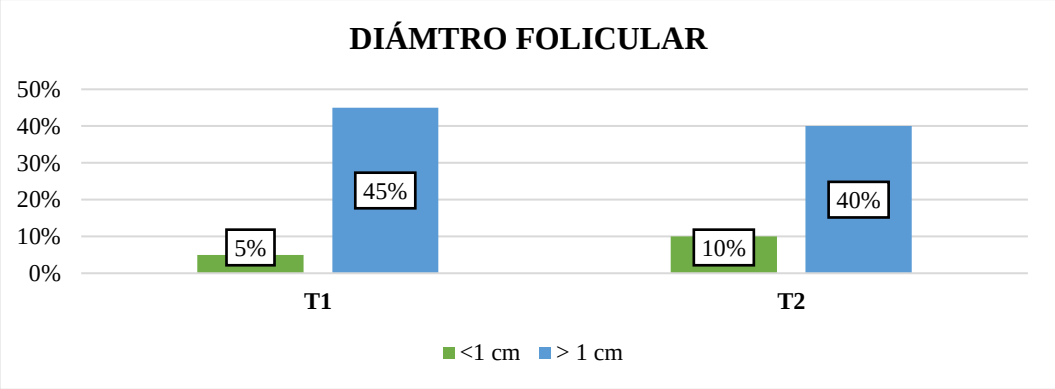
Análisis del diámetro folicular (cm) de los animales en estudio.

Tratamientos	Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Categoría
T1	< 1 cm	1	5 %	
	>1 cm	9	45 %	T1 1.68 A
T2	< 1 cm	2	10 %	
	>1 cm	8	40 %	T2: 1.46 A
Total		20	100%	
Valor F: 0.85	**Pr < F**: 0.3685 **NS**	**Coef. Var.**: 34.2%		**Duncan 5%**

Nota. NS: efecto no significativo

Figura 12.

*Análisis de*l diámetro folicular *(cm) de los animales en estudio.*



Análisis e interpretación

La operacionalización del DCA determinó que a nivel de tratamientos no existió diferencias estadísticas (P>0.05) en el diámetro folicular (cm) de los ovarios de las vacas distribuidas en cada grupo de estudio, interpretando que, la respuesta al protocolo sobre los folículos ováricos de las vacas en estudio fue homogénea, tomando en cuenta que en la prueba de Duncan se observó que las vacas compartían el mismo rango de agrupación, cuyas diferencias numéricas en el promedio de los diámetros foliculares fue de 1.68 cm y 1.46 cm en el T1 y T2 respectivamente.

En la distribución de la medición del diámetro folicular de los ovarios de las vacas en estudio se determinó que en el T1 el 5% de las vacas (n=1) presentaron un diámetro <1 cm, y el 45% (n=9) expresaron diámetros foliculares > 1cm, así mismo en dentro del T2, el 10% (n=2) exhibieron un diámetro <1 cm, y el 40% restante expresaron folículos > 1cm de diámetro.

Fernández *et al.* (2021) investigaron el efecto de retrasar 24 horas la retirada del dispositivo intravaginal de progesterona en el protocolo CO-Synch de 5 días en novillas, y de un total de 309 novillas, 159 recibieron el protocolo CO-Synch de 5 días con IATF a las 72 horas y 150 vaquillonas con el tratamientos CO-Synch de 6 días con IATF a las 48 horas, los autores no encontraron diferencias significativas en el tamaño folicular ya que obtuvieron un medida promedio de 12.8 mm, adicionalmente compraron esta medida del diámetro del folículo dominantes antes de la IATF, con el protocolos CO-Synch de 7 días y observaron un diámetro de 13.4 mm, concluyendo que no existe interferencia en el diámetro del folículo dominante con dicha configuración en el protocolo CO-synch.

Prieto *et al*. (2023) evaluaron la eficacia de dos tipos de eCG, recombinante y tradicional de origen equino, en un protocolo de IATF en vacas con cría, y obtuvieron valores en promedio del diámetro del folículo preovulatorio de 14.4 mm para el tratamiento que uso eCG recombinante, mientras que el tratamiento que uso eCG tradicional de origen equino obtuvo medidas de 13.5 mm y el tratamiento testigo que no uso eCG obtuvo un diámetro en el fólico preovualtorio de 13.5 mm.

El criterio investigativo de Fernández *et al.* (2021), presentado en su ensayo reproductivo, postula que el protocolo CO-Synch de 5 días con IATF a las 72 horas. El cual fue utilizado en la presente investigación, es una opción efectiva para optimizar el manejo reproductivo, ya que favorece diámetros adecuados de los folículos preovulatorios en los rebaños de carne, equiparando su efectividad con variantes prolongadas del protocolo mencionado.

En la presente investigación se encontraron resultados similares a los postulados por Prieto *et al*. (2023) ya que se logró evidenciar mayores medidas en el diámetro de los folículos preovulatorios en las vacas que recibieron la eCG recombinante que aquellas que recibieron la eCG tradicional.

4.1.10. Tasa de preñez

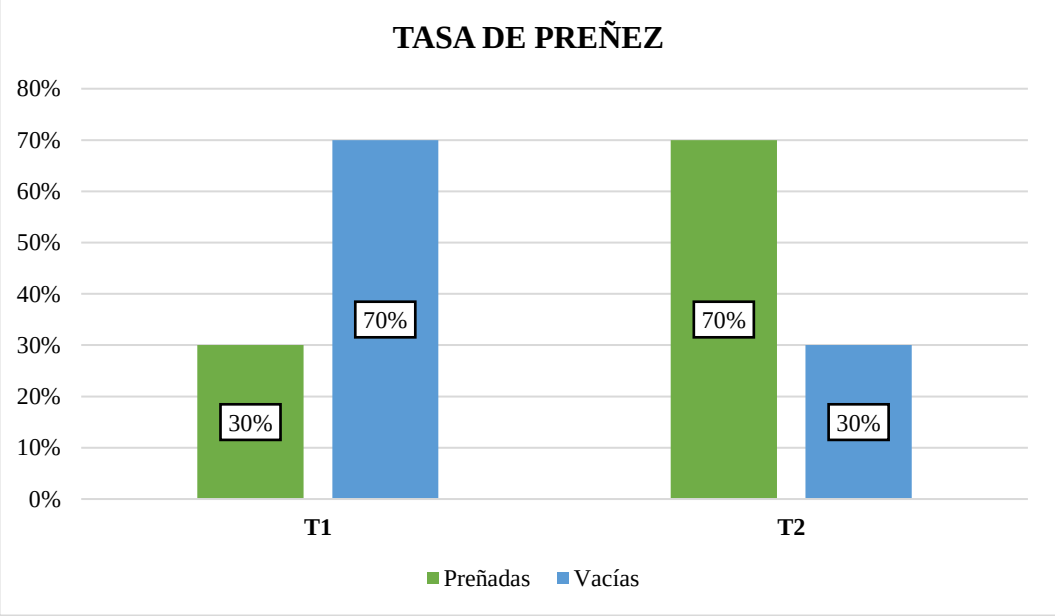
Tabla 15.

Evaluación de la tasa de preñez de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Frecuencia	Tasa de preñez	Frecuencia	Tasa de vacías
T1	3	30%	7	70%
T2	7	70%	3	30%
Tasa de preñez total: 50%				

Figura 13.

Tasa de preñez de los tratamientos en estudio.



Análisis e interpretación

De acuerdo con el diagnóstico de preñez realizado a los 60 días posteriores a la inseminación artificial mediante ultrasonografía transrectal en vacas charoláis de los grupos de estudio, se logró determinar una tasa de preñez en el T1 de 30% (n=3) con un 70% (n=7) vacas vacías, y en el T2 se evidenció un 70% (n=7) de vacas gestantes y un 30% (n=3) de vacas vacías en cuanto al rendimiento reproductivo por tratamiento, considerando una tasa de preñez total del 50%.

Castro (2022) investigó el efecto de la gonadotrofina coriónica equina (eCG) tradicional en la tasa de preñez en vacas de la raza Charolais en protocolos de IATF, el autor reporta que la hormona en cuestión incrementa favorablemente la tasa de preñez, ya que determinó un índice gestacional del 57.5% (n=23/30) para el tratamiento que recibió eCG, versus a una tasa de preñez del 42.5% (17/30) en las vacas que no recibieron eCG, obteniendo una diferencia de 15% entre tratamientos.

Prieto *et al*. (2023) evaluaron la eficacia de dos tipos de eCG, recombinante y tradicional de origen equino, en un protocolo de IATF en vacas con cría al pie, los autores citados obtuvieron una tasa de preñez del 30.8% (n=12/39) en los animales que recibieron la eCG recombinante, y para el tratamiento que empleó eCG tradicional de origen equino obtuvo una tasa de preñez del 45.7% (n=16/35), los resultados de estos tratamientos se compararon con los de un tratamiento testigo sin aplicación de eCG, el mismo que obtuvo un 26.3% (n=5/19) en este índice reproductivo, concluyendo que el uso de eCG en vacas de carne Bos taurus con cría al pie, incrementa el diámetro del folicular pre-ovulatorio y por ende la tasa de preñez.

Mcmillan *et al*. (2020) compararon los protocolos J-synch y Co-synch de 5 días modificado más un dispositivo intravaginal, con y sin la administración de eCG, en vaquillas y vacas de carne, en su trabajo logrando inseminar un total de 1153 animales, y determinaron que no hubo diferencias significativas entre los protocolos y la administración de eCG para la tasa de preñez, ya que los animales que recibieron el protocolo Co-synch en conjunto con la administración de eCG y los que no se les administraron eCG, expresaron un 37.4% y 44.9% de trasa preñez respectivamente, mientras que los tratamientos del protocolo J-synch con y sin eCG obtuvieron un tasa de preñez del 48% y 49.4% respectivamente.

4.1.11. Análisis económico de los tratamientos propuestos

Tabla 16.

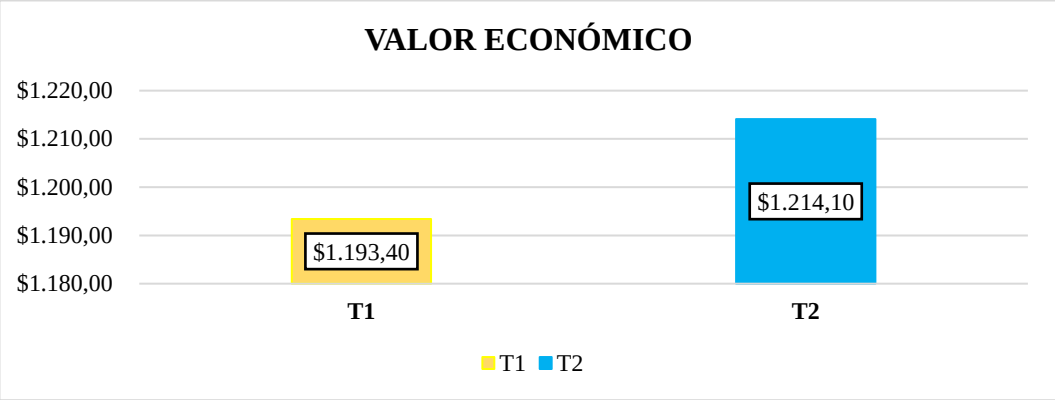
Análisis económico de los tratamientos propuestos.

Tratamiento 1				
Materiales y equipos	**unidad**	**cantidad**	**valor unitario**	**valor total**
Gnrh	dosis	20	3	60
Prostaglandina	dosis	10	1,13	11,3
Dispositivo intravaginal	dispositivo	10	11,2	112
eCG (Novormon 500**)**	dosis	10	1,91	19,1
Pajuelas	unidad	10	75	750
Guantes ginecológicos	unidad	40	0,15	6
Catéter de inseminación	unidad	10	0,5	5
Kit de inseminación		1	20	20
Jeringas	unidad	40	0,25	10
Ecografista	unidad	10	20	200
Total				1193,4
Valor por vacas				119,34
Tasa de preñez del 30%				
Tratamiento 2				
Materiales y equipos	**unidad**	**cantidad**	**valor unitario**	**valor total**
Gnrh	dosis	20	3	60
Prostaglandinas	dosis	10	1,13	11,3
Dispositivo **intravaginal**	dispositivo	10	11,2	112
eCG (Foli-rec**)**	dosis	10	3,98	39,8
Pajuelas	unidad	10	75	750
Guantes **ginecológicos**	unidad	40	0,15	6
Catéter de **inseminación**	unidad	10	0,5	5
Kit de inseminación		1	20	20
Jeringas	unidad	40	0,25	10
Ecografista	unidad	10	20	200
Total				1214,1
Valor por vacas				121,41
Tasa de preñez del 70%				

Nota. Valor económico calculado por cada tratamiento, utilizando el protocolo CO-Synch de 5 días en vacas Charolais.

Figura 14.

Valor económico de los tratamientos propuestos.



Análisis e interpretación

El análisis económico permitió inferir que en el tratamiento 1 se realizó una inversión total de $1193.4 en total por este tratamiento, con un gasto de $119.34 dólares americanos por vaca considerada dentro de este grupo de estudio, de igual forma, en el tratamiento 2 la inversión realizada asciende a los $1214.1 con un gasto individual de $121.41 dólares americanos. Tomando en cuenta que existe una diferencia de $20.76 dólares entre el T1 y T2, siendo este último el tratamiento que conllevó el mayor costo, sin embargo, demostró mayor porcentaje de preñez lo que se relación con mayor rentabilidad (beneficio).

Castro (2022) investigó el efecto de la gonadotropina coriónica equina (eCG) tradicional en la tasa de preñez en vacas de la raza Charolais con protocolos de IATF, el autor requirió un costo por tratamiento usando eCG de $ 65.83 versus al tratamiento testigo sin usar eCG que costo $ 61.33, sin embargo, la relación costo beneficio es aceptable debido al margen de ganancia por tratamiento, lo que se traduce en mayor porcentaje de vacas preñadas.

El costo de inversión dentro de un programa de IATF suele ser relativo y dependerá de varios factores, entre ellos el esquema de aplicación hormonal, las dosis, el número de animales, el costo del semen, la cantidad de consumibles utilizados, etc. De tal modo se postula que conforme a lo dicho por Castro (2022) la eCG podría incrementar significativamente el costo de inversión por cada animal al cual se le aplique.

4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

En conformidad con los resultados obtenidos de análisis del diseño experimental y estadístico, con evidencia del rendimiento reproductivo en los grupos de estudio, se logró determinar que la hormona eCG recombinante propicia mayor expresión de los signos específicos de celo, mayor proporción de animales con folículo preovulatorio de mayor tamaño (>1cm), y mayor tasa de preñez en el grupo de animales que recibieron esta hormona con relación a los que recibieron eCG tradicional. Por lo tanto, aceptamos la hipótesis alterna, la misma que manifiesta que; Existe influencia de la aplicación de eCG recombinante y eCG tradicional en la tasa de preñez en un protocolo de IATF en vacas Charolais.

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES

Mediante la evaluación ginecológica con el uso de un ecógrafo manual V8 de 5.5 pulgadas con un transductor lineal de 6.5MHz, se determinó que el 100% de las vacas seleccionadas que se encontraban distribuidas en los grupos de estudio, cumplían con condiciones óptimas de integridad y funcionalidad de cada estructura del tracto reproductivo, dicha evaluación se realizó previo a la inducción hormonal, estableciendo una misma condición de estudio entre los animales, además se evaluó el tamaño de los ovarios, folículos preovulatorios y diagnóstico gestacional durante y después del desenvolvimiento del protocolo, para determinar el rendimiento reproductivo propiciado por cada tipo de eCG.

Los resultados de los esquemas hormonales, permitieron evidenciar diferencias estadísticas no significativas en la intensidad de celo, sin embargo, este indicador fue mayor en las vacas que se encontraban dentro del grupo que recibió eCG recombinante (folirec) con un 45% (n=9) de vacas que presentaron signos específicos de celo al momento de la inseminación, a diferencia del grupo de vacas que recibió eCG tradicional (novormon 500), en donde solamente en el 35% (n=7) de animales se observaron signos de celo al momento de la IA, las proporciones restantes de cada grupo no presentaban signos de dicho evento reproductivo.

La tasa de preñez también demostró ser diferente en los grupos estudiados, considerando que, se obtuvo un 70% de tasa de preñez en el grupo de animales que recibieron la eCG recombinante (folirec) a diferencia de su homónimo hormonal donde se aplicó eCG tradicional de origen equino (novormon 500) y que expresó una tasa de preñez del 30%.

Se observó un costo de inversión en el tratamiento 2 (COsynch 5D + GnRH inicial + eCG recombinante) de $1214.1 dólares americanos o $121.41, por animal a diferencia del tratamiento 1 (COsynch 5D + GnRH inicial + eCG tradicional) el cual conllevó una inversión total de $1193.40 dólares americanos o $119.3 por animal individualmente, sin embargo, el tratamiento con mayor beneficio fue el T2 a pesar de conllevar mayor costo de inversión, fue el tratamiento que propició mayor tasa de preñez entre los grupos de estudio.

5.2. RECOMENDACIONES

Usar de forma protocolizada la gonadotropina coriónica equina (eCG) de tipo recombinante en vacas Charoláis en condiciones similares a las de la presente investigación.

Comparar el efecto de los dos tipos de eCG en diferentes protocolos de sincronización con proestro prolongado.

Medir la tasa de concepción mediante ecografía desde los 30 a 45 días post-inseminación y compararla con el diagnóstico gestacional establecido mediante ecografía a los 60 días post-inseminación, para determinar la tasa de reabsorción embrionaria que puede influir sobre la tasa de preñez.

Evaluar el efecto de los tipos de gonadotropina coriónica equina (eCG) utilizados en la presente investigación, en protocolos de superovulación para la producción de embriones.

Determinar si existe algún tipo de residualidad de alguno de los dos tipos de gonadotropina coriónica equina (eCG) en orina, leche y sangre de las vacas que se sometan a inseminación artificial a tiempo fijo (IATF).

BIBLIOGRAFÍA

Ambrose, D. (2021). Postpartum anestrus and its management in dairy cattle. En R. Hoper, *Bovine Reproduction* (págs. 408-430). USA: Wiley Blackwell.

Anastacio, J. (2024). Análisis ovárico de hembra bovinas en anestro post parto y respuesta reproductiva a la sincronización de celo. Tesis de pregrado. Universidad Agraria del Ecuador.

Arain, S., ur Rehman, Q., Azeem, M., Jahanzaib, M., Waheed, A., Riaz, A., & Shazinsh, M. (2023). Biotechnological therapies for animal reproduction in the livestock sector. *Pure and applied biology* (PAB), 12(2), 1269-1285.

Averango, R., & Aliaga, R. (2019). Efecto de la GnRHen etapas del protocolo de sincronización de celo con progestágenos e inseminación artificial a tiempo fijo en vacas mestizas Cebú. *Apthapi*, 5(1), 1380-1389.

Bo, G., Cutais, L., Peres, L., Pincinato, D., Maraña D, & Baruselli, P. (2019). Technologies for fixed-time artificial insemination and their influence on reproductive performance of Bos indicus cattle. *Bioscientifica Proceedings*, 6, 223-236.

Buitrago, A. (2018). Efecto de la aplicación de un protocolo IATF (CIDR+BE+PGF+ECG), sobre el tamaño de las estructuras ováricas en vacas anestricas, mediante ecografía, en la hacienda El Prado IASA I-Sangolquí. Tesis de pregrado, Universidad de las americas.

Burnett, T., Madureira, A., Silper, B., Fernandes, A., & Cerri, R. (2018). Integrating an automated activity monitor into an artificial insemination program and the associated risk factors affecting reproductive performance of dairy cows. *Journal dairy of science*, 100(6), 5005-5018.

Carballo, D., Carballo, G., & Amílcar, G. (2023). Efecto de los días postparto sobre la tasa de preñez en vacas de cría de carne con terneros al pie tratadas para IATF. *Nutrición Animal Tropical*, 17(2), 1-23.

Carvajal, A., Martínez, M., & Tapia, M. (2020). El ciclo estral en la hembra bovina y su importancia productiva. Instituto de investigaciones agropecuarias-informativo (246).

Castro, R. (2022). Efecto de la gonadotrofina ciriónica equina (eCG) en la tasa de preñez en vacas raza Charolais con protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en condiciones de altitud. Tesis de pregrado. Universidad politécnica Salesiana .

Cordeiro, E. (2019). Reprodução Animal: O Ciclo Estral De Bovinos Leiteiros – Desenvolvimento Folicular, Corpo Lúteo e Etapas do Estro. Universidade federal reural de pernambuco, 1-16.

De la Mata, J., Morone, S., Macagno, A., Tschopp, J., Huguenine, E., Cedeño, A., & Bó, G. (2022). Tratamiento a base de GnRH y progesterona como alternativa para los tratamientos a base de estradiol para la inseminación artificial a tiempo fijo en vacas Bos taurus para carne. *Taurus*, 24(93), 39-53.

de Oliveira, E., & Silva, C. (s.f.). Implantes de progesterona de quarto uso associados á progesterona injetável em programa de IATF em Bovinos de corte. *Brazilian Journal of Development*, 5(12), 29845-29857.

de Sá, M., & de Oliveira, J. (2023). El uso de GnRH en la época de la IATF. Revista Iberoamericana de Humanidades, *Ciencia y Educación*, 9(5), 3296-3309.

DesCôeaux, L., Gnemmi, G., & Colloton, J. (2010). Practical Atlas of Ruminant and Camelid Reproductive Ultrasonography. USA: *Blackwell Publishing*.

Dias, S., Carvalho, J., Várzea, J., & Martins, M. (2020). Inseminação Artificial a tempo fixo em bovinos explorados em sistema extensivo. *Millenium*, 2(13), 23-28.

dos Santos, R., Brilgante, G., Tortorella, R., Barbosa, E., & Teixeira, H. (2019). Protocolo com nove dias de progesterona para IATF em vacas taurinas adaptadas ao clima tropical. *Revista Brasileña de Reproducción Animal*, 43(2), 455.

Espinoza, L., Palacios, A., Murillo, B., & Ortega, R. (2024). El diámetro uterino y la actividad ovárica influyen en la presencia de estro y preñez de vaquillas de carne en un protocolo J-Synch para inseminación artificial a tiempo fijo. *Revista Cientifica de la Facultade de Veterinaria*, 34(2).

Fernandez, A., Santos, S., Pesantez, J., Pérez, N., Heras, A., Gonzalez, J., & Astiz, S. (2021). Efects of delaying the removal of the intravaginal progesterone device

by 24 h in the 5d Co-synch protocol in heifers. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.

Ferreira, J., Rodrigues, M., Noleto, S., Beserra, D., & García, J. (2020). Efecto de la dosis adicional de PGF2a sobre la tasa de preñez en hembras nelore sometidas a IATF. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, 41(6), 2669-2676.

Giraldo, J. (2019). Una mirada al uso de la inseminación artificial en bovinos. *Revista Lasallista de Investigación*, 16(1), 246-252.

Gómez , Y., Goicochea, J., Rondón , W., Acosta , F., Montalvo , M., Pérez , M., . . . Ratto, M. (2019). Tratamientos hormonales aplicados posterior a la IATF sobre la tasa de preñez y la viabilidad embrionaria en vacas de alta producción en estrés térmico. *Revista de investigaciones veterinarias del Perú*, 30(4), 1653 - 1661.

Gomez, T. (2021). Comparación de tratamientos de IATF en distintas categorías de ganado Hereford en un establecimiento de monte Caseros, Corrientes. Trabajo de postgrado. Universidad Nacional de Córdoba.

Hashem , N., El-Sherbiny , H., & Abdelnaby , E. (2022). Nanodelivery system for Ovsynch protocol improves ovarian response, ovarian blood flow Doppler velocities, and hormonal profile of goats. *Animals*, 12(11), 1442.

Kerby, M., & Cutler, K. (2022). Use of artificial insemination and oestrus synchronisation in beed herds. *Livestock*, 27(6), 259-264.

Kovács, L., Kézéz, F., & Szenci, O. (2016). Effect of calving process on the outcomes of delivery and postpartum health of dairy cows with unassisted and assisted calvings. *Journal of dairy science*, 99(9), 7568-7573.

Macmillan, K., Gobikrushanth, M., Sanz, A., Bignell, D., Boender, G., Macrae, L., Colazo, M. (2019). Comparison of the effects of two shortened timed-AI protocols on pregnancy per AI in beef cattle. *Theriogenology*, 142(2020), 85-91.

Marizancén, M., & Pimentel, 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.

Marqués, W., Pereira, F., Ferreira, R., Mondadori, R., Diniz, A., Wacholz, N., . . . Garziera, B. (2022). ¿La combinación de cipionato de estradiol y GnRH para la inducción de la ovulación en vacas receptoras aumenta la tasa de preñez después de la transfrencia de embriones programada?. *Animal reproduction*, 19(3), e20220067.

Mcmillan , K., Gobikrushanth, M., Sanz, A., Bignell, D., Boender, G., Macrae, L., Colazo, M. (2020). Comparison of the effects of two shortened timed-AI protocols on pregnancy per AI in beef cattle. *Theriogenology*, 142, 85 - 91.

Montiel, L., Estrada, E., Meliado, M., Hernández, J., Martínez, J., Martínez, J., . . . Raymundo, H. (2019). Factores de riesgo a nivel de establo asociados con el desempeño reproductivo en el sistema de producción de leche a pequeña escala en méxico. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 10(3), 676-691.

Moreno, M. (2021). Protocolos de sincronización de celo en la especie bovina: artículo de revisión.

Müller, A., Foerster, C., Arriagada, G., Silva, J., & Ortiz, M. (2020). Factors that affect the success of artificial insemination in cattle of small farmers in the O´Higgins region of central Chile. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias.*, 52(2), 376-388.

Ortíz, N., Ayala, L., & Marini, P. (2017). Efecto de la eCG antes o después de la inseminación artificial a tiempo fijo sobre la dinámica folicular y la tasa de preñez en vacas Holstein mestizas en la Amazonía Ecuatoriana. Maskana, *Producción animal*, 49-51.

Pilla-Campaña, M., Yánez, D., Ortega, M., Aragadvay, R., & Roberto, P. (2022). Evaluación del efecto de dos protocolos de sincronización sobre los niveles de estradiol y progesterona en vacas doble propósito en la Amazonia Ecuatoriana. *Revista Científica, FCV-LUZ*, XXXIII(e33200), 1-7.

Pilla, C., Yánez, A., Ortega, C., Aragadvay, Y., & Marini, R. (2023). Evaluación del efecto de dos protocolos de sincronización sobre los niveles de estradiol y progesterona en vacas doble propósito en la Amazonia Ecuatoriana. *Revista Cientifica de la Facultad de Veterinaria*, 33(1).

Pritero, P., Etchepare, P., Bordón, A., Vispo, P., Kucseva, D., & Stahringer, R. (2023). Evaluación de la eficiencia de dos tipos de eCG, recombinante y de origen equino, en un protocolo de IATF en vacas cruza cebú con cría. *Congreso argentino de produccion animal*.

Randi, F., Kelly, A., Parr, M., Diskin, M., Lively, F., Lonergan , P., & Kenny , D. (2021). Effect of ovulation synchronization program and season on pregnancy to timed artificia insemination in suckled beef cows. *Theriogenology*, 172, 223 - 229.

Reyes, K. (2023). Comparación entre cebiotropin B (FSH recombinante) y Folltropin-V (FSH) en procesos superovulatorios en vacas donantes de embriones de raza Charolais, en la Hacienda San Gabriel de la provincia Morona Santiago. Tesis de pregrado. Universidad Estatal de Bolívar.

Rosete, J., Álvarez, H., Urbár, D., Fragoso, A., Asprón, M., Ríos, A., . . . De La Torre, J. (2021). Biotecnologías reproductivas en el ganado bovino: cinco décadas de investigación en México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 12(3), 39-78.

Salgado, R., Vergara, O., Sehuanes, J., & Vergara, M. (2023). Comporación del protocolo Cosynch con y sin adición de progesterona y eCG sobre la tasa de preñez y el diámetro folicular en novillas Bos indicus. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 24(2), e2715.

Sanín, Y., González, D., & Barrios, D. (2023). Formación estudiantil para la transferencia tecnológica a pobladores rurales víctimas del conflicto armado en Colombia: caso extensión universitaria en inseminación artificial bovina. *Fondo Editorial Biogénesis*, 70-88.

Sanz, A., Macmillan, K., & Colazo, M. (2019). Revisión de los programas de funcionamiento ovárico basados en el uso de GnRH y prostaglandina F2a para novillas de leche y de carne. *ITEA-Información técnica económica agraria*, 115(4).

Sharifi, M., Kohram, H., Shahneh, A., Zolfagharian, H., Kiasari, B., & Hedayati, M. (2014). Production and Purification of Equine Chorionic Gonadotropin Hormone Using Polyclinal Antibody. *Iran Journal Biotechnology*, 12(1), e15137.

Sibhat, B., Ayelet, G., Skjerve, E., Gebremedhin, E., & Asmare, K. (2018). Bovine herpesvirus-1 in three major milk sheds of Ethiopia: Serostatus and association with reproductive disorders in dairy cattle. *Prev Vet med*., 150, 126-132.

Silva, F., Ferreira, S., J, Vieira, J., Basto, S., Chaves, M., Lemos, M. (2020). Influencia del efecto macho sobre la dinámica folicular y la tasa de preñez en vacas lactantes sometidas a inseminación artificial a tiempo fijo. *Livestock Science*, 240, 104148.

Tong, X., Jiang, L., Li, Y., Chen, X., Zhao, Y., Hu, B., & Zhang, F. (2020). Function of agricultural waste montmorillonite-biochars for sorptive removal of 17B-estradiol. *Bioresource Technology,* 296, 122368.

Tschopp, J., Macagno, A., Mapletoft, R., Menchaca, A., & Bó, G. (2022). Effect of the addition of GnRH and a second prostaglandin F2a treatment on pregnancy per artificial insemination in lactating dairy cows submitted to an estradiol/progesterone-Based timed Al protocol. *Theriogenology*, 188, 63-70.

Vera, R., Mendoza, D., Marini, P., & Villacís, J. (2022). Gonadotropinas sintéticas en la sincronización de celo para inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en vacas mestizas en las condiciones del subtrópico. *Revista científica arbitrada multidisciplinaria Pentaciencias*, 4(3), 108-116.

Villarraza, C., Antuña, S., Tardivo, M., Rodríguez, C., Mussio, P., Cattaneo, L., . . . Prieto, C. (2021). Development of a suitable manufacturing process for production of a bioactive recombinant equine chorionic gonadotropin (reCG) in CHO-K1 cells. *Theriogenology*, 171(2021), 8-19.

Whittier, W., Currin, J., Schramm, H., Holland, S., & Kasimanickam, R. (2020). ertility in angus cross beef cows following 5-day co-synch + cidr estrus synchronization and timed artificial insemination. Theriogenology, 80, 963-969.

Wild, C., Barrios, W., Horak, J., Romero, E., & Velasco, R. (2022). Evaluación de gestación en bovinos con protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo en ganado cebuino. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 9(1), 60-68.

Williams, G., & Cardoso, R. (2021). Neuroendocrines control of estrus and ovulation. *Bovine reproduction*, 269-291.

Yánez, D., López, J., Moyano, J., Quinteros, R., & Marini, P. (2018). Inseminación artificial a tiempo fijo en vacas con proestro prolongado de 60 y 72 horas. *Agron. Mesoam*., 29(2), 363-373.

Zapata, C. (2018). Determinación de la consanguinidad y diversidad genética mediante el uso del pedigrí de la población bovina registrada en la asociación Charolais de Morona Santiago. Tesis de pregrado. Universidad de las Americas.

Zoetis, A. (20 de Diciembre de 2023). Novormon 5000. Obtenido de Zoetis: https://www2.zoetis.ar/content/_assets/Image/NOVORMON-DOC.pdf

Zoovet, A. (20 de Diciembre de 2023). Zoovet. Obtenido de Zoovet Innovación Mundial: https://www.zoovet.com.ar/images/Folletos/folirec.pdf

5. ANEXOS

Anexo 1. *Lugar de investigación.*



Leyenda. Tomado de Google maps (2023)

Anexo 2. *Base de datos*

Tratamiento	# UE	# VACA	Nombre	Variables												
				P.	E.	T.P.	CC	Evaluación presincronización					Intesidad del celo	Medicion folicular	Estado Gestacional
								Medida L.O.D.	Medida A.O.D.	Medida L.O.I.	Medida A.O.I.	Estado reproductivo			
T1: eCG Tradicional (Novormon)	1	2610	Katy	850	4	Si	5	4,53	1,53	3,88	1,02	Anestro	Con Signos	1,74	Vacia
	2	4191	Maribel	920	5	Si	5	3,9	2,6	2,49	1,44	Anestro	Con Signos	1,7	Preñada
	3	6660	Noori	910	5	Si	5	2,86	2,11	2,25	2,05	Cíclica	Con Signos	1,91	Vacia
	4	6680	Nadia	850	4	Si	4	4,07	2,57	3,06	1,54	Cíclica	Con Signos	1,64	Vacia
	5	2626	Selena	820	3	Si	4	2,41	2,01	2,21	1,8	Cíclica	Con Signos	2,43	Preñada
	6	4184	Reyna	890	6	Si	5	3,4	2,82	4,12	1,41	Cíclica	Sin Signos	0,4	Vacia
	7	615	Magdalena	820	14	No	4	4,25	2,66	4,66	2,09	Anestro	Con Signos	1,75	Vacia
	8	1535	María Jose	910	11	No	5	3,51	2,43	3,43	2,72	Cíclica	Con Signos	1,95	Preñada
	9	77	Amarilla	912	6	No	5	5,38	2,71	3,39	1,88	Cíclica	Con Signos	1,3	Vacia
	10	4181	Nieves	890	7	Si	5	4,25	2,74	2,74	1,97	Cíclica	Con Signos	1,94	Vacia
T2: eCG Recombinante : (Folirec)	11	42	Tomasa	912	9	Si	5	5,03	1,93	3,62	2,42	Cíclica	Con Signos	1,94	Preñada
	12	40	Rubí	900	8	Si	5	2,53	1,48	3,7	2,15	Cíclica	Con Signos	1,67	Preñada
	13	12	Margarita	930	11	No	5	3,83	1,94	3,18	2,02	Cíclica	Sin Signos	1,8	Preñada
	14	6662	Kira	870	6	No	5	3,13	2,5	2,96	1,53	Cíclica	Sin Signos	0,7	Vacia
	15	34	Juanita	850	9	No	4	4,24	1,83	5,18	2,67	Cíclica	Con Signos	2,09	Preñada
	16	2644	Kika	710	2	No	5	2,71	1,12	4,02	2,23	Cíclica	Sin Signos	0,4	Vacia
	17	6663	Nubia	840	6	No	4	4,02	1.84	2,69	1,72	Cíclica	Con Signos	1,78	Preñada
	18	78	Angus	820	7	No	4	3,18	1,74	3,18	2	Cíclica	Con Signos	1,39	Vacia
	19	2631	Nena	750	2	No	5	4,08	2,18	2,5	1,73	Cíclica	Con Signos	1,31	Preñada
	20	79	Mia	770	2	No	5	3,45	1,9	2,07	1,05	Cíclica	Con Signos	1,47	Preñada

Nota: *UE: unidad experimental, P: peso, Edad: edad, T.P: ternero al pie, CC: condición corporal, L.O.D: medida de longitud de ovario derecho, A.O.D: medida de ancho del ovario derecho, L.O.I: medida de longitud de ovario izquierdo, A.O.I: medida de ancho del ovario izquierdo*.

Anexo 3. *Fotografía de la investigación*



Foto 1: Proceso de areteo e identificación de las vacas.



Foto 2: Proceso de areteo e identificación de las vacas.



Foto 3: Proceso de areteo e identificación de las vacas.



Foto 4: Proceso de areteo e identificación de las vacas.



Foto 5: Proceso de areteo e identificación de las vacas.



Foto 6: Proceso de areteo e identificación de las vacas.



Foto 7: Proceso de areteo e identificación de las vacas.

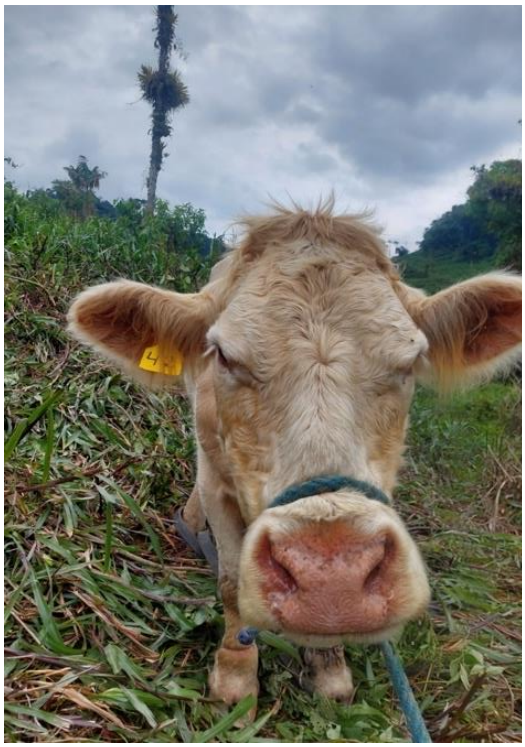


Foto 8: Proceso de areteo e identificación de las vacas.



Foto 9: Proceso de areteo e identificación de las vacas.



Foto 10: Proceso de areteo e identificación de las vacas.



Foto 11: Proceso de chequeo ginecológico presincronización.



Foto 12: Proceso de chequeo ginecológico presincronización.



Foto 13: Proceso de chequeo ginecológico presincronización.



Foto 14: Proceso de chequeo ginecológico presincronización.



Foto 15: Proceso de chequeo ginecológico presincronización.



Foto 16: Proceso de chequeo ginecológico presincronización.



Foto 17: Proceso de chequeo ginecológico presincronización.



Foto 18: Proceso de aplicación del dispositivo intravaginal



Foto 19: Retiro del dispositivo intravaginal



Foto 20: Aplicación de las hormonas reproductivas



Foto 20: Aplicación de las hormonas reproductivas



Foto 20: Aplicación de las hormonas reproductivas

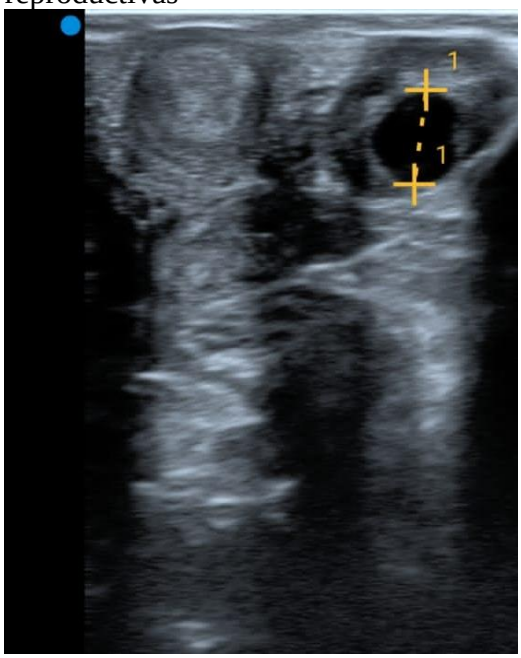


Foto 21: Ecografía del ovario vaca 2631

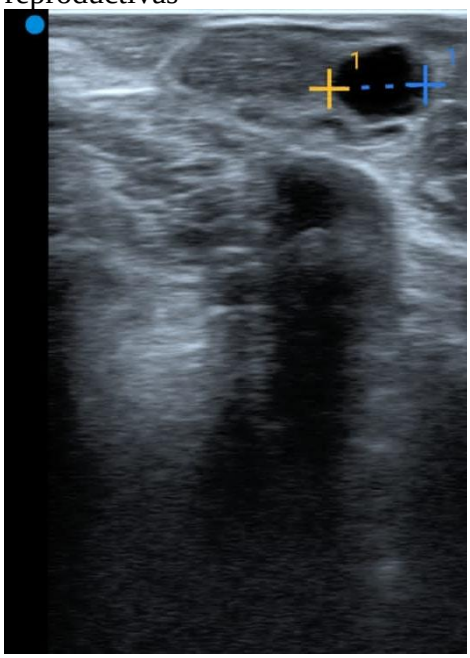


Foto 22: Ecografía del ovario vaca 78



Foto 23: Ecografía del ovario vaca 40



Foto 24: Ecografía del ovario vaca 6680

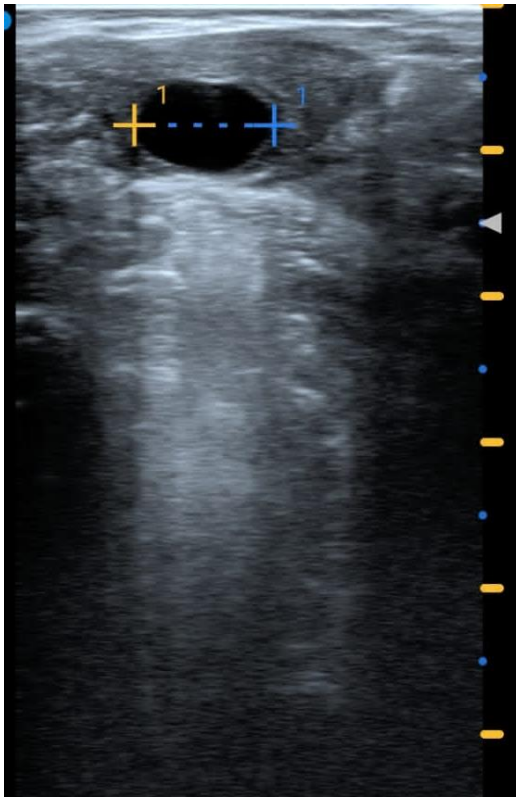


Foto 25: Ecografía del ovario vaca 6660

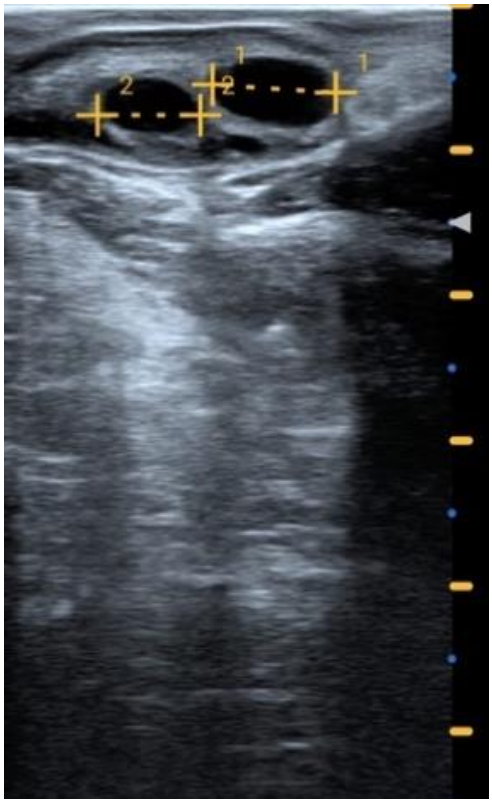


Foto 26: Ecografía del ovario vaca 64191



Foto 27: Ecografía del ovario vaca 4181

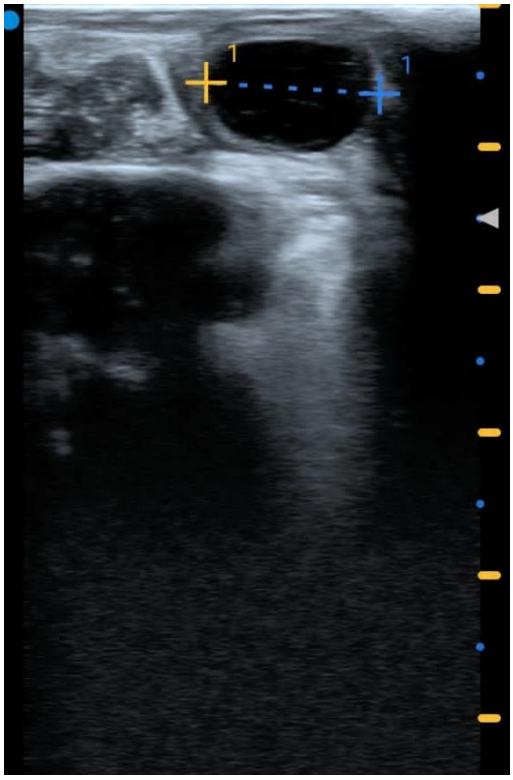


Foto 28: Ecografía del ovario vaca 2626

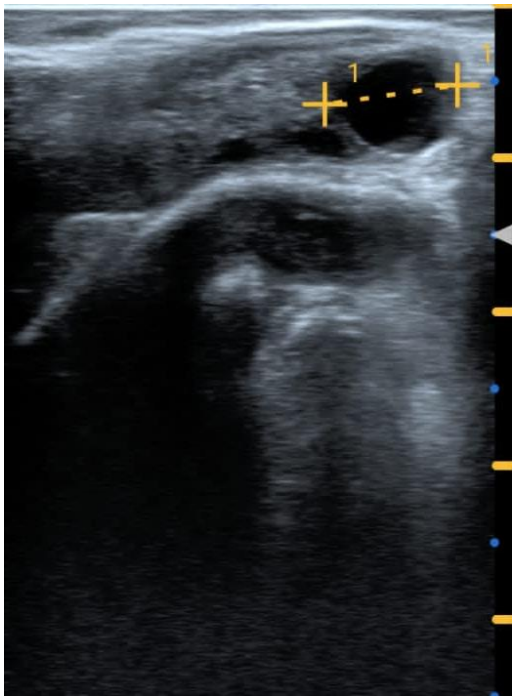


Foto 29: Ecografía del ovario vaca 2610

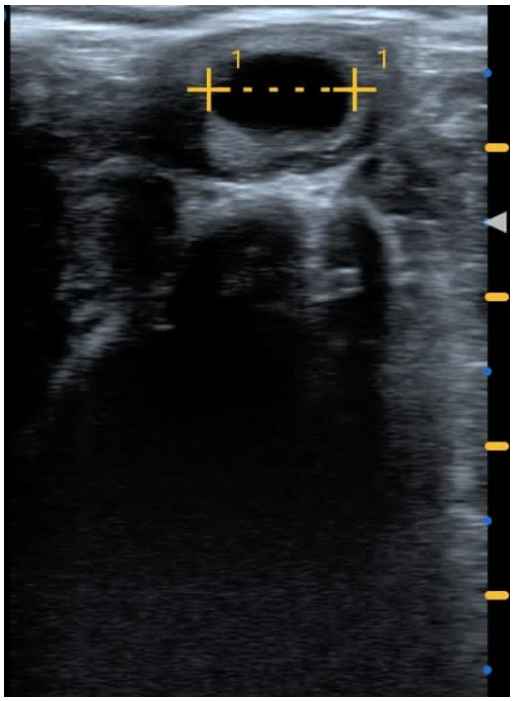


Foto 30: Ecografía del ovario vaca 1535

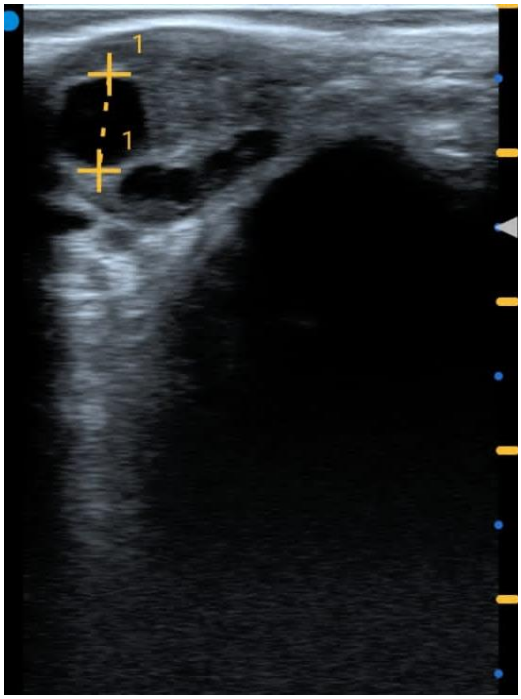


Foto 31: Ecografía del ovario vaca 77

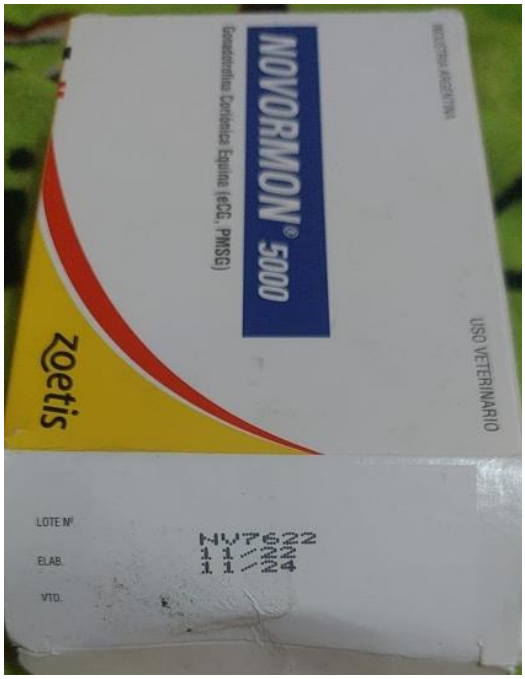


Foto 32: Hormona eCG tradicional



Foto 33: Hormona eCG Recombinante



Foto 34: Hormona eCG tradicional



Foto 35: Diagnóstico gestacional



Foto 36: Diagnóstico gestacional



Foto 37: Diagnóstico gestacional



Foto 38: Diagnóstico gestacional



Foto 39: Diagnóstico gestacional



Foto 40: Visita del tribunal evaluador



Foto 40: Visita del tribunal evaluador



Foto 40: Visita del tribunal evaluador

Anexo 4. *Glosario de términos*

Aborto: expulsión de un feto no viable luego de los 45 días de preñez, pero antes de los 282 días (ver también muerte embrionaria).

Andrógeno: hormona esteroide involucrada en el desarrollo y mantenimiento de las características sexuales masculinas.

Anestro: estado fisiológico donde se observa la ausencia del ciclo estral.

Base genética: punto de referencia contra el cual el mérito genético (pta) de una vaca y un toro son predichos

Canal de parto: cervix y vagina, atravesados por el feto durante el parto.

Ciclo estral: ciclo estral de 21 días en promedio durante el cual el ovario de la vaca libera un folículo y el útero se prepara a sí mismo para una posible preñez. el ciclo estral se encuentra controlado por hormonas.

Concepción: momento de la unión de los gametos que conlleva a una preñez confirmada luego de un servicio

Condición corporal: reserva corporal (principalmente en la forma de tejido graso) determinada por observación visual o palpación rectal

Cuerpo lúteo: masa amarilla de células secretoras de hormonas que se desarrolla en la superficie del ovario desde los restos del folículo luego de que el óvulo ha sido liberado (ovulación). un cuerpo lúteo activo secreta progesterona, lo que previene el desarrollo completo del folículo y mantiene la preñez (sinónimo: cuerpo amarillo).

Días al primer servicio: número de días desde el parto hasta que la vaca es servida por primera vez.

Embrión: ovulo fertilizado en sus estadíos tempranos de desarrollo.

Estéril: incapacidad permanente de reproducirse; infértil (lo opuesto fértil).

Esteroide: uno de los varios compuestos orgánicos solubles en grasa que poseen un anillo de 17 átomos de carbono como base y que ocurren naturalmente. incluye ácidos biliares, muchas hormonas (por ejm., estrógeno, testosterona) y precursores de ciertas vitaminas.

Estro: período de cerca de seis a 30 horas que cada vaca o novilla posee una vez cada 21 días durante el cual muestra signos de excitación sexual. los signos típicos incluyen el montar o dejarse montar por otras vacas o el toro.

Estrógeno: es una hormona esteroidea producida principalmente por el ovario y responsable por generar el estro y las características sexuales femeninas secundarias.

Fértil: capaz de producir gametos (espermatozoides, óvulos) que pueden conducir a la concepción (lo opuesto a estéril).

Fertilización: proceso en el que dos gametos (un óvulo y un espermatozoide) se unen para formar un cigoto.

Genotipo: conjunto de alelos presentes en las células para un gen en particular o un conjunto de genes.

Gestación: período de cerca de 282 días para las vacas durante el cual un feto en desarrollo se lleva desde la concepción hasta el nacimiento (sinónimo: preñez).

Gónada: órgano que produce los gametos; un testículo o un ovario.

gonadotropinas: grupo de hormonas que actúan o estimulan las gónadas.

Hipotálamo: parte del cerebro que se encuentra comprometido con la regulación hormonal de la reproducción por medio de la secreción de hormona liberadora de gonadotropinas (gnrh).

Hormona folículo estimulante (fsh): hormona glucoproteíca secretada por la pituitaria anterior que estimula el crecimiento de los folículos en el ovario y la producción de estrógenos por el folículo en la hembra

Hormona liberadora de gonadotropinas (gnrh): hormona peptídica secretada por el hipotálamo que estimula la liberación de la hormona folículo estimulante (fsh) y luteinizante (lh) desde la hipófisis anterior. la gnrh puede inyectarse en pequeñas cantidades para causar la ovulación de óvulos maduros

Hormona luteinizante (lh): hormona glucoproteica secretada por la glándula pituitaria anterior. en la hembra, la lh induce la ovulación, el desarrollo del cuerpo lúteo y la producción de progesterona.

Implantación: adherencia del embrión a la pared uterina, proceso que comienza el día 18 de la preñez y se completa el día 45.

Luteolisis: degeneración del cuerpo lúteo.

Palpación rectal: manipulación de varias partes de los órganos reproductivos con una mano insertada en el recto de la vaca, generalmente, para detectar la presencia de un feto en crecimiento

Parto: el acto de dar a luz (sinónimo: alumbramiento).

Preñada: vaca que lleva un feto en desarrollo dentro del útero.

Quiste folicular: folículo maduro que permanece adherido al ovario y no puede estallar. como resultado, las vacas exhiben períodos de celo frecuentes y prolongados

Semen: mezcla de espermatozoides y fluidos producidos en los órganos reproductores masculinos y que es eyaculado durante el apareamiento.