



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS
NATURALES Y DEL AMBIENTE
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

TEMA:

**EVALUACIÓN DE LA TASA DE PREÑEZ COMPARANDO EL MÉTODO
DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL PROFUNDA Y CONVENCIONAL EN
VACAS LECHERAS SINCRONIZADAS A TIEMPO FIJO (IATF).**

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Médico 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:

Francisco Rafael Echeverría Padilla

Tutor:

DR. Edison Raveliño Ramón Curay M.Sc.

GUARANDA-ECUADOR

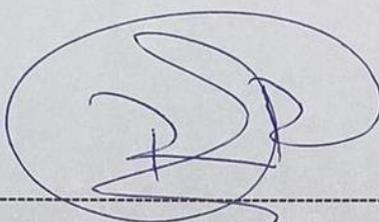
2023

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TUTOR

TEMA:

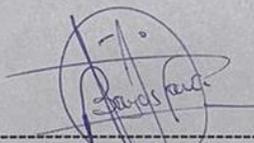
EVALUACIÓN DE LA TASA DE PREÑEZ COMPARANDO EL MÉTODO DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL PROFUNDA Y CONVENCIONAL EN VACAS LECHERAS SINCRONIZADAS A TIEMPO FIJO (IATF).

REVISADO Y APROBADO POR:



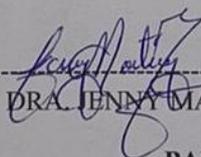
DR. EDISON RIVELIÑO RAMÓN CURAY M.Sc.

TUTOR



DR. FAVIÁN BAYAS MOREJÓN Ph.D.

PAR LECTOR



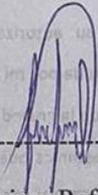
DRA. JENNY MARTÍNEZ MOREIRA M.Sc.

PAR LECTORA

CERTIFICACIÓN DE AUTORIA

Yo, Francisco Rafael Echeverría Padilla, con C.I. 0604755439, 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.



Francisco Rafael Echeverría Padilla

CI.: 0604755439

AUTOR



DR. Edison Riviño Ramón Curay M.Sc.

TUTOR





Notaria Tercera del Cantón Guaranda
Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez
 Notario



rio...

N° ESCRITURA: 20230201003P01978

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR: ECHEVERRIA PADILLA FRANCISCO RAFAEL

INDETERMINADA DI: 2 COPIAS

H.R. Factura: 001-006-000004522

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día treinta y uno de Agosto del dos mil veintitrés, ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparece ECHEVERRIA PADILLA FRANCISCO RAFAEL, soltero de ocupación estudiante, domiciliado en la Ciudad de Riobamba de la Provincia de Chimborazo y de paso por este lugar, con celular número (0939466450), su correo electrónico es franciscorep12@gmail.com, por sus propios y personales derechos, obligarse a quien de conocer 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 procede libre y voluntariamente, advertido de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presenta 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 COMPARANDO EL MÉTODO DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL PROFUNDA Y CONVENCIONAL EN VACAS LECHERAS SINCRONIZADAS A TIEMPO FIJO (LATF)**, es de mi exclusiva responsabilidad en calidad de autor, previo a la obtención del título de Médico Veterinario en la Universidad Estatal de Bolívar, Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad, la misma que hago 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, aquel se ratifica quedando incorporada al protocolo de esta notaria y firma conmigo de todo lo cual doy Fe.

ECHEVERRIA PADILLA FRANCISCO RAFAEL

C.C.0604755439



AB. HENRY ROJAS NARVAEZ

NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA

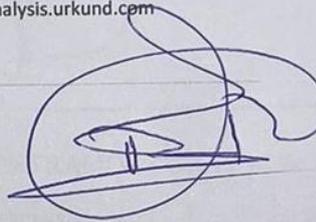
EL NOTA....

Document Information

Analyzed document	Tesis Francisco Echeverria.docx (D173036153)
Submitted	8/22/2023 7:33:00 PM
Submitted by	
Submitter email	abosquez@ueb.edu.ec
Similarity	7%
Analysis address	abosquez.ueb@analysis.arkund.com

Sources included in the report

Entire Document



Hit and source - focused comparison, Side by Side

Submitted text As student entered the text in the submitted document.
Matching text As the text appears in the source.

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada en primer lugar a Dios, por darme la salud y sabiduría permitiéndome así culminar esta etapa importante en mi vida.

A mis padres Celso y Nelly, quienes me inculcaron sus principios, valores y su apoyo incondicional para llegar a este punto de mi carrera profesional.

A mis hermanos y amigos quienes con su apoyo han estado conmigo y me acompañaron a cumplir mis sueños y metas hasta la presente fecha.

A mi tía Verónica Padilla, quien, con sus consejos y apoyo, me brindó las fuerzas para seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios, por derramar su bendición día a día sobre mí, por ser quien ha guiado mis pasos hasta conseguir tan anhelado logro.

A mis padres Celso y Nelly por ser el pilar fundamental para cumplir mis sueños, por confiar en mí y darme los recursos necesarios para seguir estudiando, quienes me han guiado y acompañado a lo largo de toda mi vida.

Agradezco la orientación brindada a los miembros de mi tribunal de la unidad de titulación al Dr. Rivelino Ramón; director, al Dr. Favián Bayas y a la Dra. Jenny Martínez como par lector. Por brindarme sus conocimientos, tiempo, espacio y sobre todo paciencia y valiosas recomendaciones para la realización de este proyecto de investigación.

Agradezco el apoyo de mis amigos Hugo, Luis, Sebas, Wilmer, Naim y Javier por compartir largas jornadas de aprendizaje y una gran amistad sincera.

INDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	PAG.
CAPITULO I.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PROBLEMA.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1.OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2.OBJETIVO ESPECIFICO.....	3
1.4. HIPÓTESIS.....	4
CAPITULO II.....	5
2.MARCO TEÓRICO.....	5
2.1.1.Ovarios.....	5
2.1.2.Oviducto.....	5
2.1.3.Útero.....	6
2.1.4.Cérvix.....	6
2.1.5.Vagina.....	7
2.1.6.Vestíbulo vaginal.....	7
2.1.7.Vulva.....	7
2.2.1.Hipotálamo.....	8
2.2.2.Hipófisis.....	9
2.2.3.Folículos.....	9
2.2.3.1.Dinámica folicular bovina.....	9
2.3.Síntomas de celo.....	10
2.4.Inseminación artificial.....	11
2.4.1.Definición.....	11
2.4.1.1.Ventajas.....	11
2.4.1.2.Técnicas de inseminación artificial.....	12
2.4.1.2.1.Inseminación recto vaginal.....	12
2.4.1.2.2.Inseminación profunda o intracornual.....	13
2.5.Ciclo estral en la hembra bovina.....	14
2.6.Etapas del ciclo estral.....	14
2.6.1.Proestro.....	14

2.6.2.Estro	14
2.6.3.Metaestro.....	14
2.6.4.Diestro.....	15
2.7.Métodos de sincronización.....	15
2.7.1.Prolongación de la fase lútea.....	16
2.7.2.Acortamiento de la fase lútea.....	16
2.7.3.Objetivos de la sincronización de celos	16
2.7.4.Ventajas.....	17
2.7.5.Hormonas reproductivas	17
2.7.5.1.Benzoato de Estradiol	17
2.7.5.1.1.Acción	17
2.7.5.2.Progesterona (Dispositivo DIB).....	17
2.7.5.2.1.Acción	18
2.7.5.3.Prostaglandina F2 α (PGF2 α).....	18
2.7.5.3.1.Acción	18
2.7.5.4.Acetato de Gonadorelina.....	18
2.7.5.4.1Acción	19
2.8.Ecografía reproductiva de la vaca	19
2.8.1.Ecografía del ovario bovino	19
CAPÍTULO III	24
3.MARCO METODOLÓGICO	24
3.1. MATERIALES:	24
3.1.1.Localización de la investigación.	24
3.1.2.Situación geográfica y climática.	24
3.1.3.Zona de vida. (zonificación ecológica).	24
3.1.4.Material experimental	24
3.2.MÉTODOS	24
3.2.1.1.Factores en estudio.....	24
3.2.1.2.Tratamientos.....	25
3.2.1.3.Especificaciones del experimento.	25
3.2.1.4.Tipos de análisis.....	25
3.2.1.5.Manejo del experimento.....	26

3.2.1.6.Métodos de evaluación y datos a tomarse.....	28
CAPÍTULO IV	30
4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
4.1.1.Diagnóstico del estado reproductivo de las vacas destinadas al estudio de la Hacienda El Rosario de la Dolorosa.	30
4.1.2.Sincronización del ciclo estral de los animales en estudio	32
4.1.3.Diagnostico gestacional	33
4.1.4.Índices reproductivos	34
4.1.5.Edad de las vacas consideradas en el estudio.....	37
4.1.6.Peso de las vacas consideradas en el estudio	38
4.1.7.Score de la condición corporal de las vacas en el estudio.....	39
4.2.COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS	41
CAPÍTULO V.....	42
5.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
5.1.Conclusiones	42
5.2.Recomendaciones.....	43
BIBLIOGRAFÍA.....	44
ANEXOS.....	

INDICE DE TABLAS

# De Tabla	DESCRIPCIÓN	PAG.
1.	Situación Geográfica del lugar de la investigación.....	24
2.	Distribución de factores en estudio y su interacción (Tratamientos).....	25
3.	Características del experimento.	25
4.	Diagnóstico del estado reproductivo de las vacas en estudio.	30
5.	Efectos de la sincronización sobre el ciclo estral de las vacas en estudio.	32
6.	Diagnóstico gestacional a los 45 días a partir de la inseminación.	33
7.	Tasa de servicio de los tratamientos aplicados.	34
8.	Porcentaje de concepción de los tratamientos en estudio.	35
9.	Tasa de preñez obtenida en cada método de inseminación artificial.	36
10.	Intervalos de edad de los animales en estudio.	37
11.	Intervalos de pesos de los animales en estudio.	38
12.	Condición corporal de las vacas en estudio.	39
13.	Prueba de t-student, para observar el efecto de las variantes de la técnica de inseminación artificial sobre la tasa de preñez de las vacas en estudio.	41

INDICE DE FIGURAS

# De Figura	DESCRIPCIÓN	PAG.
1.	Estructura del ovario bovino	5
2.	Útero hembra bovina.....	6
3.	Estructura externa de la vulva bovina	7
4.	Folículo pre-ovulatorio de alrededor de 16 mm.....	20
5.	Evidencia ecográfica de la presencia de dos cuerpos lúteos 1 compacto y 2 Cavitario.....	21
6.	Feto de 40 días de edad gestacional de 2,1 cm, 1: Embrion, 2: amnios, 3: Liquido alantoideo, 4: Extremidades, 5: Placentoma	23
7.	Porcentaje del estado reproductivo de las vacas en estudio.	30
8.	Porcentaje de la sinología de celo para cada protocolo utilizado.....	32
9.	Porcentaje de vacas gestantes y vacías de los tratamientos en estudio	33
10.	Porcentajes de la tasa de servicio en cada tratamiento implementado.....	34
11.	Porcentaje de concepción de los tratamientos en estudio.	35
12.	Tasa de preñez por método de inseminación artificial aplicado.	36
13.	porcentaje de animales distribuidos según la edad	37
14.	Intervalos de los pesos de las vacas en estudio.	38
15.	Score de condición corporal de los animales en estudio.....	39
16.	Prueba de t-student para la variable tasa de preñez.....	41

INDICE DE ANEXOS

# De Anexos	DESCRIPCIÓN
1.	Lugar Del Experimento.....
2.	Base de datos.....
3.	Fotografías de la presente investigación.
4.	Glosario de términos

RESUMEN

La inseminación artificial (IA) es una biotecnología reproductiva que permite asegurar los índices de reemplazo generacionales en un hato ganadero de manera más eficiente y económica, el objetivo de la presente investigación fue evaluar la tasa de preñez comparando el método de inseminación artificial profunda y convencional en vacas lecheras sincronizadas a tiempo fijo (IATF), metodológicamente la presente investigación se realizó en la provincia de Chimborazo, en el cantón Chambo, en el sector de San Gerardo del Monte, para su efecto se seleccionaron 10 vacas multíparas en producción y 10 vaconas primíparas, las cuales se consideraron 5 animales en cada tratamiento de manera aleatorizada para evitar sesgos relacionados al protocolo de sincronización o la categoría a la que pertenecían los animales, de tal modo el T1 referenció a la técnica de inseminación artificial profunda en vacas, T2 inseminación artificial profunda en vaconas primíparas, T3 inseminación artificial convencional en vacas y T4 inseminación artificial convencional en vaconas primíparas, de las cuales se aplicó los protocolos de sincronización, Ov-synch para vaconas primíparas y J-synch para vacas multíparas en producción, la variable evaluarse y principal enfoque investigativo fue la tasa de preñez. Los resultados obtenidos del porcentaje o tasa de preñez según la prueba de t-student demostró que existió diferencias estadísticas ($p < 0.05$) significativas en dicha variable, encontrando que la variante de inseminación artificial profunda obtuvo un 80% de vacas preñadas tanto para vacas como para vaconas primíparas es decir 4 de cada 5 animales considerados por tratamiento, sin embargo, la inseminación artificial convencional obtuvo un 60% vacas preñadas constatando que 3 hembras preñadas de cada 5 animales considerados en cada tratamiento. Concluyendo que la inseminación artificial profunda mejoró el porcentaje o tasa de preñez en la presente investigación.

Palabras claves: Inseminación Artificial, IATF, Tasa de Preñez, J-synch, Ov-synch.

SUMMARY

Artificial insemination (AI) is a reproductive biotechnology that allows ensuring generational replacement rates in a cattle herd in a more efficient and economical way, the objective of this research was to evaluate the pregnancy rate comparing the deep and conventional artificial insemination method in dairy cows synchronized at fixed time (FTAI), Methodologically, this research was carried out in the province of Chimborazo, in the Chambo canton, in the sector of San Gerardo del Monte, 10 multiparous cows in production and 10 primiparous cows were selected, Five animals were considered in each treatment in a randomized manner to avoid biases related to the synchronization protocol or the category to which the animals belonged, in such a way that T1 referred to the technique of deep artificial insemination in cows, T2 deep artificial insemination in primiparous cows, and T3 conventional artificial insemination in primiparous cows, T3 conventional artificial insemination in cows and T4 conventional artificial insemination in primiparous cows, of which the synchronization protocols were applied, Ov-synch for primiparous cows and J-synch for multiparous cows in production, the evaluated variable and main research focus was the pregnancy rate. The results obtained from the percentage or pregnancy rate according to the t-student test showed that there were significant statistical differences ($p < 0.05$) in this variable, finding that the deep artificial insemination variant obtained 80% of pregnant cows for both cows and primiparous cows, that is, 4 out of every 5 animals considered per treatment, however, the conventional artificial insemination obtained 60% of pregnant cows, showing that 3 pregnant females out of every 5 animals considered in each treatment. In conclusion, deep artificial insemination improved the percentage or pregnancy rate in the present investigation.

Key words: Artificial insemination, IATF, Pregnancy rate, J-synch, Ov-synch.

CAPITULO I

1.1. INTRODUCCIÓN.

La ganadería es un punto clave para el desarrollo sostenible del sector pecuario, contribuyendo principalmente a la seguridad alimentaria, la nutrición y el crecimiento económico de una región en particular, la rentabilidad del negocio ganadero inicia con el parto de una vaca, en donde teóricamente se considera admisible económicamente que exista un parto/vaca/año (Lauber *et al.*, 2020).

El carácter reproductivo es un aspecto importante que afecta la producción y el éxito económico de los rebaños de vacas lecheras y de carne, ciertamente, en ausencia de reproducción y aplicación de biotecnologías de reproducción asistida no hay vaca ni becerro o empresa lechera que resulte ser sostenible. La utilización de biotecnologías de reproducción asistida como la inseminación artificial (IA), la detección del celo y cálculos de la eficiencia reproductiva como la tasa de parto y el intervalo entre partos son los dos principales determinantes del desarrollo ganadero de un hato en cuestión (Santos *et al.*, 2017).

Las consecuencias económicas de la baja eficiencia y la poca precisión en la detección de celo son las principales razones por se ha adaptado el desarrollo de protocolos prácticos de reproducción con la utilización exógena de hormonas que interactúan en la conducta sexual y el desarrollo de una concepción. Para lograr un mejor control del ciclo estral en el ganado es necesario sincronizar la aparición de nuevas ondas foliculares, asegurar una fase lútea, terminar la fase lútea y sincronizar la ovulación (Pereira *et al.*, 2021).

Las biotécnicas actuales tienen importancia por sí mismas y además sirven como herramientas en la aplicación de otras con mayor innovación, como es el caso de la inseminación artificial (IA), la cual es indispensable para programas de reproducción asistida, la manipulación y el control del ciclo estral de la hembra bovina es el punto de origen para el incremento de animales inseminados en un periodo de tiempo relativamente corto (Drake *et al.*, 2020).

1.2. PROBLEMA

En las últimas décadas se ha observado una disminución considerable en la fertilidad del ganado lechero. Según los especialistas, esto ocurre principalmente por los desórdenes reproductivos asociados al aumento de la producción; sin embargo, es aconsejable revisar todos los factores que pueden influir el problema.

La inseminación artificial es el método reproductivo que sustituye el apareamiento natural entre el macho y hembra, esta técnica no solo ayuda a mejorar genéticamente nuestro hato, sino que conseguimos el máximo aprovechamiento del macho y un excelente control de enfermedades venéreas, teniendo un alto índice de preñes, una de las dificultades para que el pequeño productor opte por esta opción es que se necesita de un profesional capacitado para realizar este procedimiento (Yáñez *et al.*, 2021).

Dentro de las técnicas que existen para la inseminación artificial tenemos: la inseminación recto vaginal y la inseminación profunda o también llamada intracornual, las cuales son de más uso para los pequeños y medianos productores, en ocasiones estas son prácticas de manera empírica por los propietarios, reduciendo así el éxito de estas técnicas.

En la hacienda el Rosario actualmente tiene bajos índices numéricos de los parámetros reproductivos ya que la aplicación de nuevas biotecnologías reproductivas (IATF) es limitada, por lo cual propongo la siguiente investigación; evaluación de la tasa de preñez comparando el método de inseminación artificial profunda y convencional en vacas lecheras sincronizadas a tiempo fijo (IATF), con la aplicación de hormonas reproductivas exógenas.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL.

Evaluar la tasa de preñez comparando el método de inseminación artificial profunda y convencional en vacas lecheras sincronizadas a tiempo fijo (IATF).

1.3.2. OBJETIVO ESPECIFICO

- Diagnosticar ecográficamente el estado reproductivo de las hembras bovinas.
- Sincronizar mediante la administración hormonal el ciclo estral de las hembras bovinas.
- Realizar la inseminación artificial profunda y convencional en las vacas seleccionadas para el experimento.

1.4. HIPÓTESIS

H₀: No existe un incremento en la tasa de preñez con la utilización de la inseminación artificial profunda frente a la inseminación convencional en bovinos de leche.

H: Existe un incremento en la tasa de preñez con la utilización de la inseminación artificial profunda frente a la inseminación convencional en bovinos de leche.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Anatomía y funcionalidad del Sistema reproductivo de la vaca

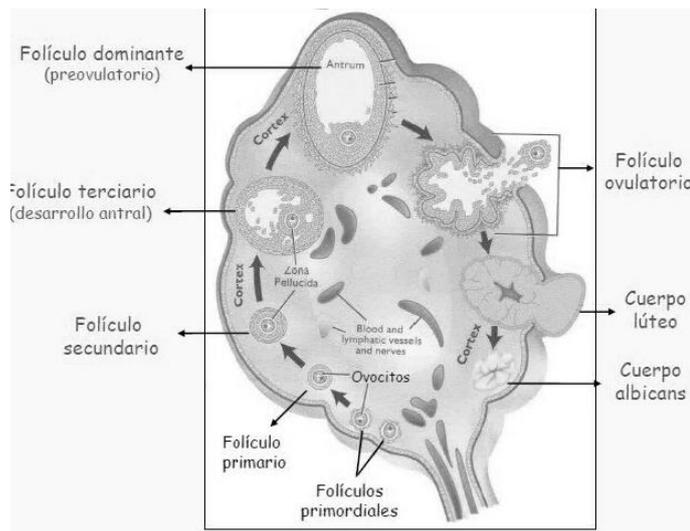
La anatomía y fisiología del sistema reproductivo en la vaca esta agrupado funcionalmente en base a los componentes asociados con producción y transporte de ovocitos, además de aquellos involucrados con la cópula y la gestación (Lenis *et al.*, 2021).

2.1.1. Ovarios

Son glándulas que tienen dos funciones principales: una exocrina que es la liberación de óvulos y otra endocrina que es la producción y secreción de hormonas. Entre las hormonas que producen los ovarios podemos citar los estrógenos o estradiol, la progesterona y la inhibina (Leguizamo & Páez , 2021).

Figura 1.

Estructura del ovario bovino



Fuente: (Ichpas, 2013)

2.1.2. Oviducto

Transportan los óvulos de la vaca. La porción más baja, la más cercana al Útero, es llamada Istmo. La conexión entre el Útero y el Istmo, es llamada Unión útero-Tubal (UUT). La Unión uterotubal sirve como filtro de espermatozoides anormales y es el reservorio de espermias hábiles (Pacheco *et al.*, 2020).

Los espermatozoides llegan al Istmo, estos se adhieren a las paredes. Durante este periodo de adherencia, ocurren muchos cambios fisiológicos a las paredes espermáticas, los cuales son esenciales para que los espermias puedan fertilizar el óvulo. Estos cambios son colectivamente llamados Capacitación. Tarda aproximadamente cinco a seis horas, a partir del momento de la inseminación, para que en el Istmo haya una población espermática capacitada para ejercer la fertilización (Guevara & Buitrago , 2021)

2.1.3. Útero

Produce la prostaglandina $F2\alpha$ ($PGF2\alpha$), la cual interviene en la regulación neuroendocrina del ciclo estral mediante su efecto luteolítico. Otras funciones son la de intervenir en los mecanismos de ovulación y del parto (Tapia, 2021).

Figura 2.

Útero hembra bovina



Fuente: Visgar (2022)

2.1.4. Cérvix.

El cuello uterino está ubicado entre el cuerpo del útero cranealmente y la vagina caudalmente es una firme estructura muscular similar a un esfínter que actúa como una barrera que separa los órganos reproductivos externos de los genitales internos, una de las características del cuello uterino es que posee tres o cuatro anillos o pliegues que se proyectan en su lumen (Rearte, et al., 2018)

2.1.5. Vagina.

La vagina está situada entre la extensión caudal de la cuello uterino y borde del vestíbulo en la uretra externa orificio. El cuello uterino se proyecta caudoventralmente hacia la luz de la vagina, lo que hace que el fórnix vaginal dorsal forme un receso más profundo que el fórnix ventral (Masello *et al.*, 2020.)

2.1.6. Vestíbulo vaginal.

El vestíbulo es una pequeña área de la vagina de la vaca que se origina en la abertura uretral y termina caudalmente para mezclarse con los labios de la vulva (Martin *et al.*, 2022).

2.1.7. Vulva.

Es considerada la parte más externa del aparato reproductor de la hembra, está conformada por los labios, los cuales se encuentran dorsalmente formando la comisura dorsal y de nuevo ventralmente para formar la ventral comisura El clítoris se encuentra justo craneal a la ventral comisura (Manríquez, Velez, & Pinedo, 2020).

Figura 3.

Estructura externa de la vulva bovina



Fuente: Visgar (2022).

2.2. Control neuroendocrino

El control neuroendocrino del ciclo estral involucra la integración de múltiples señales reguladoras. Estas señales forman una intrincada red que permite el control preciso de la liberación de gonadotropinas necesaria para la compleja secuencia del desarrollo ovárico folicular, la esteroidogénesis y la ovulación.

Secreción de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) en la circulación portal hipotalámica-adenohipofisaria se considera el mecanismo endocrinológico primario que regula la gonadotropina síntesis y liberación. Factores internos como la liberación de hormonas gonadales y metabólicas, factores de crecimiento y moléculas de señalización, así como también factores externos (por ejemplo, productos químicos ambientales, fotoperiodo, etc.

Se perciben a nivel del sistema nervioso central sistema y controlar la secreción de GnRH directamente o, más a menudo, por vías intermedias. Bajo la estimulación de GnRH, esta gonadotropina sintetiza y liberan hormona luteinizante (LH) y la hormona estimulante del folículo (FSH). Estos dos son las gonadotropinas que llegan a las gónadas a través de la circulación sanguínea y actúan en el ovario para estimular el crecimiento y la maduración del folículo, además de la ovulación del folículo preovulatorio y la síntesis de hormonas esteroides y peptídicas gonadales, estas hormonas a su vez ejercen acciones de retroalimentación a nivel central y adenohipofisario para controlar la liberación de GnRH y gonadotropinas.

Este intrincado mecanismo regulador conduce a cambios dinámicos en las concentraciones circulantes de hormonas reproductivas durante el ciclo estral (Thatcher, 2017).

2.2.1. Hipotálamo

Forma parte de la base del cerebro y sus neuronas estas producen la Hormona Liberadora de las Gonadotropinas o (GnRH): la GnRH se difunde a través de los capilares al sistema hipofisario y de allí a las células de la hipófisis anterior, su función es estimular la producción y secreción de las hormonas hipofisarias. Hormona folículo estimulante (FSH) y hormona Luteinizante (LH) entre otras (Rippe, 2015).

2.2.2. Hipófisis

La glándula hipofisaria se divide en tres partes: un lóbulo anterior denominado adenohipófisis, un lóbulo intermedio llamado parte intermedia y uno posterior denominado neuro hipófisis. La adenohipófisis produce hormonas proteicas de gran importancia para el control de la reproducción, estas son la hormona folículo estimulante (FSH), la hormona Luteinizante (LH) y la prolactina (Cunningham, 2014).

2.2.3. Folículos

Son estructuras globosas en la superficie ovárica. Los folículos son redondos y blandos, con superficie lisa. Incrementan su diámetro desde aproximadamente 1 cm de diámetro durante el diestro hasta aproximadamente 2.5 cm en su máximo desarrollo. Los folículos tienden a parecer mayores cuando se desarrollan en el ovario en el cual el CL está regresando. Los límites de los folículos no son fácilmente definibles, pero se puede detectar las fluctuaciones de líquido. Se debe recordar que los folículos pueden estar presentes en cualquier momento del ciclo estral o durante la preñez (Carvajal & Martínez, 2020).

2.2.3.1. Dinámica folicular bovina

Se conoce como dinámica folicular al proceso de crecimiento y regresión de folículos antrales que conducen al desarrollo de un folículo preovulatorio. Entre 1 y 4 ondas de crecimiento y desarrollo folicular ocurren durante un ciclo estral bovino, y el folículo preovulatorio deriva de la última (Vásquez Barja , 2018).

Para describir la dinámica folicular bovina es necesario definir conceptos de reclutamiento, selección y dominancia:

Reclutamiento: es el proceso por el cual una cohorte de folículos comienza a madurar en un medio con un aporte adecuado de gonadotrofinas que le permiten avanzar hacia la ovulación (Thatcher, 2017).

Selección: Es el proceso por el cual un folículo es elegido y evita la atresia con la posibilidad de llegar a la ovulación (Vásquez Barja , 2018).

Dominancia: Es el proceso por el cual el folículo seleccionado domina ejerciendo un efecto inhibitorio sobre el reclutamiento de una nueva cohorte de folículos. Este

folículo alcanza un tamaño marcadamente superior a los demás, es responsable de la mayor secreción de estradiol y adquiere la capacidad de continuar su desarrollo en un medio hormonal adverso para el resto de los folículos (Kelly, et al., 2022).

La causa por la cual regresión el folículo dominante de las primeras ondas (1 de 2 ondas y 2 de 3 ondas) sería la presencia de una baja frecuencia de los pulsos de LH debido a los altos niveles de progesterona, que provocarían una menor síntesis de andrógenos y en consecuencia una menor síntesis de estradiol que iniciarían la atresia folicular (Kelly, et al., 2022).

2.3. Síntomas de celo

Los síntomas de estro en la vaca se caracterizan por múltiples manifestaciones de conducta homosexual. El grado de actividad sexual se relaciona en general con la cantidad de estrógeno presente. Las vaquillonas por lo común tienen síntomas más acentuados que las vacas, con estro están por lo general inquietas, y a menudo, se mantiene en pie y no echada. Pueden reducirse levemente el apetito, la rumia y la producción de leche. Es frecuente el gruñido, especialmente en vacas que fueron separadas del rodeo (Bordhardt, et al., 2021).

La vaca con estro tratará de montar a otras y soportará que la monten. La vulva de la vaca con estro es olfateada por otras, nunca se observa que la vaca con estro olfatee los genitales externos de los demás animales, la vaca puede tener la cola levantada y a menudo hay un largo filamento de mucus claro que cuelga por la vulva o sobre la cola o nalgas. La vulva esta por lo común algo congestionada, flácida, edematosa y relajada (Veronese, et al., 2018).

La palpación rectal a comienzos del estro revela un folículo ovárico de 1,2 cm de diámetro o menos, y su aspecto es liso, convexo, tenso y levemente fluctuante debido a la presencia de líquido folicular. El folículo de Graaf en maduración antes de la ruptura tiene 1,5 a 2 cm de diámetro. En el momento de la ovulación solo se produce una pequeña hemorragia en el sitio de la ruptura (Leguizamo & Páez , 2021).

Alrededor de 15 a 36 horas después de la ovulación, más o menos 24 a 48 horas después del estro en la etapa de metaestro, puede ocurrir en muchas vacas la descarga de sangre y mucus por la vulva. Esta metrorragia del endometrio

edematoso en las zonas carunculares se produce debido a la ruptura de los capilares congestionados (Carvalho, *et al.*, 2019).

En el Diestro la vulva exteriormente se ve rugosa. La vagina está pálida y seca y el mucus es escaso y más bien viscoso. El espéculo, por lo tanto, penetra con mayor dificultad que durante el estro. Por acción del estrógeno (E2) que es transportado a varias partes del cuerpo, en la vaca presenta distintas manifestaciones de aceptación sexual al macho conocidas también como celo (Drake *et al.*, 2020).

2.4. Inseminación artificial

2.4.1. Definición

Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador se define a la inseminación artificial “en colocar en el útero de las vacas, pajuelas con semen seleccionado previamente de una muestra. Es una técnica empleada para lograr el mejoramiento genético de los hatos bovinos y lo que se persigue es el nacimiento de animales de alta productividad, en un corto período de tiempo. (Veronese, *et al.*, 2018)

Para el equipo Editorial INTRAGRI, *“la inseminación artificial es un proceso asistido de reproducción, que representa una gran importancia en el mejoramiento genético de los bovinos, para acceder a animales de altas producciones en un corto período de tiempo y así poder ser más competitivos en el mercado. Es una actividad que consiste en depositar de manera artificial, dosis de semen en el tracto reproductivo de la hembra en el momento más adecuado, para que permita una alta probabilidad de que la vaca quede gestante.”*

2.4.1.1. Ventajas

Según (Robson & Aguilar, 2014) las principales ventajas de la inseminación artificial son:

- **Mejoramiento genético:** permite aumentar el número de crías por toro y por año. En un servicio natural se utiliza un 3 a 4 % de toros, lo que significa que un toro puede servir entre 25 a 35 vacas por servicio. En la I.A. de un solo eyaculado se pueden obtener 240 pastillas.

- **Fácil transporte de material genético:** resulta más económico transportar semen que el toro.
- **Conservación prolongada del semen:** durante muchos años, aún después de muerto el animal.
- **Reducción o eliminación de toros de los rodeos.**

2.4.1.2. Técnicas de inseminación artificial

2.4.1.2.1. Inseminación recto vaginal

Se logra insertando una mano enguantada y lubricada con un poco de gelatina quirúrgica en el recto de la vaca. La mano localiza y agarra el cérvix, el instrumento de inseminación se introduce a través de la vagina hasta que hace contacto con el cérvix y la mano izquierda. Se debe limpiar ligeramente los labios de la vulva cuando se inserta el instrumento de inseminación, previniendo así la contaminación por la superficie externa de la vulva.

El cérvix se debe sostener de su parte posterior con los dedos índice, medio y pulgar y dejando los otros dedos libres para ayudar a guiar el instrumento de inseminación. El instrumento se guía hacia la abertura del cérvix y se utiliza la mano izquierda para meter con movimientos ondulantes la punta del instrumento a través del conducto cervical, los pliegues del cérvix hacen necesaria la manipulación de la misma en todas las direcciones, con un objeto de pasar el instrumento (Owens, *et al.*, 2020).

A medida que el instrumento avanza a través del cérvix, se mueve hacia adelante todos los dedos, incluyendo el pulgar, de manera que la manipulación ocurra un poco adelante del extremo del instrumento de inseminación. Se puede determinar el progreso del instrumento por la rigidez que este confiere al cérvix.

Debe de tenerse en instrumento de inseminación tan pronto como llegue al fin del cérvix para realizar el depósito del semen, considerándose este el lugar de depósito del material genético o comúnmente conocido como el flaco del inseminador (Lenis *et al.*, 2021).

2.4.1.2.2. Inseminación profunda o intracornual

Esta técnica consiste en utilizar todos los pasos de la inseminación recto vaginal anteriormente descrita o inseminación convencional estableciendo una diferencia marcada que se debe de atravesar las tres cuartas partes del cuerno uterino del ovario que tenga el folículo preovulatorio, para poder establecer que ovario sea izquierdo o derecho se encuentra con el folículo dominante es necesario realizar una palpación utilizando la sonda recto vaginal de 7.5 mg para a través de la imagen ecográfica establecer el ovario que se encuentra con el folículo dominante (Lima, et al., 2009).

El lugar de la descarga del semen durante la inseminación artificial. Algunos investigadores proponen inseminar en los cuernos uterinos. Su recomendación se fundamenta en que el principal reservorio espermático debe encontrarse en la unión útero-tubárica y no en el cérvix y en que las inseminaciones "profundas" evitan las descargas intracervicales que tienen menor fertilidad (Rosete Fernández, *et al.*, 2022).

Para aplicar el sistema de inseminación intracornual es necesario utilizar una pistola de inseminación más grande que la convencional. La pérdida de espermatozoides del cérvix al útero es de 500 veces en la inseminación intravaginal. Por ello se pensó q el reducido número de espermatozoides en una inseminación artificial profunda no afecta la tasa de preñez (Rial, *et al.*, 2022).

La mayoría de las inseminaciones artificiales en vacas en la actualidad se están realizando en el cuerpo uterino con una rígida inseminación dispositivo. Unión uterotubal inseminación sólo puede llevarse a cabo en el ganado vacuno con un dispositivo que es lo suficientemente rígido para pasar el cuello del útero y suficientemente flexible para seguir la curvatura de los cuernos uterinos.

El Efecto de una inseminación uterina profunda sobre la accesibilidad de los espermatozoides al óvulo en el ganado vacuno: Un estudio de la inseminación competitiva. La inseminación uterina profunda uso este semen en una dosis dividida y un dispositivo de lado la entrega favorece la accesibilidad de los espermatozoides al óvulo en comparación con la inseminación convencional de cuerpo uterino (Silva, *et al.*, 2015).

2.5. Ciclo estral en la hembra bovina

El ciclo se puede dividir en dos fases: fase lútea y fase folicular. La fase folicular comprende al período de tiempo que va justo antes del estro, hasta la ovulación y comprende 3 etapas: proestro, estro y metaestro “El proestro, que puede durar alrededor de 2 y 3 días, la hormona foliculoestimulante (FSH) induce el rápido crecimiento de un folículo ovárico dominante que produce una alta concentración de estrógenos (E2) (Jiménez, 2019).

El estro se considera el comienzo del ciclo estral, en donde aparecen los primeros signos de celo y debiera ocurrir la cópula. La duración del celo es muy variable, pero se considera que en promedio son 16 horas con un margen de 4 h de diferencia, la ovulación marca la transición de la fase folicular a la fase lútea o diestro, que es la etapa más extensa del ciclo (Carvajal & Martínez, 2020).

2.6. Etapas del ciclo estral

Los ciclos estrales regulares de las vacas adultas tienen una duración promedio de 21 días y presentan 4 etapas: Proestro, estro, Metaestro y diestro.

2.6.1. Proestro

Tiene una duración de 3 a 4 días. Durante esta fase se observa la regresión del cuerpo lúteo del ciclo anterior, la secreción creciente de FSH, con el consiguiente desarrollo de un nuevo folículo (Rippe, 2015).

2.6.2. Estro

Durante esta etapa la hembra acepta ser cubierta por el macho, en esta etapa se presenta la ovulación. El óvulo pasa al oviducto para encontrarle con los espermatozoides y se produzca la fecundación. Corresponde al primer día del estro cuya duración es de 15 h COMO promedio con un rango aproximado de 6 a 24 horas esto varía según la edad, raza y estado nutricional (Niles, et al., 2019).

2.6.3. Metaestro

Tiene una duración de 3 a 4 días. Durante esta fase se inicia la formación del cuerpo lúteo bajo la influencia de la LH, disminuye rápidamente los niveles de estrógenos

y se inicia el silencio genital con la producción creciente de progesterona (Masello, *et al.*, 2020)

2.6.4. Diestro.

A partir del 5 día se observa un cuerpo lúteo maduro. La concentración en la sangre de P4 es mayor a 1ng/ml.

2.7. Métodos de sincronización

Para un mayor aprovechamiento del potencial productivo y genético en bovinos, es necesario lograr la concepción de las vacas lo más pronto posible dentro de los primeros tres meses posparto, reduciendo el intervalo entre partos e incrementando los ingresos por vaca y por año. En este contexto puede decirse que la aplicación de técnicas de manejo reproductivo que incluyan programas de sincronización de la ovulación con inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) se convierten en herramientas muy útiles (Pérez , *et al.*, 2020).

La implementación de programas de IATF permite la inseminación de un gran número de animales en un periodo establecido. Así pues, se logra obtener una cantidad considerable de crías con semen de toros de alto potencial genético, lo cual facilita y acelera el proceso de mejoramiento genético (Carvalho, *et al.*, 2019).

La sincronización de celos en bovinos permite alcanzar mejores desempeños reproductivos incrementando la efectividad de los tratamientos con la inducción de la ovulación y la ciclicidad, los cuales, asociados a otras técnicas, permiten lograr muy buenas tasas de preñez en campo (Niles, *et al.*, 2019).

La sincronización del estro involucra el control o manipulación del ciclo estral con el propósito de que las hembras elegidas en un rebaño expresen estro (celo) aproximadamente al mismo tiempo. El factor determinante en el éxito de la sincronización es la elección del método adecuado, que se ajuste a las condiciones de cada animal (Pacheco, *et al.*, 2020).

Existen dos vías para sincronizar los ciclos estrales, los cuales dependen de la inhibición de secreción de LH o de acortar el tiempo de la vida del cuerpo lúteo y del inicio subsecuente del estro y la ovulación (Carvalho, *et al.*, 2019).

2.7.1. Prolongación de la fase lútea

Este método consiste en la administración de un progestágeno (análogo de la progesterona producida naturalmente por el animal) durante un periodo relativamente largo, de forma que el cuerpo lúteo tenga una regresión natural durante el tiempo en que la hormona se administra. Con este método, el progestágeno exógeno retroalimenta negativamente la secreción de LH. Cuando se suspende el progestágeno se observa crecimiento folicular, estro y ovulación a los dos a ocho días (Chebel & Cunha, 2020).

2.7.2. Acortamiento de la fase lútea

Este método induce la regresión prematura del cuerpo lúteo cíclico (luteólisis). Los dos agentes luteolíticos principales son el estrógeno y prostaglandina F₂α (PGF₂α). Con una aplicación de PGF₂α hay regresión del cuerpo lúteo, por lo general en cuestión de 24 a 72 h, y el estro y la ovulación se presentan dentro de los dos o tres días. Aunque el cuerpo lúteo es sensible a los agentes luteolíticos, estos agentes no causan regresión del cuerpo lúteo en los primeros cuatro a seis días del ciclo (Pereira, et al., 2020).

Para sincronizar exitosamente se tiene que lograr una caída rápida de los niveles de progesterona por debajo de 1 ng/ml obteniendo un crecimiento uniforme y la ovulación de un folículo viable. Esto implica, sin embargo, que la PGF₂α es efectiva solamente cuando existe la presencia de un cuerpo lúteo completamente desarrollado, lo que ocurre durante los días 7-18 del ciclo y que el retiro de la progesterona exógena es solamente efectivo si la regresión del cuerpo lúteo ha ocurrido, ya sea de manera inducida o natural (Fricke & Wiltbank, 2022).

2.7.3. Objetivos de la sincronización de celos

- Acortar el periodo de servicios y de pariciones.
- Realizar IA sin detección de celos.
- Inducir la actividad sexual en animales en anestro.
- Realizar transferencia de embriones.
- Identificación de las hembras que inician estro

- Mejorar el porcentaje de concepción y la tasa de gestación.

2.7.4. Ventajas

- Reduce el tiempo de trabajo y la detección de celo.
- Facilita la implementación de la IA.
- Aumenta la tasa de parición y de destete.
- Se obtienen lotes de terneros con pesos uniformes.
- Reduce el intervalo entre partos. Incrementa el número de terneros por año y la producción de leche y carne.
- Estimula la reanudación de la actividad cíclica en las vacas en anestro post parto.

2.7.5. Hormonas reproductivas

2.7.5.1. Benzoato de Estradiol

El Benzoato de Estradiol es un derivado sintético del 17 b Estradiol, hormona esteroidea sintetizada por el folículo ovárico desarrollada para optimizar los resultados reproductivos de los tratamientos con progestágenos en bovinos (Sani, 2022).

2.7.5.1.1. Acción

El uso de Benzoato de Estradiol al momento de la aplicación del progestágeno provoca una nueva onda folicular; la aplicación de este a la extracción del progestágeno induce un pico preovulatorio de LH a través del feed back positivo del Estradiol sobre el GnRH y LH lo que resulta en una alta sincronía de ovulaciones (Zoetis Spain, S.L, 2022).

2.7.5.2. Progesterona (Dispositivo DIB)

La progesterona ejerce una retroalimentación negativa sobre el hipotálamo e hipófisis para reducir la secreción de las gonadotropinas (hormonas FSH y LH), e impedir se presenten ovulaciones subsecuentes y no se descarta la posible participación de otros factores (Aréchiga Flore, *et al.*, 2019).

2.7.5.2.1. Acción

La progesterona liberada a partir de la colocación del dispositivo tiene un papel importante sobre la dinámica folicular ovárica. Los niveles supraluteales > 1 ng/mL obtenidos a los pocos minutos de la introducción del dispositivo, provocan la regresión del folículo dominante y aceleran el recambio de las ondas foliculares.

Esta interrupción de la secreción folicular de estrógeno e inhibina, produce el aumento de FSH responsable del inicio de la siguiente onda folicular. Por otro lado, la extracción del dispositivo provoca la caída de progesterona a niveles subluteales < 1 ng/mL, que inducen el incremento de la frecuencia (Zoetis Spain, S.L, 2022).

2.7.5.3. Prostaglandina F 2α (PGF 2α)

Contiene como principio activo cloprostenol, análogo sintético estructuralmente relacionada con la prostaglandina F 2α (PGF 2α) para uso en bovinos y equinos; tiene como uso terapéutico el control del ciclo estral, induce el estro y disminuye los días al primer estro (Zoetis Spain, S.L, 2022).

2.7.5.3.1. Acción

Después de la administración intramuscular, la absorción se produce rápidamente con concentraciones pico de cloprostenol generalmente se observan dentro de los primeros 15 a 90 minutos. Se metaboliza extensamente en el ganado como tetranor ácido de cloprostenol, aislado como δ -lactona y conjugados glucurónidos. Se elimina principalmente por la orina con una vida media de aproximadamente 75 a 80 minutos a 3 horas (Sani, 2022).

2.7.5.4. Acetato de Gonadorelina

Es el análogo sintético de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), la hormona natural secretada por el hipotálamo y que a nivel de la hipófisis estimula la síntesis y la liberación de las gonadotropinas: LH (hormona luteinizante) y FSH (hormona foliculoestimulante). La FSH estimula la formación y crecimiento del folículo y la LH es responsable de la maduración de dicho folículo y finalmente de la ovulación.

2.7.5.4.1. Acción

Para inducción y sincronización del estro y ovulación en protocolos de Inseminación artificial a Tiempo Fijo (IATF), el producto debe administrarse al menos 35 días después del parto. La respuesta de vacas y novillas a los protocolos de sincronización está influenciada por el estado fisiológico en el momento del tratamiento. Las respuestas al tratamiento pueden variar entre rebaños o entre vacas dentro de los rebaños. Sin embargo, el porcentaje de vacas que presentan celo dentro de un periodo determinado es generalmente mayor que en vacas no tratadas y la fase lútea posterior es de duración normal (Zoetis Spain, S.L, 2022).

2.8. Ecografía reproductiva de la vaca

2.8.1. Ecografía del ovario bovino

EL ovario es una estructura anatómica importante en la reproducción bovina, esta forma estructuras específicas como el folículo ovulatorio y el cuerpo lúteo, sincrónicamente esto ocurre en forma de intervalos regulares, durante todo el ciclo estral de la vaca (Teixeira, McArt, & Bicalho, 2017).

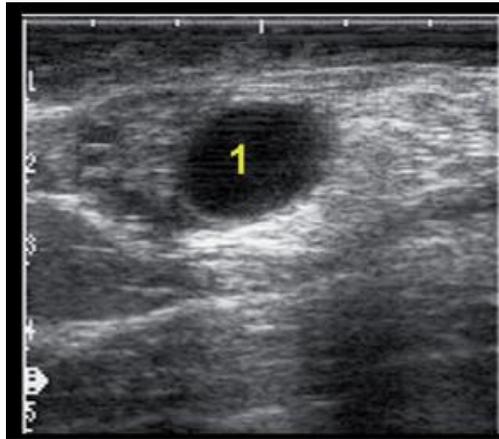
La ecografía transrectal es la técnica diagnóstica con más especificidad y sensibilidad que permite la identificación y cuantificación de las estructuras a nivel del córtex ovárico, acompañada de la palpación confieren al inseminador una ventana más amplia para elección de distintas posibilidades de aplicación para mejorar la técnica (Foote, 1996).

2.8.1.1. Folículos

Es una estructura que se encuentra dentro del estroma ovárico, es fácilmente identificable ya que dentro de las gamas de matices observados en ecografía, el folículo pre ovulatorio se observa hipoecogénico debido al contenido de líquido folicular que este posee, a causa de la fisiología ovárica en esta estructura durante todo el ciclo estral siempre se van a observar una población activa de folículos pequeños de alrededor de 8mm de diámetro a excepción de los primeros días del ciclo, por este antecedente es necesario observar los cambios en la ecogenicidad de la pared uterina, la presencia o ausencia de un cuerpo lúteo, presencia de contenido uterino etc (Quintero, et al., 2019).

Figura 4.

Folículo pre-ovulatorio de alrededor de 16 mm



Fuente: (Moore & Hasler, 2017).

2.8.1.2. Cuerpo lúteo

Inicialmente esta estructura ovárica es un indicativo de que la vaca se encuentra activa en su fase reproductiva o que la vaca ha alcanzado su madurez sexual y es apta para concebir (Quintero, et al., 2019).

La localización o establecimiento del cuerpo lúteo en relación con los dos ovarios (Izquierdo – derecho) es de ayuda diagnóstica para la confirmación de la presencia de un embrión o el diagnóstico gestacional, además la medición ayuda a predecir la edad del cuerpo lúteo puede influir para la elección del protocolo de sincronización o la elección de una hormona en específico que permita actuar de forma antagónica o sinergia a su existencia (Bordhardt, et al., 2021).

En dependencia de la calidad anatómica, la distribución de tejido y la maduración en base al tiempo se puede observar ecogénico o hipoecogénico si este es cavitario (con formación de una cavidad en su centro) (Morton, Pryce, & Haile-Mariam, 2018).

A nivel de los ovarios se puede observar más de un cuerpo lúteo, pudiendo ser compactos o cavitarios, el tamaño de la cavidad en estos últimos puede variar considerablemente, observando en ocasiones filamentos de fibrina ecogénica dentro de la cavidad con líquido (Moore & Hasler, 2017).

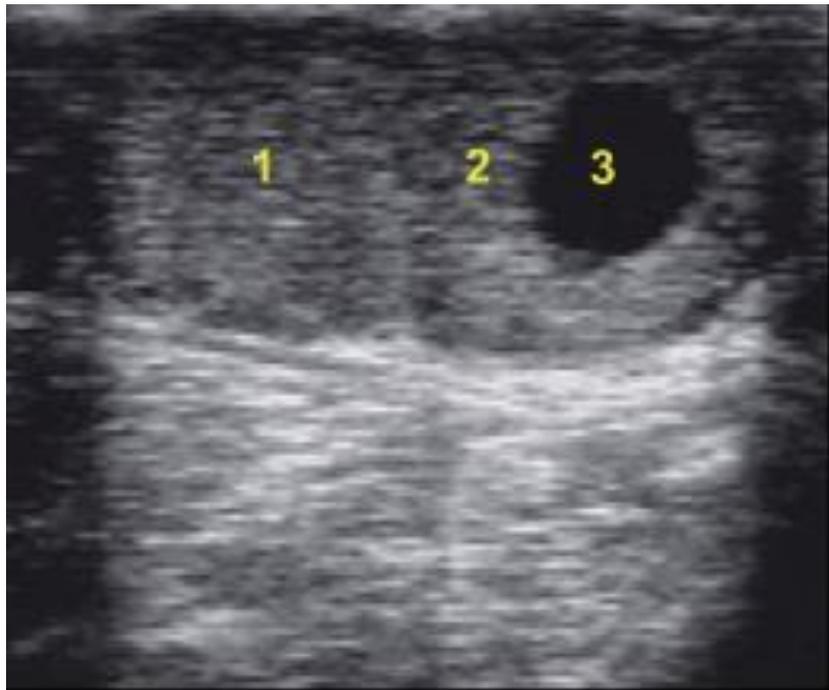
Se desconoce la naturaleza exacta de la presentación del tejido, pero existe evidencia de que pueden ser remanentes de tejido de la teca folicular entremezclado con contenido de fibrina ecogénica, el llenado de la cavidad puede producirse de manera gradual o total (Moore & Hasler, 2017).

La resolución del cuerpo lúteo es variable y se encuentra en dependencia de la fase del ciclo estral del animal, la porción tisular lútea es compleja de reconocerse en el proestro, estro y metaestro a diferencia del diestro, ya que en esta fase el cuerpo lúteo se vuelve isoecogénico en comparación con el estroma ovárico de su alrededor, durante el metaestro la observación de la ecogenicidad del cuerpo lúteo se ve influenciado por la cantidad de tejido angiotrófico neoformado de cuerpo hemorrágico, sin embargo, en el proestro la ecogenicidad está en dependencia de la abundancia del tejido conectivo (Santos, et al., 2017).

En el estro el folículo tiende a ser más evidente, sin embargo, existe la posibilidad de observar el cuerpo lúteo en regresión de la ovulación pasada esto si es que no hay la existencia de un concepto preformado (Moore & Hasler, 2017).

Figura 5.

Evidencia ecográfica de la presencia de dos cuerpos lúteos 1 compacto y 2 Cavitario



Fuente: (Moore & Hasler, 2017)

2.8.1.3. Usos en la IATF

La utilización de la guía ecográfica es de gran ayuda a la hora de elegir un protocolo para la sincronización del celo a su vez para la elección selectiva del plan hormonal a utilizarse independientemente del número de hormonas a utilizarse (Rial *et al.*, 2022).

La ecografía reproductiva en conjunto con la palpación en la actualidad es considerada un parámetro fundamental para obtener datos de la salud uterina y reproductiva de un animal en cuestión, indiscutiblemente aquellos animales que presenten una patología a nivel del tracto reproductivo tendrán deficiencia en los parámetros reproductivos como la tasa de concepción (Silva *et al.*, 2015).

La ecografía ultrasonográfica ayuda a la identificación de la actividad ovárica, así mismo, ayuda a identificar aquellos animales anovulares al momento de la ecografía, de manera particular cuando se ha tomado la decisión de instaurar un protocolo de sincronización de la ovulación, generalmente el protocolo de elección y que mayor influencia ecográfica tiene es el PreSynch el cual consiste en proporcionar a las vacas dos inyecciones de prostaglandina a intervalos de 2 semanas antes de comenzar el programa de OvSynch (GnRH, PGF2a, GnRH) 12 a 14 días después de la segunda inyección de prostaglandinas (Atanasov, Dovenski, Celeska, & Stevenson, 2021).

La ecografía es necesaria para beneficiar de manera positiva al ganadero ya que esta ayuda a identificar la actividad ovaria y en base a los hallazgos ecográficos:

- Inyectar GnRH en vacas con CL
- Inyectar PGF2a en vacas con CL e iniciar otra administración (P4, E2)
- DIB P4, E2 en ausencia de cuerpo lúteo

2.8.1.4. Diagnóstico de preñez

LA ecografía reproductiva ayuda al diagnóstico temprano de la preñez y es una herramienta útil para disminuir el tiempo en que las vacas puede resincronizarse y ser sometidas a una nueva inseminación lo más rápido posible. Aproximadamente la ecografía reproductiva ayuda a diagnosticar precozmente gestaciones de hasta 32 días de avance gestacional (Bond, et al., 2019).

Figura 6.

Feto de 40 días de edad gestacional de 2,1 cm, 1: Embrion, 2: amnios, 3: Liquido alantoideo, 4: Extremidades, 5: Placentoma



Fuente: (Moore & Hasler, 2017)

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1.MATERIALES:

3.1.1. Localización de la investigación.

La investigación se llevó a cabo en la Hacienda El Rosario de la Dolorosa, ubicada en el cantón Chambo de la provincia de Chimborazo.

3.1.2. Situación geográfica y climática.

Tabla 1.

Situación Geográfica del lugar de la investigación

Altitud	3700msnm
Latitud	1°42'47.6"S
Longitud	78°33'18.0"W
Humedad Relativa promedio anual	68%
Precipitación promedio anual	1702 mm
Temperatura máxima	22 °C
Temperatura media	15 °C
Temperatura mínima	-1 °C

Fuente: INAMHI (2019)

3.1.3. Zona de vida. (zonificación ecológica).

San Gerardo del Monte se encuentra aproximadamente a 3700 m.s.n.m., con un clima andino que oscila desde -1 °C a los 15 °C. (Holdridge, 1971)

3.1.4. Material experimental.

- 20 hembras bovinas
- Semen Convencional Bovino

3.2. MÉTODOS

3.2.1.1. Factores en estudio.

- **Factor A:**

A1: Inseminación artificial profunda

A2: Inseminación artificial convencional

- **Factor B:**

B1: hembra bovina múltipara en celo

B2: hembra bovina primípara en celo

3.2.1.2. Tratamientos.

Tabla 2.

Distribución de factores en estudio y su interacción (Tratamientos).

Tratamiento	Código	Detalle
1	A1B1	Inseminación artificial profunda + hembra bovina múltipara en celo
2	A1B2	Inseminación artificial profunda + hembra bovina primípara en celo
3	A2B1	Inseminación artificial convencional + hembra bovina múltipara en celo
4	A2B2	Inseminación artificial convencional + hembra bovina primípara en celo

3.2.1.3. Especificaciones del experimento.

Tabla 3.

Características del experimento.

Localidad	1
Numero de tratamientos	4
Repeticiones	5
Número animales por repetición	5
Número total de animales	20

3.2.1.4. Tipos de análisis.

- Estadística descriptiva
- Prueba de t student para comprobación de hipótesis

3.2.1.5. Manejo del experimento.

- **Examen clínico general:** mediante el establecimiento de la historia clínica y la exploración física individual de las hembras que se encontraron en la Hacienda El Rosario de la Dolorosa ubicada en el cantón Chambo, se procedió a evaluar las condiciones, sanitarias, nutricionales y de manejo que reciben los animales, para determinar si se encuentran en condiciones óptimas en su estado fisiológico general y su estado reproductivo, buscando antecedentes de trastornos patológicos que puedan intervenir negativamente sobre el rendimiento reproductivo.
- **Diagnóstico situacional:** mediante el análisis del entorno donde se desarrolla la actividad ganadera, se realizó un estudio situacional con la finalidad de determinar el ambiente y la calidad de manejo que se les proporciona a los animales, con la finalidad de estratificar aquellos animales que se encontraban en condiciones óptimas para reproducirse y observar si existen factores de riesgo que interfieran en el desenvolvimiento reproductivo de las vacas.
- **Diagnóstico del estado reproductivo:** Se desarrolló el estudio ecográfico de cada una de las estructuras que conforma el trato reproductivo de las hembras bovinas consideradas para la presente investigación, se realizó la observación clínica del estado anatómico y funcional de cada estructura, con el fin de establecer los criterios necesarios que permitan llevar a cabo una exitosa inseminación artificial y por ende una concepción y una gestación que con gran probabilidad llegue a término. Las principales estructuras que se observó es el útero, los cuernos uterinos, los ovarios y sus estromas, la actividad presente a nivel de los ovarios.
- **Sincronización de los animales:** Para la sincronización fue necesario la utilización de hormonas reproductivas de carácter exógeno en donde se aplicará;
- **Para vacas múltiparas:** En el día 0 se evaluó mediante un ecógrafo (BMV, BestScan® S6, China) y con un transductor lineal transrectal de 7.0 MHz el estatus ovárico y se aplicó Benzoato de Estradiol (2 mg, Zoovet, Arg) por vía IM junto con

la aplicación intravaginal de un dispositivo DIB 0,6g de Progesterona (Diprogest, Arg). El día 8 se retirará el dispositivo y se procedió a la aplicación de PGF2 α (150 μ g de Cloprostenol (Zoovet, Arg). El día 9 se aplicó 1mg de Benzoato de Estradiol (2 mg, Zoovet, Arg) 24 horas pos-retiro del dispositivo, se realizó la IATF a las 54 horas después de retirado el dispositivo.

- **Para vaconas de primer parto:** se realizó la sincronización del ciclo estral mediante la utilización del protocolo conocido como Ov-synch en donde se inició aplicando 100 μ g de GnRH (Buserelina, Zoovet, Arg) intramuscular el día 1 y también 25 mg de PGF2 α (Cloprostenol, Zoovet, Arg). intramuscular, el día 7 finalmente se aplicó 100 μ g GnRH (Buserelina, Zoovet, Arg) intramuscular el día 9, y se realizó la IATH a las 16 a 20 horas después de la última inyección, esto se realizó junto con la observación de los signos característicos de celo.
- **Inseminación artificial (IA):** el procedimiento se realizó mediante dos metodologías, para observar su influencia sobre los índices reproductivos más considerados en el rendimiento de vacas lecheras.
- **Inseminación artificial convencional:** se realizó mediante la palpación transrectal, en donde el semen se depositó en el blanco del inseminador a 2 cm de haber pasado el cuello uterino
- **Inseminación artificial profunda:** al igual que el método convencional, se realizó mediante palpación transrectal, en donde el semen fue depositado en el cuerno ipsilateral al ovario que posee evidencia de un folículo preovulatorio generándose de tal modo un procedimiento de depósito de semen más profundo en cuestión anatómica.
- **Diagnóstico gestacional:** Se desarrolló mediante ecografía a los 45 días después de haber inseminado a las vacas, con ecógrafo (BMV, BestScan® S6, China) y con un transductor lineal transrectal de 7.0 MHz utilizado para imagenología transrectal.

3.2.1.6. Métodos de evaluación y datos a tomarse.

- **Diagnóstico ecográfico del estado reproductivo (DE):** con la ayuda de un ecógrafo (BMV, BestScan® S6, China) y con un transductor lineal transrectal de 7.0 MHz, se determinó mediante la observación de las imágenes ecográficas el tamaño ovárico además de la presencia o ausencia de folículos o cuerpos lúteos presentes en los ovarios de cada lado respectivamente.

- **Tasa de servicio (TS):** es un cálculo relativo, el cual se calculó mediante los datos registrados en donde se debe analizar con la siguiente fórmula

$$TS = \frac{\text{Número de vacas servidas o inseminadas}}{\text{Número de animales en celo}} \times 100$$

- **Tasa de concepción (TC):** es un índice que se calculó mediante lo expresado en la siguiente fórmula:

$$TC = \frac{\text{Número de vacas preñadas}}{\text{Número de vacas servidas}} \times 100$$

- **Tasa de preñez (TP):** Es el número de animales que lograron una concepción en un periodo de 21 días del total de animales aptos para concebir, se calculó con la siguiente fórmula:

$$TS = \frac{\text{Número de vacas preñadas}}{\text{Número total de vacas}} \times 100$$

- **Diagnósticos gestacionales (DG):** con la ayuda de un ecógrafo (BMV, BestScan® S6, China) y con un transductor lineal transrectal de 7.0 MHz se determinó el número de animales que lograron una gestación, este procedimiento diagnóstico se lo realizó a las vacas a los 45 días de haber sido inseminadas.

- **Edad:** Se determinó mediante una anamnesis al propietario previo a la sincronización y administración hormonal cuyo valor debe estar entre los parámetros aceptables para cada raza.
- **Peso:** Se evaluó por medio de una cinta bovinométrica, esta paramétrica es necesaria para determinar si el animal cumple con el peso requerido para iniciar su etapa reproductiva.
- **Condición corporal (CC):** se evaluó por medio de la palpación y visualización de cada uno de los animales y los puntos de referencia y clasificación lineal.

CAPÍTULO IV

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.1. Diagnóstico del estado reproductivo de las vacas destinadas al estudio de la Hacienda El Rosario de la Dolorosa.

Tabla 4.

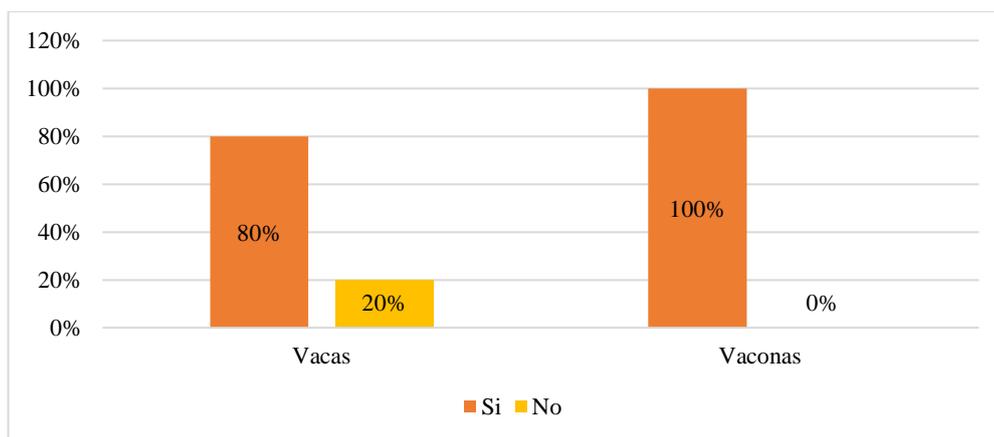
Diagnóstico del estado reproductivo de las vacas en estudio.

Categoría	Actividad ovárica			
	Si		No	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Vacas	8	80	2	20
Vaonas	10	100	0	0
Total	18	90	2	10

Nota. El presente trabajo investigativo considero 20 hembras bovinas sin gestación.

Figura 7.

Porcentaje del estado reproductivo de las vacas en estudio.



Como se detalla en la tabla 5 y figura 4, De acuerdo con los resultados obtenidos del estudio ecográfico se diagnosticó el estado reproductivo en que se encontraban las hembras destinadas al estudio, en base a las medidas de los ovarios y las estructuras ováricas encontradas se evidenció que el 80% de las vacas multíparas presentaban actividad ovárica, y el 20% se encontraban en anestro, ya que se observó atresia

ovárica y ausencia de estructuras como folículos dominantes y cuerpo lúteo, sin embargo, de las hembras primíparas seleccionadas el 100% presentaban actividad ovárica.

Presumiblemente este 20% de la población de vacas multíparas que se encontraban en condiciones anovulatorias al momento del chequeo ecográfico fue debido a que presentaron balance energético negativo (BEN) en el postparto inmediato, ya que se observó la pérdida de 1 punto en score de condición corporal.

Corroborando con lo que Wang *et al.* (2017) mencionan, ya que durante el balance energético negativo (BEN) en vacas lecheras existe una reducción en el rendimiento reproductivo del animal, ya que puede inhibir o retrasar la primera ovulación después de periodo de espera voluntario en el postparto.

Quintans (2016) en su reporte sobre el diagnóstico de la actividad ovárica menciona que, de acuerdo a las estructuras visibles en el estroma ovárico se puede clasificar como vaca cíclica o vaca en anestro, de manera interpretativa dependerá de la presencia de un cuerpo lúteo para considerarse un animal cíclico y solamente la presencia de pequeños folículos (<8mm) se consideran animales anéstricos, concordando con lo mencionado ya que en la presente investigación, en los animales anéstricos se observó ausencia de cuerpo lúteo y mínima población de folículos pequeños (<8mm).

4.1.2. Sincronización del ciclo estral de los animales en estudio

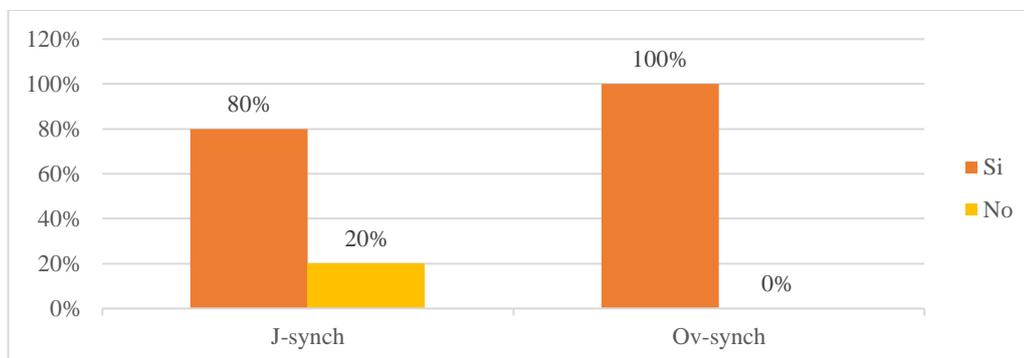
Tabla 5. Efectos de la sincronización sobre el ciclo estral de las vacas en estudio.

Protocolo	Signos de celo			
	Si		No	
	Fre.	%	Fre.	%
J-synch (Vacas, multíparas)	8	80	2	20%
Ov-synch (Vaconas, primíparas)	10	100	0	0%
Total	18	90%	2	10%

Nota. Los protocolos utilizados en la presente investigación tuvieron una duración de 9 días.

Figura 8.

Porcentaje de la sinología de celo para cada protocolo utilizado



De acuerdo con los resultados obtenidos del proceso de sincronización, se determinó que los animales que se encontraban en la categoría de vacas adultas las cuales se sincronizaron con el protocolo J-synch el 80% de las vacas expresaron signos de celo y un 20% no expresó, mientras que con el protocolo de Ov-synch ejecutado en animales que se encontraban en la categoría de vaconas primíparas el 100% de animales expresaron signos de celo.

Munguía, (2018) en su tesis de pregrado evaluó la tasa de preñez con el protocolo J-synch a celo observado, y determinó que la tasa de preñez fue mayor en vacas cuya intensidad de signos de celo es alta, propiciado por una mayor fertilidad. Concordando con lo mencionado ya que en la presente investigación se observó que aquellos animales con signos evidentes de celo desarrollaron una preñez exitosa.

4.1.3. Diagnóstico gestacional

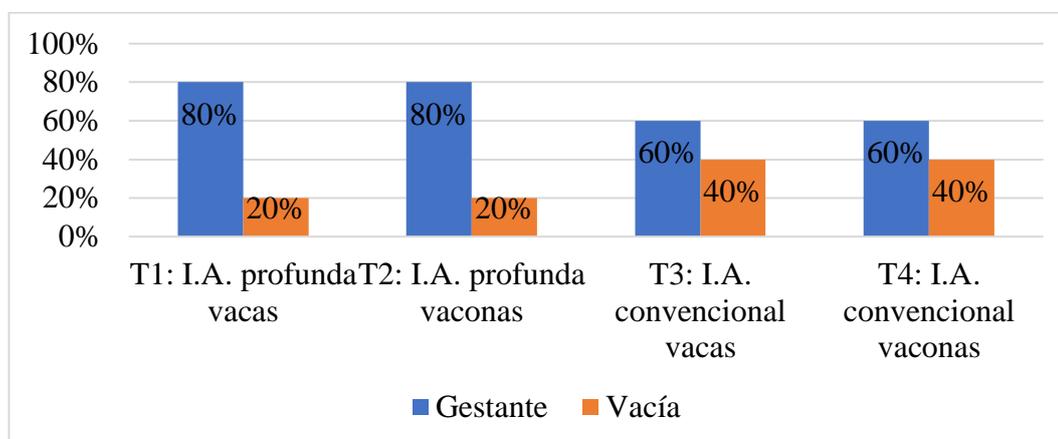
Tabla

6. Diagnóstico gestacional a los 45 días a partir de la inseminación.

Estado	Tratamientos							
	T1		T2		T3		T4	
	Fre.	%	Fre.	%	Fre.	%	Fre.	%
Gestante	4	80	4	80	3	60	3	60
Vacía	1	20	1	20	2	40	2	40
Total	5	100%	5	100	5	100	5	100

Figura 9.

Porcentaje de vacas gestantes y vacías de los tratamientos en estudio



Mediante el chequeo ecográfico a los 45 días transcurridos a partir que se ejecutó la inseminación artificial con sus variante profunda y convencional se logró determinar que la variante inseminación artificial profunda tanto en vacas multíparas como primíparas recibió el 80% de animales preñados respectivamente, sin embargo, la variante convencional en las dos categorías de animales estudiadas se logró diagnosticar un 60% del número de animales destinados para cada tratamiento.

Navarro *et al.* (2022) en su estudio menciona que la utilización de la inseminación artificial convencional junto con el protocolo J-synch en vacas multíparas obtuvo un 55% de tasa de preñez, comparativamente estos datos son relativamente similares a los encontrados en la presente investigación.

4.1.4. Índices reproductivos

4.1.4.1. Tasa de servicio

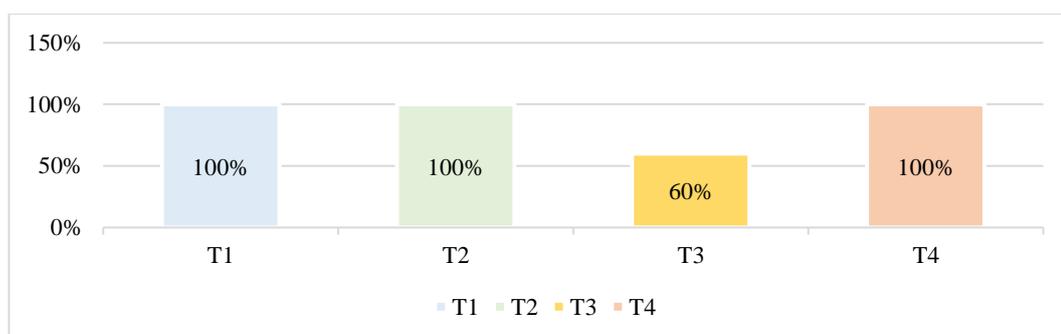
Tabla 7.

Tasa de servicio de los tratamientos aplicados.

Tratamiento	Vacas Inseminadas	Número de animales en celo	TS %
T1	5	5	100 %
T2	5	5	100 %
T3	3	5	60 %
T4	5	5	100 %
Total	18	20	90 %

Figura 10.

Porcentajes de la tasa de servicio en cada tratamiento implementado



De los cuatro tratamientos ejecutados, el T3 (Inseminación convencional en multíparas) fue el que obtuvo la menor tasa de servicio, en donde, de los 5 animales distribuidos en este tratamiento 2 animales no pudieron ser inseminados debido a las condiciones reproductivas, (Anestro postparto) condiciones metabólicas y nutricionales que presentaban, ya que fueron animales que se encontraba en balance energético negativo (BEN), sin embargo en los demás tratamientos se obtuvo un 100% de tasa de servicio. Sandoval *et al.* (2017) en su trabajo investigativo de la determinación de la tasa de servicio en lecherías intensivas obtuvo un 44,6% de tasa de servicio, también menciona que la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF)

ayuda a mejorar este índice. Comparativamente se determinó que la manipulación del ciclo estral de vaca es una ventaja que permite aumentar dicho índice.

4.1.4.2. Porcentaje de concepción de los tratamientos en estudio.

Tabla 8.

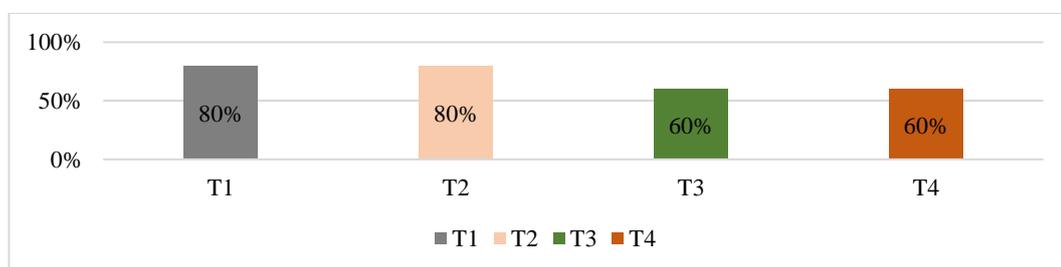
Porcentaje de concepción de los tratamientos en estudio.

Tratamiento	Vacas gestantes	Vacas Inseminadas	TC
T1	4	5	80%
T2	4	5	80%
T3	3	5	60%
T4	3	5	60%

Nota. TC: porcentaje de la tasa de concepción.

Figura 11.

Porcentaje de concepción de los tratamientos en estudio.



Nota. T1: IA profunda en vacas, T2: IA profunda en vaconas, T3: IA convencional en vacas, T4: IA convencional en vaconas.

Mediante la fórmula establecida de la tasa de concepción, los tratamientos referidos con la técnica de inseminación artificial profunda en la categoría de vacas (T1) y vaconas (T2) obtuvieron un 80% de concepción respectivamente, sin embargo, los tratamientos en donde se utilizó la técnica de inseminación artificial convencional en vacas (T3) y vaconas (T4) obtuvieron los menores porcentajes en la tasa de concepción con un 60% respectivamente.

(Ochoa, 2015) en su investigación de la evaluación del porcentaje de preñez mediante la aplicación de las dos variantes de inseminación artificial en vaconas Holstein obtuvo que del total de animales inseminados (n= 20 por tratamiento) el 57% preñaron mediante la aplicación de la Inseminación artificial profunda, mientras que con la variante de inseminación artificial convencional obtuvo

solamente el 43% de animales preñados. Concordando con lo mencionado ya que en la presente investigación este índice reproductivo aumento en los animales sometidos a inseminación artificial profunda.

4.1.4.3. Tasa de preñez por cada método de inseminación utilizados

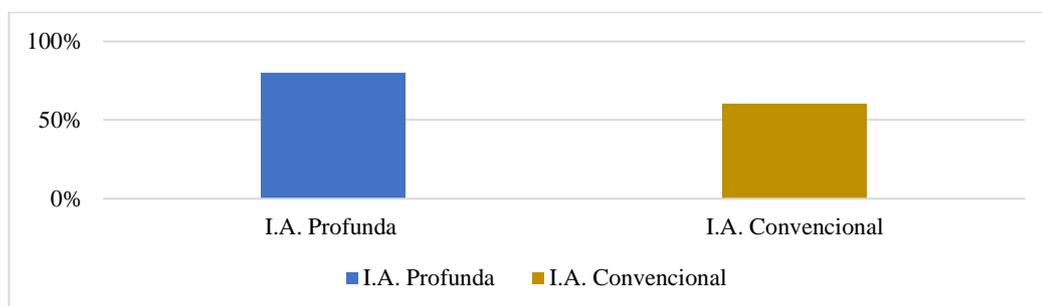
Tabla 9.

Tasa de preñez obtenida en cada método de inseminación artificial.

Método de IA	Vacas gestantes	Vacas totales	TP
Profunda	8	10	80%
Convencional	6	10	60%
Total	14	20	70%

Figura 12.

Tasa de preñez por método de inseminación artificial aplicado.



La tasa de preñez de la presente investigación varió en función al método de inseminación artificial ejecutado, en donde se observó que tanto en multíparas como como en primíparas se obtuvo un 80% de tasa de preñez mediante la inseminación artificial profunda independientemente del efecto producido por el protocolo de sincronización utilizado, sin embargo, mediante la aplicación del método de inseminación artificial convencional se obtuvo un 60% de tasa de preñez.

Pardo, (2018) en su investigación en donde comparó las dos variantes de inseminación artificial profunda y convencional en el cantón Palanda en la provincia de Loja, logró obtener un 80% de animales preñados (4/5) mediante la aplicación de la inseminación artificial profunda, mientras que con la técnica convencional tan solo obtuvo el 20% de animales preñados (1/5) que se consideraron para los tratamientos propuestos. Concordando con la investigación

citada ya que, con el mismo número de animales por tratamiento, con la inseminación artificial profunda se obtuvo un 80% de animales gestantes (8/10), mientras que con la técnica convencional obtuvo un 20% menos a la antes mencionada, valores similares a lo citado.

4.1.5. Edad de las vacas consideradas en el estudio.

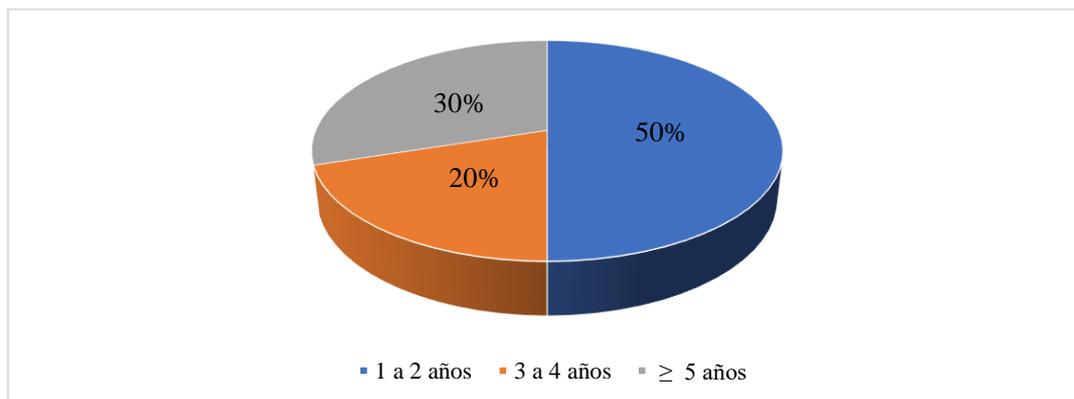
Tabla 10.

Intervalos de edad de los animales en estudio.

Intervalo de edad (años)	Frecuencia	Porcentaje %
1 – 2	10	50
3 – 4	4	20
≥ 5	6	30
Total	20	100

Figura 13.

porcentaje de animales distribuidos según la edad



Del total de la población considera para la realización de la presente investigación el 50% de animales se encontraban entre una edad de 1 a 2 años de vida, dichos animales se categorizaron como vaconas, sin embargo, el otro 50% de la población de animales categorizados como vacas multíparas se distribuyó en un 20% de animales entre una edad de 3 a 4 año y un 30% de vacas con una edad igual o mayor a 5 años.

Pardo, (2018) en su investigación en donde comparó las dos variantes de inseminación artificial profunda y convencional en el cantón Palanda en la provincia de Loja, observó que el mayor número de vacas en estudio presentaban una edad promedio de 3.9 año a 4 año. Discrepando de lo citado ya que, en la presente investigación, un 20% (4/20) las vacas en estudio ocuparon el intervalo citado, mientras que el 30% (6/20) restante presentaron una edad mayor.

4.1.6. Peso de las vacas consideradas en el estudio

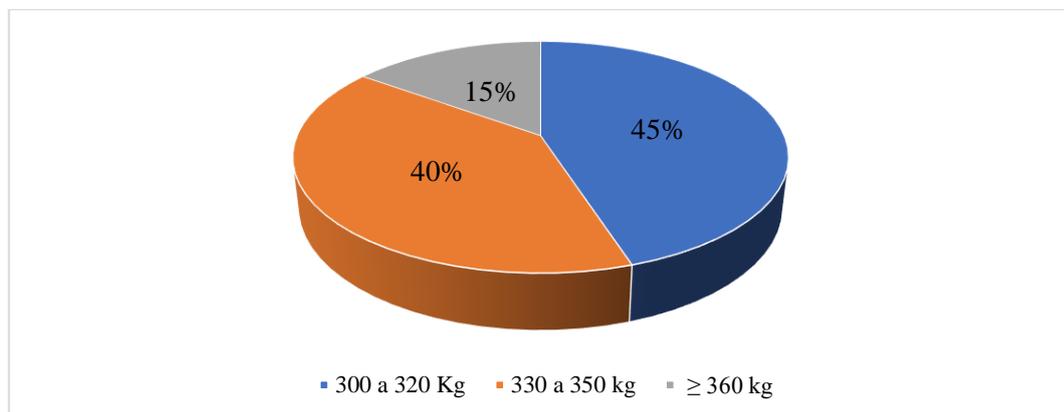
Tabla 11.

Intervalos de pesos de los animales en estudio.

Intervalo del peso (Kg)	Frecuencia	Porcentaje %
300 – 320	9	45
330 – 350	8	40
≥ 360	3	15
Total	20	100

Figura 14.

Intervalos de los pesos de las vacas en estudio.



Del total de la población considera para la realización de la presente investigación el 45% de animales (n=9) se encontraban entre un peso de 300 a 320 kg, el otro 55% de la población de animales (n=8) se encontraban entre un peso aproximado de entre 330 a 350 kg de peso vivo, y finalmente el 15% restante de hembras (n=3) se encontraban con un peso igual o mayor a 360 kg de peso vivo

Pardo, (2018) en su investigación en donde comparó las dos variantes de inseminación artificial profunda y convencional en el cantón Palanda en la provincia de Loja, observó que el mayor número de vacas en estudio presentaban un peso promedio de 431 kg a 435kg. Discrepando de lo citado ya que, en la presente investigación tan solo el 15% (3/20) de las vacas en estudio presentaron pesos mayores a 360Kg, mientras que el 85% (17/20) restante presentaron pesos menores 360kg.

4.1.7. Score de la condición corporal de las vacas en el estudio

Tabla 12.

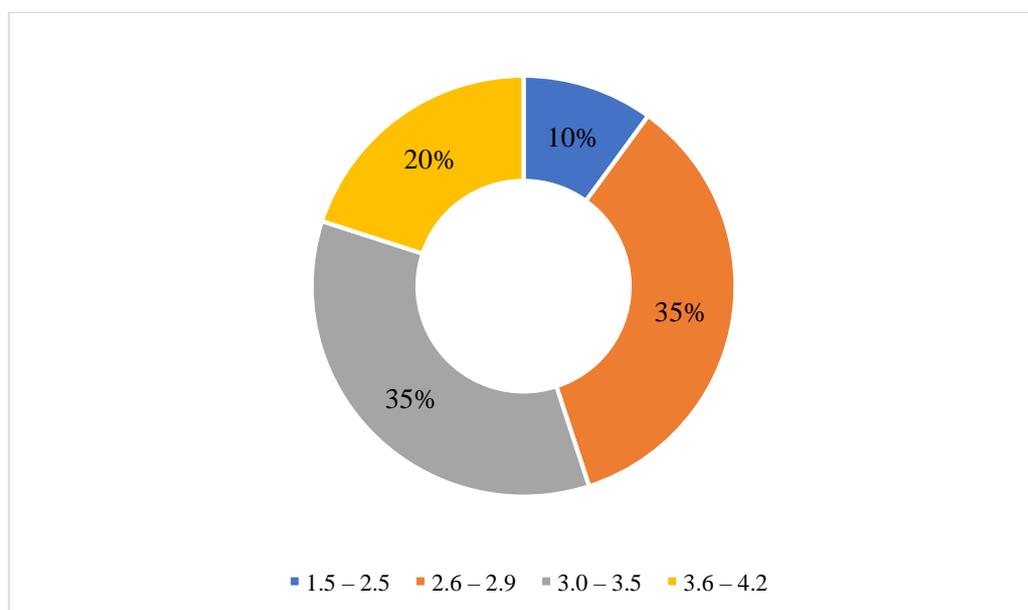
Condición corporal de las vacas en estudio.

Intervalo de la C.C	Frecuencia	Porcentaje %
1.5 – 2.5	2	10
2.6 – 2.9	7	35
3.0 – 3.5	7	35
3.6 – 4.2	4	20
Total	20	100

Nota. C.C: score de la condición corporal

Figura 15.

Score de condición corporal de los animales en estudio.



Del total de la población considerada para la realización de la presente investigación el 10% de los animales (n=2) se encontraban con un score condición corporal muy bajo es decir entre 1.5 a 2.5 de puntuación, el 35% de la población de animales (n=7) se encontraban entre un score de condición corporal de 2.6 a 2.9, adicionalmente el 35% de vacas (n=7) se encontraban entre un score de condición corporal óptimo comprendido entre los intervalos de 3.0 a 3.5 y finalmente el 20% restante de hembras (n=4) se encontraban con un score de condición corporal más alto el mismo que es comprendido entre 3.6 a 4.2 puntos.

Pardo, (2018) en su investigación en donde comparó las dos variantes de inseminación artificial profunda y convencional en el cantón Palanda en la provincia de Loja, observó que el mayor número de vacas en estudio presentaban un score de condición corporal en promedio de 2.8 a 3.0. Concordando con lo citado ya que, en la presente investigación el 70% (14/20) de las vacas en estudio presentaron un score de condición corporal similar 2.6 a 3.5, mientras que el 30% (6/20) restante estuvieron por debajo o por encima del rango óptimo.

4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

Mediante los análisis estadísticos de los resultados obtenidos en la aplicación de la técnica de inseminación artificial, con la ejecución de sus dos variantes de inseminación artificial profunda e inseminación artificial convencional, se determinó que existió diferencias estadísticas altamente significativas en la tasa de preñez entre los tratamientos en estudio, mencionando que la variante inseminación artificial profunda obtuvo el mayor porcentaje (80%) de animales (4/5) preñados en un determinado periodo (protocolo de IATF), en relación al método de inseminación artificial convencional, por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, la misma que nos expresa; Existe un incremento en la tasa de preñez con la utilización de la inseminación artificial profunda frente a la inseminación convencional en bovinos de leche.

Tabla 13.

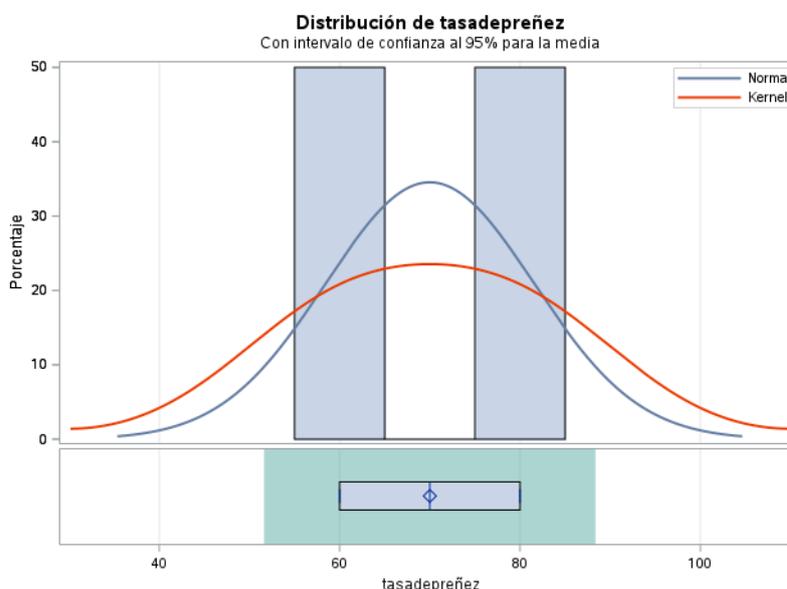
Prueba de t-student, para observar el efecto de las variantes de la técnica de inseminación artificial sobre la tasa de preñez de las vacas en estudio.

Fuente Variación	Gl	T Valor	Pr. T	Sig.	Media
Tasa de Preñez	3	12.12	0.0012	**	3.5

Nota. **: diferencias altamente significativas.

Figura 16.

Prueba de t-student para la variable tasa de preñez.



CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Los resultados mostraron que dos animales presentaron anestro postparto, evidenciándose falta de actividad ovárica, condición que afecta negativamente a la tasa de preñez, esto se atribuye al balance energético negativo (BEN) en el postparto inmediato, además se observó la pérdida de 1 punto en score de condición corporal, situación generada por la movilización de reservas corporales.
- Independientemente de la aplicación de los protocolos de IATF en las diferentes variantes de la inseminación artificial sometidas a estudio, se observó que el 90% de las hembras en investigación expresaron sinología de celo al finalizar los días de sincronización.
- La inseminación artificial profunda tiene mayor porcentaje de preñez frente a la inseminación artificial convencional ya que en esta se deposita el semen en el cuerno uterino, reduciendo el recorrido de los espermatozoides para aumentar así la eficiencia de la técnica de inseminación.
- La prueba de t-student expresa que en la variable tasa de preñez existió diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos en estudio, destacando que la inseminación artificial profunda obtuvo un 80% de vacas y vaconas preñadas, frente a la inseminación artificial convencional con un 60% de preñez en vacas y vaconas.

5.2. Recomendaciones

- La utilización de la variante de inseminación artificial profunda como alternativa en los programas de reproducción de los hatos lecheros.
- Para estudios posteriores considerar un mayor número de animales, y medir el efecto de manera regresiva lineal la técnica de inseminación artificial profunda y convencional juntamente con los protocolos de sincronización utilizados.
- Comparar las técnicas de inseminación artificial con las variantes profunda y convencional sobre los índices reproductivos con la utilización de semen sexado.
- Medir el efecto de la inseminación artificial profunda sobre la tasa de preñez en base a las horas de celo que presente la hembra bovina.

BIBLIOGRAFÍA

- Atanasov, B., Dovenski, T., Celeska, I., & Stevenson, J. S. (2021). Luteolysis, progesterone, and pregnancy per insemination after modifying the standard 7-day OvSynch program in Holstein-Friesian and Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, pp. 7272 - 7282.
- Bond, R., Midla, L., Gordon, E., Mimbo, F., Masterson, M., Mathys, D., & Mollenkopf, D. (2019). Effecto of student transrectal palpation on early pregnancy loss in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, pp. 9236 - 9240.
- Bordchart, S., Tippenhauer, C., Plenio, J., Bartel, A., Madureira, A., Cerri, R., & Heuwieser, W. (2021). Association of estrous expression detected by an automated activity monitoring system within 40 days in milk and reproductive performance of lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, pp. 9195 - 9204.
- Carvajal, A., & Martínez, E. (2020). El ciclo estral en la hembra bovina y su importancia productiva. *Instituto De Investigaciones Agropecuarias*.
- Chebel, R., & Cunha, T. (2020). Optimization of timing of insemination of dairy heifers inseminated with sex - sorted semen. *Journal of Dairy Science*, pp. 5591 - 5603.
- Foote, R. H. (1996). Review: dairy cattle reproductive physiology research and Management - past progress and future prospects. *Journal of Dairy Science*, pp. 980 - 990.
- Fricke, P., & Wiltbank, M. (2022). Symposium review: the implications of spontaneous versus synchronized ovulations on the reproductive performance of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 105(5), pp. 4679 - 4689.
- Guevara, C. A., & Buitrago, D. F. (2021). Actualización en los Protocolos de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) en Bovinos. Seminario de Profundización de Reproducción Bovina (págs. 4 - 8). Ibagué - Tolima - Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia.
- Ichpas, L. (2013). Producción Agropecuaria Guia de Practica Inseminación Artificial en Vacas. Peru.

- Jiménez, A. (2019). *BMEDITORES*. Obtenido de <https://bmeditores.mx>
- Kelly, E., McAloon, C. G., Grady, L., Duane, M., Somers, J., & Beltman, M. (2022). Reproductive tract disease in Irish grazing dairy cows: Retrospective observational study examining its association with reproductive performance and accuracy of 2 diagnostic tests. *Journal of Dairy Science*, pp. 5471 - 5492.
- Leguizamo, M., & Páez, R. (2021). El Uso de la Ultrasonografía en Andrología Bovina. Seminario de reproducción asistida y genética animal (págs. 6 - 8). Ibagué - Colombia: *Universidad Cooperativa de Colombia*.
- Lima, F. S., Risco, C., Thatcher, M., Benzaquén, M., Archibaldo, L., Santos, J., & Thatcher, W. (2009). Comparison of reproductive performance in lactating dairy cows bred by natural service or timed artificial insemination. *Journal of Dairy Science*, pp. 5456 - 5466.
- Manríquez, D., Velez, J., & Pinedo, P. (2020). Incidence and risk factors for reproductive disorders in organic certified dairies. *Journal of Dairy Science*, pp. 10797 - 10808.
- Moore, S. G., & Hasler, J. F. (2017). A 100-Year Review: Reproductive technologies in dairy science. *Journal of Dairy Science*, pp. 10314 - 10331.
- Morton, J., Pryce, J. E., & Haile-Mariam, M. (2018). Components of the covariances between reproductive performances traits and milk protein concentration and milk yield in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, pp. 5227 - 5239.
- Munguía, M. F. (2018). Efecto del momento de celo sobre la tasa de preñez en un protocolo J-synch con inseminación artificial a celo observado. Honduras.
- Navarro, L., Yostar, E., & Capellari, A. (2022). Evaluación del desempeño reproductivo en vacas y vaquillonas cruce índica con protocolo convencional y J-synch. *Revista Veterinaria (UNNE)*, 33(2), pp. 208 - 214.
- Niles, A., Fricke, H., Carvalho, P., Wiltbank, M., Hernandez, L., & Fricke, P. (2019). Effect of treatment with human chorionic gonadotropin 7 days after

artificial insemination or at the time of embryo transfer on reproductive outcomes in nulliparous Holstein heifers. *Journal of Dairy Science*, pp., 2593 - 2606.

- Ochoa, R. (2015). Evaluación de dos métodos de inseminación artificial en la preñez con protocolos de IATF en vacas Holstein. Cuenca, Azuay, Ecuador.
- Pacheco, Y., Bottini, M., Hernández, J., Saavedra, L., Mayren, F., & Mendoza, G. (2020). Medidas de Plancetomas Empleando Ecografía en Vacas Suizo Americano y sus Cruzas. *DGPI*, pp., 1 - 3.
- Pardo, S. (2018). Evaluación de dos métodos de inseminación artificial en hembras bovinas bajo un protocolo de sincronización de celos, en el cantón Palanda. Palanda, Loja, Ecuador.
- Pereira, M., Lopes, F., Munhoz, A., Pohler, K., Filho, R., Cappellozza, B., & Vasconcelos, J. (2020). Increasing the leng of a estradiol with progesterone timed artificial insemination protocol with 2 controlled internal drug release devices improves pregnandcy per artificial insemination in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, pp. 1073 - 1086.
- Pérez, M., Wijma, R., Scarbolo, M., Cabrera, E., Sosa, F., Sitko, E., & Giodano, J. (2020). Lactating dairy cows managed for secod and greater artificial insemination services with the short-resynch or day 25 resynch program had similar reproductive performance. *Journal of Dairy Science*, pp. 10769 - 10783.
- Quintans, G. (2016). Diagnóstico de actividad ovárica: una herramienta que debemos conocer. *Revista INIA*, 47, 13 - 14.
- Quintero, L., Rearte, R., Domíguez, G., de la Sota, R. L., Madoz, L., & Giulliodori, M. J. (2019). Late embryonic losses in supplemented grazing lactating dairy cows: risk factors and reproductive performance. *Journal of Dairy Science*, pp. 9481 - 9487.
- Rearte, R., LeBlanc, S. J., Corva, S. G., De la Sota, R. L., Lacau, I. M., & Giulliodori, M. J. (2018). Effect of milk production on reproductive performance in dairy herds. *Journal of Dairy Science*, pp. 7575 - 7584.

- Robson, C., & Aguilar, D. (2014). Inseminación artificial en bovinos. Argentina : *INTA*.
- Sandoval, R., Ruiz, L., & Carcelén , F. (2017). Determinación de la tasas de servicio y los factores que la afectan en establos de lechería intensiva de Lima, Perú. *Revista de investigaciones veterinarias del Perú*, 28(2), pp. 314 - 326.
- Sani. (2022). *Vademecum Veterinario Sani*. Buenos Aires, Argentina: *Laboratorios Calier De Argentina S.A.*
- Santos, V., Carvalho, P., Maia, C., Carneiro, B., Valenza, A., & Fricke, P. (2017). Fertility of lactating Holstein cows submitted to a Double-Ovsynch protocol and timed artificial insemination versus artificial insemination after synchronization of estrus at a similar day in milk range. *Journal of Dairy Science*, 100(10), pp. 8507-8517.
- Tapia, J. K. (2021). Productividad en Bovinos de Leche de la Granja Modelo "Pairumani" Bajo un Sistema Intensivo Agrobiológico. Cochabamba, Bolivia.
- Teixeira, A., McArt, J., & Bicalho, R. (2017). Thoracic ultrasound assessment of lung consolidation at weaning in Holstein dairy heifers: Reproductive performance and survival. *Journal of Dairy Science*, pp., 2985 - 2991.
- Thatcher, W. (2017). A 100 Year Review: Historical development of female reproductive physiology in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, pp. 10272 - 10291.
- Vásquez Barja, S. (2018). Factores relacionados con la dinámica folicular en la hembra bovina. Evaluación del Método de transferencia embrionaria en novillas y vacas receptoras en una Hacienda de Producción Bovina. Machala, Ecuador : *Universidad Técnica de Machala*.
- Veronese, A., Marques, O., Moreira, R., Belli, A., Bilby, T., & Chebel, R. (2018). Estrous characteristics and reproductive outcomes of Holstein heifers treated with 2 prostaglandin formulations and detected in estrus by an automated estrous detection or mounting device. *Journal of Dairy Science*, pp. 6649 - 6659.

- Wang, Y., Hou, Q., Cai, G., Hu, Z., Shi, K., Yan, Z., . . . Wang, Z. (2017). Effects of dietary energy density in the dry period on the production performance and metabolism of dairy cows. *Advance in Bioscience and Biotechnology*, 8(3), 924 - 930.
- Zoetis Spain, S.L. (2022). *Vademecum veterinario*. Madrid, España: Agencia Española de medicamentos y productos sanitarios.

ANEXOS

Anexo 1. Lugar Del Experimento.

Hacienda El Rosario de la Dolorosa.



Fuente: Google Earth (2022)

Anexo 2. Base de datos

N°	NOMBRE	EDAD	PESO	C.C	MEDIDAS ECOGRAFICAS		CONFIRMACION	TRATAMIENTO
					DERECHO	IZQUIERDO		
1	GLORIA	5 AÑOS	350KG	3,5	30mm	37mm	PREÑADA	T1: inseminación artificial profunda+ vacas
2	ESTEFANIA	5 AÑOS	320KG	2,5	25mm	22mm	PREÑADA	
3	LUCIA	3 AÑOS 6 M	350KG	2,6	32mm	26mm	PREÑADA	
4	BETZA	5 AÑOS	400KG	3	32mm	31mm	PREÑADA	
5	ESPERANZA	4 AÑOS 9 M	340KG	3,2	28mm	38mm	VACIA	T3: inseminación artificial convencional + vacas
6	MERY	3 AÑOS 5 M	340KG	2,6	12mm	9mm	VACIA	
7	INMACULADA	5 AÑOS	350KG	2,6	10mm	12mm	VACIA	
8	ANGELES	5 AÑOS	350KG	2,5	30mm	20mm	PREÑADA	
9	SOLEDAD	4 AÑOS	400KG	3	35mm	22mm	PREÑADA	
10	LUCECITA	5 AÑOS	360KG	2,6	25mm	31mm	PREÑADA	T2: inseminación artificial profunda + vaconas primíparas
11	OLGA	1 AÑOS 8 M	300KG	4,2	30mm	30mm	PREÑADA	
12	MIRIAN	1 AÑOS 10M	300KG	3,8	28mm	20mm	VACIA	
13	PRISILA	2 AÑOS	310KG	4	28mm	17mm	PREÑADA	
14	MOLINERA	1 AÑO 10 M	300KG	4	32mm	30mm	PREÑADA	
15	INES	1 AÑO 7 M	320KG	2,8	30mm	24mm	PREÑADA	T4: inseminación artificial convencional + vaconas primíparas
16	FLORIDA	1 AÑO 9 M	350KG	2,8	36mm	26mm	PREÑADA	
17	GRIMANESA	1 AÑO 11 M	340KG	2,8	39mm	20mm	PREÑADA	
18	PRIMAVERA	1 AÑO 8 M	300KG	3	30mm	17mm	PREÑADA	
19	Manuela	1 AÑO 7 M	300KG	3,5	25mm	22mm	VACIA	
20	Marilu	1 AÑO 8 M	300KG	3	25mm	26mm	VACIA	

Anexo 3. Fotografías de la presente investigación.



Foto 1: Hormonales utilizados



Foto 2: Aplicador de DIB utilizado



Foto 3: Aplicación del DIB



Foto 4: Proceso de aplicación hormonal



Foto 5: Pajuelas utilizadas



Foto 6: Proceso de aplicación del DIB

Foto 7: Ovarios vaca 1



Foto 8: Ovarios vaca 2



Foto 9: Ovarios vaca 3

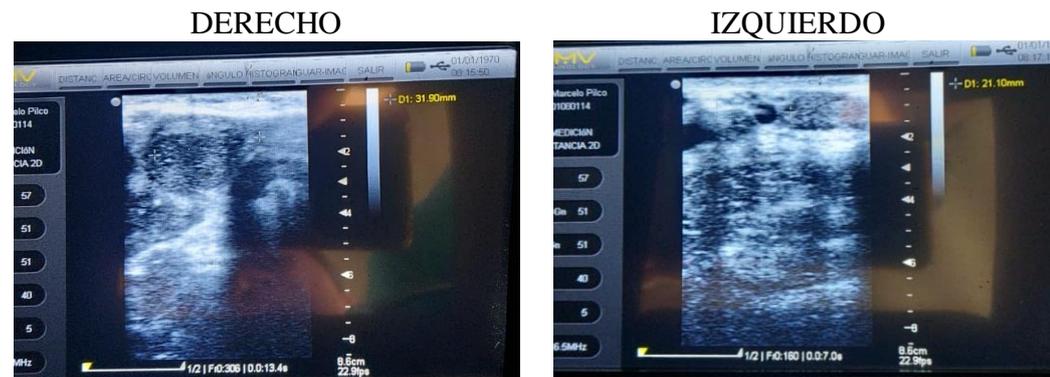


Foto 10: Ovarios vaca 4

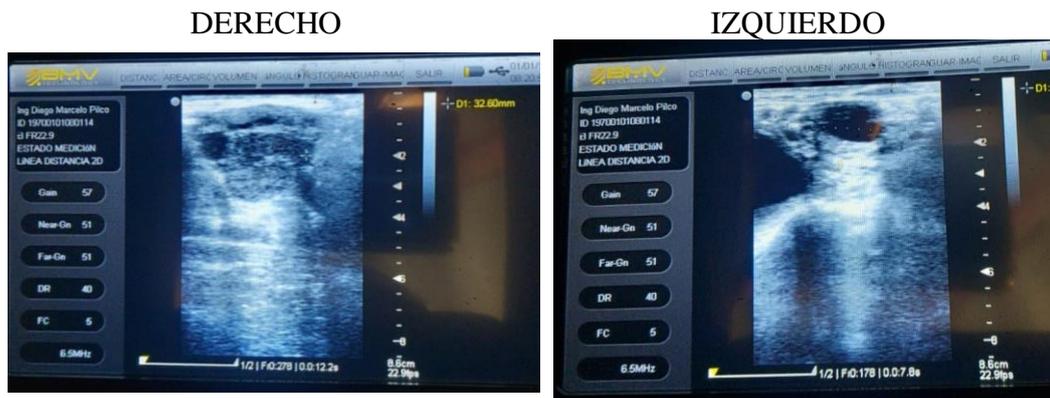


Foto 11: Ovarios vaca 5

DERECHO



IZQUIERDO



Foto 12: Ovarios vaca 6

DERECHO

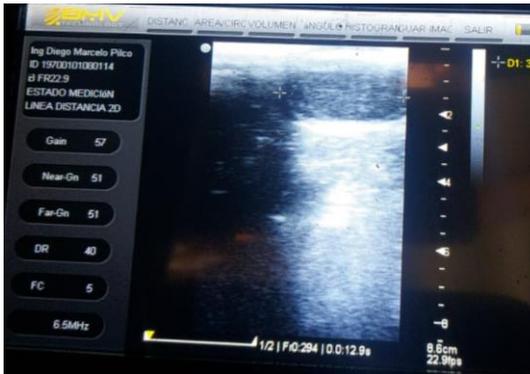


IZQUIERDO



Foto 13: Ovarios vaca 7

DERECHO



IZQUIERDO



Foto 14: Ovarios vaca 8

DERECHO



IZQUIERDO



Foto 15: Ovarios vaca 9

DERECHO



IZQUIERDO



Foto 16: Ovarios vaca 10

DERECHO

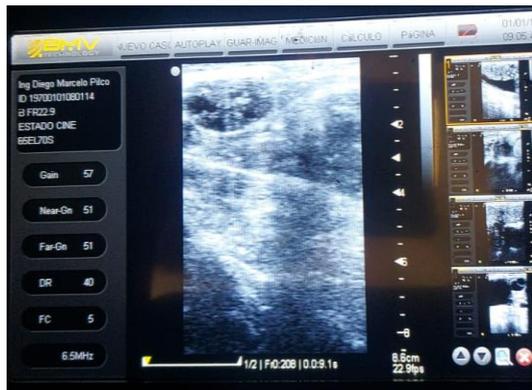


IZQUIERDO



Foto 17: Ovarios vaca 1

DERECHO



IZQUIERDO



Foto 18: Ovarios vaca 2

DERECHO



IZQUIERDO



Foto 19: Ovarios vacona 3

DERECHO



IZQUIERDO



Foto 20: Ovarios vacona 4

DERECHO



IZQUIERDO



Foto 21: Ovarios vacona 5

DERECHO



IZQUIERDO



Foto 22: Ovarios vacona 6

IZQUIERDO



Foto 23: Ovarios vacona 7

DERECHO



IZQUIERDO



Foto 24: Ovarios vacona 8

DERECHO



IZQUIERDO

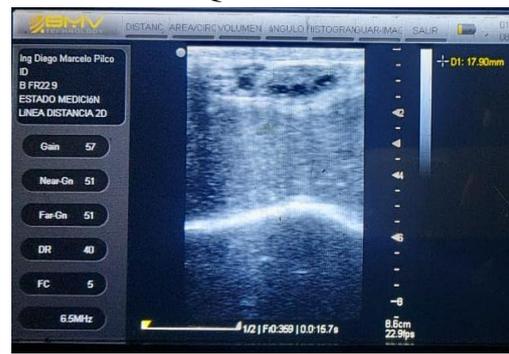


Foto 25: Ovarios vacona 9

DERECHO



IZQUIERDO



Foto 26: Ovarios vacona 10

DERECHO



IZQUIERDO



CONFIRMACIÓN PREÑEZ

Foto 27: Embrión vaca 1



Foto 28: Vesicula Embrionaria vaca 2



Foto 29: Vesicula Embrionaria vaca 3



Foto 30: Embrión vaca 4



Foto 31: Vacía vaca 5



Foto 32: Vacía vaca 6



Foto 33: Vacía vaca 7



Foto 34: Embrión vaca 8



Foto 35: Embrión vaca 9



Foto 36: Embrión vaca 10



VACONAS - ESTADO REPRODUCTIVO

Foto 37: Vacona 1 preñada



Foto 38: Vacona 2 Vacía



**Foto 39: Vacona 3 preñada
Cuerpo Luteo Gestante**



**Foto 40: Vacona 4 preñada
Embrión**



Foto 41: Vacona 5 preñada



**Foto 42: Vacona 6 preñada
Vesicula Embrionaria**



Foto 43: VACONA 7



Foto 44: VACONA 8



Foto 45: Vacona 9 vacía



Foto 46: Vacona 10 vacía



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).
- **AMINOACIDOS:** Compuestos que poseen nitrógeno y que son los ladrillos de las proteínas.
- **ANDROGENO:** Hormona esteroide involucrada en el desarrollo y mantenimiento de las características sexuales masculinas.
- **ANESTRO:** Ausencia del ciclo estral.
- **ANOMALIA CONGENITA:** Anormalidad fisiológica o estructural que se desarrolla antes del parto.
- **ANTISEPTICO:** Sustancia que previene el crecimiento o la acción de los microorganismos.
- **APAREAMIENTO:** Deposición de semen en el tracto reproductivo de una vaca, ya sea artificialmente (inseminación artificial) o naturalmente (servicio natural) (sinónimo: cruzar, inseminar, servir).
- **BRUCELOSIS:** Es una enfermedad causada por una bacteria (Brucilla abortus) que conduce a abortos en los animales afectados por primera vez. Esta enfermedad puede ser transmitida a los humanos que se encuentran en contacto cercano con los fluidos del tracto reproductivo, o luego del consumo de leche infectada produciendo la enfermedad llamada fiebre ondulante.
- **CAMPILOBACTERIOSIS:** (ver Vibriosis).
- **CANAL DE PARTO:** Cervix y vagina, atravesados por el feto durante el parto.
- **CARUNCULAS:** Sitios especializados de la pared uterina donde las membranas fetales (cotiledones) se adhieren durante la formación de la placenta.
- **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.

- **CIGOTO:** Célula formada por la unión de un espermatozoide y un óvulo en el momento de la fertilización.
- **CITOPLASMA:** Parte interior de la célula (con excepción del núcleo) donde los microorganismos desempeñan sus funciones.
- **CONCEPCION:** Una preñez confirmada luego de un servicio.
- **CONDICION CORPORAL:** Reserva corporal (principalmente en la forma de tejido graso) determinada por observación visual o palpación rectal (sinónimo: reserva corporal).
- **CONFIABILIDAD:** Medida de exactitud (valor de confianza) de las habilidades de transmisión predichas (PTAs). La confiabilidad varía de 50 a 99%.
- **DESCARTE:** Remover un animal del hato, generalmente vendiendo el animal al mercado o al matadero.
- **DESCENDENCIA:** La progenie de una vaca o un toro. (sinónimo: progenie).
- **EMBRIÓN:** Ovulo fertilizado en sus estadios tempranos de desarrollo.
- **EPITELIO:** Tejido de superficie membranoso que generalmente está compuesto de una sola capa de células estrechamente ubicadas y separadas por una substancia intercelular muy fina. El epitelio forma el revestimiento de los tractos respiratorio, intestinal, urinario, reproductivo y las superficies exteriores del cuerpo.
- **ESFINTER:** Músculo con forma de anillo que mantiene la constricción de un pasaje corporal y que se abre cuando se relaja.
- **ESPERMATOZOIDE:** Gameto (célula reproductora) que contiene la mitad del material genético de una célula normal. El espermatozoide posee una cola larga, fina y móvil utilizada para propulsión.
- **ESTERIL:** 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

- **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. Esta conducta es menos pronunciada en vacas *Bos indicus* (zebú) que en las *Bos taurus* (vacas europeas como Jersey). La liberación de un óvulo ocurre 10 a 14 horas luego de que los signos de celos finalizan.
- **ESTROGENO:** Es una hormona esteroidea producida principalmente por el ovario y responsable por generar el estro y las características sexuales femeninas secundarias.
- **INTERVALO ENTRE PARTOS:** Intervalo entre dos partos sucesivos de las vacas, generalmente se expresa en meses.
- **INTERVALO GENERACIONAL:** Edad promedio de los padres cuando su descendencia ha nacido.
- **MEDIO AMBIENTE:** Es la combinación de todos los factores externos al animal que influyen la expresión de sus genes. (Esto incluye no solo los factores tales como temperatura, humedad y bienestar físico, pero también la historia del crecimiento del animal, nutrición, enfermedades, alimentación actual, la época del año, el número de lactancias, enfermedades, etc.).
- **NANOGRAMO (ng):** Masa igual a una billonésima parte de un gramo o 1×10^{-9} (0,000000001 g). La concentración de progesterona es unos pocos nanogramos por mililitro de sangre en la vaca lechera.
- **OVARIO:** Una del par de órganos reproductoras glándulares de la hembra.
- **OVIDUCTO:** Cualquiera de los miembros del par de delgados conductos a través de los cuales viaja el óvulo desde el ovario hasta el útero. (sinónimo: trompa de Falopio).
- **ÓVULO:** Célula reproductiva femenina que contiene la mitad del material genético de una célula normal (sinónimo: gameto femenino).