

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA
PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



TESIS DE GRADO

**EFFECTO DE LA ADMINISTRACION DE PROGESTERONA PARENTERAL, SOBRE
EL RECONOCIMIENTO EMBRIONARIO EN HEMBRAS BOVINAS MESTIZAS
CEBÚ INSEMINADAS A TIEMPO FIJO, SAN IGNACIO DE MOXOS, BENI**

Presentado por:

SILVIA JANETH MAMANI VILLCA

LA PAZ – BOLIVIA

2023

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES

FACULTAD DE AGRONOMIA

CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA

PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EFFECTO DE LA ADMINISTRACION DE PROGESTERONA PARENTERAL, SOBRE EL RECONOCIMIENTO EMBRIONARIO EN HEMBRAS BOVINAS MESTIZAS CEBÚ INSEMINADAS A TIEMPO FIJO, SAN IGNACIO DE MOXOS, BENI

*Tesis de grado presentado como
Requisito parcial para optar el título de
Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia*

SILVIA JANETH MAMANI VILLCA

ASESORES:

M.V.Z Esp. Rodrigo Juan Aliaga Alvarez

Ing. M.Sc. Rubén Tallacagua Terrazas

TRIBUNAL EXAMINADOR:

Ing. Eloy Hernán Huacani Rivera

M.V. Z M.Sc. Carlos Alejandro Palma Dávila

Ing. M.Sc. Daniel Severo Choque Sánchez

APROBADA

PRESIDENTE TRIBUNAL EXAMINADOR

2023

DEDICATORIA

El presente trabajo de tesis de grado va dedicado a Dios, por guiarme y darme fuerzas para continuar con mis metas trazadas sin desfallecer.

A mi madre Agrefina Villca la mujer más bella e increíble, por su comprensión, dedicación y su gran amor.

A mi padre Adolfo Mamani por todo el sacrificio puesto para que pueda estudiar y cumplir mis sueños.

A mis hermanos Rene y Marco por su ejemplo de superación.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida, salud, fuerza, voluntad y permitirme terminar la carrera con mucho esmero, el hizo posible todo esto.

A mi casa de estudio la Universidad Mayor de san Andrés, Facultad de Agronomía y al Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por haberme dado la oportunidad de formarme personal y profesionalmente y ayudarme a cumplir el sueño de ser Médico Veterinario y Zootecnista.

A mis docentes por todo el proceso de la vida de pregrado, gracias a cada uno de ustedes llegue hoy a cumplir una meta más, un sueño más, muchas gracias estimados doctores e ingenieros.

A mi familia, a mi madre por darme todo en esta vida, por apoyarme desde el día uno y amarme con todos mis defectos y nunca rendirse. A mi padre por el sacrificio puesto para que pueda cumplir mis sueños y nunca dejarme sola. A mis hermanos Rene, Marco y mi cuñada Lenny por el ejemplo de superarme, por sus palabras de aliento y darme fuerzas. ¡Los amo!

Al Ing. M.Sc. Rubén Tallacagua Terrazas mi asesor de tesis, por sus aportes académicos a este trabajo de investigación

Al M.V.Z. Esp. Rodrigo Juan Aliaga Alvarez mi tutor y asesor principal, por la confianza y guía en todo el proceso de investigación, quien con sus conocimientos, tiempo y equipos me apoyo, por brindarme el tema de investigación que simplemente lo ame.

Agradecer al Señor ganadero Don Manfredo Suarez por hacer posible que este trabajo se haya realizado en sus propiedades, por poner a la disposición su ganado para la investigación, hoy puedo decir que fue un éxito gracias a usted, muchísimas gracias.

Agradecer a la estancia ganadera” El Chaparral” por brindarme la hospitalidad y hacerme sentir como en su casa y por la bella amistad.

A mi tribunal revisor: Al Ing. Eloy Hernán Huacani Rivera, M.V. Z M.Sc. Carlos Alejandro Palma Dávila y al Ing. M.Sc. Daniel Severo Choque Sánchez, por sus correcciones y colaboraciones en el enriquecimiento del trabajo de investigación.

A mis gatos Mia y Rorro quienes me acompañaron noches de desvelo estudiando y por darme su compañía y su amor incondicional.

A mis amigas Kenia y Andrea por todo el apoyo y acompañarme en esta linda etapa de mi vida.

INDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION	1
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Justificación.....	3
2. OBJETIVOS.....	5
2.1. Objetivo general.....	5
2.2. Objetivo específico	5
2.3. Hipótesis	5
3. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	6
3.1 Condición corporal.....	6
3.2. Anatomía del aparato reproductor de la hembra.....	8
3.2.1. Vulva	8
3.2.2 Vagina	8
3.2.3. Cérvix	9
3.2.4. Útero.....	9
3.2.5. Oviducto	10
3.2.6. Ovarios	10
3.2.7. Ciclo estral.....	10
3.2.7.1. División del ciclo estral	12

3.2.8. Fisiología del ciclo estral.....	12
3.2.8.1. Proestro.....	12
3.2.8.2. Estro.....	13
3.2.8.3. Metaestro.....	13
3.2.8.4. Diestro.....	14
3.2.8.5. Anestro.....	14
3.2.8.5.1. Puerperio.....	15
3.2.8.5.1.1. Involución uterina.....	16
3.2.8.5.1.2. Actividad ovárica posparto.....	17
3.3. Desarrollo folicular.....	17
3.3.1. Foliculogénesis y ovulación.....	20
3.4. Hormonas de la reproducción.....	20
3.4.1. Hormonas hipotalámicas.....	20
3.4.1.1. Hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH).	21
3.4.1.2. Oxitocina.....	21
3.4.2. Hormonas adenohipofisarias gonadotróficas.....	22
3.4.2.1. Hormona folículo estimulante FSH.....	22
3.4.2.2. Hormona luteinizante LH.....	23
3.4.2.3. Prolactina.....	23
3.4.3. Hormonas Gonadales.....	23

3.4.3.1. Hormonas gonadales esteroideas.....	24
3.4.3.2. Progestágenos	24
3.4.3.2.1. Progesterona	24
3.4.3.3. Estrógenos	25
3.4.3.4. Hormonas gonadales no esteroideas.....	25
3.4.3.4.1. Inhibina.....	25
3.4.3.4.2. Relaxina.....	25
3.4.4. Hormonas placentarias	25
3.4.4.1. Gonadotropina coriónica equina (eCG).....	26
3.4.4.2. Gonadotropina coriónica humana (hCG)	26
3.4.5. Hormonas uterinas.....	26
3.4.5.1. Prostaglandinas.....	26
3.4.5.1.1. Prostaglandina F2 alfa (PGF2 α).	26
3.5. Protocolo de sincronización.....	27
3.5.1. Sincronización de celo	27
3.5.2. Dispositivos intravaginales	28
3.5.3. Benzoato de estradiol	28
3.5.4. Cipionato de estradiol.....	28
3.6. Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF)	29
3.7. Progesterona parenteral.....	29

3.8 Diagnóstico de preñez.....	29
4. LOCALIZACIÓN.....	30
4.1. Área de investigación.....	30
4.2. Ubicación geográfica.....	30
4.3. Características ecológicas de la región.....	30
4.3.1. Temperatura.....	30
4.3.2. Humedad.....	31
4.3.3. Precipitación.....	31
4.3.4. Fauna.....	31
4.3.5. Flora.....	31
5. MATERIALES Y METODO.....	33
5.1. Materiales.....	33
5.1.1. Biológico.....	33
5.1.2. De campo.....	33
5.1.3. Insumos.....	33
5.1.4. De gabinete.....	34
5.2. METODOS.....	34
5.2.1. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	34
5.2.1.1. Selección de vacas.....	34
5.2.1.2. Protocolo de sincronización.....	34

5.3. Análisis estadístico.....	35
6. RESULTADOS Y DISCUSIONES	36
6.1. Porcentaje de preñez de acuerdo a la edad.....	36
6.3. Porcentaje de preñez tratadas y no tratadas	39
6.4. Análisis de costo	41
7. CONCLUSION	43
8. RECOMENDACIONES	44
9. BIBLIOGRAFIA.....	45

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Equivalencia entre escalas de condicion corporal.....	6
Tabla 2. Problemas asociados con vacas y vaquillas en condiciones extremas (escala 1 a 9)	8
Tabla 3. Dinámica folicular por días y la acción fisiológica y hormonal.....	19
Tabla 4. Protocolo de sincronización más Progesterona	35
Tabla 5. Costo en protocolo de sincronizacion sin progesterona	41
Tabla 6. Costo en protocolo de sincronizacion con progesterona	41

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Áreas anatómicas utilizadas para la evaluación de la condición corporal en vacas.....	7
Figura 2. Endocrinología de la hembra bovina.....	11
Figura 3. Porcentaje de preñez de acuerdo a la edad.....	36
Figura 4. Porcentaje de preñez con relación a la condición corporal	37
Figura 5. Porcentaje de preñez en vacas tratadas y no tratadas	39

INDICE DE ANEXOS

Anexos 1: Vacas seleccionadas	46
Anexos 2: Selección de vacas.....	46
Anexos 3: Materiales de IATF	46
Anexos 4: Materiales de sincronización.....	46
Anexos 5: Preparación de pajuelas	46
Anexos 6: IATF	46
Anexos 7: Aplicación de progesterona.....	46
Anexos 8: Ecografía	46
Anexos 9: Planilla de vacas para tratamiento.....	46
Anexos 10 Planilla de diagnóstico de preñez	46

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en el establecimiento lechero “Chevejecure”, ubicado en el Municipio de San Ignacio de Moxos. El objetivo propuesto fue de mejorar el porcentaje de preñez influyendo en el reconocimiento embrionario, mediante la administración de progesterona (P4) por vía parenteral 4 días posterior a la IATF. Este tratamiento, se aplicó en todas las vacas consideradas como problemas. Se utilizaron 100 vacas mestizas cebú, las cual se dividieron en dos grupos, 50 vacas testigo y 50 vacas tratadas con P4. Se tomaron como variables el porcentaje de preñez de acuerdo a la edad (5,6 y 7 años), a la condición corporal (2.5, 3 y 3.5), y además se hizo una comparación del costo beneficio entre hembras tratadas y no tratadas. La preñez obtenida en vacas de 5 años fue de 58% (7/12), de 6 años 47% (9/19) y 7 años 42% (8/19), realizando el análisis estadístico se determinó que no existe significancia ya que $p=0,67$ y es $>0,05$, determinando que no hay relación entre el porcentaje de preñez con la edad. En cuanto al porcentaje de preñez de acuerdo a la condición corporal (C.C.), en vacas con C.C. 2.5 se obtuvo un 43% (10/23), con C.C. 3 un 54% (14/26) y con C.C. 3.5 un 0% (0/1); el análisis estadístico indica que $p=0,48$ y es >0.05 lo que indica que no existe relación entre el porcentaje de preñez con la condición corporal. Realizando la comparación entre el grupo de vacas tratadas con P4 y no tratadas, se observó que las hembras con P4 lograron un 48% (24/50), y el grupo testigo un 38% (19/50) de preñez; estos datos no presentan diferencia estadística significativa ya que $p=0,31$ y es >0.05 , pero se pudo observar un incremento del 10% en el porcentaje de preñez con el uso de la P4. En cuanto al análisis de Costo/Beneficio se pudo observar que hay una inversión en el protocolo habitual por vaca de 19.15\$ y con P4 de 20.21\$, existiendo una diferencia de 1.06 \$ entre tratamientos. Se vio una diferencia de 5 preñeces lo que representaría 5 terneros más al nacimiento, esto nos trae un beneficio de 1.500 \$, tomando en cuenta que cada ternero cuesta 300\$ en el momento del nacimiento.

Palabra clave: Progesterona, sincronización, IATF y condición corporal.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the dairy farm "Chevejecure", located in the Municipality of San Ignacio de Moxos. The proposed objective was to improve the pregnancy percentage by influencing embryonic recognition, through the administration of progesterone (P4) parenterally 4 days after the IATF. This treatment was applied to all cows considered as problems. One hundred zebu crossbreed cows were used, which were divided into two groups, 50 control cows and 50 cows treated with P4. The percentage of pregnancy according to age (5.6 and 7 years), body condition (2.5, 3 and 3.5) were taken as variables, and a cost-benefit comparison was also made between treated and untreated females. The pregnancy obtained in 5-year-old cows was 58% (7/12), 6-year-old 47% (9/19) and 7-year-old 42% (8/19), performing the statistical analysis, it was determined that there is no significance since that $p=0.67$ and is >0.05 , determining that there is no relationship between the percentage of pregnancy with age. Regarding the percentage of pregnancy according to body condition (C.C.), in cows with C.C. 2.5, 43% (10/23) was obtained, with C.C. 3 54% (14/26) and with C.C. 3.5 a 0% (0/1); the statistical analysis indicates that $p= 0.48$ and is >0.05 , which indicates that there is no relationship between the percentage of pregnancy and body condition. Comparing the group of cows treated with P4 and not treated, it was observed that the females with P4 achieved 48% (24/50), and the control group 38% (19/50) of pregnancy; These data do not present a significant statistical difference since $p = 0.31$ and is > 0.05 , but an increase of 10% in the percentage of pregnancy could be observed with the use of P4. Regarding the Cost/Benefit analysis, it was observed that there is an investment in the usual protocol per cow of \$19.15 and with P4 of \$20.21, with a difference of \$1.06 between treatments. A difference of 5 pregnancies was seen, which would represent 5 more calves at birth, this brings us a benefit of \$1,500, taking into account that each calf costs \$300 at the time of birth.

Key word: Progesterone, synchronization, IATF and body condition

1. INTRODUCCION

Uno de los mayores problemas en la explotación de ganado lechero son los bajos índices reproductivos. debido a que no existe un buen reconocimiento embrionario, obteniendo pobres niveles de preñez y provocando pérdidas económicas muy importantes.

La actividad ganadera exige la máxima eficiencia para garantizar el mayor retorno económico de los productores de ganado bovino. Los elevados índices de producción están asociados a la alta eficiencia reproductiva, para solucionar esta problemática en la producción pecuaria se requiere de tecnologías avanzadas y ventajosas, por esto es que las grandes potencias mundiales invierten en investigaciones de transferencia de nuevas técnicas para aumentar la productividad agrícola y pecuaria.

El porcentaje de perdida en las vacas lecheras es aproximadamente de un 50 % y se estima que el 70% a 80% de estas pérdidas ocurren durante los primeros 17 días post-inseminación. una causa de perdida embrionaria esta relaciona con los bajos niveles de progesterona (P4) a nivel sanguíneo lo que disminuye la capacidad para establecer el reconcomiendo materno de la gestación. (Peñarnada D & Vega D, 2012).

Uno de los factores que afectan el porcentaje de preñez en IATF son las vacas que no quedaron preñadas en diferentes programas, lo que se denomina vacas problemas o vacas con síndrome de fantasma. Según Nation, et, al (2001), los factores de riesgos que aumentan la incidencia de las vacas problemas son: los ciclos anovulatorios, ocurrencia o no de estro, ovulación posterior al tratamiento, el retorno posteriormente de la vaca al estado de anestro, los celos silenciosos, los ciclos irregulares, con fases lúteas prolongadas (mayor 24 días) posteriores al celo inducido o sincronizado y la mortalidad embrionaria precoz.

El reconocimiento materno y el porcentaje de preñez en vacas que no preñaron en diferentes programas pasados, es el principal motivo para llevar a cabo esta investigación, con el uso de la hormona progesterona (P4) a través de la administración vía intramuscular 4 días post inseminación a tiempo fijo (IATF) la cual contribuirá a tener mejores índices reproductivos en todas aquellas vacas problema.

1.1. Antecedentes

En los hatos ganaderos la labor de la detección de celos se ha convertido en uno de los factores más importantes que afecta la eficiencia reproductiva. Si bien existen diversos métodos para mejorar la detección de celo, la sincronización de ovulaciones e inseminación sistemática de todos los animales sin detectar celos se ha convertido en una alternativa viable y fácil de implementar con la que se puede obtener una fertilidad del 35 al 40% (Giralaldo, 2008).

La Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) son métodos basados en el control del ciclo del estro, efectuados mediante el uso de hormonas que simplifican o eliminan el problema de la detección de celo. La IATF permite hacer inseminación artificial de un amplio número de animales sin necesidad de detectar los celos. (Restrepo, 2008).

El mismo autor indica que el costo de los hormonales y el manejo adecuado de los mismos son factores determinantes del éxito de la IATF, por lo cual deben realizarse análisis económicos y técnicos, previos al uso de este tipo de protocolos.

Los progestágenos son un grupo de hormonas con gran actividad fisiológica y la más importante es la progesterona ya que esta es producida por el cuerpo lúteo y tiene tres funciones muy importantes: inhibición del comportamiento sexual, mantenimiento de la preñez por inhibición de las contracciones uterinas y promoción del desarrollo glandular en el endometrio, son notables las acciones sinérgicas de los estrógenos y los progestágenos en la preparación del útero para la preñez y las glándulas mamarias para la lactancia (Bearden & J.W., 1982).

El Dispositivo Intravaginal Bovino (DIV-B) está impregnado con progesterona y es utilizado para la regulación del ciclo estral en bovinos. La progesterona liberada a partir de la colocación del dispositivo tiene un rol importante sobre la dinámica folicular ovárica, los niveles supraluteales (>1 mg/ml) obtenidos a los pocos minutos de la introducción del dispositivos provocan la regresión del folículo dominante y aceleran el recambio de las ondas foliculares, este cese de la secreción de productos foliculares (estrógeno e inhibina) produce el aumento de FSH que va a ser la responsable del comienzo de la emergencia de la siguiente onda folicular.

Por otro lado, la extracción del dispositivo provoca la caída de progesterona a niveles subluteales (< 1 mg/ml) que inducen el incremento de la frecuencia de los pulsos de LH, el crecimiento y la persistencia del folículo dominante con concentraciones muy altas de estradiol que provocan por un lado el celo y a nivel endocrino inducen finalmente el pico de LH que es seguido por la ovulación (Syntex, 2011).

La muerte embrionaria temprana contribuye con la mayor proporción de pérdidas de gestaciones (40-60%), la muerte embrionaria tardía lo hace con 10-15% y la muerte fetal con 5-15%. Las causas son asociadas con la alta producción de leche, el intervalo del parto a la primera ovulación, problemas del puerperio, momento de la inseminación, técnica de inseminación, características de la dieta, estrés calórico, infecciones uterinas y por factores genéticos (Hernandez J. , 2011).

El interferón trofoblástico bovino (bINT-t) llamado así por el sitio de producción, es la principal señal para el éxito en el establecimiento de la preñez, que favorece los procesos luteotrópicos funcionales y estructurales, garantizando la producción de progesterona y la integridad de las células que constituyen el cuerpo lúteo (Lenis et al. 2010). Con base a lo anterior se realizó una investigación con el objetivo general de determinar los porcentajes de preñez en vacas tratadas con progesterona al día 13 pos-servicio y como objetivos específicos determinar los porcentajes de presentación de celo, porcentaje de ciclicidad, preñez al primero, segundo y tercer servicio, determinar los porcentajes de preñez acumulada, servicios por concepción, servicios por concepción de todas las vacas, tasa de concepción y determinar el costo del tratamiento y costo por vaca preñada.

1.2.Justificación

Los bajos índices reproductivos, reabsorción embrionaria y un mal reconocimiento embrionario materno, provocan pérdidas económicas a los productores de ganado Lechero

La tasa de preñez tiene un impacto directamente proporcional sobre los beneficios económicos de un establecimiento de cría. Si no se logra que las vacas lecheras tengan un ternero por año, la producción ganadera deja de ser económicamente eficiente. Esto significa que, teniendo un periodo de gestación de 283 días, las hembras deberían estar nuevamente preñadas a los 82 días de paridas ($283 + 82 = 365$ días). Para alcanzar ese objetivo, es necesario que las vacas lecheras reinicien su actividad ovárica lo antes posible después del parto.

La mortalidad embrionaria se refiere a las pérdidas que ocurren durante los primeros 45 días de gestación que coinciden con la finalización del periodo de implantación del embrión. Las pérdidas embrionarias a la vez pueden ser clasificadas en, mortalidad embrionaria, cuando ocurre dentro de los 25 días y mortalidad embrionaria tardía, entre los 25 y 45 días (Humbolt, 2002).

El reconocimiento materno de la preñez es el proceso fisiológico en cual el embrión, mediante señales moleculares como la secreción de interferón tau (IFN-t), anuncia su presencia en el tracto reproductivo materno, con el fin de evitar que se desencadene el mecanismo luteolítico ejercido por la prostaglandina F_{2α} (PGF_{2α}) sobre el cuerpo lúteo, prolongando la vida de éste y garantizando la producción de progesterona para el mantenimiento de la preñez.

En el presente trabajo de investigación se evaluó el uso y aplicación de la progesterona (P4) vía intramuscular 4 días post IATF, en vacas que no quedaron preñadas (vacas en descarte) para obtener mejor porcentaje de preñez, minimizar la reabsorción embrionaria y mejorar el reconocimiento materno y de esta manera tener mejores índices reproductivos.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de la administración de progesterona parenteral sobre el reconocimiento embrionario en hembras bovinas mestizas cebú inseminado a tiempo fijo.

2.2. Objetivo específico

- Evaluar el porcentaje de preñez en hembras bovinas mestizas cebú, tratadas con progesterona parenteral sobre el reconocimiento embrionario de acuerdo a la edad.
- Evaluar el porcentaje de preñez en hembras bovinas mestizas cebú, tratadas con progesterona parenteral sobre el reconocimiento embrionario de acuerdo a la condición corporal.
- Comparar el porcentaje de preñez en hembras bovinas mestizas cebú con progesterona (P4) vía parenteral en hembras tratadas y no tratadas.
- Calcular la relación de costo/beneficio del tratamiento.

2.3. Hipótesis

Ho: No existe diferencia en el porcentaje de preñez en base al reconocimiento embrionario en hembras mestizas cebú tratadas y no tratadas con progesterona (P4).

Ha: Si existe diferencia en el porcentaje de preñez en base al reconocimiento embrionario en hembras mestizas cebú tratadas y no tratadas con progesterona (P4).

3. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

3.1 Condición corporal

La condición corporal de la vaca de cría es un método que permite evaluar mediante una apreciación visual sus reservas corporales (grasa y musculo), se compara con un patrón preestablecido al que se ha dado valores numéricos arbitrarios, de esta forma se intenta uniformar los criterios de evaluación para que sean comparables en el tiempo y entre personas.

(Stahringer, 2018). La escala que se utiliza tiene un rango de valores del 1 al 5 o de 1 al 9, el valor mínimo considerado es 1 y representa a una vaca extremadamente flaca y el 5 o 9 representa a un animal excesivamente gordo. (Arias, 2018).

Tabla 1. Equivalencia entre escalas de condición corporal

Descripción	Escala de 1 a 5	Escala 1 a 9
Flaca (Emasiada)	1	1
Flaca	1.5	2
Flaca	2	3
Limite	2.5	4
Optima	3	5
Optima	3,5	6
Optima	4	7
Obesa(gorda)	4.5	8
Obesa(excesivamente gorda)	5	9

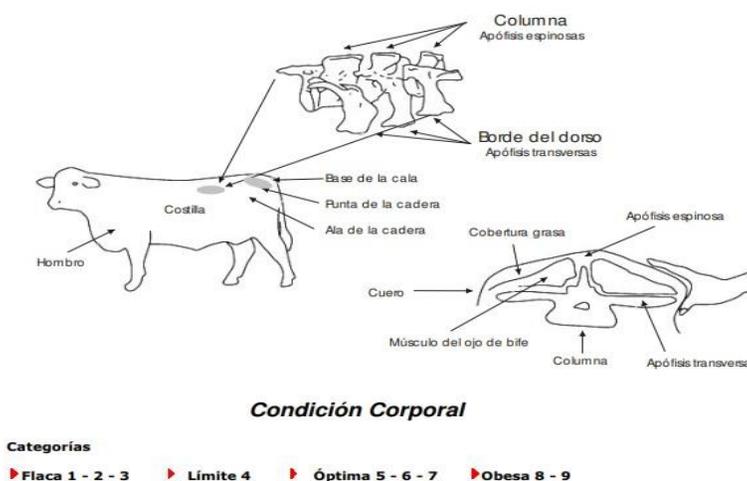
Fuente: (Arias, 2018)

Dado que mediante la condición corporal evaluamos las reservas corporales de la vaca, esto representa una vía indirecta para controlar el estado nutricional de la vaca. En animales de baja condición corporal o que pierden condición corporal, la alimentación no está cubriendo sus requerimientos nutricionales, por otro lado, vacas en buena condición corporal se asocian al comportamiento reproductivo. (Frasinelli, 2004).

En la escala a 1 a 5, la vaca de cría debe tener una condición corporal de 3 o mayor para que el intervalo de parto a primer celo no se prolongue más de los 60 a 70 días. Vacas con

condición corporal de 2.5 o mayor, al inicio del servicio, tienen intervalos iguales o menores a 365 días. Esto significa que estas vacas cumplen con el objetivo de tener un ternero por año, sin atrasarse en la parición. (Stahringer, 2018).

Figura 1. Áreas anatómicas utilizadas para la evaluación de la condición corporal en vacas.



Fuente: (Giraldo Arana, 2012).

Según (Arias, 2018); El reconocimiento y la observación sobre cuatro áreas principales en las que se determina la masa muscular y la cobertura grasa:

- Región del lomo: entre el hueso de la cadera y la última costilla, incluye a las apófisis espinosas y a la apófisis transversa de las vértebras lumbares.
- Región de la inserción de la cola
- Región del flanco: cubre desde la décima a la décimo tercera costilla. Esta medición solo se efectúa cuando es necesario determinar con una precisión de medio punto.
- Región de la cadera

La región del lomo es el área de observación más importante, la cobertura grasa de esta área explica los cambios más notables de CC.

Los cambios en la condición corporal están correlacionados positivamente con las concentraciones séricas de insulina, así, a mayor ganancia de peso y mejor condición corporal es mayor la concentración sérica de hormonas, las cuales actúan como señales que llegan al

hipotálamo y modifican la frecuencia de secreción de la GnRH. Por el cual hoy en día vaquillas que estén sobre los 300 kg pueden entrar a los programas de IATF. (Stahringer, 2018).

Tabla 2. Problemas asociados con vacas y vaquillas en condiciones extremas (escala 1 a 9)

CONDICION CORPORAL	CONDICION CORPORAL
Delgada (1-4)	Gordo(8-9)
1. Fallas en el ciclo reproductivo	1. Altos costos de mantenimiento
2. Fallas en la Concepcion	2.incremento en partos distocicos
3. Incremento en el intervalo entre partos	3.Disminución de la movilidad
4. Increment en dias abiertos	4. fallas en el ciclo estral
5. Disminución del vigor del becerro	5. fallas en la concepción

Fuente: (Stahringer, 2018)

3.2. Anatomía del aparato reproductor de la hembra

El aparato reproductor de la vaca está formado por la vulva, los labios y el clítoris (llamados órganos externos) junto con la vagina, cérvix, útero, dos cuernos, dos oviductos y dos ovarios (los órganos internos). (Montero, 2013)

3.2.1. Vulva

La vulva desde el punto de vista reproductivo es importante porque es donde externamente se manifiestan los signos del estro (celo). Durante éste, la vulva estará inflamada y habrá secreción de moco transparente. En la vulva también se manifiesta la proximidad al parto. Exteriormente está formada por dos pliegues: labios vulvares (mayores y menores). Unión Ganadera Regional de (JALISCO, 2022).

3.2.2 Vagina

La vagina es un tubo colapsado, suave y flácido que se apoya sobre el hueso pubis que forma el borde inferior del canal pelviano, mide aproximadamente de 15 a 30 cm en vaquillas o vacas adultas. (Cortes, 2014).

Es el órgano copulatorio, sitio donde se deposita el semen durante el servicio. Conformada por la pared vaginal que está constituida por una túnica mucosa muscular y serosa recubierta por glándulas productoras de mucus que bordean el epitelio de la vagina y secretan

un mucus acuoso y claro que lubrica y limpia cualquier material extraño (organismos infecciosos) que podrían causar irritación o infección. A pesar de este mecanismo de defensa, la vagina es infectada frecuentemente, especialmente durante el período de celo y luego del parto. (Hernandez J. Zabala, 2007).

3.2.3. Cérvix

El cérvix o cuello es un órgano tubular de paredes gruesas y rígidas, de apariencia cartilaginosa, que separa el cuerpo uterino de la vagina, está formado por capas musculares y tejido conectivo con pliegues que dan paso a la formación de 3 o 4 anillos. Mide de 5 a 15 cm y su forma y tamaño varían por el número de partos y la raza de la vaca. Los pliegues forman bordes prominentes que rodean el interior de la abertura. (Hernandez C. , 2012).

Estos pliegues actúan parcialmente como "sacos ciegos" disminuyendo el avance de cualquier material invasivo extraño. Se encuentra ligeramente dilatado durante el período de celo y muy dilatado durante el parto, durante la gestación, no obstante, se encuentra contraído y completamente cerrado. (Hernandez C. , 2012).

El cérvix secreta mucus que fluye hacia afuera con las secreciones vaginales. Durante la preñez, las secreciones cervicales se tornan más espesas y forman un tapón firme y gelatinoso, cerrando completamente el útero a las influencias externas. Los pliegues y las paredes gruesas del cérvix pueden llegar a sentirse por palpación rectal. (Gonzalez, 2017).

3.2.4. Útero

El útero comienza con el cuerpo uterino, que mide alrededor de 2-4 cm de largo y sirve de conexión entre el cérvix y los cuernos uterinos. En el cuerpo uterino es donde debe depositarse el semen durante la IA. A partir de allí, el tracto reproductor se divide y los órganos vienen en pares, que inician por los cuernos uterinos. Estos están formados por 3 capas musculares y una red de vasos sanguíneos. (Fonseca, 2017).

La principal función del útero es proveer el ambiente ideal para el desarrollo del feto, aunque también desempeña otras como el transporte de espermatozoides al sitio de fecundación y la regulación de la vida del cuerpo lúteo gracias a la producción de prostaglandina. (Fonseca, 2017)

Las fibras musculares del útero son sensibles a las hormonas como los estrógenos, progesterona, oxitocina, prostaglandinas, etc., las cuales regulan el grado de contractilidad uterina, las principales funciones son las de: participar en el transporte de los espermatozoides,

regularizar el cuerpo lúteo a través de la secreción de prostaglandinas, producir sustancias necesarias para la nutrición del embrión, desarrollar la placenta para la mantención y formación del feto, producir la contractibilidad uterina para la expulsión del feto y la placenta en el momento del parto. Luego del parto, se produce la involución uterina que es el retorno gradual del útero a su tamaño y forma normal que tiene una duración de 25 a 65 días. (Reineri Pablo, 2016).

3.2.5. Oviducto

Los oviductos son dos tubos contorneados de más de 20 cm de largo y solo 0.6 cm de diámetro que unen cada cuerno uterino con uno de los dos ovarios. La unión entre el útero y el oviducto en general está cerrada, excepto por cortos períodos de tiempo para permitir el ascenso de los espermatozoides hasta la ampolla y el descenso al útero del huevo fertilizado. Colazo y Mapletoft, (2014). El otro extremo el oviducto no está ligado al ovario y se encuentra extendido como embudo, llamado infundibulum, esta estructura colecta el huevo que es expelido del ovario en el momento del estro. (Galina & Valencia, 2019)

Mientras que los cilios ayudan a transportar el huevo hacia abajo del oviducto, los espermatozoides móviles se mueven hacia arriba para encontrarse con el óvulo en la porción superior del oviducto y se produce la fertilización que ocurre 11 horas luego de la ovulación. El nuevo cigoto se multiplica en el oviducto por tres o cuatro días antes de descender hacia el útero para la implantación. (Galina & Valencia, 2019).

3.2.6. Ovarios

El ovario es un órgano de forma ovoide situado en la región pelviana. Se origina bilateralmente a partir de la cresta gonadal en la región lumbar, medial al riñón embrionario. Migran desde el saco vitelino las células germinales primordiales que forman las eminencias ováricas, a partir de ellas se desarrollan los diferentes estadios de la maduración del ovocito y células foliculares hasta formar el folículo de Graaf, folículo maduro para el desprendimiento durante la ovulación. (Hernandez C. , 2012).

3.2.7. Ciclo estral

La hembra bovina es un animal poliéstrico continuo, presenta períodos de estro o celo durante todo el año, sin embargo, la hembra es fértil y receptiva al macho solo en un promedio de 20 horas. El ciclo estral de la vaca lechera tiene una duración normal de 16 a 24 días (21 en promedio). (Carvajal & Martinez, 2020).

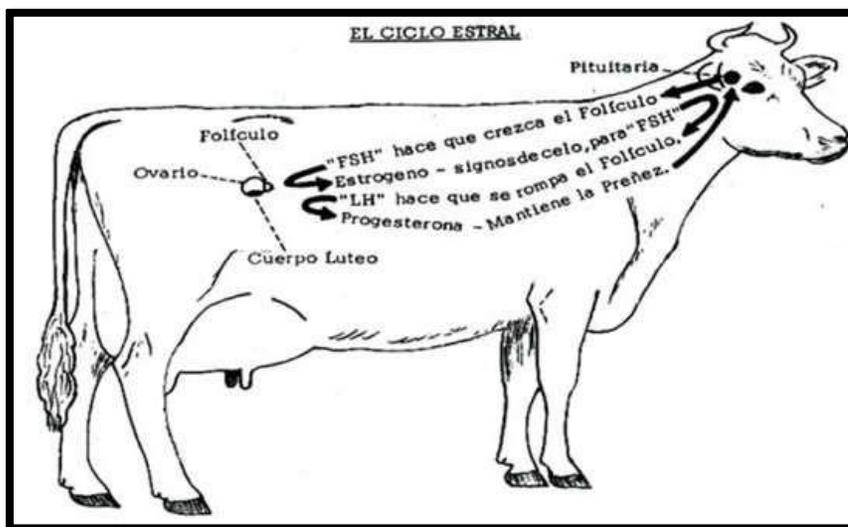
Durante este ciclo se producen una serie de cambios hormonales a través de un eje que conecta el hipotálamo, la hipófisis y el ovario desencadenando distintos eventos fisiológicos y conductuales que involucran al periodo de receptividad sexual (estro o celo), la ovulación y los cambios adaptativos que son necesarios para conservar el embrión si se produce una fecundación. (Carvajal & Martinez, 2020).

Las hembras bovinas correctamente alimentadas generalmente alcanzan la pubertad entre los 9 y 15 meses de edad, siendo las razas lecheras más precoces que las razas de carne. Una vez presentado el primer celo, la hembra continuará teniendo periodos de estro aproximadamente cada 21 días, exceptuando los meses que esté gestando. (Garcia, 2019).

Las hembras no presentan estro hasta la pubertad, esto depende de factores genéticos y ambientales como la alimentación, los que afectan el estado hormonal y el peso corporal. Las hembras bovinas correctamente alimentadas, que generalmente alcanzan la pubertad entre los 9 y 15 meses de edad, cuando llegan a un peso de 300 kg ya pueden entrar a programas de IATF. (Filipiak, 2016).

Una vez presentado el primer celo, los ciclos de estro se sucederán aproximadamente cada 21 días. Si la vaca no entra en celo esto puede indicar que sufre de algún problema patológico reproductivo, mala nutrición o factores extrínsecos que están afectando directamente sobre el estado de la vaca. (Sintex, 2005).

Figura 2. Endocrinología de la hembra bovina



Fuente (Sequeira, 2013).

3.2.7.1. División del ciclo estral

El ciclo estral se divide en proestro, estro, metaestro, diestro y anestro. El proestro es el inicio del ciclo estral y, en la vaca, dura en promedio de 2 a 3 días. El estro es el periodo de aceptación de la cópula y tiene una duración promedio de 20 horas. En el metaestro, que dura de 4 a 5 días, ocurre la ovulación y empieza a desarrollarse el cuerpo lúteo, su función principal es la producción de progesterona para el establecimiento y mantenimiento de la preñez. El diestro tiene una duración de 12 a 14 días y se caracteriza por la consolidación del cuerpo lúteo.

El anestro posparto dura de 30 a 45 días y es el período después del parto durante el cual las vacas no muestran señales conductuales de estro debido principalmente al amamantamiento que afecta la actividad del hipotálamo, hipófisis y ovarios, reduciendo la liberación de GnRH, la cual conduce a insuficientes niveles de LH para que los folículos maduren y se produzca la ovulación. (Baez & Grajales, 2022).

En esta fase el útero está volviendo a su tamaño normal y no se registra actividad ovárica. (Colazo & Mapletoft, 2014). Si la gestación no se establece, el endometrio secreta prostaglandina $F2\alpha$ ($PGF2\alpha$) lo que induce a la luteólisis, reiniciándose un nuevo ciclo estral. (Turner & Anger, 2012).

3.2.8. Fisiología del ciclo estral

Según (Colazo & Mapletoft, 2014); el ciclo se divide en dos fases: fase lútea y fase folicular.

- La fase folicular: es el período de tiempo que comprende al proestro y al estro. Inicia con la regresión o luteólisis del cuerpo lúteo y finaliza con la ovulación. Durante esta fase ocurre la maduración folicular por lo que el esteroide gonadal dominante es el estradiol (E2).

- La fase lútea: inicia con la ovulación seguida de la formación del cuerpo lúteo funcional hasta su luteólisis o regresión, por lo tanto, la hormona dominante es la progesterona (P4). Sin embargo, los folículos continúan su desarrollo, pero sin producir altas concentraciones de E2.

3.2.8.1. Proestro

El inicio del ciclo reproductivo o proestro, es el periodo de crecimiento folicular y comienza con la lisis del cuerpo lúteo del ciclo estral anterior. Los niveles de progesterona son bajos y simultáneamente se lleva a cabo el crecimiento de un folículo preovulatorio como folículo dominante (FD) que llegará a la ovulación. (Guáqueta, 2009).

El FD se diferencia de los demás folículos (atrésicos) en que es influenciado por las hormonas folículo-estimulante (FSH) y luteinizante (LH), incrementando la síntesis y producción de estrógenos, haciendo aumentar el diámetro folicular. (Hernandez J. Zabala, 2007)

3.2.8.2. Estro

Es el periodo de receptividad sexual que culmina con la ovulación. El estro se considera el comienzo del ciclo estral (día 0), en él aparecen los primeros signos de celo para que se pueda realizar la cópula, la duración del celo es muy variable, pero se considera que en promedio son 20 horas con un margen de 4 horas de diferencia. (Carvajal & Martinez, 2020).

La producción de estrógenos por el folículo en desarrollo genera un pico en la liberación de LH y FSH por la glándula hipófisis, lo cual estimula la máxima producción de estrógenos por el folículo, estos niveles de estrógenos son los responsables del comportamiento y signos propios del celo, aumentando las contracciones del tracto reproductor de la hembra para facilitar el encuentro entre el óvulo y el espermatozoide (Guáqueta, 2009).

Durante el estro las células de la granulosa también producen y liberan inhibina, una hormona que se encarga de bloquear la liberación de FSH desde la hipófisis. De esta manera, durante el proestro y el estro la sincronía de los eventos endocrinos permite que el crecimiento folicular llegue a su punto más alto, para luego producir la ovulación, liberar el oocito y permitir que la vaca entre en celo y pueda ser montada o inseminada, generando una fertilización exitosa. (Hernandez J. Zabala, 2007).

3.2.8.3. Metaestro

Es el periodo de 4 a 5 días siguientes al celo. El pico de LH y FSH genera la ruptura del folículo entre 10 y 14 horas de haber finalizado el estro, dando inicio a la ovulación. Según (Hernandez J. Zabala, 2007) las células de la teca y de la granulosa sensibilizan el folículo colapsado a la acción de la LH para que comience la formación del cuerpo amarillo o cuerpo lúteo, que produce progesterona siendo la hormona responsable para la preparación del útero hacia la preñez y de la inhibición de la presentación de un nuevo ciclo. (Guáqueta, 2009).

Entre uno y tres días después del estro se presenta una descarga vaginal mucosanguinolenta indicando que el celo ha ocurrido y que dentro de 18 a 21 días se presentará de nuevo el estro, la sincronía entre el estro, el apareamiento y la ovulación es un factor crítico para la fertilización exitosa. (Galina & Valencia, 2019).

La vida media del óvulo es de aproximadamente 10 a 12 horas, y el espermatozoide sobrevive por unas 24 a 48 horas una vez depositado dentro del aparato reproductor de la hembra, el óvulo es recogido y transportado por el oviducto gracias a una gran cantidad de cilios ubicados dentro de su mucosa, para ser dirigido al encuentro con el espermatozoide en la parte media del oviducto donde se lleva la fertilización. (Colazo & Mapletoft, 2014).

3.2.8.4. Diestro

Es la fase más prolongada del ciclo estral (12 a 14 días), la ovulación marca la transición de la fase folicular a la fase lútea o diestro, que es la etapa más extensa del ciclo, los restos del folículo ovárico se convierten en una estructura llamada cuerpo lúteo, que es la encargada de producir la hormona progesterona (P4), cuya función es preparar al útero y mantener la preñez si el óvulo es fecundado. (Carvajal & Martinez, 2020).

El cuerpo lúteo madura y aumenta de tamaño, alcanzando mayor producción de progesterona a mitad del ciclo (entre los días 9 y 10). Si el óvulo no se fertiliza o el embrión temprano no se desarrolla, el útero libera la hormona prostaglandina F2 α (días 16 a 20) que induce la regresión del cuerpo lúteo (luteólisis) y por tanto la disminución en los niveles de progesterona. (Roa N. , 2003).

La LH realiza cambios en las células de la granulosa para dar lugar a la formación del cuerpo lúteo, que alcanza el diámetro máximo alrededor de los 8 a 10 días después de la ovulación. La progesterona en sangre se incrementa de forma paralela al crecimiento del cuerpo lúteo, hasta alcanzar los niveles máximos alrededor del día 10 y se mantiene elevada hasta el día 16 o 18 del ciclo. La FSH dará lugar a un nuevo folículo dominante no ovulatorio que sufrirá atresia y permitirá el desarrollo de otra onda folicular. (Hernandez C. , 2012)

Simultáneamente con el rápido crecimiento del folículo dominante de esa onda se da un incremento sustancial de los niveles de estrógenos, lo que hace que el ciclo se repita y la vaca empiece a presentar un nuevo ciclo estral. (Price & Orihuel, 2010).

3.2.8.5. Anestro

Después del parto hay un período de 30 a 45 días de reposo sexual en la vaca. Este período de reposo reproductivo es más largo en vacas lactantes o de ordeño intensivo.

Además del amamantamiento, un inadecuado consumo de nutrientes en relación con las demandas metabólicas es un factor que contribuye a prolongar el anestro posparto y aunque la naturaleza de estos factores y sus interacciones es compleja y poco conocida, muchos de ellos

parecen actuar por vía de mecanismos hormonales. El balance energético negativo reduce la disponibilidad de glucosa e incrementa la movilización de reservas corporales. El metabolismo basal, la actividad, el crecimiento y la lactancia tienen prioridad sobre los procesos reproductivos, como el reinicio de la ciclicidad y el establecimiento y mantenimiento de una nueva preñez. La transición de un balance energético negativo a uno positivo durante la lactancia está asociada al incremento en la frecuencia de pulsos de LH, lo cual sugiere que la secreción pulsátil de LH puede ser inhibida hasta tanto no se alcance el un balance energético positivo. (Baez & Grajales, 2022)

3.2.8.5.1. Puerperio

El puerperio se define como el período que transcurre desde el parto hasta que los órganos genitales vuelven a su estado fisiológico e histológico normal, como en estado normal no grávido. En esta fase inmediata al parto, ocurren procesos fisiológicos de modificaciones en el útero en los que este órgano se recupera de la gestación y se prepara para la siguiente. (Guevara, 2008)

Las modificaciones que suceden consisten en el restablecimiento de la forma del cérvix disminución del volumen uterino; involución caruncular y reparación endometrial; ciclo de eliminación de loquios; flora bacteriana, infección uterina, mecanismo de defensa y reinicio de la ciclicidad. (Rutter, 2002).

Según (Reineri Pablo, 2016). El puerperio en bovinos se clasifica en tres etapas: puerperio temprano, puerperio clínico y puerperio completo.

- El puerperio temprano tiene una duración de 9 días durante los cuales se debe dejar caer la placenta de forma natural o manual.
- El puerperio clínico tiene una duración de 21 días durante los cuales el útero vuelve a su tamaño normal, pero no a su estructura histológica normal.
- El puerperio completo dura unos 42 días durante los cuales el útero recupera su estructura histológica normal como antes de la preñez.

A la vez según (Hernandez J. Zabala, 2007); se clasifica en periodo puerperal, periodo intermedio (o periodo preovulatorio) y periodo postovulatorio.:

- El período puerperal se extiende desde el parto hasta el inicio de la sensibilidad pituitaria a la GnRH a los 10-12 días posparto.

- El período intermedio o preovulatorio es el período que se extiende desde el inicio de la sensibilidad pituitaria a la GnRH hasta la primera ovulación a los 20-30 días posparto.
- El período post-ovulatorio es el período que comienza con la primera ovulación y dura hasta la involución uterina completa a los 40-45 días después del parto.

Los cambios fisiológicos que ocurren durante el puerperio incluyen la involución uterina, la reanudación de la función ovárica y el retorno a la actividad cíclica, así como la eliminación de la contaminación bacteriana de la luz uterina que ocurre durante el parto. (INTAGRI, 2018).

3.2.8.5.1.1. Involución uterina

La involución uterina es la restauración del útero a su tamaño y función normal después del parto y depende de la tasa de contracciones del miometrio y los niveles de prostaglandinas. La eliminación de la infección bacteriana y la regeneración histológica del endometrio, en vacas lecheras ocurre dentro de los cuarenta a cincuenta días posteriores al parto. (Atuesta, 2011).

(Rutter, 2002); la involución uterina resulta de tres procesos superpuestos:

- Contracción uterina. En el posparto las contracciones uterinas y la incipiente involución uterina favorecen a la eliminación de los loquios y la limpieza del útero lo que produce una disminución en el volumen de los placentomas, con reducción del pedúnculo, modificaciones alternas de la forma de las carúnculas y la separación (alargamiento) de las criptas. Las membranas fetales se invaginan a partir del ápex del cuerno grávido y se inicia así la progresiva expulsión hacia el exterior.
- Pérdida de tejido: Se observan cambios degenerativos a nivel del epitelio caruncular, lo que facilita la separación entre el cotiledón y la carúncula, la masa caruncular es sometida a una necrosis considerable y la luz de la mayoría de los vasos sanguíneos ubicados en el pedúnculo caruncular desaparecen completamente debido a la vasoconstricción.
- Reparación de tejido: el proceso de recuperación del tejido perdido es de crecimiento centrípeto de un nuevo epitelio alrededor de las glándulas uterinas para cubrir las superficies de las carúnculas, algunos de los vasos sanguíneos se retraen y algunos nuevos se forman en el estrato compacto, las glándulas uterinas se restablecen a su condición cíclica.

La demora en la eliminación de las membranas fetales desencadena un cuadro patológico de mayor o menor gravedad. Debido a estos tiempos podemos clasificar como placenta demorada toda placenta que no es eliminada a partir de las 12 horas y placenta retenida cuando no es eliminada a partir de las 24 horas pos parto. (Rutter, 2018).

3.2.8.5.1.2. Actividad ovárica posparto

La reanudación de la ciclicidad ovárica, según (Elmetwally, 2018) depende de la tasa de recuperación de la interacción hipotálamo-pituitaria que parece ocurrir en tres fases distintas.

- La primera fase comienza de 2 a 4 semanas después del parto y se caracteriza por la reposición de LH en la hipófisis anterior. El ciclo de agotamiento/repleción de la LH de la hipófisis anterior es claramente un factor limitante importante para la recuperación posparto temprana.
- La segunda fase está relacionada con un aumento de la sensibilidad del hipotálamo al efecto de retroalimentación positiva del estradiol.
- La tercera fase de la recuperación requiere escapar de los efectos de la lactancia. La acción inhibitoria de la preñez sobre el desarrollo folicular en la vaca continúa después del parto por un mecanismo postulado para involucrar el cuerno uterino previamente grávido y/o el ovario que contiene el cuerpo lúteo de la preñez.

Esta acción inhibidora continúa durante unos 20 días después del parto y reduce la frecuencia de la ovulación desde el ovario homolateral al cuerno uterino previamente grávido, de manera similar, el eje ovario-uterino ejerce un efecto inhibitor sobre la secreción hipofisaria de LH durante el período posparto temprano. (Atuesta, 2011).

3.3. Desarrollo folicular

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. (Atuesta, 2011).

El folículo alcanza un tamaño marcadamente superior a los demás y 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. (Angulo Á. , Muñoz, Gonzalez, & Alvarez, 2004) La causa por la cual regresiona el folículo dominante (FD) 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. (Sintex, 2005).

La hembra bovina nace con aproximadamente 200 mil folículos primordiales, estos se activan y se transforman en folículos primarios y secundarios y su desarrollo es independiente de las gonadotropinas, cuando los folículos se desarrollan a una etapa terciaria, se vuelven dependientes de las gonadotropinas (etapa antral). (Filipiak, 2016).

El crecimiento folicular en la etapa antral ocurre en forma de oleadas y cada oleada comienza con un aumento en los niveles de FSH, promoviendo el proceso de reclutamiento donde se lleva a cabo el crecimiento de cinco a seis folículos (con un diámetro promedio de 4 mm). (Filipiak, 2016).

Durante el ciclo estral se presentan de dos a tres oleadas foliculares, las vacas con tres oleadas foliculares tienen una fase lútea más larga y en consecuencia un ciclo estral más largo, de 22 a 23 días; mientras que las vacas que tienen dos oleadas presentan un ciclo estral de 18 a 21 días. En las vacas lecheras, alrededor del 70 % presenta dos oleadas foliculares, mientras que 30 % muestra tres oleadas. (Benelli, 2001).

El folículo dominante cambia su dependencia por la hormona FSH a la LH, debido a los receptores de LH en las células de la teca, se incrementan las concentraciones de estrógenos e inhibina y se observa una disminución en las concentraciones de FSH. (Carvajal & Martínez, 2020).

El folículo dominante (8 mm diámetro) perdura de cuatro a seis días, si no llega a ovular sufre atresia y bajan los niveles de estrógenos e inhibina, se observa un incremento de las concentraciones de FSH y se inicia una nueva oleada folicular. El folículo dominante que está presente cuando el cuerpo lúteo sufre regresión, continúa y completa su maduración produciendo niveles de estrógenos suficientes para provocar la liberación máxima de la GnRH, desencadenando el pico preovulatorio de la LH. (Benelli, 2001).

La secreción de LH del pico preovulatorio provoca la ovulación 30 horas aproximadamente e inicia los cambios para que el folículo se transforme en un cuerpo lúteo, proceso conocido como luteinización o luteogénesis. (Hernandez C. , 2012).

El proceso de luteinización comienza desde la elevación preovulatoria de LH, antes de la ovulación, la hormona $\text{PGF}_2\alpha$ proveniente de la teca externa induce contracciones, llevando a la ruptura folicular y a la expulsión del ovocito. (INTAGRI, 2018).

Los estrógenos producidos en el folículo dominante que promueven la síntesis de receptores para oxitocina y estimulan en el endometrio la producción de la fosfolipasa A y de la ciclooxigenasa, enzimas indispensables para la síntesis de la PGF 2α . (Machinski, Marciel, Bergstein, & Romualdo, 2018). Después de un periodo de 12 a 14 días de exposición a progesterona, las células endometriales se vuelven insensibles a esta hormona y sintetizan receptores para estradiol, permitiendo que el estradiol producido en el folículo dominante estimule la síntesis de receptores para oxitocina. (Machinski, Marciel, Bergstein, & Romualdo, 2018).

Si en el día 16 del ciclo de estral no hay implantación de embrión, la regresión del cuerpo lúteo se produce por la acción de la prostaglandina F 2α secretada por el útero de la vaca, disminuyendo los niveles séricos de progesterona (Clarke, 2002).

Tabla 3. Dinámica folicular por días y la acción fisiológica hormonal

DIAS	ACCION FISIOLÓGICA Y HORMONAL	
DIA 0	La vaca entra en estro	Alta concentración de estrógenos
	LH es liberada por la hipófisis	Ovulación del folículo Graaf
DIAS 1-2	Las células que antes se encargaban de los cambios foliculares se convierten en las células del cuerpo lúteo, causado por acción hormonal de la LH	
DIAS 2-5	El cuerpo lúteo se desarrolla	en tamaño y función.
	Se observan numerosos folículos en el ovario	Al día 5 comienza la regresión
DIAS 5-16	El cuerpo lúteo alcanza su en el día 15 o 16.	máximo crecimiento y función
	Secreción de progesterona, inhibe la liberación de LH por la hipófisis.	Los ovarios son inactivos ya que los folículos no alcanzan la madurez por la alta concentración de progesterona
DIAS 16-18	Incremento del crecimiento por el ovario estimula la secreción rápida regresión del cuerpo luteo .	folicular y la secreción de estrógenos de PGF 2α por el útero causando una

Fuente: (Cortes, 2014); (Turner & Anger, 2012); (Machinski, Marciel, Bergstein, & Romualdo, 2018).

3.3.1. Foliculogénesis y ovulación

El folículo maduro debe expulsar un óvulo maduro en la ovulación, es por esto que el desarrollo y maduración del ovocito (ovogénesis) se debe producir de manera paralela a la foliculogénesis.

Según (Turner & Anger, 2012). Los folículos primordiales contendrán ovocitos primarios detenidos en la profase de la primera división de la meiosis, una vez que llega la pubertad, estos ovocitos primarios podrán continuar su maduración.

En los folículos de Graaf, el pico de la LH es el que desencadena que el ovocito primario de lugar a un ovocito secundario y al primer corpúsculo polar, el ovocito secundario en metafase de la meiosis II será ovulado en este estadio, considerado maduro, a las trompas de Falopio.

Si se produce fecundación el ovocito secundario podrá completar la meiosis a un ovocito fecundado (cigoto) y al segundo corpúsculo polar, de no ser fecundado el ovocito secundario se degenerará. (Cortes, 2014).

3.4. Hormonas de la reproducción

Las hormonas reproductivas se agrupan, de acuerdo a su estructura bioquímica, en: Glucoproteínas, Polipéptidos, Esteroides, Ácidos grasos y Aminoácidos. Según su estructura química se dividen en: proteínas, hormonas polipeptídicas (como la oxitocina, FSH y LH). Esteroides, derivados del colesterol, la testosterona, estrógeno y progesterona. Ácidos grasos, derivados del ácido araquidónico, prostaglandina F_{2α}. Aminoácidos, derivados de tirosina o triptófano, melatonina. (Guitierrez, 2008).

Cualquier alteración en el eje hipotálamo–hipófisis y gonadal incide en la formación de alteraciones patológicas como los quistes ováricos en vacas; bajas concentraciones de hormona luteinizante (LH) o en la liberación del factor de gonadotropina (GnRh) se relaciona con hipofunción adrenal, infección uterina y otras enfermedades post-parto. (William, 2012).

3.4.1. Hormonas hipotalámicas

El hipotálamo se encuentra en la base del cerebro, está formado por núcleos pares de neuronas y se comunica con la hipófisis mediante un sistema circulatorio especializado conocido como sistema porta-hipotálamo-hipofisiario. (Ceron, 2016).

En hembras rumiantes domésticas el eje hipotálamo-pituitario-ovárico controla la actividad reproductiva, regulando la interacción entre los mecanismos endocrinos y paracrinos,

que a su vez involucran factores de crecimiento y otras sustancias, producidas localmente en los ovarios. (Franco & Uribe Velasquez, 2012).

3.4.1.1. Hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH).

La hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) es una hormona producida por las neuronas del núcleo del hipotálamo y es secretada a la circulación por la hipófisis. Su función consiste en regular la producción de gonadotropinas (FSH y LH) las cuales son indispensables para el correcto funcionamiento del aparato reproductor. (Pelligrino & Untura, 2013).

Los estrógenos pueden ejercer retroalimentación positiva o negativa sobre la secreción de la GnRH. La progesterona disminuye la secreción de la GnRH, así como la respuesta de la hipófisis, inhibiendo la maduración folicular y la ovulación. (Ceron, 2016).

La GnRH tiene dos formas de secreción: la primera es pulsátil o tónica, regulada por estímulos externos (fotoperiodo, bioestimulación, amamantamiento) y por estímulos internos (metabolitos, hormonas metabólicas, hormonas sexuales). La segunda forma es la preovulatoria o cíclica y es estimulada por los estrógenos durante el estro. (Benelli, 2001).

La GnRH ofrece soluciones para el control reproductivo del ciclo y en vacas con un definido problema de baja fertilidad, siendo amplia su aplicación clínica en la prevención de la mortalidad embrionaria, inducción de la ovulación en casos de disfunción ovárica y del anestro posparto, en el control del desarrollo folicular y en los programas de sincronización de la ovulación en conjunto con la PGF2. (Gutiérrez, 2005).

La GnRH que se administra en el inicio del tratamiento de sincronización tiene el objetivo de inducir la ovulación del folículo dominante y es seguida por la iniciación de una nueva onda folicular aproximadamente 2 días después. (Morgan, Sellar, Pawson, Zhi-Liang, & Millar, 2006).

3.4.1.2. Oxitocina

La oxitocina y la vasopresina están constituidas por 8 aminoácidos; la primera influye sobre todo en la musculatura lisa del útero y del oviducto y luego en también en las células mioepiteliales de la ubre relacionadas con la eyección de la leche. (Sequeira, 2013).

La hormona oxitocina, que también es producida en el hipotálamo, es almacenada en la adenohipófisis e intervendrá en los procesos de parto, bajada de la leche, transporte de espermatozoides en el útero, así como en el proceso de luteolisis o ruptura del cuerpo lúteo en el ovario. (INATEC, 2016).

Su acción contráctil actúa sobre la musculatura lisa y sobre células mioepiteliales de la glándula mamaria (eyección láctea). También actúa sobre las fibras longitudinales del miometrio permitiendo la expulsión del feto durante el parto y después del parto la involución uterina. De esta manera ayuda al parto y a la expulsión de placentas retenidas. Es liberada durante el coito (por macho y hembra) favoreciendo el transporte espermático y el descenso del óvulo. También induce la síntesis de $\text{PGF2}\alpha$ en la mucosa uterina participando en la luteolisis. (Pascual, 2018).

La acción principal de la oxitocina es la secreción de leche mediante contracción de las células mioepiteliales que rodean los alvéolos mamarios. (Guitierrez, 2008).

Es importante en la estimulación de las contracciones uterinas, que facilitan el transporte del espermatozoide en las vías genitales de la vaca, también se secreta durante el parto produciendo las contracciones uterinas necesarias para la expulsión del feto, los estrógenos estimulan la síntesis de los receptores para oxitocina. (Atuesta, 2011).

En bovinos se ha identificado receptores o la unión específica de oxitocina, únicamente en el miometrio, endometrio, placenta, ovario, cuerpo lúteo, testículo, glándulas mamarias y adrenales Arévalo, (2013). La adrenalina, secretada en el estrés, disminuye la bajada de la leche al bloquear la acción de la oxitocina. (Guitierrez, 2008).

3.4.2. Hormonas adenohipofisarias gonadotróficas

El lóbulo anterior de la hipófisis, además de la prolactina que tiene que ver con la fisiología de la lactación, secreta dos hormonas gonadotróficas, FSH y LH. Ambas son glucoproteínicas. La secreción de las gonadotropinas hipofisarias está bajo control de la GnRH hipotalámica, obedeciendo a una modulación o feed back negativo por parte de los esteroides gonadales (estrógeno y progesterona en la hembra, testosterona en el macho). (Clarke, 2002).

3.4.2.1. Hormona folículo estimulante FSH

Es una glicoproteína compuesta por dos subunidades, α común a la FSH, LH y TSH, y la β específica en su actividad biológica. El periodo de vida media es de +/- 2.5 horas. FSH regula el desarrollo, el crecimiento, la maduración puberal, y los procesos reproductivos del cuerpo. FSH y LH actúan de forma sinérgica en la reproducción. (Gonzales & Sot Belloso, 2008).

Su acción es estimular periódicamente el desarrollo y crecimiento folicular, determinando las ondas de crecimiento folicular durante el ciclo estral (aumenta FSH= inicio de la onda, disminuye FSH= se selecciona el folículo dominante). (Jiménez, 2016)

Los folículos tienen receptores para FSH desde el estadio antral hasta el preovulatorio, junto con la LH es responsable de la síntesis de estrógeno por los folículos en las células de la granulosa, una aromatasas que transforma sustancias androgénicas a 17β estradiol en la hembra también en las células de Sertoli (macho), se utiliza en tratamientos de súper ovulación para transferencias de embriones para hacer la estimulación ovárica controlada (Colazo M. M., 2005)

3.4.2.2. Hormona luteinizante LH

Es una glicoproteína, con características químicas y tamaño molecular muy similar a la FSH, por las células basófilas de la adenohipófisis, su vida media es de 30 minutos Henao y Trujillo, (2000). La liberación de LH de la glándula hipófisis es regulada por la producción pulsátil de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), estos impulsos a su vez, están sujetos a la retroalimentación del estrógeno proveniente de las gónadas (Echeverría & Robles, 2014).

Su acción es incrementar el flujo sanguíneo en el ovario (efecto hiperhémico), que estimula por sí sola en la teca interna del folículo, la síntesis de testosterona a partir de colesterol en la hembra y en el macho actúa sobre las células de Leydig, induce la formación del cuerpo lúteo y lo mantiene al estimular la secreción de progesterona por el cuerpo lúteo, para inducir la ovulación. Se utiliza para sincronizar celos y tratar quistes ováricos. (Adams, 2001).

3.4.2.3. Prolactina

La prolactina es la principal hormona implicada en la lactogénesis, forma parte del complejo de hormonas que intervienen en el desarrollo mamario (mamogénesis), y el inicio de la lactación. (Zuluaga, 2010).

Es considerada como el factor primario requerido para el crecimiento y la diferenciación celular de este tejido. su relación con los estrógenos y el estrés, así como sus funciones reproductivas incluso relacionadas con la fertilidad. (Otero, 2001).

3.4.3. Hormonas Gonadales

Las hormonas gonadales pertenecen al grupo de las hormonas esteroideas caracterizada químicamente por poseer un núcleo tetracíclico, bajo condiciones fisiológicas ejercen múltiples

efectos en el organismo, actúan especialmente sobre los órganos sexuales accesorios e influyen en los caracteres sexuales secundarios (Roa N. , 2005)

3.4.3.1. Hormonas gonadales esteroideas

Secretadas por los ovarios, testículos, y corteza suprarrenal a partir del acetato, las hormonas esteroideas tienen una estructura química básica común: el núcleo está formado por el ciclo pentanoperhidrofenantreno, como el colesterol, difiriendo de las hormonas solo en las cadenas laterales unidas a este núcleo (Roa N. , 2005)

3.4.3.2. Progestágenos

Hormonas con un efecto similar a la progesterona, el único progestágeno natural. Todos los demás progestágenos son sintéticos.

3.4.3.2.1. Progesterona

(Hafez & Hafez, 2002) Describen a la P4 como el progestágeno natural más prevalente y es secretada por células lúteas del cuerpo amarillo, la placenta y la glándula suprarrenal. La secreción de la P4 es estimulada por la LH principalmente. Este autor señala las siguientes funciones:

- Prepara el endometrio para la implantación mantenimiento de la preñez, lo cual aumenta la actividad de las glándulas secretorias en el endometrio e inhibe la movilidad del miometrio.
- Actúa sinérgicamente con los estrógenos para inducir el comportamiento estral.
- En concentraciones altas, inhibe el estro y la oleada ovulatoria de LH.
- La P4 mantiene la preñez por inhibición de las contracciones uterinas y promoción del desarrollo glandular en el endometrio y promover el desarrollo alveolar de las glándulas mamarias. Además, agrega que tiene acciones sinérgicas los estrógenos y los progestágenos en la preparación del útero para la preñez y las glándulas mamarias para la lactancia.

Altas concentraciones de progesterona inhiben el estro y la oleada ovulatoria de la LH en ausencia de gravidez, el cuerpo amarillo constituye la fuente fisiológica de la progesterona. Es anabólica, contribuye a la ganancia de peso y deposición de reservas en la madre a pesar del crecimiento fetal, ayuda al cierre del canal cervical y se utiliza para sincronizar celos (Souza, 2016).

3.4.3.3. Estrógenos

Son producidos por los ovarios, en menores cantidades por las glándulas adrenales, inducen fenómenos de proliferación celular sobre los órganos, principalmente endometrio, glándula mamaria y el mismo ovario (Adams, 2001).

Dentro de sus acciones regula la secreción de LH y FSH para la ovulación, ayuda a la relajación del cérvix, estimula la asimilación de calcio y la osificación, durante el estro se observa, edema genital e hinchazón de vulva, estimula la síntesis de oxitocina en útero. Se utiliza para el control de los ciclos estrales, inducción de parto, expulsión de placentas, (Añez, 2005).

3.4.3.4. Hormonas gonadales no esteroideas.

3.4.3.4.1. Inhibina

La inhibina es una hormona glicoproteína secretada por las células de Sertoli del testículo y por las células de la granulosa del ovario en el líquido folicular, causa inhibición específica sobre la secreción de FSH y es producida predominantemente por las células de la granulosa y su producción es estimulada por andrógenos (Añez, 2005).

La producción de Inhibina es influenciada por el tamaño y la ausencia de atresia de los folículos, las células de la granulosa de folículos atrésicos y pequeños no atrésicos (5 mm) producen cantidades similares de Inhibina in vitro, como el aumento del diámetro folicular también se incrementa la capacidad producir Inhibina. (Pardo, 2004).

3.4.3.4.2. Relaxina

La relaxina es un polipeptido producido por el cuerpo lúteo del ovario y segregada por la placenta en las últimas fases de la preñez para madurar el cuello del útero (cérvix) y prepararlo para el trabajo de parto, ayuda a la inhibición de las contracciones miométriales y mejora la motilidad del espermatozoides en el semen (Becker & Hewitson).

3.4.4. Hormonas placentarias

La placenta de la yegua y de la mujer sintetizan gonadotropinas con características similares a las gonadotropinas hipofisarias. Estas gonadotropinas extra-hipofisarias son la gonadotropina coriónica equina (eCG), antes conocida como gonadotropina del suero de yegua preñada (PMSG) y la gonadotropina coriónica humana (hCG) (Franco & Uribe Velasquez, 2012).

Esas hormonas actúan sobre las células gonadales de la hembra gestante estimulando la biosíntesis de las hormonas esteroidales. Las cadenas de hCG y eCG son mayores en número de aminoácidos al ser comparadas con las gonadotropinas hipofisarias (Franco & Uribe Velasquez, 2012).

3.4.4.1. Gonadotropina coriónica equina (eCG)

La eCG es una hormona producida por las copas endometriales de la yegua preñada (30 a 140 días de gestación), que tiene la capacidad de unirse a los receptores FSH y LH de los folículos y a los receptores LH del cuerpo lúteo. En equinos, su función es la de causar la ovulación o luteinización de los folículos durante la gestación con el consecuente aumento de la progesterona (P4) circulante. (Baruselli, Sales, Crepaldi, Marques, & Ferreira, 2014).

Según Hernán, et al., (2016); Cuando la eCG es administrada en vacas en anestro crea condiciones para estimular el crecimiento folicular y la ovulación incluso en vacas con pobre CC y/o periodos pos parto demasiado cortos (inferiores a dos meses) Se puede suponer que el aumento en las tasas de concepción se debe a:

- 1) Incremento de la tasa de ovulación, principalmente en animales en anestro.
- 2) Aumento de las concentraciones plasmáticas de p4 en el diestro siguiente a la IATF que pueden mejorar el desarrollo embrionario y la mantención de la gestación.

3.4.4.2. Gonadotropina coriónica humana (hCG)

La hCG promueve la maduración del folículo al estimular la producción de andrógenos por las células de la teca induciendo la ovulación del folículo dominante. Debido a su larga vida media, también estimula la formación y función del cuerpo lúteo (Velazquez, 2014).

3.4.5. Hormonas uterinas.

3.4.5.1. Prostaglandinas

Su acción es el control de la presión sanguínea, lipólisis, coagulación de la sangre, secreciones gástricas, función renal y respiratoria, ovulación, contracciones uterinas que facilitan el parto, el transporte de espermatozoides, involución uterina, luteotrofica, luteólisis, y se utiliza para la sincronización de celos (Adams, 2001).

3.4.5.1.1. Prostaglandina F2 alfa (PGF₂α).

La función más importante de las PGF₂α es la inducción del cuerpo lúteo, ya sea para el final de la fase lútea o final de la gestación, además también puede tener un efecto directo sobre

los receptores a hormonas luteotrópicas, captación y transporte de colesterol hacia la mitocondria. (Jimenez, Cordova, Guerra, & Bedolla, 2021).

Como Análogos sintéticos está el Cloprostenol, por su componente enantiómero dextrógiro (molécula biológica activa) le permite tener 3.5 veces mayor especialidad que una prostaglandina natural (Jimenez, Cordova, Guerra, & Bedolla, 2021).

3.5. Protocolo de sincronización

Existen varios tipos de protocolos el más utilizado y estudiado es el protocolo Ovsynch, uno de los protocolos desarrollados para la inseminación a tiempo fijo. Dentro del protocolo que se utiliza en el trabajo de investigación es: Disp. P4+BE+eCG+PGF2 α +ECP que consiste en administrar 2 mg de benzoato de estradiol (BE) por vía intramuscular(IM) junto con la inserción del dispositivo intravaginal con liberación de progesterona (Disp. P4) en lo que se denomina el Día 0 del tratamiento. En el Día ocho se extrae el dispositivo y se aplica una dosis de prostaglandina luteolítica (PGF2 α), 1 mg de cipionato de estradiol (ECP) (IM) en el mismo momento (Averanga & Aliaga, 2019).

3.5.1. Sincronización de celo

Este método involucra la manipulación o el control del ciclo estral con la finalidad que las hembras elegidas dentro de un hato expresen celo (Angulo A. , Muñoz, Gonzales, & Alvarez, 2004)

En ganado bovino se ha utilizado para agrupar el celo en un periodo de tiempo determinado y con esto obtener un porcentaje de gestación optimo, la manipulación del ciclo estral surge debido a que ciertos factores relacionados al manejo y al ambiente que afectan la eficiencia reproductiva de los bovinos en producción (Boga & Baruselli, 2002)

Para el protocolo de sincronización se utiliza las prostaglandinas (administradas intramuscularmente) que permiten agrupar los celos, pero no sincronizar las ovulaciones, por eso se desarrollaron Dispositivos Impregnados con Progesterona (Disp.P4) para lograr la sincronización, así quedó constituido el protocolo con el uso de Progesterona Intravaginal combinada con el uso intramuscular de ésteres de estradiol (E), prostaglandinas (gonadotropina coriónica equina eCG) y hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) (Galina & Valencia, 2019)

3.5.2. Dispositivos intravaginales

Los dispositivos intravaginales que se comercializan actualmente contienen progesterona natural, esta se libera por difusión desde una cápsula de silicón sobre una espina de nylon, la cual está adaptada para retener el dispositivo dentro de la vagina. (Arteaga, Hurtado, & Zambrano, 2016).

La progesterona se absorbe a través de la mucosa vaginal, dando como resultando niveles en plasma suficientes para suprimir la liberación de LH y FSH de la adenohipófisis e inhibir el estro y la ovulación. (Angulo A. , Muñoz, Gonzales, & Alvarez, 2004).

El protocolo de administración hormonal consiste en la inserción de un dispositivo de liberación de progesterona y en la administración intramuscular de estradiol el Día 0 para sincronizar la emergencia de la onda folicular y evitar el desarrollo de folículos persistentes. Al momento de la remoción del DIB en los Días 7 u 8 para asegurar la luteólisis. (Marizancen & _ Artunduaga, 2017)

3.5.3. Benzoato de estradiol

El Benzoato de Estradiol es un derivado sintético del 17beta Estradiol, hormona esteroidea sintetizada por el folículo ovárico desarrollada para optimizar los resultados reproductivos de los tratamientos con progestágenos indicado en anestro posparto, celo silencioso y sincronización de celo (Vademecum, 2022).

El uso de Benzoato de Estradiol al momento de la aplicación del progestágeno (considerado este como día 0) provoca una nueva onda folicular; la aplicación del Benzoato de Estradiol 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 (Boga & Baruselli, 2002).

3.5.4. Cipionato de estradiol

El Cipionato de estradiol es un agente hormonal estrogénico indicado para el manejo reproductivo del Bovino. Es utilizando como complemento en la inducción y sincronización de celos con progestágenos, con prostaglandinas y GnRH o como complemento en el tratamiento del anestro posparto en Bovinos (Vademecum, 2022).

3.6. Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF)

La Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) es una técnica que, mediante la utilización secuencial de hormonas, permite sincronizar los celos y ovulaciones, lo que permite o hace posible inseminar una gran cantidad de animales en un período corto de tiempo. (Rojas, 2020)

Entre los beneficios de la IATF se puede mencionar: Mejoramiento genético, concentración del período de monta, evitar la detección de celo, reducción del tiempo de la estación reproductiva, acortamiento del período de anestro post parto, mejora en los índices reproductivos y productivos, aumento de la proporción de vientres que empreñan temprano, incremento en los kilogramos destetados y mejor atención post parto a los vientres y a los terneros (Boga & Baruselli, 2002).

3.7. Progesterona parenteral

La progesterona es una hormona esteroide y determina la duración del ciclo estral a través del bloqueo de la secreción de la hormona liberadora de las gonadotrofinas (GnRH) en el hipotálamo y por lo tanto la LH y la ovulación. (Vademecum, 2022).

3.8 Diagnóstico de preñez

El diagnóstico de preñez en animales se lleva a cabo mediante técnicas no invasivas que permiten determinar los diferentes cambios del tracto reproductivo durante el proceso de gestación, dentro de las cuales se encuentran el tacto rectal y la ecografía. (Quintela, 2006).

Ambas técnicas deben ser realizadas por personal capacitado para lograr la mayor confiabilidad y certeza del diagnóstico, cuya finalidad es la toma de decisiones para mejorar los parámetros reproductivos y productivos de los animales domésticos (Quintela, 2006).

El diagnóstico temprano de la preñez es esencial para el manejo reproductivo, así como para la producción económica. La elección del método depende de la especie, la etapa de la gestación, el costo y la rapidez del diagnóstico (Hafez H. , 2000)

4. LOCALIZACIÓN

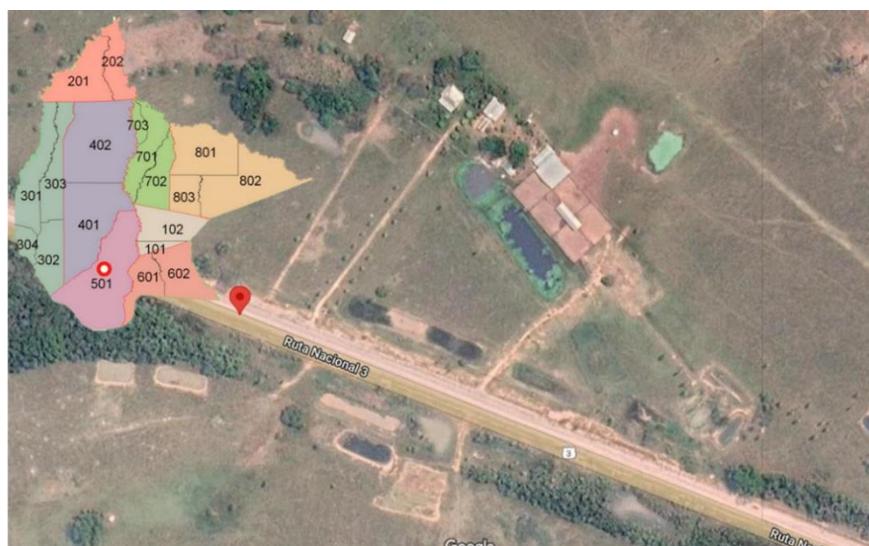
4.1. Área de investigación

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la Estancia Ganadera "Chevejecure" ubicado a 58.8 km de San Ignacio de Moxos de la provincia José Ballivián, departamento del Beni. El municipio cuenta con una superficie de 13.350 km² (CIDDEBENI, 2012)

4.2. Ubicación geográfica

El Municipio de San Ignacio de Moxos se encuentra ubicado entre las siguientes coordenadas geográficas: Latitud: -14.8519, Longitud: -66.7486 14° 51' 7" Sur, 66° 44' 55" Oeste y Latitud sur: 14° 10' 00" y longitud 064° 57' 00" oeste respectivamente, a una altitud entre 193 y 170 m.s.n.m.

Se encuentra dentro los límites de la provincia Moxos del departamento del Beni, esta provincia limita al Norte con la provincia Cercado, al Sur, con el departamento de Cochabamba, al Este con la provincia Marbán, y al Oeste con las Provincias Yacuma y Ballivián. (CIDDEBENI, 2012).



Nota: Adaptación satelital de Google Maps (2023)

4.3. Características ecológicas de la región

4.3.1. Temperatura

El clima de la región corresponde a un clima tropical transicional hacia un clima subtropical, durante todos los meses del año existe una temperatura media mayor a 18°C, uno a

tres meses con precipitación mensual menor de 60mm, con una época seca en el invierno y una diferencia de las temperaturas promedias mensuales máximas y mínimas menor de 25°C y 27°C, (CIDDEBENI, 2012)

4.3.2. Humedad

La humedad relativa según los datos medios mensuales de 9 estaciones meteorológicas del Beni es variable entre 66 y 82 por ciento. En el transcurso del año se presentan ligeras fluctuaciones estacionales que coinciden con los periodos de lluvias (diciembre-marzo) y los periodos secos de junio a septiembre. (CIDDEBENI, 2012).

4.3.3. Precipitación

La precipitación anual del departamento alcanza un máximo de 2.500 mm y un mínimo de 1.400 mm, la promedia anual es de 1.800 mm. La variabilidad entre años con respecto a los días de lluvia y la precipitación mensual es muy grande. La época lluviosa se inicia generalmente en octubre para concluir en marzo, siendo los meses más lluviosos diciembre hasta marzo, con un máximo en enero. (CIDDEBENI, 2012).

4.3.4. Fauna

La fauna de las sabanas tiene una menor riqueza específica que los bosques, entre los mamíferos característicos se encuentran el oso bandera (*Myrmecophaga tridactyla*), el borocho (*Chrysocyon brachiurus*), el ciervo de los pantanos (*Blastocerus dichotomus*) y el capibara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) cuyo ambiente es más propiamente el de lagos, lagunas y pantanos en la sabana. 3 (CIDDEBENI, 2012).

La avifauna presenta aves de gran tamaño como el piyo (*Rhea americana*) y varias cigüeñas y garzas. Los pantanos, curiches y yomomos albergan reptiles de talla grande como la sicurí (*Eunectes murinus*), el lagarto (Caimán yacaré) y el caimán (*Melanosuchus niger*). También se observan patos negros (*Cairina moschata*) y roncador (*Neochen jubata*), las tortugas del género *Podocnemis* conocidas como petas de agua y tatarugas (*Podocnemis unifilis* y *P. expansa*), dentro de los peces encontramos Serrasálmidos como el pacú (*Colossoma macroponum*); el sábalo (*Prochilodus nigricans*), ambas especies migratorias. (CIDDEBENI, 2012).

4.3.5. Flora

Moxos se caracteriza por tres macro-unidades: los bosques que abarcan la mayoría del área (aprox. 59 por ciento), las sabanas naturales de llanura (39 por ciento), y otras áreas como

cultivos y cuerpos de agua (2 por ciento). Las formaciones más diversas y con mayor potencial forestal corresponden al bosque de piedemonte y bosque alto de tierra firme de llanura, en un segundo nivel, los bosques de valles subandinos, y los bosques ribereños. (CIDDEBENI, 2012)

La vegetación de las sabanas tiene un potencial ganadero y forman complejos heterogéneos con los bosques húmedos de llanura, su estructura y su composición florística varía según la topografía y los suelos (alturas y bajuras). Los humedales como yomomos y curichis dentro el Municipio, constituyen áreas ecológicamente importantes ya que son áreas de resguardo para la fauna acuática (peces, lagartos, sicuris entre otros). (CIDDEBENI, 2012)

5. MATERIALES Y METODO

5.1. Materiales

5.1.1. Biológico

- Para el estudio se empleó 100 vacas mestizas cebú

5.1.2. De campo

- Overol
- Botas
- Guantes obstétricos de látex
- Guantes de látex
- Jeringas de 5 ml
- Ecógrafo Mindray Dpio Vet
- Agujas calibre 18
- Tijeras
- Papel absorbente
- Cronometro
- Descongelador automático de pajuelas
- Hipoclorito de sodio
- Balde
- Termo criogénico
- Nitrógeno líquido
- Equipo de inseminación artificial:
 - Funda descartable de aplicador
 - Aplicador

5.1.3. Insumos

- Progesterona (P4)
- Prostaglandina (PGF2 α)
- Dispositivo Intravaginal (P4) 0,5gr
- Benzoato de Estradiol (BE).

- Cipionato de estradiol (ECP).
- Gonadotrofina coriónica equina (ECG).
- Hormona liberadora de gonadotrofina (GnRH)

5.1.4. De gabinete

- Cuadernos de anotaciones
- Planilla de registros
- Laptop
- Cámara fotográfica

5.2. METODOS

La investigación se realizó en los meses de diciembre 2022 y febrero 2023 en vacas mestizas cebú. Para mejorar el porcentaje de preñez históricamente bajos en la estancia Chevejecure se trataron a vacas con progesterona vía intramuscular, cuatro días posterior a la IATF.

5.2.1. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

5.2.1.1. Selección de vacas

Para el presente trabajo se consideraron vacas problemas todas aquellas que no se preñaron en programas anteriores, previo examen por palpación y verificando mediante ultrasonido que sean vacas vacías para que estas puedan entrar al programa y tratamiento experimental. Todas las hembras seleccionadas fueron registradas en planilla de acuerdo al número de arete.

5.2.1.2. Protocolo de sincronización

A Todas las vacas seleccionadas se les realizo un lavado de la vulva y de la zona perineal con hipoclorito de sodio al 2%, esto para evitar cualquier alteración o problema de contaminación que desarrolle alguna patología.

Tabla 4. Protocolo de sincronización más progesterona

PROTOCOLO DE SINCRONIZACION MAS PROGESTERONA	
DIA 0	Dispositivo Intravaginal con P4 de 0,5gr + 2ml de benzoato de estradiol
DIA 7	Retiro del dispositivo intravaginal + 2 ml de Prostaglandina f2 α + 1ml de Cipionato de estradiol (ECP) +2 ml de Gonadotrofina coriónica equina (ECG).
DIA 9	IATF + 2.5 ml de Hormona libertadora de gonadotrofina (GnRH).
DIA 13	Tratamiento 1 ml de Progesterona vía intramuscular cuatro días posterior a la IATF.
DIA 43	Diagnóstico de preñez: El diagnóstico de preñez se realiza el día 43 post IATF, la metodología empleada será por ultrasonografía transrectal (Averanga & Aliaga, 2019)

Fuente: Elaboración propia (2023)

5.3. Análisis estadístico

Se utilizó la prueba estadística de tablas de contingencia, este método ayuda a comparar dos o más variables y permite examinar si hay una relación entre las variables cualitativas sean independientes y dependientes.

Se aplicó también, la prueba de Chi cuadrada (X^2), es un método de prueba de hipótesis, donde se quiere comprobar si las frecuencias observadas de una o más categorías se ajustan a las esperadas.

$$\chi^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Donde:

χ^2 : Ji calculado; variable respuesta

O_i = % valor observado en el i-esimo tratamiento

E_i = % valor esperado en el i-esimo tratamiento.

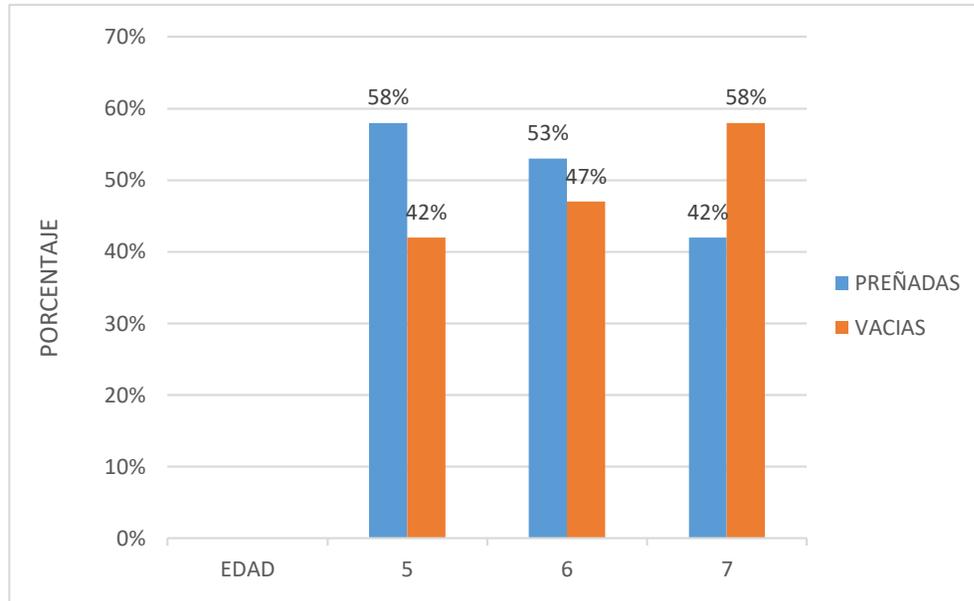
Fuente: (Clifford & Taylor, 2008)

6. RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1. Porcentaje de preñez de acuerdo a la edad

Los resultados del porcentaje de preñez en vacas lecheras tomando en cuenta como variable la edad, se muestran en la figura 3.

Figura 3. Porcentaje de preñez de acuerdo a la edad



Fuente: Elaboración propia (2023)

La grafica 3 nos indica el porcentaje de preñez de acuerdo a la edad, en vacas de 5 años se logró un 58% (7/12), de 6 años 53% (9/19) y de 7 años 42% (8/19) de preñez respectivamente.

Según la prueba estadística de Chi cuadrado $p=0.67$ y es $> 0,05$, lo que nos indica que no existe relación entre el porcentaje de preñez con la edad aceptando la hipótesis nula, pero se puede observar que las vacas de 5 años lograron una mejor respuesta al tratamiento con P4.

(Apolo, 2017) Realizo una investigación utilizando progesterona 3 días post inseminación, sobre el cuerpo lúteo y la fertilidad en 29 vacas de 4 y 6 años, divididas en dos fincas; la primera finca de 15 vacas Brahman (n= 5 grupo testigo, n=5 grupo 75 mg, n=5 grupo 100mg) y la segunda de 14 vacas Brown Swiss (n= 5 grupo testigo, n=4 grupo 75 mg, n=5 grupo 100mg). Obtuvieron como resultado en el porcentaje de preñez un 40% en grupo testigo, 44.4% en el grupo de 75mg y un 50% en el grupo de 100mg. Sin embargo, al realizar el análisis estadístico determino que no existe diferencia ($p>0,05$). En comparación con el presente trabajo

se observó un mayor porcentaje de preñez en vacas de 6 años, pero de igual manera se observa que no existió diferencia en la prueba estadística.

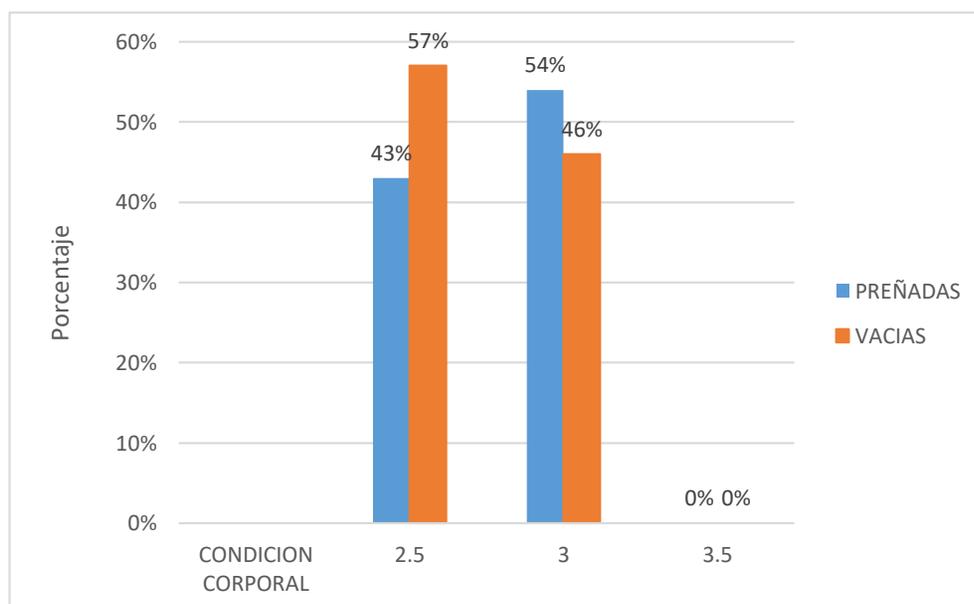
(Nisivich & Allignani, 2016) realizaron una investigación del uso comparativo de dos fuentes de progesterona para la IATF en vacas lecheras, a partir de los 70 días de lactancia. utilizo dispositivo Intravaginal de 1g de P4 vs P4 inyectable I.M. del total de 186 vacas tratadas, cada lote implico 93 vacas lecheras, resultando 38 preñadas (40,8%) con P4 inyectable y 36 preñadas (38,7%) tratadas con el dispositivo, las diferencias no fueron significativas (p menor a 0,05%)

(Pugliesi, y otros, 2015) Determino el efecto de la progesterona 4 días post-inseminación en vacas de la raza Nelore de 5 años, realizo el estudio en 783 vacas con una condición corporal de 3.7 en la escala de 1-5, utilizando 150 mg de P4 I.M, en 393 vacas que fueron objeto de estudio y 390 fue el testigo. Obtuvo como resultados que el grupo con P4 logro un 53.2% (209/393) y grupo testigo 56.2% (219/390). Nuestro estudio muestra resultados muy similares en cuanto al porcentaje de preñez.

6.2. Porcentaje de preñez de acuerdo a la condición corporal

Los resultados del porcentaje de preñez en vacas lecheras tomando en cuenta como variable la condición corporal CC, se muestran en la figura 4.

Figura 4. Porcentaje de preñez con relación a la condición corporal



Fuente: Elaboración propia (2023)

La grafica 4 nos indica el porcentaje de preñez de acuerdo a la C.C; en vacas con C.C de 2.5 se logró una preñez de 43% (10/23), con C.C de 3 un 54% (14/26) y con C.C. 3.5 un 0% (0/1).

Según la prueba estadística de Chi cuadrado $p= 0.48$ y es $> 0, 05$ nos indica que no existe relación en el porcentaje de preñez con respecto a la condición corporal aceptando la hipótesis nula, pero se puede observar que en vacas con C.C. de 3 se obtuvo una mejor respuesta al tratamiento con P4 con una diferencia de un 11 % entre vacas de 2.5 y 3.

En comparación al trabajo de investigación de (Roque, Montaldo, & Gutiérrez, 2016) trabajó con progesterona 5 días después de la inseminación en la fertilidad de vacas lecheras. En este experimento se usaron 855 vacas con una condición corporal (≤ 2.5 o > 2.5) de las cuales dividió en 2 grupos (n=427) recibieron 500 mg de progesterona y (n=428) no recibieron progesterona, obtuvo como resultados en el grupo P4 (32%) y el grupo testigo un (29%) como conclusión menciona que no se detectó efecto de interacción la inyección 5 días después de la inseminación, es decir que no mejora en porcentaje de concepción en vacas lecheras.

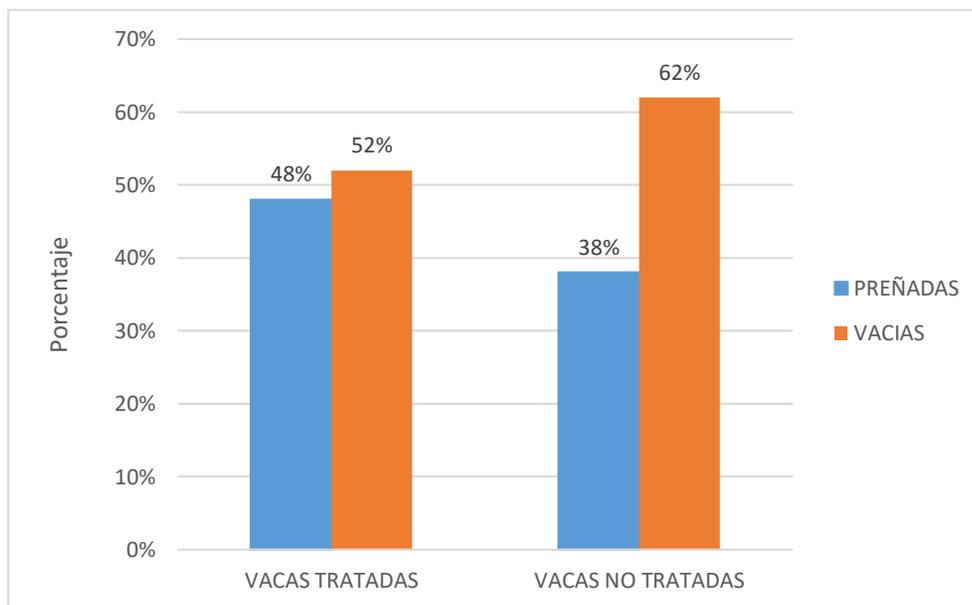
(Peñarnada D & Vega D, 2012) Realizó una investigación probando el efecto de la progesterona siete días post-inseminación en 70 vacas Holstein bajo las mismas condiciones en salud y nutrición con una condición corporal de 2,5 en la escala de 1-5, para el tratamiento se dividió en 2 grupos de 30 animales, grupo “A” (tratamiento P4) y grupo “B” (testigo). Obteniendo como resultados que el índice de preñez en “A” fue del 76.67%, y en “B” de 53.33%, en base al resultado del análisis de varianza se puede afirmar que existió un incremento de la preñez del 43,8%, existiendo un coeficiente de variación de 27.81 siendo aceptable para la investigación, en comparación a nuestro trabajo de investigación obtuvieron un mayor porcentaje de preñez ya que utilizaron vacas en buena salud y nutrición.

(Acosta & Rodriguez, 2011) Investigaron el porcentaje de preñez en vacas lecheras sometidas a sincronización de celo y la aplicación de progesterona el día 13 post-servicio, utilizaron 50 vacas de la raza Holstein, Pardo Suizo, Jersey y sus encastes con una condición corporal de $\geq 2,5$ y ≤ 4 en la escala de 1 a 5, dividió en dos grupos de 25 vacas se aplicó 125 mg de P4. obteniendo como resultados, vacas tratadas con P4 (12,25%) sin P4 (42,86%). Bajo las condiciones de este estudio la aplicación de P4 al día 13 post-servicio no mejoro los parámetros reproductivos en vacas lecheras sometidas a sincronización de celo, en comparación a nuestro trabajo obtuvimos mayor porcentaje de preñez la razón podría ser una mayor dosis.

6.3. Porcentaje de preñez tratadas y no tratadas

Los resultados del porcentaje de preñez en vacas lecheras tratadas y no tratadas, se muestran en la figura 5.

Figura 5. Porcentaje de preñez en vacas tratadas y no tratadas



Fuente: Elaboración propia (2023)

En el porcentaje de preñez del plantel lechero tratadas con P4 se logró un 48% (24/50), en cuanto a vacas no tratadas un 38 % (19/50), comparando estos resultados vemos que existe un 10% de incremento en la preñez del grupo de vacas tratadas con P4.

Al realizar el análisis de Chi cuadrado, se determinó que no existe diferencia estadística, ya que $p=0,31$ es $>$ a $0,05$ aceptando la hipótesis nula que nos indica que no existe diferencia en el porcentaje de preñez en base al reconocimiento embrionario en hembras mestizas cebú tratadas y no tratadas con P4.

En trabajos similares sobre el uso de la progesterona post IATF se estudiaron vacas ginecológicamente en buen estado reproductivo, en tanto que en el presente estudio la selección de las vacas fue entre aquellas consideradas “vacas problema” con resultados muy similares.

Se obtuvo resultados similares con el trabajo de (Flores Jiménez, Roque Velázquez, López Ordaz, & Benítez Sánchez, 2013) que trató vacas lecheras con progesterona cinco días después de la inseminación bajo el programa “am-pm/pm-am”. Utilizaron 561 vacas de primero y segundo servicio, asignaron al azar a dos tratamientos: P4 ($n=282$), recibieron 500mg de P4

I.M.; testigo (n=279), no recibieron progesterona. Obtuvieron como resultado que no hubo diferencia ($P>0.10$) en el porcentaje de concepción entre el grupo P4(44%) y el testigo (41%). las vacas tratadas con progesterona que retornaron al estro mostraron un % de concepción mayor ($P<0.05$) que las vacas del grupo testigo (P4 45%; 31/69 vs testigo = 31%; 31/99). Se concluye que la administración de progesterona 5 días después de la inseminación no afectó en el porcentaje de concepción, sin embargo, este tratamiento incrementó el porcentaje de concepción en el ciclo subsiguiente.

Un trabajo con resultados muy similares fue el de (Perez, 2022) que investigó el efecto de la progesterona 4 días post IATF, en 567 vacas de doble propósito, las cuales 283 vacas recibieron P4 y 284 no recibieron P4 de la cual obtuvo un 11% más en el incremento de tasas de preñez. Recomienda que este resultado está más relacionado con la disminución de problemas de mortalidad embrionaria temprana, así mismo recomienda que el uso de 150mg (1ml) en vacas de carne da mejores resultados, pero en vaca de leche por el hecho de producir leche, el metabolismo es más acelerado y estas hormonas se catabolizan muy rápido y tienden a tener un perfil plasmático más bajo recomienda poner de 300mg (2 ml) de P4.

(Rusiñol, 2011) realizó un trabajo de investigación en vaquillonas Holando en un protocolo de sincronización de celos, se testeó a 101 vaquillonas de 2 años de edad, (n=51) con 100 mg de progesterona junto con benzoato de estradiol (BE) y (n=50) no recibió P4. Obtuvo como resultados un 20% para el grupo de testigo y un 26% para el grupo tratado, no existiendo diferencia significativa ($p>0,05$) como conclusión se mostró que no mejoró el porcentaje de preñez. En la siguiente investigación se puede observar un incremento de preñez del 6% similar al presente trabajo que se observó un incremento del 10%.

6.4. Análisis de costo

Tabla 5. Costo en protocolo de sincronización sin progesterona

PROTOCOLO DE SINCRONIZACION				
MATERIALES	CANTIDAD	PRECIO/VACA (BS)	PRECIO TOTAL	USD
Protologo hormonal + Disp.	50	50	Bs 2.500.00	\$ 359.20
Guantes obstetricos	2	1.4	Bs 2.80	\$ 0.40
Fundas	50	1.12	Bs 56.00	\$ 8.06
Semen congelado	50	72	Bs 3.600.00	\$ 517.24
Nitrogeno liquido	1	_	Bs 500.00	\$ 71.84
Jeringas de 5ml	5	0.84	Bs 4.20	\$ 0.60
TOTAL			Bs6.663	\$ 957.34
COSTO POR ANIMAL			Bs 133.26	\$ 19.15

Fuente: Elaboración propia (2023)

La tabla 5 nos muestra el protocolo que normalmente realizan en la estancia ganadera teniendo un costo de inversión de 19.15 \$ por vaca.

Tabla 6. Costo en protocolo de sincronización con progesterona

PROTOCOLO DE SINCRONIZACION MAS PROGESTERONA				
MATERIALES	CANTIDAD	PRECIO/VACA (BS)	PRECIO TOTAL	USD
Protologo hormonal + Disp.	50	50	Bs 2.500.00	\$ 359.20
Guantes obstetricos	2	1.4	Bs 2.80	\$ 0.40
Fundas	50	1.12	Bs 56.00	\$ 8.06
Semen congelado	50	72	Bs 3.600.00	\$ 517.24
Nitrogeno liquido	1	_	Bs 500.00	\$ 71.84
Jeringas de 5ml	5	0.84	Bs 4.20	\$ 0.60
Hormona progesterona	1	7.4	Bs 370.00	\$ 53.16
TOTAL			Bs 7.033.00	\$ 1010.50
COSTO POR ANIMAL			Bs 140.66	\$ 20.21

Fuente: Elaboración propia (2023)

La tabla 6 nos muestra el costo del protocolo de sincronización incluyendo la P4, la cual nos da como un costo de inversión por vaca de 20.21 \$.

Existe una diferencia de 1.06 \$ entre tratamientos ya que hay un costo de inversión en el protocolo habitual sin P4 de 19.15\$ y con P4 un costo de inversión de 20.21\$ por vaca.

Gracias al tratamiento con progesterona 4 días posterior a la IATF se vio una diferencia de 5 preñeces lo que representaría 5 terneros más al nacimiento, esto nos trae un beneficio de 1.500 \$, tomando en cuenta que cada ternero cuesta 300\$ en el momento del nacimiento.

7. CONCLUSION

- En el presente trabajo de investigación se evaluó el porcentaje de preñez en vacas tratadas con P4 bajo las siguientes variables:

- De acuerdo a la edad en vacas de 5 años logro una preñez de 58% (7/12), las de 6 años, 53% (9/19) y las de 7 años 42% (8/19). Según la prueba estadística de Chi cuadrado $p=0.67$ es $>$ a 0, 05 lo que nos indica que no existe diferencia significativa en el porcentaje de preñez con la edad.
- En cuanto al porcentaje de preñez de acuerdo a la C.C; en vacas con C.C. 2.5 se logró 43% (10/23) de preñez, con C.C. 3 un 54% (14/26) y con C.C. 3.5 un 0%. Según la prueba estadística de Chi cuadrado $p=0.48$ es $>$ a 0, 05 nos indica que no existe relación en el porcentaje de preñez con la condición corporal.
- Se pudo apreciar en cuanto al porcentaje de preñez del plantel lechero tratadas con P4, preñadas un 48% (24/50), en cuanto a vacas no tratadas un 38 % (19/50), comparando estos resultados vemos que existe un 10% de incremento en el porcentaje de preñez con vacas tratadas con P4. Al realizar el análisis de Chi cuadrado $p=0,31$ es $>$ a 0, 05 determinando que no existe diferencia significativa entre tratamientos.
- En cuanto al análisis de Costo/Beneficio se pudo observar que hay una inversión en el protocolo habitual por vaca de 19.15\$ y con P4 de 20.21\$, existiendo una diferencia de 1.06 \$ entre tratamientos. Gracias al tratamiento con progesterona 4 día posterior a la IATF se vio una diferencia de 5 preñeces lo que representaría 5 terneros más al nacimiento, esto nos trae un beneficio de 1.487 \$, tomando en cuenta que cada ternero cuesta 300\$ en el momento del nacimiento.

8. RECOMENDACIONES

- Se sugiere el uso de la P4 inyectable porque se notó un incremento en el porcentaje de preñez siendo beneficioso para el productor.
- Se sugiere desarrollar trabajos de investigación con diferentes dosis de progesterona vía parenteral en vacas lecheras.
- Se sugiere mejorar la condición corporal para obtener mejores porcentajes de concepción.
- De acuerdo a los resultados se afirma que es factible realizar el tratamiento con P4 parenteral en grupos de vacas reproductivamente sanas y como una alternativa en vacas problema.

9. BIBLIOGRAFIA

- Acosta, P., & Rodriguez, R. J. (2011). Porcentaje de preñez en vacas lecheras sometidas a sincronización del celo y la aplicación de progesterona el día 13 pos-servicio. ZAMORANO. Retrieved from <https://bdigital.zamorano.edu/items/c53efc87-20d4-415a-a75e-3b73c479cc8e>
- Adams, H. (2001). Prostaglandins related factors and cytokines. En *veterinary pharmacology and therapeutics*, 8, 420-432.
- Agular, J. (2018). Evaluación del uso de agua de coco como diluyente natural en inseminación artificial en cerdas. Guatemala: Universidad de Guatemala.
- Angulo, A., Muñoz, L., Gonzales, M., & Alvarez, L. (2004). Sincronizacion de la ovulacion e inseminacion. *MVZ Cordova*, 9(2), 444-450.
- Angulo, Á., Muñoz, L., Gonzalez, M., & Alvarez, L. D. (2004). Sincronizacion de la ovulacion e insemina. (Vol. 9). Cordoba: MVZ Cordoba.
- Añez, J. (2005). *Hormonas de la reproduccion bovina*. Mexico.
- Apolo, F. (2017). Efecto de la progesterona inyectable (p4) aplicacion en el día 3 post-inseminacion sobre el cuerpo luteo y la fertilidad en vaca Brahaman y Brown Swiss en el tropico Ecuatoriano. Cuenca, Ecueador.
- Aragáo, W. M. (2000). Importancia Do coqueiro-Anáo Verde. Retrieved from <https://www.uov.com.br/cursos-online-cultivo-e-processamento-de-coco/artigos/a-importancia-do-coqueiro-anao-verde2>: www.embrapa.br

- Arias, R. T. (2018). Seguimiento reproductivo de las vacas multiparas servidas a los 15 meses de edad.
- Arteaga, F., Hurtado, E., & Zambrano, J. (2016). Reutilizacion de dispositivos intravaginal (DIB0,5g) en novillas lecheras, posterior a la inseminacion. *Revista cientifica*, 26(4), 247-251.
- Atuesta, J. (2011). Control hormonal del ciclo estral en bovinos y ovinos. *UCC*, 7.
- Averanga, R., & Aliaga, J. (2019). Efecto de la GnRH en etapas del protocolo de sincronización de celo con Progestagenos... La Paz: Apathapi - UMSA.
- Baez, G., & Grajales, H. (2022, Noviembre). Anestro posparto en ganado bovino en el tropico. *MVZ*, 14(3).
- Baruselli, J., Sales, J., Crepaldi, G., Marques, M., & Ferreira, R. (2014). Uso de la eCG asociada al control de la dinamica folicular . *TETF-SPO*, 62-67.
- Bearden, H. J., & J.W., F. (1982). *Reproduccion animal aplicada (Vol. 3)*. (H. Lopez, Trans.) Mexico: El manual moderno.
- Bearden, H., & Fuguay, J. (2012). *Reproducción animal aplicada*. Mexico.
- Becker, G., & Hewitson, T. (n.d.). Relaxin and renal fibrosis. *Kidney*, 3, 5.
- Benelli, M. T. (2001). Antiluteolytic strategies to improve fertility in cattle. *Theriogenology*, 56.
- Boga, & Baruselli, P. (2002). Programas de inseminacion artificial a tiempo fijo en el ganado bovino en regiones subtropicales y tropicales. (S. Gonzales, Ed.) *FUNDACION GIRARZ*, 499-514.

- Brogliatti, G. (2012). Aplicaciones del análisis computarizado de semen (CASA) en la evaluación de la calidad seminal y la fertilidad. Tandill Argentina.
- Carvajal, A., & Martinez, M. (2020). El ciclo estral en la hembra bovina y su importancia productiva. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA.
- Carvalho, D., & Canseco, R. (2009). Comparación de dos diluyentes comerciales para criopreservar semen de bovino bajo condiciones de campo en el trópico húmedo. Veracruz.
- Celiz, C., & Hernandez, C. (2018). EFECTO DE UN DILUYENTE A BASE DE AGUA DE COCO EN LA MORFOMETRIA Y MOTILIDAD ESPERMATICA. CUCUTA - COLOMBIA: UNIVERSIDAD PAMPLONA.
- Ceron, H. (2016). Fisiología clínica de la reproducción de bovinos lecheros. Mexico : Universidad Nacional Autónoma de Mexico.
- CIDDEBENI. (2012). Centro de investigación y documentación para el desarrollo del Beni. Beni. Retrieved from https://es.slideshare.net-doctora_edilicia_pdm-san-ignacio
- Clarke, I. (2002). Two decades of measuring GnRH secretion (Vol. 59).
- Clifford, B., & Taylor, R. (2008). BIOESTADISTICA. MEXICO: PEARSON EDUCACION .
- Colazo, M. M. (2005). Effect of estradiol valerate on ovarian follicle dynamics and superovulatory response in progestin-treated cattle. *Theriogenology*, 63, 1454-1468.
- Colazo, M., & Mapletoft, R. (2014). Fisiología del ciclo estral bovino. *Ciencias Veterinarias*, 16(2).
- Cordova, A. (2015). Efecto de tres diluyentes sobre la calidad espermática del semen...

- Cortes, C. (2014). Endocrinología del ciclo Estral. Serie Ganadería, 4.
- Cruz, J. (2009). Manual de evaluación de semen bovino. Retrieved from <http://cdigital.uv.mx/bitstream/12345678/147/1/JOSe%20NICOLaS%20ANGELIN>:
<http://cdigital.uv.mx/bitstream/12345678/147/1/JOSe%20NICOLaS%20ANGELIN>
- Echeverría, R. S., & Robles, R. (2014). Hormona luteinizante y actividad ovarica en respuesta a kisspeptina-10y su asociación con IGF-1 y leptina en becerras pre-puberes. *Mexicana ciencias Pecuarias*, 181-200.
- Elmetwally, M. (2018). Uterine Involution and Ovarian Activity in Postpartum Holstein Dairy Cows. *Journal of veterinary Healthcare*, 1(4).
- Filipiak, Y. (2016). Desarrollo y dinámica de los folículos ováricos desde la etapa fetal hasta la prepuberal en bovinos. *Scielo Veterinaria*, 52(202), 3-7.
- Flores Jiménez, O., Roque Velázquez, C., López Ordaz, R., & Benítez Sánchez, S. (2013). Porcentaje de concepción en vacas lecheras tratadas con progesterona cinco días después de la inseminación. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*. Retrieved from https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242013000400008
- Fonseca, P. (2017). Lo que debe saber sobre el aparato reproductor de las vacas. *contextoganadero*, 3. Retrieved from <https://www.contextoganadero.com/reportaje/lo-que-debe-saber-sobre-el-aparato-reproductor-de-las-vacas>

- Franco, J., & Uribe Velasquez, L. (2012). HORMONAS REPRODUCTIVAS DE IMPORTANCIA VETERINARIA EN HEMBRAS DOMESTICAS RUMIENTES. *Biosalud*, 11(1), 41-56.
- Frasinelli, C. C. (2004). La condicion corporal como herramienta de manejo en rodeos de cria bovina. *Informacion tecnica*, 4.
- Galina, C. S. (1986). *Reproduccion de Animales Domésticos*. México: Limusa S.A.
- Galina, C., & Valencia, J. (2019). *Reproduccion de los animales domesticos*.
- Garcia, D. B. (2019). Generalidades de la IATF en Bovinos.
- Giraldo, J. (2008). Sincronizacion y resincronizacion de celos y de ovulaciones en ganado de leche y carne. *Lasallista de investigacion*, 90-99.
- Giraldo Arana, D. (2012). Estrategias para mejorar la condicion corporal postparto en vacas de carne. *Biosalud*, 11(1).
- Gómez Ma. Verano, M. A. (2007). Protocolo para la evaluación de semen en rumiantes. *Sitio Argentino de Produccion Animal*, 9.
- Gonzales, S., & Sot Belloso, E. (2008). Desarrollo sostenible de la ganaderia de doble proposito. Maracaibo, Venezuela : Fundacion grupo de investigacion de la reproduccion animal en la region Zuliana .
- Gonzalez, K. (2017). ZOOVETESMIPASION. Retrieved from <https://zoovetesmipasion.com/ganaderia/reproduccion-bovina/anatomica-reproductiva-de-la-vaca>

- Guáqueta, H. (2009). CICLO ESTRAL: FISIOLÓGÍA BÁSICA Y ESTRATEGIAS PARA MEJORAR LA. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, 56(3), 163-183. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/4076/407639221003.pdf>
- Guevara, O. (2008). Evaluación de un programa de sincronización y resincronización de celos en vacas lecheras con anestro pos parto. Zamorano. Honduras.
- Guitierrez, J. (2008). Hormonas de la reproducción bovina . Desarrollo sostenible de ganaderia dobre proposito.
- Hafez. (1996). Reproduccion e inseminacion artificial en animales. 542.
- Hafez, E., & Hafez, B. (2002). Reproducción e inseminación artificial en animales. McGraw-Hill Interamericana.
- Hafez, H. (2000). Reproducción e inseminación artificial en animales. Interamericana.
- Hernandez J. Zabala, J. (2007). REPRODUCCION BOVINA. MEXICO D.F.: FMVZ-UNAM.
- Hernandez, C. (2012). FISILOGIA CLINICA DE LA REPRODUCCION DE BOVINOS LECHEROS. Mexico D.F.: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.
- Hernandez, J. (2011). Causas y tratamientos de la fertilidad en la vaca lechera. Mexico. Retrieved Diciembre 10, 2022, from <http://www.fmvz.unam.m/fmvz/departamentos/rumiantes/bovinotecnia>.
- Humbolt, P. (2002). Use of pregnancy specific proteins and progesterone assays to monitor pregnancy and determine the timing, frequencies and sources of embryonic mortality in ruminants. Theriogenology.

- Ibañez, F., & Callejas, S. (2016). Inseminación Artificial a Tiempo Fijo. tandill.
- INATEC, I. N. (2016). Manual del protagonistas. Reproducción Animal.
- INTAGRI. (2018). Endocrinología del ciclo estral. Ganaderia .
- JALISCO, U. R. (2022). Obtenido de características reproductivas de la vaca lechera. Retrieved febrero 27, 2022
- Jimenez, D., Cordova, A., Guerra, J., & Bedolla, J. (2021). Las prostaglandinas en bovinos . BMetitores.
- Jiménez, J. A. (2016). El ciclo estral bovino. Regulación neuroendocrina. Entorno Ganadero 76.
- Machinski, R., Marciel, E., Bergstein, G., & Romualdo, W. (2018). Bovine reproductive physiology. Federal University of Parana.
- Marizancen, M., & _ Artunduaga, L. (2017). Mejoramiento genetico en bovinos atraves de la inseminacion artificial y la inseminacion artificial a tiempo fijo. Revista de investigacion Agraria y Ambiental.
- Montero, J. (2013). Manual de Inseminacion Artificial en Bovinos. Trabajo practico educativo , 10.
- Morgan, k., Sellar, R., Pawson, A., Zhi-Liang, L., & Millar, R. (2006). Bovine and ovine gonadotropin-releasing hormone (GnRH)-II ligand precursors and type II GmRH receptor genes are functionally inactivated . Endocrinology, 17.
- Muñoz, O. (2011). Fisiología de los espermatozoides bovinos.

- Nisnivich, B., & Allignani, M. (2016). IATF EN VACAS LECHERAS EN PRODUCCION: COMPARACION ENTRE DOS FUENTES DE P4. Retrieved from https://www.vetcomunicaciones.com.ar/page/cienfica_tecnica/id/230/title/IATF-en-vacas-lecheras-en-producci%C3%B3n-entre-dos-fuentes-de-P4
- Otero, C. (2001). Regulacion central de prolactina (PRL) en bovinos. España: Universidad de Santiago de Compostela.
- Palacios, M. (2005). Ealuacion del agua de coco, leche y sus combinaciones pra la crioconservacion del semen . Chihuahua Mexico.
- Parada, D., & Ariza, R. (2019). Efecto de dos diluyentes (agua de coco vs andromed®) en la crioconservación del semen bovino. arauca colombia.
- Pardo, R. (2004). Regulacion neuroendocrina del ciclo estral en los animlaes domesticos. REDVET.
- Pascual, I. (2018). Reproducción bovina. Sitio Argentino de Producción Animal.
- Pelligrino, C., & Untura, R. (2013). Uso de producto in vitro de embriones en produccion comercial de machos Nelore. Internacional de Reproduccion Animal , 292.
- Peña, J., & Perez, M. (2008). repositorio la salle. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1122&context=medicina_veterinaria
- Peñarnada D, J., & Vega D, C. (2012). EFECTO DE LA PROGESTERONA APLICADA SIETE DIAS POSTINSEMINACION EN LA PREÑEZ DE LA VACAS HOLSTEIN EN LA HACIENDA. Cuenca, Ecuador .

- Perez, M. (2022). EFECTOS DE PROGESTERONA INYECTABLE EN LOS PROGRAMAS IATF. Mexico D.F., Mexico.
- Perry, E. (1960). La inseminación artificial en animales de granja. Rutger University Press.
- Price, & Orihuel. (2010). Conducta animal aplicada al cuidado y producción pecuaria. Mexico D.F., MEXICO: TRILLAS.
- Pugliesi, G., Santos, F., Lopez, E., Nogueira, E., Maio, J., & Binelli, M. (2015). Improved fertility in suckled beef cows ovulating large follicles or supplemented with long-acting progesterone after timed- AI. In Theriogenology. 1.
- Quintela, L. (2006). Ecografía y reproducción de la vacas.
- Reineri Pablo, S. (2016). Fisiología del puerperio y manejo del rodeo de cría. Santiago del Estero: INTA.
- Restrepo, G. (2008). Biotecnologías aplicadas a la reproducción bovina. Medellín, Colombia.
- Roa, N. (2003). Reproducción Animal. Sitio Argentino de Reproducción Animal.
- Roa, N. (2005, Marzo). Reproducción animal. Sitio Argentino de Producción Animal., 2, 6-7.
- Roberts, S. (1979). Obstetricia Veterinaria y Patología de la Reproducción. Bs.As. Argentina.
- Rojas, C. E. (2020). VENEFICIOS DE LA INSEMINACION ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO. Retrieved from <http://totalpec.com/blog/61/beneficios-de-la-insemicacion-a-tiempo-fijo>

- Roque, C., Montaldo, H., & Gutiérrez, C. (2016). Efecto de una inyección única de progesterona, cinco días después de la inseminación, en la fertilidad de vacas lecheras. *Agrociencia*, 50(3).
- Rusiñol, A. (2011). Efecto de la adición de una progesterona inyectable (MAD-4) en un protocolo de sincronización de celos en vaquillonas holando. Montevideo, Uruguay.
- Rutter, B. (2002). Puerperio bovino. Argentina : Sitio Argentino de Producción Animal.
- S., H. E. (1996). Reproducción e inseminación artificial en animales. 542.
- Salisbury, G., & Van Demark, K. (1978). Fisiología de la reproducción e inseminación artificial de ganado. Freeman.
- Sequeira, L. (2013). Compendio sobre Reproducción animal.
- Sintex. (2005). Fisiología reproductiva del bovino . Laboratorio de Especialidades Veterinarias
- Souza, E. (2016). Importancia de la progesterona (Vol. 76). Sao Paulo, Brazil : Entorno Ganadero
- Stahring, R. C. (2018). Cartilla descriptiva del grado de condición corporal postparto en vacas de carne (Vol. 49). Braford.
- Stornelli, M. (2005). Efecto de los procesos de criopreservación sobre la fertilidad seminal. La Plata: analecta.
- Syntex, S. (2011). Dispositivo Intravaginal bovino syntex-DIV-B. Retrieved Mayo 25, 2022, from <http://www.sani.com.ar/producto.php?id>
- Tribulo, H., & Brogliatti, G. (2005). Efecto del semen refrigerado vs congelado sobre el porcentaje de preñez en protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo.

- Trigoso, M. (2017). EFECTO DEL USO DE DOS DILUTORES (AGUA DE COCO Y LECHE DESCREMADA) PARA LA VIABILIDAD ESPERMÁTICA EN SEMEN FRESCO DE BOVINOS. Chachapoyas, Amazonas - Peru: U.N. Toribio Rodriguez de Mendoza.
- Turner, J., & Anger, F. (2012). Physiology and anatomy of reproduction. Ecole Superieure Agricultores ESA.
- Vademecum, V. (2022, Febrero 12). Retrieved from <https://www.soydelcampo.com/vademecum/BENZOATO-DE-ESTRADIOLSYNTEX/producto.php?id=5858>
- Velazquez, N. (2014). La hormona gonadotrofina corionica humana. Obstetricia y ginecologia de Venezuela.
- Watson, P. (2000). Las causas de la reducción de la fertilidad con semen criopreservado.
- Zuluaga, J. (2010). Efecto de la transicion adenina/guanina del gen de la prolactina bovina sobre características de importacia en produccion lechera. Lasallista Investig, 7.

ANEXOS

Anexos 1: Selección de vacas



Anexos 2: Vacas seleccionadas



Anexos 3: Materiales de sincronización



Anexos 4: Materiales de IATF



Anexos 5: Preparación de pajuelas



Anexos 6: IATF



Anexos 7: Aplicación de progesterona



Anexos 8: Ecografía



Anexos 9: Planilla de vacas para tratamiento

PLANILLA DE VACAS PARA TRATAMIENTO				
ESTABLECIMIENTO: CHEVEJECURE			FECHA: 9 DE DICIEMBRE 2022	
Nro	REGISTRO ARETE	CARACTERISTICA RACIAL	C.C.	EDAD
1	1	GIROLANDO	2,5	6
2	3	GIROLANDO	3	7
3	13	GIROLANDO	3	7
4	15	GIROLANDO	2,5	7
5	17	HOLANDO ROJO	2,5	6
6	18	HOLANDO ROJO	3	6
7	19	GIROLANDO	3	6
8	20	HOLANDO ROJO	3	5
9	23	GIROLANDO	2,5	5
10	25	GIROLANDO	3	6
11	28	HOLANDO ROJO	3	7
12	29	HOLANDO ROJO	2,5	7
13	32	GIROLANDO	3	7
14	41	GIROLANDO	2,5	6
15	43	GIROLANDO	2,5	6
16	45	GIROLANDO	2,5	6
17	49	GIROLANDO	3	5
18	50	GIROLANDO	2,5	5
19	51	GIROLANDO	3	6
20	83	GIROLANDO	3	6
21	54	GIROLANDO	3	7
22	57	GIROLANDO	3	7
23	59	GIROLANDO	2,5	7
24	60	GIROLANDO	2,5	7
25	68	GIROLANDO	3	6
26	69	GIROLANDO	3,5	6
27	96	HOLANDO ROJO	2,5	5
28	101	GIROLANDO	2,5	5
29	108	HOLANDO ROJO	2,5	6
30	109	HOLANDO ROJO	3	7
31	110	GIROLANDO	3	5
32	111	GIROLANDO	2,5	6
33	112	GIROLANDO	3	6
34	116	HOLANDO ROJO	2,5	7
35	128	GIROLANDO	3	7
36	129	HOLANDO ROJO	2,5	5
37	130	GIROLANDO	2,5	6
38	131	HOLANDO ROJO	3	7
39	133	HOLANDO ROJO	3	7
40	135	GIROLANDO	2,5	6
41	136	GIROLANDO	3	5
42	140	GIROLANDO	3	5
43	146	GIROLANDO	3	6
44	147	GIROLANDO	3	6
45	170	GIROLANDO	2,5	5
46	171	GIROLANDO	3	5
47	173	GIROLANDO	2,5	7
48	175	GIROLANDO	2,5	7
49	176	GIROLANDO	3	7
50	177	GIROLANDO	2,5	7

Anexos 10: Planilla de diagnóstico de preñez

PLANILLA DE DIAGNOSTICO DE PREÑEZ					
ESTABLECIMIENTO: CHEVEJECURE			FECHA: 3 DE FEBRERO 2023		
Nro	REGISTRO ARETE	CARACTERISTICA RACIAL	C.C.	EDAD	DIAGNOSTICO DE PREÑEZ
1	1	GIROLANDO		2,5	6 PREÑADA
2	3	GIROLANDO		3	7 VACIA
3	13	GIROLANDO		3	7 VACIA
4	15	GIROLANDO		2,5	7 VACIA
5	17	HOLANDO ROJO		2,5	6 PREÑADA
6	18	HOLANDO ROJO		3	6 PREÑADA
7	19	GIROLANDO		3	6 VACIA
8	20	HOLANDO ROJO		3	5 PREÑADA
9	23	GIROLANDO		2,5	5 VACIA
10	25	GIROLANDO		3	6 PREÑADA
11	28	HOLANDO ROJO		3	7 PREÑADA
12	29	HOLANDO ROJO		2,5	7 VACIA
13	32	GIROLANDO		3	7 VACIA
14	41	GIROLANDO		2,5	6 PREÑADA
15	43	GIROLANDO		2,5	6 VACIA
16	45	GIROLANDO		2,5	6 VACIA
17	49	GIROLANDO		3	5 VACIA
18	50	GIROLANDO		2,5	5 VACIA
19	51	GIROLANDO		3	6 VACIA
20	83	GIROLANDO		3	6 PREÑADA
21	54	GIROLANDO		3	7 VACIA
22	57	GIROLANDO		3	7 VACIA
23	59	GIROLANDO		2,5	7 VACIA
24	60	GIROLANDO		2,5	7 PREÑADA
25	68	GIROLANDO		3	6 PREÑADA
26	69	GIROLANDO		3,5	6 VACIA
27	96	HOLANDO ROJO		2,5	5 VACIA
28	101	GIROLANDO		2,5	5 PREÑADA
29	108	HOLANDO ROJO		2,5	6 PREÑADA
30	109	HOLANDO ROJO		3	7 PREÑADA
31	110	GIROLANDO		3	5 PREÑADA
32	111	GIROLANDO		2,5	6 VACIA
33	112	GIROLANDO		3	6 VACIA
34	116	HOLANDO ROJO		2,5	7 PREÑADA
35	128	GIROLANDO		3	7 PREÑADA
36	129	HOLANDO ROJO		2,5	5 PREÑADA
37	130	GIROLANDO		2,5	6 VACIA
38	131	HOLANDO ROJO		3	7 PREÑADA
39	133	HOLANDO ROJO		3	7 PREÑADA
40	135	GIROLANDO		2,5	6 PREÑADA
41	136	GIROLANDO		3	5 PREÑADA
42	140	GIROLANDO		3	5 PREÑADA
43	146	GIROLANDO		3	6 VACIA
44	147	GIROLANDO		3	6 VACIA
45	170	GIROLANDO		2,5	5 VACIA
46	171	GIROLANDO		3	5 PREÑADA
47	173	GIROLANDO		2,5	7 VACIA
48	175	GIROLANDO		2,5	7 PREÑADA
49	176	GIROLANDO		3	7 VACIA
50	177	GIROLANDO		2,5	7 VACIA