UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Medicina Veterinaria

TEMA:

DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA DE ENFERMEDADES PUERPERALES Y SU RELACIÓN CON LA CONCENTRACIÓN DE CALCIO SÉRICO EN VACAS

Proyecto de Investigación previo a la obtención del Título de Médica Veterinaria otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Medicina Veterinaria.

Autora:

Gina Gabriela Salas Escobar

Tutora:

Méd. Alejandra Elizabeth Barrionuevo Mayorga. Mg.

GUARANDA – ECUADOR

2025

DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA DE ENFERMEDADES PUERPERALES Y SU RELACIÓN CON LA CONCENTRACIÓN DE CALCIO SÉRICO EN VACAS.

REVISADO Y APROBADO POR:

.....

Méd. Alejandra Elizabeth Barrionuevo Mayorga. Mg.

TUTORA

.....

Dr. Franco Bolívar Cordero Salazar. MSc.

PAR LECTOR

.....

Dr. Oswaldo Amangandi Sinchipa. MSc.

PAR LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORIA

Yo, Gina Gabriela Salas Escobar, con CI: 0201972395, declaró que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor (es).

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

.....

Gina Gabriela Salas Escobar

AUTORA

CI: 0201972395

.....

Dra. Alejandra Elizabeth Barrionuevo Mayorga. Mg.

TUTOR

CI: 1804156089

Se otorgó ante mi y en fe de ello confiero ésta ...Segunda.... copia certificada, firmada y sellada en 2 fs
Guaranda, 17 de ...JUNIO... del 2025

.....
Dr. Hernán Criollo Arcos
NOTARIO SEGUNDO DEL CANTÓN GUARANDA

NOTARIA SEGUNDA
DR. HERNÁN CRIOLLO ARCOS
Guaranda - Ecuador

20250201002P00720 DECLARACION JURAMENTADA
OTORGA: GINA GABRIELA SALAS ESCOBAR
CUANTIA: INDETERMINADA
DI 2 COPIAS

En la ciudad de Guaranda, provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día martes diecisiete de junio de dos mil veinticinco, ante mí DOCTOR HERNÁN RAMIRO CRIOLLO ARCOS, NOTARIO SEGUNDO DE ESTE CANTÓN, comparece la señora Gina Gabriela Salas Escobar, por sus propios derechos. La compareciente es de nacionalidad ecuatoriana, mayor de edad, de estado civil casada, domiciliada en la parroquia Guanujo, cantón Guaranda, provincia de Bolívar, con celular número: cero nueve seis nueve seis nueve tres cinco dos tres, correo electrónico: gabysalas-98@outlook.com, a quién de conocerla doy fe en virtud de haberme exhibido su cédula de ciudadanía en base a la que procedo a obtener su certificado electrónico de datos de identidad ciudadana, del Registro Civil, mismo que agrego a esta escritura como documento habilitante; bien instruida por mí el Notario en el objeto y resultados de esta escritura de Declaración Juramentada que a celebrarla procede, libre y voluntariamente.- En efecto juramentado que fue en legal forma previa las advertencias de la gravedad del juramento, de las penas de perjurio y de la obligación que tiene de decir la verdad con claridad y exactitud, declara lo siguiente: "Que previo a la obtención del Título de Médica Veterinaria, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, de la carrera de Medicina Veterinaria, manifiesto que los criterios e ideas emitidas en el presente Proyecto de investigación Titulado: **"DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA DE ENFERMEDADES PUERPERALES Y SU RELACIÓN CON LA CONCENTRACIÓN DE CALCIO SÉRICO EN VACAS"**, es de mi exclusiva responsabilidad en calidad de autora, además autorizo a la Universidad Estatal de Bolívar hacer uso de todos los contenidos que me pertenece o parte de los que contiene esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Es todo cuanto tengo que decir en honor a la verdad". Hasta aquí la declaración juramentada que junto con los documentos anexos y habilitantes que se incorpora queda elevada a escritura pública con todo el valor legal, y que la compareciente acepta en todas y cada una de sus partes, para la celebración de la presente escritura se observaron los preceptos y requisitos previstos en la Ley Notarial; y, leída que le fue a la compareciente por mí el Notario, se ratifica y firma conmigo en unidad de acto quedando incorporada en el Protocolo de esta Notaría, de todo cuanto DOY FE.

Gina Gabriela Salas Escobar
C.C. 0201972395

DR. HERNÁN RAMIRO CRIOLLO ARCOS
NOTARIO SEGUNDO DE CANTÓN GUARANDA

NOTARIA SEGUNDA
DR. HERNÁN CRIOLLO ARCOS
Guaranda - Ecuador

GINA SALAS

PROYECTO DE INVESTIGACIOŃ - GINA SALAS.docx

My Files

My Files

Universidad Estatal de Bolivar

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::3117:467981652

Fecha de entrega
18 jun 2025, 7:26 a.m. GMT-5

Fecha de descarga
18 jun 2025, 7:35 a.m. GMT-5

Nombre de archivo
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN - GINA SALAS.docx

Tamaño de archivo
2.7 MB

75 Páginas

14.687 Palabras

80.735 Caracteres

Méd. Alejandra Elizabeth Barrionuevo Mayorga. Mg.
TUTORA

2% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 8 palabras)
- Trabajos entregados
- Fuentes de Internet

Exclusiones

- N.° de coincidencias excluidas

Fuentes principales

0% Fuentes de Internet
2% Publicaciones
0% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.° de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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

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

Méd. Alejandra Elizabeth Barrionuevo Mayorga. Mg.
TUTORA

DEDICATORIA

Con amor y esperanza, dedico este proyecto, a cada uno de mis seres queridos, quienes han sido mis pilares para seguir adelante:

A mi esposo Rafael compañero de vida, por su paciencia y amor incondicional, siendo una guía a lo largo de este viaje académico.

A mi amado hijo Emiliano por ser una luz en mis días malos con su sonrisa inocente que me ha inspirado a seguir adelante.

A mis padres Edison y Roció que siempre estuvieron apoyándome en este proceso, sobre todo a mi querida madre que con su dedicación, esfuerzo y cariño estuvo en cada uno de mis logros, creyendo siempre en mí.

A mi hermana Jhoselyn expreso mi gratitud por nunca dejarme sola.

A mi abuelo Víctor a pesar que no está físicamente conmigo sé que desde el cielo me cuida este pequeño logro es por ti.

Y sin dejar atrás a toda mi familia, mis abuelitos, tíos y primos gracias por ser parte de mi vida y por permitirme ser parte de su orgullo.

Gina Gabriela Salas Escobar

AGRADECIMIENTO

El principal agradecimiento a dios quien me ha guiado y me ha dado la fortaleza para seguir adelante.

Con profunda estima y reconocimiento, extiendo mi más sincera gratitud a mi tutora de tesis, la Méd. Alejandra Barrionuevo Mayorga Mg. Su dedicación docente y su inestimable guía han sido pilares fundamentales en la dirección de este proyecto de investigación.

Expreso mi agradecimiento a mis pares lectores Dr. Franco Cordero y Dr. Oswaldo Amangandi, cuyas observaciones y comentarios han sido de gran ayuda para la finalización de este proyecto.

Mi gratitud hacía la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Medicina Veterinaria por abrirme las puertas de su prestigiosa y respetable institución que han fomentado el desarrollo de formidables profesionales.

Gina Gabriela Salas Escobar

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PÁG.
CAPÍTULO I	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PROBLEMA	2
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. HIPÓTESIS	4
CAPÍTULO II	5
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Periodo de transición de la vaca lechera	5
2.1.1. Bioquímica del período de transición	5
2.2. Nutrición de la vaca periparto	10
2.2.1. Requerimiento mineral en vacas lecheras	11
2.3. Calcio	11
2.3.1. Homeostasis del calcio	12
2.3.2. Calcio sérico	14
2.3.3. Referenciales del calcio (Ca^{+})	14
2.4. Enfermedades puerperales de las vacas lecheras	15
2.5. Hipocalcemia	16
2.5.1. Etiología	16
2.5.2. Signos de la hipocalcemia	17
2.5.3. Diagnósticos de la hipocalcemia	17
2.5.4. Tratamiento de la hipocalcemia	18
2.5.5. Prevención de hipocalcemia	19
2.6. Relación del calcio con otras enfermedades	20
2.6.1. Susceptibilidad a enfermedades infecciosa	20
2.6.2. Metritis	21
2.6.3. Endometritis	22
2.6.4. Retención placentaria	23
2.6.5. Cetosis clínica	24

2.6.6. Mastitis 25
2.7. Suplementación estratégica para reducir hipocalcemia en vacas 26
2.5. Farmacología del calcio 26
2.5.1. Usos e indicaciones 27
2.5.2. Mecanismos de acción 27
2.5.3. Farmacocinética 27
2.5.4. Posología 27
CAPÍTULO III 28
3. MARCO METODOLÓGICO 28
3.1. Ubicación y características de la investigación 28
3.2. Metodología 28
3.2.1. Material en estudio 28
3.2.2. Factores en estudio 29
3.2.3. Tratamientos 29
3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico 29
3.2.5. Manejo de la investigación 29
3.2.6. Métodos de evaluación (variables respuesta) 30
3.2.7. Análisis de datos 31
CAPÍTULO IV 32
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 32
4.1. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS 32
4.1.1. Concentración del calcio sérico 32
4.1.2. Prevalencia de enfermedades puerperales 33
4.1.3. Enfermedades puerperales 34
4.1.4. Factores de riesgo 36
4.2. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS 43
CAPÍTULO V 44
5.1. CONCLUSIONES 44
5.2. RECOMENDACIONES 45
BIBLIOGRAFÍA 46
ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Detalle	Pág.
1.	Recomendaciones de minerales	11
2.	Valores referenciales del calcio (Ca^{+})	15
3.	Enfermedades puerperales	15
4.	Composición de una mezcla mineral	26
5.	Concentración del calcio sérico	32
6.	Prevalencia de enfermedades puerperales	33
7.	Enfermedades puerperales	34
8.	Edad de los bovinos	36
9.	Raza de los bovinos	37
10.	Condición corporal	38
11.	Número de lactancias	40
12.	Producción de leche	41

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Detalle	Pág.
1.	Concentración del calcio sérico	32
2.	Prevalencia de enfermedades puerperales	33
3.	Enfermedades puerperales	35
4.	Edad de los bovinos	36
5.	Raza de los bovinos	37
6.	Condición corporal	39
7.	Número de lactancias	40
8.	Producción de leche	41

ÍNDICE DE ANEXOS

N° **Detalle**

1. Mapa de ubicación de la investigación
2. Resultados de análisis de laboratorio
3. Base de datos
4. Fotografías
5. Glosario de términos técnicos

RESUMEN

La producción láctea es un pilar fundamental en la economía agrícola de varios países, incluyendo Ecuador, donde garantiza la seguridad alimentaria, pero las vacas enfrentan enfermedades puerperales que reducen su salud y productividad. La hipocalcemia puerperal es un factor clave, y su prevención mediante una adecuada nutrición mejora la producción lechera. Los objetivos planteados en la investigación fueron: 1) Evaluar la concentración de calcio sérico en vacas postparto objeto de estudio. 2) Determinar la prevalencia de enfermedades puerperales relacionadas al desequilibrio mineral del calcio. 3) Identificar los factores de riesgo asociados a las enfermedades puerperales. La investigación se realizó en las fincas ubicadas en los sectores de: El Sinche, Las Cochas y la Vaquería, parroquia Guanujo, en donde se recolectaron 30 muestras sanguíneas de vacas postparto a las 12 horas y 24 días, para determinar la prevalencia de enfermedades puerperales y su relación con la concentración de calcio sérico. Los resultados mostraron un aumento significativo en la concentración de calcio sérico en vacas durante el puerperio, pasando de 7.95 ± 1.10 mg/dl a las 12 horas postparto a 8.61 ± 0.57 mg/dl a los 24 días, lo que refleja una recuperación progresiva del calcio tras el parto. En cuanto a la prevalencia de enfermedades puerperales, un 16.67 % del grupo mostró complicaciones, destacando la hipocalcemia (13.33 %) como la principal afección. Se identificaron varios factores de riesgo, como la edad, raza, condición corporal, número de lactancias y producción de leche, los cuales influyen en la aparición de enfermedades puerperales. La población estudiada estuvo compuesta mayoritariamente por vacas jóvenes de las razas Holstein y F1, con una condición corporal adecuada y una producción de leche moderada.

Palabras Claves: calcio sérico, enfermedad puerperal, vacas lecheras

SUMMARY

Dairy production is a fundamental pillar in the agricultural economy of several countries, including Ecuador, where it guarantees food security, but cows face puerperal diseases that reduce their health and productivity. Puerperal hypocalcemia is a key factor, and its prevention through adequate nutrition improves milk production. The objectives of the research were: 1) To evaluate the serum calcium concentration in postpartum cows under study. 2) To determine the prevalence of puerperal diseases related to calcium mineral imbalance. 3) To identify the risk factors associated with puerperal diseases. The research was carried out on farms located in the sectors of: El Sinche, Las Cochas and la Vaquería, Guanujo parish, where 30 blood samples were collected from postpartum cows at 12 hours and 24 days, to determine the prevalence of puerperal diseases and their relationship with serum calcium concentration. The results showed a significant increase in serum calcium concentration in cows during the puerperium, from 7.95 ± 1.10 mg/dl at 12 hours postpartum to 8.61 ± 0.57 mg/dl at 24 days, reflecting a progressive recovery of calcium after delivery. Regarding the prevalence of puerperal diseases, 16.67 % of the group showed complications, with hypocalcemia (13.33 %) standing out as the main condition. Several risk factors were identified, such as age, breed, body condition, number of lactations and milk production, which influence the appearance of puerperal diseases. The population studied was composed mainly of young cows of the Holstein and F1 breeds, with adequate body condition and moderate milk production.

Keywords: serum calcium, puerperal disease, dairy cows

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

La producción láctea mundial se apoya en diversos sistemas, desde explotaciones familiares hasta operaciones industriales, lideradas por países como Estados Unidos, la Unión Europea, China e India. Latinoamérica, con países como Brasil, México, Argentina y Uruguay, es vital en la economía agrícola regional. En Ecuador, la producción láctea es crucial para la seguridad alimentaria, garantizando un suministro constante de este alimento para la población (Gutiérrez et al., 2023). Las enfermedades puerperales en vacas lecheras son aquellas que suceden después del parto, durante el cual la vaca experimenta cambios fisiológicos. El período de transición, desde tres semanas antes hasta tres semanas después del parto, implica cambios metabólicos que afectan el sistema inmunológico (Acosta et al., 2020).

Durante el periodo de transición la disminución en el consumo de materia seca (MS) es el principal factor en las depleciones metabólicas, las dietas con menor concentración energética proporcionan la limitación de la energía de la lactación a valores cercanos a 1.40 – 1.45 Mcal/Kg de MS, estos valores se ajustan según la fibra detergente neutra (FDN) del forraje (Arechiga et al., 2022). El metabolismo proteico se ve afectado negativamente, ya que los aminoácidos son utilizados principalmente para la gluconeogénesis y la formación de proteínas inflamatorias (Song, 2017). También, se produce un balance negativo de minerales, tanto macro como microminerales, exacerbado especialmente después del parto, uno de los minerales más afectados es el calcio (Portilla, 2021).

La reducción en la disponibilidad del ion calcio después del parto en vacas lecheras se conoce como hipocalcemia puerperal. Puede presentarse de manera subclínica o clínica, siendo la subclínica la más común cuando los niveles sanguíneos de calcio están por debajo de 8 mg/dL. La forma clínica se manifiesta con niveles de calcio sérico $\leq$ 5 mg/dL (Reumann et al., 2021). El ión calcio es crucial para regular las funciones del sistema inmune en las vacas, influyendo en su capacidad de defensa contra enfermedades. La hipocalcemia, afectada por factores ambientales y genéticos como la edad y la raza (Portilla, 2021).

1.2. PROBLEMA

Las enfermedades puerperales en vacas lecheras pueden tener varios aspectos negativos que afectan tanto la salud de los animales como la productividad de la ganadería. Estas enfermedades, que ocurren en el período después del parto, pueden incluir condiciones como la metritis, la retención de placenta y la mastitis. Estas enfermedades pueden causar dolor, inflamación y disminución de la producción de leche en las vacas. Además, pueden aumentar el riesgo de infertilidad y disminuir la capacidad de reproducción del ganado.

Tienen un impacto significativo en la economía de las explotaciones ganaderas, estas enfermedades, que afectan a las vacas después del parto, pueden causar una disminución en la producción de leche, retraso en la recuperación de la vaca y la necesidad de tratamientos médicos costosos. Además, las vacas afectadas por enfermedades puerperales pueden tener una mayor probabilidad de sufrir otras complicaciones de salud, lo que puede resultar en pérdidas adicionales. Estos problemas de salud pueden llevar a un aumento en los costos veterinarios y en la compra de medicamentos, así como a una disminución en los ingresos derivados de la venta de leche.

El calcio juega un papel crucial en la aparición de enfermedades puerperales, durante el período después del parto, la madre experimenta cambios hormonales y físicos significativos, incluida la lactancia materna. El calcio es esencial para la contracción muscular, incluida la contracción uterina durante el parto y la expulsión de la placenta. Además, el calcio desempeña un papel fundamental en la coagulación sanguínea y en la función del sistema inmunológico. Una deficiencia de calcio puede debilitar la contracción uterina, lo que puede resultar en una retención placentaria o en una hemorragia posparto. Además, la falta de calcio puede aumentar el riesgo de infecciones posparto y disminuir la capacidad de coagulación de la madre. Por lo tanto, es fundamental que las vacas en el período postparto reciban una ingesta adecuada de calcio para prevenir la aparición de enfermedades puerperales.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

- Determinar la prevalencia de enfermedades puerperales y su relación con la concentración de calcio sérico en vacas.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar la concentración de calcio sérico en vacas postparto objeto de estudio.
- Determinar la prevalencia de enfermedades puerperales relacionadas al desequilibrio mineral del calcio.
- Identificar los factores de riesgo asociados a las enfermedades puerperales.

1.4. HIPÓTESIS

H_O: No existe prevalencia de enfermedades puerperales y su relación con la concentración de calcio sérico en vacas.

H_1: Existe prevalencia de enfermedades puerperales y su relación con la concentración de calcio sérico en vacas.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Periodo de transición de la vaca lechera

El periodo de transición puede ser definido como el intervalo entre los 21 días anteriores y los 21 días posteriores en relación al momento del parto.

Se trata de un periodo del ciclo productivo que posee alta relevancia, ya que ocurre eventos mediados por intensos cambios fisiológicos que modulan diversos procesos metabólicos (metabolismo energético, proteico y mineral), que consecuentemente involucran al sistema inmunológico de las vacas lecheras (Salado & Pérez, 2020).

En este periodo existe mayor predisposición e incidencia de enfermedades aumentando los índices de descarte y morbilidad en animales adultos generalmente ocasionados por la alta variación hormonal y metabólica. En un principio todas estas alteraciones son parte de una cascada de eventos orquestados por el estado fisiológico conocido como homeorresis de la vaca lactante (Campos et al., 2018).

Las vacas lecheras de manera natural presentan alteraciones endocrinas como parte de su biología en el parto.

2.1.1. Bioquímica del período de transición

- **Metabolismo energético**

Uno de los mayores impactos del periodo de transición se ve reflejado en el metabolismo energético de las vacas lecheras, el mismo que se ve propiciado por una depresión en el consumo de materia seca (CMS) dentro de 10 a 15 días antes del parto y que exacerba su disminución de manera progresiva a medida que el parto se aproxima. Esta reducción es observada en un orden de un 30%, alternativamente en esta fase se tornaron más dietas de menor concentración energética, con energía liquida de lactación (ELL) próximas a 1.40- 1.45 Mcal de ELL/Kg de MS, principalmente para garantizar un menor balance energético negativo (BEN) en el

postparto, esto con el propósito de evitar la deposición de grasa visceral y proporcionar una mejor adaptación del organismo (Portilla et al., 2021).

El balance energético negativo (BEN) ocurre generalmente de forma natural, y es considerado un estado fisiológico de la vaca postparto, con este antecedente de manera práctica para atender los requerimientos de energía es necesario un mayor ofrecimiento de forraje de buena calidad que posean contenidos más o menos elevados de fibra detergente neutra (FDN) que propicie una regulación física de consumo (Ninabanda, 2018).

Existe influencia de factores ambientales en la reducción del consumo de materia seca (CMS), observando que vacas con estrés térmico durante el periodo seco producen de 5 a 7 kg de leche por día menos durante la lactación que aquellas vacas que no se encontraban bajo influencia de estrés térmico, es por ello que es de vital importancia minimizar los factores que depriman el consumo de materia seca en el preparto y que ocurra de manera exitosa el periodo de transición (Norel, 2019).

En este periodo debido a la alta demanda energética el organismo de la vaca aumenta el proceso de gluconeogénesis. La gluconeogénesis es un proceso anabólico de producción de glucosa, que ocurre principalmente en el hígado, atreves de precursores glucogénicos que generalmente no son carbohidratos, y los principales son; el propionato proveniente de la fermentación ruminal, aminoácidos glucogénicos resultantes de la movilización de tejido muscular y el glicerol resultante del metabolismo lipídico (Campos et al., 2018).

En las vacas lecheras, el propionato el precursor de mayor importancia pues es el responsable de generar un aproximado de 60% a 74% de la gluconeogénesis hepática, la concentración de este ácido graso volátil (AGV) está en dependencia del consumo de materia seca (Ninabanda, 2018).

Dentro del metabolismo energético de la vaca lechera, es necesario tener presente que la glucosa es el principal combustible celular y que cierto tipo de células como las células del sistema nervioso, mamario, renal y eritrocitos tiene requerimiento obligatorio de este carbohidrato para garantizar la homeostasis. En las vacas que se

encuentran en periodo de transición a través de mecanismos homeorréticos, la glucosa deja de ser captada por tejido periféricos y es destinada hacia la glándula mamaria para ser convertida en lactosa y principalmente para actuar como regulador osmótico en la producción de calostro (Castillo, 2019).

El direccionamiento de la glucosa de manera prioritaria hacia la glándula mamaria puede ser en parte atribuido al cuadro de resistencia a la insulina, recordando que la insulina es una hormona peptídica secretada por el páncreas en respuesta a las elevaciones de los niveles de glucosa sérica, su principal función es promover la síntesis de glucógeno además de la estimulación de la síntesis de grasa y almacenamiento en los adipocitos a través de la inhibición de la lipasa sensible a la hormona (LSH), la insulina posee un papel antagónico al glucagón y participa en la captación de glucosa en auxilio a las moléculas transportadora de glucosa (GLUT), principalmente las GLUT-4 (Albornoz et al., 2016).

En las vacas que se encuentran en el periodo seco, específicamente aquella en transición poseen sensibilidad reducida por parte de los tejidos para responder adecuadamente a las concentraciones normales de insulina, esto provoca una disminución de la expresión del GLUT-4 y aumentando la del GLUT-1, el único trasportador de glucosa que no es dependiente de la insulina y que se concentra en mayor proporción en la glándula mamaria (Zhigang et al., 2018).

El grado de resistencia a la insulina está en dependencia del nivel productivo de la vaca, ocurriendo que las vacas más productivas presentan mayor predisposición a este fenómeno. La influencia de la condición corporal también influye a que exista una mayor predisposición a la resistencia a la insulina por parte de aquellos animales con escalas de condición corporal altas, debido principalmente a la presencia de ceramidas en el plasma (esfingolípidos provenientes de la lipolisis) (Castillo, 2019).

Las condiciones de resistencia a la insulina, sumado a los niveles bajos de esta hormona en el periparto, estimulan la actividad de la LSH por parte del glucagón y catecolaminas que generan lipolisis que consecuentemente resulta en un aumento de los niveles séricos de ácidos grasos no esterificados (AGNE), los mismos que

son comprendidos como ácidos grasos formados a partir de los triglicéridos que se ligan a la albumina para que puedan ser transportados hacia el tejido hepático y puedan ser metabolizados a través del proceso de beta- oxidación. Cuando este proceso es incompleto resulta en la producción de cuerpo cetónico principalmente beta-hidroxibutirato (BHB) (Benedet et al., 2019).

La presencia de ácidos grasos no esterificados (AGNE), cuerpos cetónicos como el beta-hidroxibutirato (BHB) y lipomovilización observada como pérdida de un punto o más de condición corporal interfiere negativamente en las funciones productivas y reproductivas de vacas lecheras (Benedet et al., 2019).

- **Metabolismo proteico**

Las vacas que se encuentran en el periodo de transición generalmente se encuentran bajo una condición de balance negativo de proteínas, esta alteración metabólica principalmente se observa por la disminución en el consumo de materia seca (CMS), debido a que el pool de aminoácidos provenientes de la absorción intestinal de la proteínas metabolizable son redirigidos hacia la gluconeogénesis, además de que son utilizados para generar el punto de partida en la producción de proteínas de fase aguda de la inflamación, en especial la haptoglobina en respuesta a la condición inflamatoria del periparto (Sailer et al., 2018).

Husnáin & Santos (2019), mencionan que el aporte de proteína metabolizable (PM) para novillas y vacas debe ser diferenciado considerando que valores de 800 g/día de PM debe ser suministrado para animales multíparas y valores de 1100 g/día de PM debe ser suministrado para animales nulíparas. Además, lo requerimiento de proteína metabolizable en el postparto depende de los niveles productivos de la vaca alcanzado en el postparto, pues buena parte de la exigencia total de la proteína metabolizable es requerida para atender las demandas de la lactancia.

El metabolismo proteico se ve influenciado por los niveles de albumina, globulinas, proteínas totales y urea, las mismas que permiten obtener información sobre el perfil proteico del animal, además de que son considerados como indicadores

nutricionales, indicadores del funcionamiento hepático e indicadores de la fase aguda de la inflamación (Sailer et al., 2018).

- **Metabolismo mineral**

Cuando se trata del metabolismo mineral de las vacas en transición todos los macrominerales (g/día) y los microminerales (mg/día) tiene importancia en la suplementación, sin embargo, el mineral de mayor impacto en la generación de enfermedades peripartales de las vacas en transición es el calcio, en donde un punto crítico es la gran exigencia de calcio sanguíneo para la producción de calostro por la glándula mamaria sumado al antecedente de que las vacas en periodo de transición generalmente tienen disminución del consumo de materia seca (CMS), propician a un desbalance negativo de este mineral en el organismo de la vaca lechera (Acosta et al., 2020).

Una vaca adulta se considera como un animal hipocalcémico cuando la concentración sérica de calcio sanguíneo queda debajo de los 8.0 mg/dL, estos valores de los niveles de calcio originan reducción en la ingesta de alimentos, menor motilidad ruminal e intestinal y disminución del volumen de leche producido, además de que se incrementa la susceptibilidad de las vacas a otras enfermedades metabólicas e infecciosas, como la retención placentaria, metritis, desplazamiento de abomaso, cetosis, etc., además, el calcio impacto negativamente en las células del sistema inmune innato (Benedet et al., 2019).

Esta condición patológica es influenciada como factores como la edad, raza, y potencial productivo, encontrando que, animales con dos o más lactancias tienen mayor riesgo de desarrollar dicho disturbio metabólico, así mismo las vacas de raza Jersey tienden a ser más propensas que las vacas de raza Holstein. Esta condición metabólica generalmente se presenta en un periodo de tiempo de 48 a 72 horas después del parto, observando mayor ocurrencia en las primeras 24 horas postparto, puede hallarse dos tipos de presentación patológica, tanto la subclínica que es considerada como la más incidente como la clínica (Silva, 2018).

2.2. Nutrición de la vaca periparto

La nutrición adecuada durante el período periparto es fundamental para garantizar una transición suave hacia la producción láctea máxima y para prevenir problemas de salud como la cetosis, la hipocalcemia y la retención placentaria. Una dieta balanceada y adaptada a las necesidades específicas de cada etapa del periparto es esencial, con un enfoque en la optimización del balance energético y la prevención de desequilibrios metabólicos. Es importante asegurar un suministro adecuado de energía, proteínas, minerales y vitaminas, así como una adecuada relación de fibra para mantener la salud ruminal y promover una flora microbiana equilibrada. La suplementación estratégica con minerales como calcio, fósforo y magnesio, así como con vitaminas, especialmente vitamina E y selenio, puede ser beneficiosa para fortalecer el sistema inmunológico y prevenir enfermedades metabólicas. Además, es crucial monitorear de cerca el consumo de alimento y ajustar la dieta según sea necesario para satisfacer las cambiantes necesidades nutricionales de la vaca durante este período crítico, asegurando así una transición exitosa hacia la lactancia y una óptima salud y productividad a largo plazo (Caton et al., 2020).

Es fundamental implementar estrategias nutricionales y de manejo que minimicen el estrés y aseguren una adaptación suave hacia la lactancia. Esto incluye controlar y mantener una adecuada condición corporal, diseñar dietas específicas que proporcionen un equilibrio adecuado de nutrientes, como energía, proteína, minerales y vitaminas, y suplementar estratégicamente con minerales y vitaminas clave para prevenir problemas metabólicos. Además, es importante manejar el estrés ambiental y social, proporcionar un ambiente tranquilo y monitorear de cerca la salud y el consumo de alimento de las vacas para detectar y tratar problemas de salud de manera oportuna, asegurando así una transición exitosa hacia la lactancia y una óptima salud y productividad (Anas et al., 2023).

Estrategias nutricionales específicas durante el período de transición y el inicio de la lactancia. Esto incluye el diseño de dietas balanceadas que satisfagan las necesidades nutricionales cambiantes, la suplementación estratégica con minerales y vitaminas clave para fortalecer el sistema inmunológico, el control del balance energético para prevenir el balance energético negativo, el manejo del estrés y del

ambiente para reducir el estrés y promover el bienestar, y el monitoreo constante de la salud para detectar y tratar problemas de manera temprana (Caton et al., 2020).

2.2.1. Requerimiento mineral en vacas lecheras

Tabla 1

Recomendaciones de minerales

Minerales	Unidad	Concentración
Calcio	%MS	0.61-0.77
Fósforo	%MS	0.33-0.44
Sodio	%MS	0.2-0.25
Cloro	%MS	0.26
Potasio	%MS	1.0-1.7
Magnesio	%MS	0.19-0.22
Azufre	%MS	0.2
Cobalto	ppm	0.14
Cobre	ppm	12
Zinc	ppm	65
Yodo	ppm	0.4-0.58
Hierro	ppm	1000
Manganeso	ppm	14
Selenio	ppm	0.3

Fuente: (Morales et al, 2021)

2.3. Calcio

El calcio es un mineral que en dependencia del lugar donde se encuentra cumple diversas funciones vitales, siendo el que se encuentra de manera extracelular el involucrado en la formación de tejido esqueléticos, trasmisión de impulsos nerviosos, excitación del musculo esquelético y cardíaco, coagulación de la sangre y como principal componente mineral de la leche, a su vez el calcio intracelular está involucrado en la actividad de una amplia gama de enzimas y sirve como un segundo mensajero de información transmembrana desde el exterior al interior de la célula, adicionalmente este mineral en gran medida junto con el anión fosfato son los responsables de proporcionar resistencia estructural y dureza a los huesos (Vanacker et al., 2017).

Normalmente la concentración del calcio en el plasma sanguíneo es de 2.2 a 2.5 mM (9 a 10 mg/dL, o 4.4 a 5 mEq/L) en la vaca adulta, siendo estos valores ligeramente más altos en animales prepúberes, las concentraciones recomendadas deben mantenerse relativamente constantes, esto permite garantizar un estable gradiente de potencial eléctrico y una conductividad normal (Silva, 2018).

Existe un sistema que permite mantener la homeostasis del calcio el mismo que interviene para mantener una concentración constante de este mineral en el sitio extracelular. Este sistema es el encargado de suplir funciones de trasporte de calcio cuando la pérdida del mismo excede la entrada, si este sistema falla puede ocurrir hipocalcemia la misma que se caracteriza por una pérdida de la función nerviosa y muscular, está condición es observada mediante el signo patognomónico de paresia y decúbito con fasciculaciones musculares y en algunos casos tetania en vacas de postparto inmediato (Wächter et al., 2022).

2.3.1. Homeostasis del calcio

Existe determinado mecanismos de protección y recuperación de calcio, cuando los requerimientos se elevan en el inicio de la lactancia, generalmente el calcio que se pierde por determinadas vías como la lactógena se puede reemplazar a partir del suministro presente en la dieta, también de la reabsorción de calcio almacenado en los huesos o a su vez mediante la reabsorción de una porción más grande de calcio filtrado a través del glomérulo renal, originalmente disminuyendo las pérdidas orgánicas de dicho mineral (Song, 2017).

Existe un desbalancea mineral negativo siempre y cuando la pérdida por distintas funciones biológicas sea mayor a la cantidad del mineral ingerido a través de la dieta o suministrados de manera parenteral (Hernández et al., 2020).

De manera orgánico las glándulas paratiroides controlan la redistribución y la concentración de calcio en la sangre, mediante la secreción pulsátil de paratohormona (PTH) como primer paso esta hormona actúa a nivel renal aumentando los mecanismos de reabsorción y disminuyendo las pérdidas no sensibles o urinarias, dicha hormona también actúa a nivel intestinal mejorando los

procesos de absorción pasiva por parte de las células epiteliales presentes en cualquier porción del tubo digestivo inferior, sin embargo, la ruta principal para la absorción del calcio en los rumiantes adultos parece ser el transporte activo, el mismo que es controlado por la 1.25-Dihidroxivitamina D (Acosta et al., 2020).

Cuando el suministro dietético de este mineral es insuficiente para suplir los requerimientos nutricionales del animal, un proceso de reposición mediado por la PTH que consiste en retirar calcio almacenado en los huesos mediado por transporte osteoclástico es el principal cofactor que ayuda a suplir dichas necesidades, es por ello que cuando este mineral se ve deficiente de una manera severa y prolongada también se observan animales con cuadros característicos de osteoporosis. Cuando los niveles de calcio incrementan por encima de los normal inhiben la secreción de paratohormona en la paratiroides y estimulan la liberación de calcitonina por parte de las células C de dicha glándula cuya función principalmente involucra el aumento de la eliminación renal y una disminución en el trasporte de calcio desde los huesos por los osteoclastos (Campos et al., 2018)

Los requerimientos del calcio van a depender del estado fisiológico del animal y de la etapa productiva en la que se encuentren considerando que para el mantenimiento el ganado no lactante necesita de una cantidad de 0.0154 g/kg de peso corporal y para animales lactantes el requerimiento se incrementa en un 0.031 g/Kg de peso corporal. Adicionalmente en la etapa de crecimiento los requerimientos del mineral calcio van a depender de las porciones alométricas en función de los kilogramos de ganancia diaria promedio.

Durante la gestación se ha demostrado que el feto en desarrollo requiere cantidades insignificantes de calcio, esto hasta el último trimestre ya que después de este periodo el esqueleto fetal comienza con el proceso de captación de calcio, generalmente en las últimas semanas del parto (Silva, 2018).

La cantidad de calcio para la producción de leche (Ca/kg de leche producida) varía según la raza, cantidad de proteína entre otros factores, considerando que para vacas Holstein el calcio requerido por Kg de leche producida es de 1.22 g y para vacas Jersey es de 1.45 g, sin embargo, se debe tomar en cuenta que las vacas requieren

de 2.1 g de calcio (Ca) absorbido para producir 1 Kg de calostro en la lactancia temprana de las vacas lecheras (Hernández et al., 2020).

2.3.2. Calcio sérico

El calcio (Ca^{+}) sanguíneo presenta tres formas; ionizado, quelado y ligado a proteínas, principalmente a la albumina, sin embargo, cuando se realiza una determinación se propicia valores de calcio total (Castro et al., 2023).

Es habitual la determinación del calcio en fluidos biológicos como suero, plasma y orina, pudiendo realizarse la determinación tanto por métodos espectrofotométricos directos (por absorción atómica) o indirectos (previa reacción del calcio con un compuesto con el que al reaccionar genere un producto coloreado o cromóforo), tanto en uno como otro caso pueden sugerir problemas de interferencia debido a otros elementos y sustancias de la muestra (Bonifaz et al., 2023).

- La determinación de Ca por espectrofotometría de absorción atómica requiere la utilización de un espectrofotómetro

El Ca puede determinarse también por métodos químicos espectrofotométricos (indirectos), debido a que puede formar complejos coloreados con varios reactivos que cambian el color selectivamente cuando forman quelatos (Bonifaz et al., 2023).

El calcio también puede determinarse por un método fluorescente, por titulación del complejo fluorescente del calcio con calceína y con indicadores como EDTA, ya que el calcio forma un complejo fluorescente con la calceína. Otra forma eficaz de determinar calcio en una muestra biológica es por dilución isotópica, resulta muy adecuada, ya que el calcio muchas veces está en cantidades ínfimas en los organismos vivos y forma parte de mezclas con otros compuestos similares (Castro et al., 2023).

2.3.3. Referenciales del calcio (Ca^{+})

Las vacas hipocalcémicas subclínicas tienen un mayor riesgo de desarrollo posterior de enfermedades, reducción de la producción de leche y peor rendimiento

reproductivo, por ende, es de vital importancia un monitoreo de los niveles o concentración de calcio en sangre (Bach et al., 2019).

Tabla 2

Valores referenciales del calcio (Ca^{+})

Descripción	Ca (mmol/L)	P (mmol/L)
Rango de Ca en rango normal	2.25-2.28	1.60 – 2.20
Hipocalcemia subclínica	<2.25	< 1.60
	Ca (mmol/L)	**P (mmol/L)**
Hipocalcemia en fase I	6.2 ± 1.3	2.4 ± 1.4
Hipocalcemia en fase II	5.5 ± 1.3	1.8 ± 1.2
Hipocalcemia en fase III	4.5 ± 1.1	1.6 ± 1.0

Fuente: (Trotta, 2021)

2.4. Enfermedades puerperales de las vacas lecheras

Tabla 3

Enfermedades puerperales

Enfermedad	Signos clínicos	Tratamiento
Hipocalcemia	Dificultad para caminar. Mirada fija. Temblores musculares. Marcha en circulo. Movimiento de remo. Hiperestesia y lamido de la piel. Masticación en vacío. Heces duras y secas.	Reposición de Ca, por vía oral en vacas que permanecen en pie, los niveles de calcio se elevan después de 30 minutos y mantiene elevados durante 4 a 6 h. Vacas con hipocalcemia en fase II y III se debe administrar 500 mL de gluconato de calcio al 23%.
Metritis puerperal	Aumento del tamaño del útero. Descargas uterinas acuosas, de color roja oscura con un olor fétido. Decaimiento. Inapetencia. Fiebre.	Terapéutica en base a antimicrobianas de amplio espectro, por ejemplo; Oxitetraciclina, Macrólidos, etc.
Mastitis puerperal	Distención del esfínter del pezón, cuadros inflamatorios de la ubre, cambios visibles en la leche, fiebre, decaimiento, etc.	Antimicrobianos en dependencia del agente etiológico, sin embargo, muchos profesionales recomiendan mandar un antibiótico de amplio espectro.

Fuente: (Arechiga et al., 2022)

2.5. Hipocalcemia

La hipocalcemia es una patología condicionada por el balance negativo nutricional de las vacas lecheras, específicamente originada por la disminución de las concentraciones de calcio sanguíneo generalmente en el postparto inmediato, esta enfermedad es conocida también como fiebre de leche, paresia puerperal o eclampsia y pude observarse síndromes clínicos y subclínicos en las vacas lecheras (Rosales & Fonseca, 2021).

2.5.1. Etiología

Etiológicamente lo que desencadena la fiebre de leche es el parto, está condición se debe generalmente al aumento en el requerimiento del calcio para la producción del calostro como medida inicial de producción lechera, de acuerdo con el nivel de producción de la vaca variaran las cantidades de inclusión de dicho mineral para satisfacer estos requerimientos, sin embargo, es importante tener presente que existen mecanismos de adaptación orgánica que posee la vaca cuando está se encuentra con niveles de calcio relativamente bajos, los mismos que al no ser activados de manera oportuna como respuesta al déficit al mineral ocurre desorden orgánicos y signos patológicos de hipocalcemia (Barreto et al., 2021).

Un factor etiológico considerado en la hipocalcemia es la función que cumple la hormona paratiroidea o paratohormona (PTH) la misma que estimula al riñón para que produzca una enzima hidroxilasa que es capaz de sintetizar la 1.25 Dihidroxivitamina D, la misma que estimula la absorción de calcio a nivel intestinal y la movilización desde los huesos (Da Cruz et al., 2020).

Como factores asociados a la teología de la hipocalcemia se encuentran factores como; la edad de la vaca ya que vacas más geriátricas son menos capaces de movilizar el calcio, los niveles altos de estrógenos consecuencia del parto, la ingesta reducida de materia seca (MS), niveles de inclusión relativamente deficientes y una baja inclusión y disponibilidad de otros minerales como el Mg y el P y problemas asociados con la digestión como alcalosis, acidosis, diarreas, etc. (Martínez, 2022).

2.5.2. Signos de la hipocalcemia

Según da Cunha et al. (2021) los signos clínicos de la hipocalcemia en la mayoría de vacas son progresivos iniciando con;

- Disminución en el consumo de materia seca (CMS).
- Letargo y disminución de la 0.5 ºC en la temperatura rectal.
- Incoordinación en los movimientos y corvejones rígidos y rectos.
- Disminución de los sonidos ruminales y estreñimiento.
- Temblores musculares e hiperestesia En casos más severos es común observar.
- La vaca puede estar sentada o de decúbito.
- Aumento en la frecuencia cardiaca y midriasis.
- Timpanismo y estasis intestinal (Rossi & Romão, 2021).

La fase I: La vaca no presenta paresia, incluso puede pasar inadvertida, sus signos son transitorios; se muestra hipersensible, nerviosa, excitable, con temblores musculares, anorexia, ataxia y debilidad general, algunas vacas pierden peso rápidamente y arrastran sus miembros traseros.

La fase II: (podrómica), presenta depresión moderada a severa, parálisis parcial y el signo característico de echarse con el cuello doblado y con la cabeza dirigida hacia el flanco, la tetania observada en la primera fase, avanza a imposibilidad para levantarse.

La fase III: Es la más severa, el animal presenta decúbito lateral completo, depresión cardiaca severa y pulso irregular (casi imperceptible), respiración superficial disminuida, los animales sin una terapia establecida, mueren en pocas horas, con presentación de un estado de choque (Catarina et al, 2021)

2.5.3. Diagnósticos de la hipocalcemia

El diagnóstico de fiebre de leche se basa en la historia del animal, edad de la madre y concentración sérica del calcio. La disminución sérica de los niveles de magnesio y fósforo se pueden asociar con eosinopenia y linfopenia (hiperactividad adrenal),

pero estos últimos no son específicos. Es necesario realizar el diagnóstico diferencial con esteatosis hepática, endometritis séptica, mastitis y acidosis ruminal aguda (Rossi & Romão, 2021).

2.5.4. Tratamiento de la hipocalcemia

El tratamiento debe aplicarse inmediatamente, la mejor opción es aplicar calcio por vía oral en las vacas que aún permanecen de pie, el nivel de calcio sanguíneo se incrementa en el transcurso de 30 min después de su administración, y se mantiene elevado durante 4 a 6 horas (Ramella et al., 2021).

El tratamiento endovenoso incrementa rápidamente los niveles de calcio sanguíneo, pero esta elevación puede ser extremosa y potencialmente peligrosa, pudiendo ocasionar complicaciones cardiacas fatales, por lo cual no es recomendable administrarlo en vacas que aún permanecen de pie.

Posterior al tratamiento endovenoso el nivel de Ca sanguíneo se reduce nuevamente a concentraciones menores a lo normal; por consiguiente, la vaca vuelve a mostrar hipocalcemia en un lapso de 12 a 18 horas. Incluso, la dosificación de Ca por vía endovenosa suspende la capacidad del animal para movilizar el Ca necesario y cubrir los requerimientos en los momentos críticos, experimentalmente, la arritmia inducida con atropina se ha revertido alternando estados de hipercalcemia e hipocalcemia en las vacas lecheras (Lubián-Gutiérrez et al., 2020).

Para vacas en las fases II y III de la enfermedad clínica, se debe administrar de inmediato, 500 ml de solución de gluconato de calcio al 23 % vía intravenosa lenta. Esto proporciona 10.8 g de calcio elemental, lo cual es suficiente para corregir la deficiencia de calcio total en la vaca (4-6 g). La administración de Ca por vía endovenosa es poco recomendable. En vacas que responden favorablemente al tratamiento, es importante reforzarlo con administración vía oral 12 h después de su recuperación, para evitar recaídas (Risco & do Aréchiga, 2020).

2.5.5. Prevención de hipocalcemia

La prevención se centra en la manipulación de la deita alimencia y la suministración de calcio oral, se administran dietas con bajo nivel de calcio y se ajusta la ración para cubrir las necesidades nutricionales considerando la diferencia catión-anión en la dieta. La alimentación con niveles bajo de calcio conduce a una hipocalcemia transitoria, con la subsiguiente reabsorción del tejido óseo e incremento de la absorción del intestino delgado e incrementos en la disponibilidad del calcio.

La utilización de sales aniónicas para reducir la hipocalcemia se basa en su carácter acidógeno, que provoca acidez digestiva y metabólica, y genera condiciones óptimas para la circulación de Ca en el organismo. Otra estrategia alimenticia, para reducir la incidencia de hipocalcemia consiste en suministrar una ración deficiente en Ca antes del parto. Esto causa un balance negativo de Ca en la vaca antes del parto y estimula la secreción de la hormona paratiroidea (PTH) y de la 1,25-dihidroxivitamina D promoviendo la homeostasis del Ca al momento del parto (Ramella et al., 2021).

La acidificación del pH en rumen e intestino conduce al incremento de la solubilización del Ca; la acidosis promueve la activación de la paratohormona (PTH), y ésta a su vez participa en la absorción del Ca intestinal. La acidez aumenta la función de los osteoclastos, encargados de la resorción ósea, transfiriendo iCa2+ de los huesos a la circulación sanguínea e incrementando la excreción de Ca en la orina (Lubián-Gutiérrez et al., 2020).

Se ha demostrado el efecto favorable del calcio vía oral, para la prevención de la hipocalcemia en vacas lecheras, incluso teniendo acceso a raciones con sales aniónicas o en hatos con baja incidencia de casos de fiebre de leche. Cuando el animal consume menos Ca del requerido, se incrementa la absorción del Ca. Por el contrario, cuando el animal consume más Ca del requerido, la absorción del Ca disminuye. Los eventos que causan los cambios en la absorción eficiente del Ca, se inician con cambios en el Ca plasmático, pero dependen del control del metabolito activo de la vitamina D3, a pesar de que existe evidencia de la absorción pre-

duodenal de Ca, la mayor absorción de Ca ocurre en el duodeno o parte alta del intestino delgado (Catarina et al., 2021).

La transferencia de Ca a través de las vellosidades intestinales ocurre por transporte facilitado y es iniciado por la vitamina D, que entra al enterocito por medio de difusión celular y se une a su receptor en el citoplasma celular. El complejo receptor 1,25-(OH)2 D3 se traslada hacia la fracción de cromatina en el núcleo celular y éste complejo hormona-receptor sintetiza más ARN mensajero y proteínas específicas que regulan el transporte del Ca (Ramella et al., 2021).

2.6. Relación del calcio con otras enfermedades

2.6.1. Susceptibilidad a enfermedades infecciosa

El calcio contribuye con el sistema inmune ya que contiene células y moléculas con capacidad de reconocer y eliminar a los microorganismos invasores o extraños; es regulado por medio de la concentración citosólica de calcio iónico, La unión (Antígeno-Receptor) de la célula inmune, desencadena una serie de eventos que se caracterizan por el aumento de iCa^{2+} en el citosol y agotamiento de las reservas de iCa^{2+} en el retículo endoplásmico; esto se continúa con la obtención de iCa^{2+} adicional proveniente del espacio extracelula (Rosales & Fonseca, 2021).

La hipocalcemia reduce la concentración citosólica de iCa^{2+} en las células mononucleares de la sangre, reduciendo también la función inmune Las bombas ATPasa para iCa^{2+} de los retículos sarcoplásmico y endoplásmico regulan la entrada y reposición de iCa^{2+} en el retículo endoplásmico. El incremento citosolico de iCa^{2+} se necesita para la adhesión de los neutrófilos a las células endoteliales, su transmigración hacia los tejidos, quimiotáxis y fagocitosis. Esto se podría alterar en los casos de disminución del iCa^{2+} extracelular. Además, para las funciones de las células inmunes también se requiere el control en la magnitud, la amplitud y la duración del destino de iCa^{2+} en la célula inmune. La inmunidad puede ser innata y específica (Silva, 2018).

2.6.2. Metritis

La metritis (metritis puerperal) es una complicación bacteriana posparto que puede ser causada por una menor contracción del músculo uterino (miometrio), facilitando el ingreso y proliferación de bacterias en el útero, o por una menor actividad de las células inmunes. Ambos factores causados por la hipocalcemia. Esta infección puede conducir a consecuencias negativas en la función reproductiva durante el período posparto (Arévalo et al., 2021).

En los primeros 65 días postparto, el porcentaje de gestación a primer servicio se ha encontrado en 39.4 % en vacas con diagnóstico de metritis, 38.7 % en vacas con endometritis clínica y 51.4 % en las vacas sin infección uterina. La función inmune se compromete antes de la metritis. Los neutrófilos circulantes en estas vacas han presentado disminución de glicógeno en el momento del parto, y los monocitos estimulados por la bacteria Escherichia coli han reducido la expresión del factor de necrosis tumoral-α (Carranza, 2022).

La metritis se caracteriza por aumento del tamaño uterino, por descargas uterinas acuosas color rojo obscuro y de olor fétido, asociadas con decaimiento, inapetencia, frecuencia cardiaca elevada, fiebre y disminución en la producción de leche. Existen factores predisponentes como la retención de las membranas fetales (RMF), la maceración fetal y distocias, la incidencia de metritis varia de 2.2 a 37.3 %, a nivel de hato, los factores de mayor riesgo para la presentación de la metritis son el tamaño del hato,época del año, número de parto, distocia y retención placentaria. El proceso de la infección es como sigue: después del parto, el cérvix y el canal cervical permanecen abiertos durante algunos días para la expulsión de los fluidos y los desechos del útero, por medio de la contracción de la musculatura uterina. Este proceso es más eficiente en vacas normocalcémicas vs hipocalcémicas (Reumann et al., 2021).

Las vacas hipocalcémicas son más propensas a la retención y al estancamiento de fluidos, y desechos uterinos, y por consiguiente a un mayor riesgo de complicaciones bacterianas. El estancamiento de fluidos y desechos es un excelente medio para la multiplicación bacteriana. La abertura del cérvix permite la entrada

de bacterias al útero, aunque su presencia no necesariamente desarrollará la infección, en la mayoría de las vacas se han aislado bacterias después del parto, pero se controla con la acción de los neutrófilos y otros leucocitos. Los cuales emigran hacia el lumen uterino como respuesta a la presencia de bacterias, y generalmente son capaces de controlar las poblaciones bacterianas hasta eliminar la infección (Arévalo et al., 2021).

La vaca permanece sana y realiza su periodo posparto normal: producción de leche, y una nueva concepción y gestación, sin embargo, no siempre sucede. En algunas vacas con hipocalcemia subclínica, los neutrófilos no detienen la infección, crecen las poblaciones bacterianas y las hembras presentan descargas purulentas y fétidas, características de metritis. En el diagnóstico de gestación por medio de palpación rectal, el útero presenta un aumento de tamaño y la inflamación de éste, suprime el crecimiento y desarrollo folicular postparto (Reumann et al., 2021).

Las vacas presentan fiebre y permanecen deprimidas e inapetentes, la falta del consumo adecuado de alimento predispone a la presencia de otros desórdenes como desplazamiento de abomaso y el complejo hígado graso/cetosis. La inflamación continua, generalmente progresa hacia una endometritis, la cual compromete enormemente la fertilidad de la vaca. Las vacas con hipocalcemia subclínica presentaron menor tasa de gestación y mayor intervalo del parto a la concepción en comparación a las vacas normocalcémicas (Rodríguez, 2022).

2.6.3. Endometritis

La endometritis en vacas lecheras es una inflamación del revestimiento interno del útero (endometrio) que generalmente se presenta después del parto. Esta condición se caracteriza por una infección bacteriana que puede ser causada por diversas bacterias patógenas, como Escherichia coli, Trueperella pyogenes y Fusobacterium necrophorum. La endometritis puede llevar a una disminución en la fertilidad debido a la alteración del ambiente uterino, lo que afecta negativamente la implantación del embrión y el desarrollo temprano de la gestación. Los síntomas comunes incluyen la descarga de exudado purulento a través del tracto reproductivo y una evidente disminución en la producción de leche. La detección y el tratamiento

oportuno de esta enfermedad son esenciales para mantener la salud reproductiva y la productividad de las vacas lecheras (de la Sota et al., 2021).

El calcio es crucial para la inmunidad uterina y la prevención de endometritis en vacas lecheras debido a su papel en diversas funciones biológicas. Es esencial para las contracciones uterinas postparto, que ayudan a expulsar restos placentarios y reducir el riesgo de infección. Además, el calcio es vital para la función de los leucocitos, especialmente los neutrófilos, en la respuesta inmunitaria y en la integridad estructural de las células epiteliales del endometrio, formando una barrera contra la invasión bacteriana. Una deficiencia de calcio puede llevar a una hipocalcemia, disminuyendo las contracciones uterinas, comprometiendo la capacidad inmunitaria y debilitando la barrera endometrial, lo que favorece el desarrollo de infecciones y la inflamación desregulada, incrementando el riesgo de endometritis (Silva et al., 2023).

2.6.4. Retención placentaria

La retención placentaria en vacas lecheras es una condición en la que las membranas fetales no son expulsadas del útero dentro de las 24 horas posteriores al parto. Este problema es común en la industria lechera y puede tener múltiples causas, incluyendo deficiencias nutricionales, desequilibrios hormonales, infecciones, y complicaciones durante el parto (Sánchez et al., 2020).

El calcio sérico es crucial para prevenir la retención placentaria en vacas lecheras debido a su papel en las contracciones uterinas, la función inmunitaria y el equilibrio hormonal. Adecuados niveles de calcio aseguran contracciones uterinas eficaces necesarias para la expulsión de la placenta y optimizan la función de los leucocitos, fundamentales para prevenir infecciones postparto. Además, el calcio es necesario para la liberación de oxitocina, hormona clave en este proceso. La hipocalcemia periparto, común en vacas de alta producción, incrementa el riesgo de retención placentaria al debilitar las contracciones y el sistema inmunitario, por lo que la suplementación de calcio antes y después del parto es esencial para mantener la salud reproductiva y la productividad (Tiraboschi et al., 2023).

2.6.5. Cetosis clínica

La cetosis clínica en vacas lecheras es una enfermedad metabólica que ocurre principalmente en las primeras semanas de lactancia, cuando la demanda energética supera la ingesta alimentaria, llevando a la movilización excesiva de grasa corporal y acumulación de cuerpos cetónicos en sangre, orina y leche. Los síntomas incluyen reducción en la producción de leche, pérdida de apetito y peso, comportamiento anormal y olor a cetona en aliento y fluidos corporales. El diagnóstico se realiza mediante la detección de cuerpos cetónicos, y el tratamiento incluye la administración de glucosa, propilenglicol y ajustes dietéticos. La prevención se basa en un manejo nutricional adecuado, monitoreo de la condición corporal y suplementación energética para evitar el balance energético negativo y mantener la salud y productividad de las vacas (Delamura et al., 2020).

la influencia del calcio en el metabolismo energético y la salud metabólica del animal. Un adecuado nivel de calcio sérico es crucial para el correcto funcionamiento del metabolismo lipídico y glucídico, así como para la regulación de la homeostasis energética. Durante el período de transición y el inicio de la lactancia, donde la demanda energética aumenta significativamente, una deficiencia de calcio puede comprometer la eficiencia de la utilización de la glucosa y promover la movilización excesiva de grasas corporales, favoreciendo la acumulación de cuerpos cetónicos y aumentando el riesgo de cetosis clínica. Además, la hipocalcemia periparto, común en vacas lecheras, puede predisponer a la cetosis debido a la reducción en la actividad muscular, incluidas las contracciones uterinas necesarias para una adecuada expulsión de la placenta, lo que aumenta la probabilidad de retención placentaria y, por ende, de cetosis postparto. Por lo tanto, asegurar un adecuado aporte de calcio, tanto antes como después del parto, es esencial para prevenir la cetosis y mantener la salud metabólica y productividad de las vacas lecheras (Cainzos et al., 2022).

2.6.6. Mastitis

La hipocalcemia afecta al canal del pezón y a los neutrófilos, puede influir sobre el sistema inmune a través de la secreción de cortisol durante el parto, el canal del pezón es la primera línea de defensa contra la mastitis (Heuvel, 2023).

El canal se sella entre los ordeños y durante el período seco mediante un tapón de queratina derivado del revestimiento del epitelio estratificado del canal, probablemente, la función principal de este tapón ceroso sea establecer una barrera física para prevenir la penetración bacteriana (Farro, 2021).

El pezón dispone de músculos en su esfínter que lo mantienen cerrado entre una ordeña y otra. Después del ordeño, se necesitan dos horas para la contracción del esfínter y cierre del canal del pezón, el calcio, disminuye al momento del parto, tanto en la circulación sanguínea como en los depósitos (Silva, 2018).

En las vacas con hipocalcemia subclínica probablemente el esfínter del pezón permanece distendido durante más tiempo debido a una ineficiente contracción muscular causada por la deficiencia de Ca (Reumann et al., 2021).

La lactoferrina es una proteína que ejerce diferentes funciones relacionadas con la inmunidad innata, se sintetiza en los neutrófilos y presenta gran afinidad por el hierro (Fe; actividad quelante), por lo que se une al hierro libre y lo reduce. Los microorganismos requieren Fe para su crecimiento, su efecto bacteriostático impide la proliferación bacteriana, aunque la lactoferrina también puede actuar como bactericida (Rodríguez, 2022).

La hipocalcemia puede reducir la función inmune a través del cortisol al momento del parto, el feto inicia el parto en la vaca, estimulando al eje hipotálamo-hipófisis-adrenal e incrementando la secreción de cortisol. El cortisol cambia la ruta esteroidogénica, en lugar de dirigirla hacia la síntesis de progesterona (P4), la orienta hacia la síntesis de estradiol (E2), como resultado, se reduce la síntesis de

progesterona y se incrementa la de estradiol, induciendo el parto. La secreción de cortisol aumenta considerablemente en las vacas con hipocalcemia, la secreción de cortisol es mayor en vacas hipocalcémicas (Carranza, 2022).

2.7. Suplementación estratégica para reducir hipocalcemia en vacas

La alimentación de las vacas secas con menos contenido de iones Na^+ y K^+ con relación al Cl^- y el S^-, aumenta el Ca^{2+} disponible en sangre al momento del parto, debido al aumento de la movilización ósea y la absorción intestinal del calcio en respuesta a los cambios en el estado ácido-base del animal (Barreto et al., 2021).

Tabla 4

Composición de una mezcla mineral

Elemento	Requerimiento	Cantidad requerida	Fuente mineral	Cantidad de la fuente	% de la fuente en la sal	Nivel de garantía del elemento %
Ca	0.65%	20.2 g	Fosfato tricíclico	63.13	47.11	15.07
P	0.31%	10 g		-	-	8.48
Mg	0.10%	4.8 g	Óxido de magnesio	8	5.97	3.58
S	0.15%	7.2 g	Flor de azufre	7.5	5.6	5.37
Co	0.1 mg/kg	0.48 mg	Sulfato de cobalto	0.0019	0.0007	0.0004
Cu	10 mg/kg	48 mg	Sulfato de cobre	192	0.143	0.0358
I	0.5 mg/kg	2.4 mg	Yodato de potasio	0.0041	0.003	0.0018
Fe	50 mg/kg	240 mg	Sulfato ferroso	0.6486	0.484	0.1791
Mn	20 mg/kg	96 mg	Sulfato de manganeso	0.3	0.224	0.0716
Se	0.1 mg/Kg	0.48 mg	Selenito de sodio	1	0.0008	0.0004
Zn	30 mg/Kg	114 mg	Sulfato de zinc	0.6261	0.467	0.1075
			Cloruro de sodio	53.5	40	
			Total	134	100	

Fuente: (Rosero & Posada, 2018)

2.5. Farmacología del calcio

En la actualidad se puede emplear el calcio como catión esencial.

2.5.1. Usos e indicaciones

Las sales de calcio se emplean en la prevención o el tratamiento de los cuadros hipocalcémicos (Plum, 2017).

2.5.2. Mecanismos de acción

El calcio es un elemento esencial para muchas funciones corporales, como el funcionamiento correcto de los sistemas nervioso y musculoesquelético, permeabilidad de la membrana celular y capilares y activación de reacciones enzimáticas (Plum, 2017).

2.5.3. Farmacocinética

El calcio se absorbe en el intestino delgado solo en la forma ionizada, la absorción oral requiere de la presencia de vitaminas D y pH acido, El calcio ionizado absorbido ingresa al liquido extracelular desde donde es rápidamente incorporado al tejido esquelético, la administración de calcio no estimula necesariamente la formación de hueso, alrededor del 99% del calcio corporal total se encuentra en el hueso, del calcio circulante, aproximadamente el 50% se une a proteínas séricas o forma complejos con aniones y la otra mitad se encuentra en forma ionizada, el calcio sérico total depende de las concentraciones de proteínas séricas, ya que varia en aproximadamente 0.8 mg/dL por cada cambio de 1.09 g/dl en la albumina sérica. El calcio a traviesa la placenta y también ingresa a la leche. El calcio se elimina primariamente en las heces y contribuyen la fracción no absorbida y la excretada en la bilis y jugos pancreáticos, solo una pequeña cantidad se excreta en la orina, porque la mayor parte de catión filtrado en los glomérulos es reabsorbida en los túbulos y el asa ascendente de Henle (Plum, 2017).

2.5.4. Posología

Para hipocalcemia: Gluconato de calcio inyectable: 150 – 250 mg/kg IV lenta hasta efecto (también se puede usar la vía intraperitoneal). Supervisar la respiración y la frecuencia/ritmos cardiacos durante la administración. Gluconato de calcio al 23% inyectable: 250-500 mL IV lenta, IM o SC (Plum, 2017).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación y características de la investigación

- **Localización de la investigación**

La presente investigación se realizó en las fincas ubicadas en los sectores de: El Sinche, Las Cochas y la Vaquería, parroquia de San Pedro de Guanujo perteneciente al cantón Guaranda, provincia Bolívar.

- **Situación geográfica y climática**

Altitud	2920 msnm
Latitud	01° 24' 19" S
Longitud	79° 01' 09" W
Temperatura máxima	15 ºC
Temperatura mínima	3 ºC
Temperatura media anual	7 °C
Humedad relativa media anual	60%
Precipitación	750 mm

Fuente: (INHAMI, 2019)

- **Zona de vida**

De acuerdo con el sistema de clasificación de zonas de vida según Leslie Holdridge (1979), el sitio del experimento corresponde a bosque seco montano bajo (bs-MB).

3.2. Metodología

3.2.1. Material en estudio

- 30 vacas postparto

3.2.2. Factores en estudio

Con el objetivo de llevar a cabo la investigación, se recolectaron 30 muestras sanguíneas de vacas postparto en los sectores de El Sinche, Las Cochas y La Vaquería, parroquia de San Pedro de Guanujo, para determinar la prevalencia de enfermedades puerperales y su relación con la concentración de calcio sérico.

3.2.3. Tratamientos

Para la determinación de la concentración sérica de calcio, se tomó una muestra sanguínea a las vacas 12 horas postparto y nuevamente a los 24 días postparto. Las muestras fueron enviadas al laboratorio, donde se realizó el análisis bioquímico para medir los niveles de calcio sérico en vacas de los sectores de El Sinche, Las Cochas y La Vaquería, parroquia de San Pedro de Guanujo.

3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico

Para la presente investigación se empleó un análisis estadístico descriptivo.

3.2.5. Manejo de la investigación

- **Inspección del animal**

Se realizó una exploración física de todo el animal para identificar las alteraciones orgánicas que padecía. Además, se procedió con la aplicación de pruebas complementarias en los casos en que el paciente las requirió para el diagnóstico de alguna enfermedad puerperal desencadenante.

- **Recolección de la muestra**

La muestra de sangre fue recolectada utilizando tubos vacutainer de tapa roja sin anticoagulantes, obteniéndose 5 mL de sangre de la vena coccígea. La primera medición del calcio sérico se realizó dentro de las 12 horas previas al parto, mientras que la segunda medición se llevó a cabo 24 días después del parto.

- **Análisis de la muestra**

Las muestras fueron centrifugadas a una razón de 2000 rpm durante 10 minutos para obtener el plasma sanguíneo. Este plasma fue analizado mediante un analizador bioquímico para determinar las concentraciones de calcio total presentes. Los valores se analizaron dos veces, ya que se obtuvieron muestras tanto de vacas en preparto como en postparto.

- **Seguimiento del paciente**

A las vacas en estudio se les realizó un seguimiento semanal o cuando el propietario lo consideró necesario. Esto se llevó a cabo mediante inspecciones físicas del paciente.

- **Tabulación de datos**

Los datos de las variables cuantitativas, tales como condición corporal, raza, edad, número de lactancias, producción de leche y enfermedades puerperales presentes en las vacas, fueron tabulados en una hoja de registro. Además, otras variables cuantitativas fueron registradas en una hoja de seguimiento.

3.2.6. Métodos de evaluación (variables respuesta)

- **Concentración del calcio sérico**

Se desarrolló mediante la medición del calcio presente en el suero sanguíneo, obtenido mediante la centrifugación (2000 rpm) de 5 mL de sangre procedentes de la vena coccígea recolectados en tubos vacutainer. Dicha concentración se midió en vacas preparto (12-24 horas antes del parto) y postparto (24 días después del parto).

- **Prevalencia de enfermedades puerperales**

Esta variable se desarrolló aplicando la siguiente fórmula, cuyo valor se expresó como un porcentaje de las distintas enfermedades puerperales determinadas:

$$Prevalencia = \frac{\#\ de\ vacas\ con\ enfermedad\ puerperal}{\#\ total\ de\ la\ población\ evaluada} \times 100$$

- **Enfermedades puerperales**

Se desarrollaron mediante la inspección clínica del animal, que incluyó un examen físico general, anamnesis y pruebas complementarias, para la determinación de las siguientes enfermedades: hipocalcemia, retención placentaria, endometritis, metritis, cetosis clínica y mastitis.

- **Factores de riesgos**

Estas variables se desarrollaron mediante la inspección general del animal, complementada con un conversatorio con el propietario de la unidad productiva muestreada. Se determinaron aspectos como la edad, raza del animal, el número de lactancias y la producción de leche.

3.2.7. Análisis de datos

El análisis de datos se lo realizó en el programa estadístico R Studio, en donde se empeló análisis estadísticas de tendencia central (media, desviación estándar), también se obtuvieron valores en porcentajes y frecuencias, después de haber obtenidos los resultados se analizarón mediante la prueba de T-Student para determinar si hay una diferencia significativa entre las medias de los dos grupos en estudio.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1.1. Concentración del calcio sérico

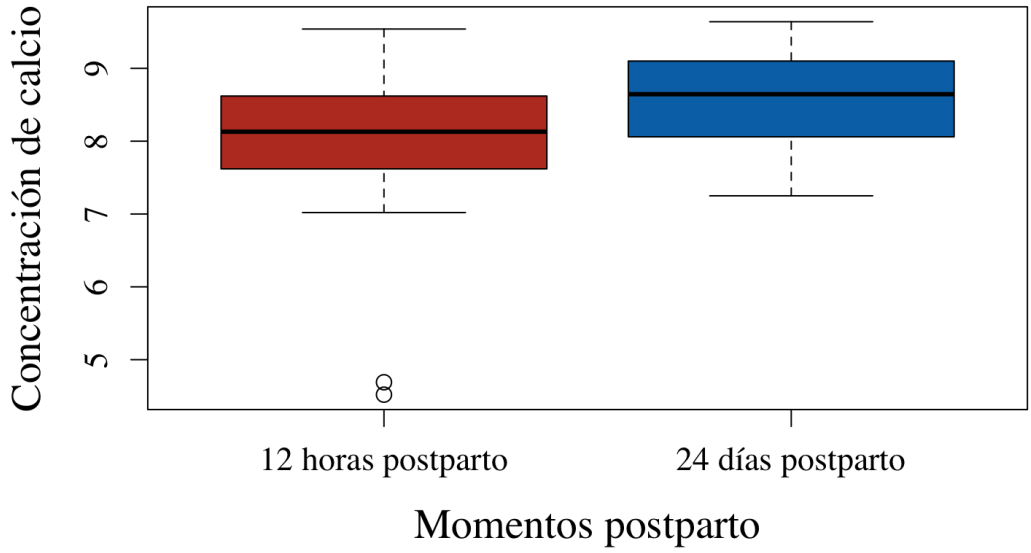
Tabla 5

Concentración del calcio sérico

Concentración de calcio sérico	Media	D.E.	p-valor
12 horas postparto	7.95	1.10	0.0011
24 días postparto	8.61	0.57	

Figura 1

Concentración del calcio sérico



Los resultados muestran un incremento significativo en la concentración de calcio sérico en vacas durante el período de puerperio, con una media de 7.95 ± 1.10 mg/dl a las 12 horas postparto y 8.61 ± 0.57 mg/dl a los 24 días postparto. Este aumento, respaldado por un p-valor de 0.0011, indica una diferencia estadísticamente significativa (p-valor <0.01) entre ambos momentos, evidenciando la recuperación

progresiva del calcio sérico tras el parto. Los niveles bajos a las 12 horas reflejan la hipocalcemia típica del postparto temprano.

Estos resultados son consistentes con los reportados por Arévalo et al. (2021), quienes documentaron niveles de calcio sérico en un rango de 7.70 a 8.34 mg/dl en vacas lecheras. La variación en los valores se debe a diferencias en manejo nutricional, raza o nivel productivo, pero ambos estudios confirman la hipocalcemia postparto y su recuperación gradual.

4.1.2. Prevalencia de enfermedades puerperales

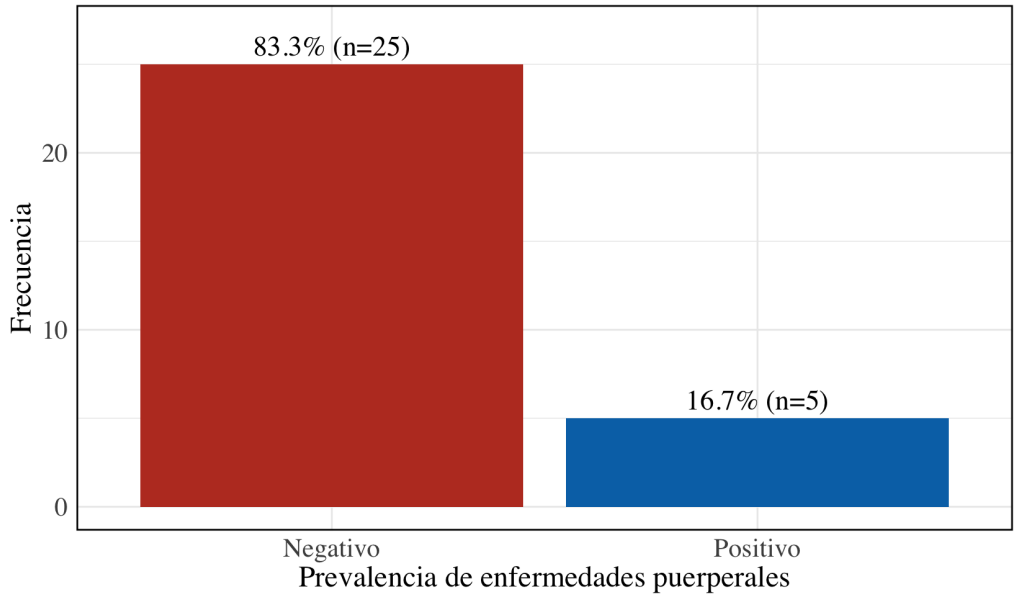
Tabla 6

Prevalencia de enfermedades puerperales

Prevalencia de enfermedades puerperales	Frecuencia	Porcentaje
Negativo	25	83.33
Positivo	5	16.67
Total	**30**	**100**

Figura 2

Prevalencia de enfermedades puerperales



La prevalencia de enfermedades puerperales en el grupo estudiado fue del 16.67 %, mientras que el 83.33 % de las vacas no presentó dichas enfermedades. De un total de 30 animales evaluados, 5 fueron positivos para enfermedades puerperales y 25 negativos. Esto confirma que, si bien la mayoría de los animales no desarrollaron complicaciones puerperales, existe una proporción significativa que evidencia la presencia de estas patologías dentro del grupo analizado.

Estos resultados contrastan con los reportados por Peña et al. (2021), quienes documentaron una prevalencia del 90 %. Esta diferencia responde a factores como el manejo sanitario, la alimentación y las condiciones de manejo periparto, que influyen en la susceptibilidad a estas patologías. A pesar de la menor prevalencia observada en este estudio, la presencia de enfermedades puerperales sigue siendo un aspecto relevante en la salud del hato, lo que resalta la importancia de medidas preventivas adecuadas.

4.1.3. Enfermedades puerperales

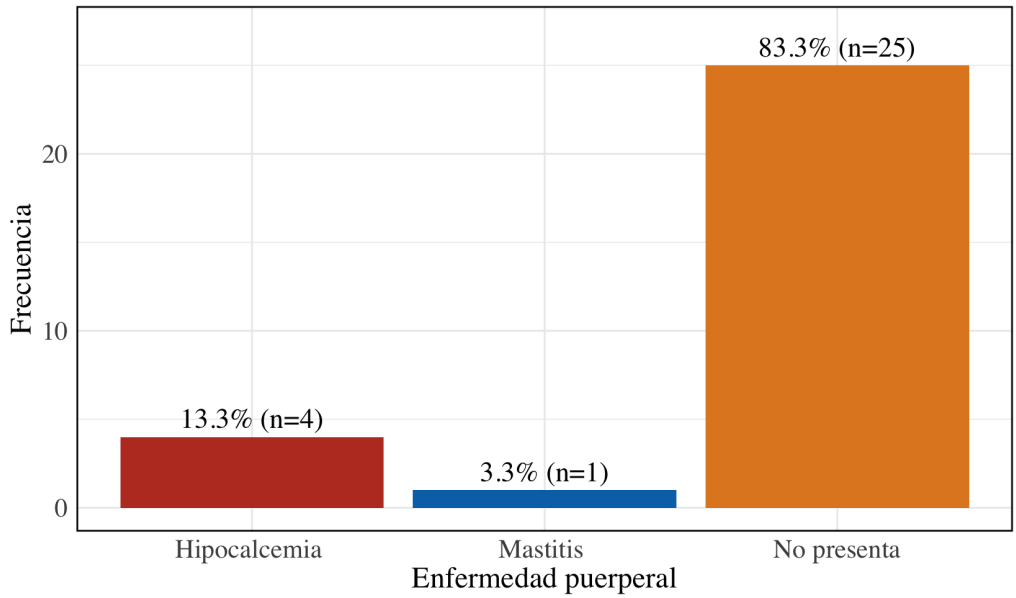
Tabla 7

Enfermedades puerperales

Enfermedades puerperales	Frecuencia	Porcentaje
Hipocalcemia	4	13.33
Mastitis	1	3.33
No presenta	25	83.33
Total	**30**	**100**

Figura 3

Enfermedades puerperales



Del total de vacas evaluadas, el 13.33 % presentó hipocalcemia (4 casos) y el 3.33 % desarrolló mastitis (1 caso), mientras que el 83.33 % (25 vacas) no presentó ninguna enfermedad puerperal. Estos resultados evidencian que, aunque la mayoría de los animales no presentó complicaciones, la hipocalcemia destaca como la principal afección en este periodo.

Estos hallazgos concuerdan con lo señalado por Lammoglia (2021), quien indica que las vacas con patologías posparto, ya sea de índole metabólica (cetosis, hipocalcemia, desplazamiento de abomaso, etc.) o inmunológica (retención de placenta, metritis, mastitis, etc.), experimentan una menor producción y fertilidad. La presencia de estas enfermedades resalta la importancia de un monitoreo adecuado y estrategias de prevención, ya que incluso una baja prevalencia puede afectar el rendimiento productivo y reproductivo del hato.

4.1.4. Factores de riesgo

- **Edad**

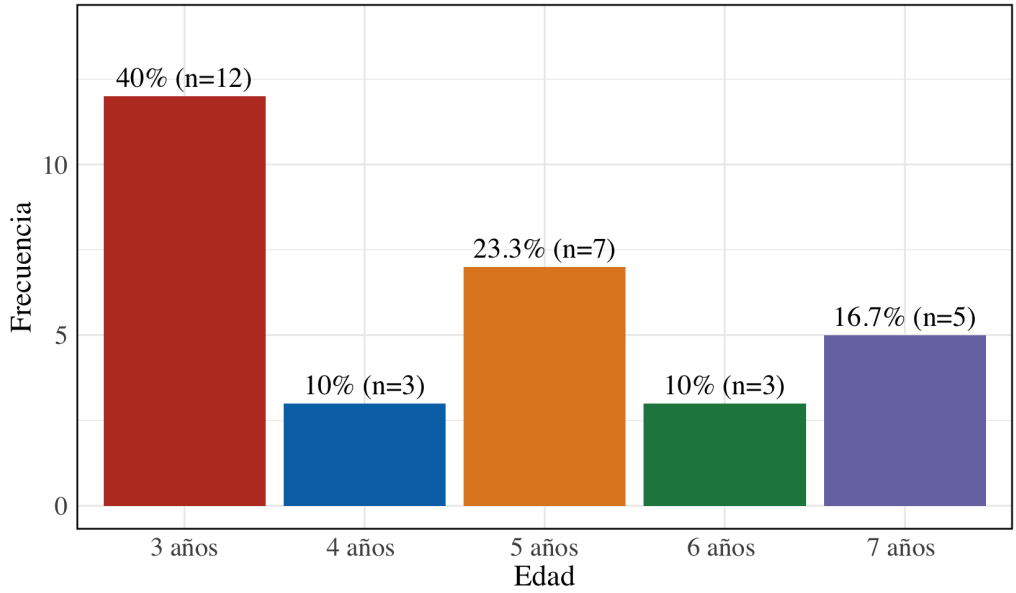
Tabla 8

Edad de los bovinos

Edad	Frecuencia	Porcentaje
3 años	12	40
4 años	3	10
5 años	7	23.33
6 años	3	10
7 años	5	16.67
Total	**30**	**100**

Figura 4

Edad de los bovinos



En relación con la distribución por edad, se observó que el 40 % de las vacas eran de 3 años (12 casos), seguidas por el 23.33 % de 5 años (7 casos). El 16.67 % correspondía a vacas de 7 años (5 casos), el 10 % a vacas de 4 años (3 casos) y, por último, el 10 % restante eran vacas de 6 años (3 casos). Estos datos reflejan una población predominantemente joven, con una mayor concentración de vacas de 3

años, lo que tiene un impacto directo en la prevalencia de enfermedades puerperales observadas en este grupo.

Según Van den Heuvel (2023), la edad avanzada es un factor predisponente importante para la presencia de enfermedades puerperales, debido a que las vacas adultas producen más leche y, por lo tanto, tienen una mayor demanda de calcio. La menor representación de vacas de mayor edad en este estudio podría explicar la baja incidencia de hipocalcemia observada.

- **Raza**

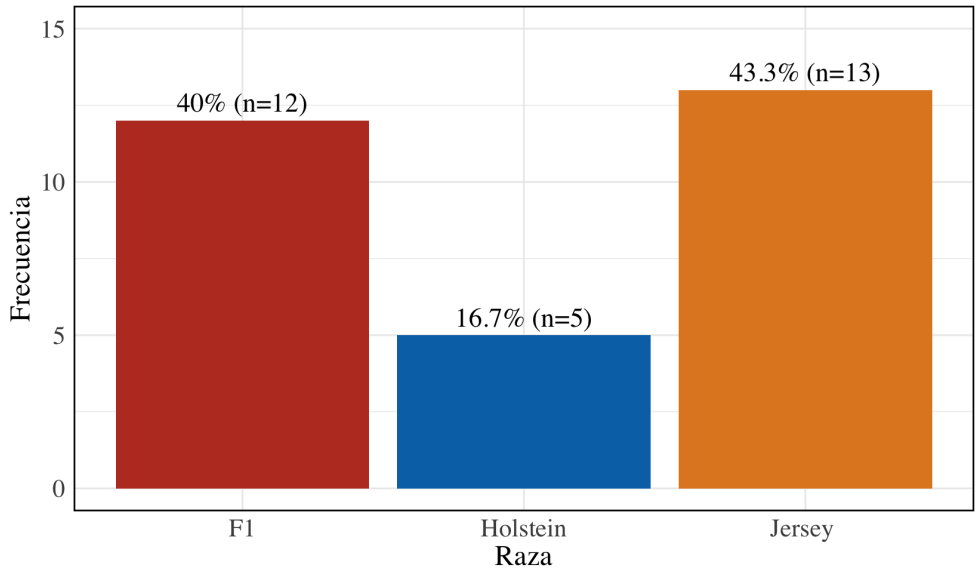
Tabla 9

Raza de los bovinos

Raza	Frecuencia	Porcentaje
F1	12	40
Jersey	5	16.67
Holstein	13	43.33
Total	**30**	**100**

Figura 5

Raza de los bovinos



En cuanto a la raza de las vacas evaluadas, el 43.33 % (13 vacas) correspondió a la raza Holstein, seguida por el 40 % (12 vacas) de la raza F1 y el 16.67 % (5 vacas) de la raza Jersey. Estos datos muestran que la mayoría de las vacas en el estudio eran de las razas Holstein y F1, con una menor representación de Jersey, las cuales tienen diferentes características genéticas y susceptibilidades a enfermedades puerperales.

Esta distribución difiere de la reportada por Arechiga et al. (2022), quienes trabajaron con una población compuesta en un 32.24 % por Holstein y un 40.79 % por Jersey en su estudio sobre los niveles sanguíneos de calcio en vacas lecheras. Las diferencias en la composición racial pueden influir en la susceptibilidad a enfermedades puerperales, ya que cada raza presenta particularidades en metabolismo mineral, producción láctea y predisposición a trastornos metabólicos como la hipocalcemia.

- **Condición corporal**

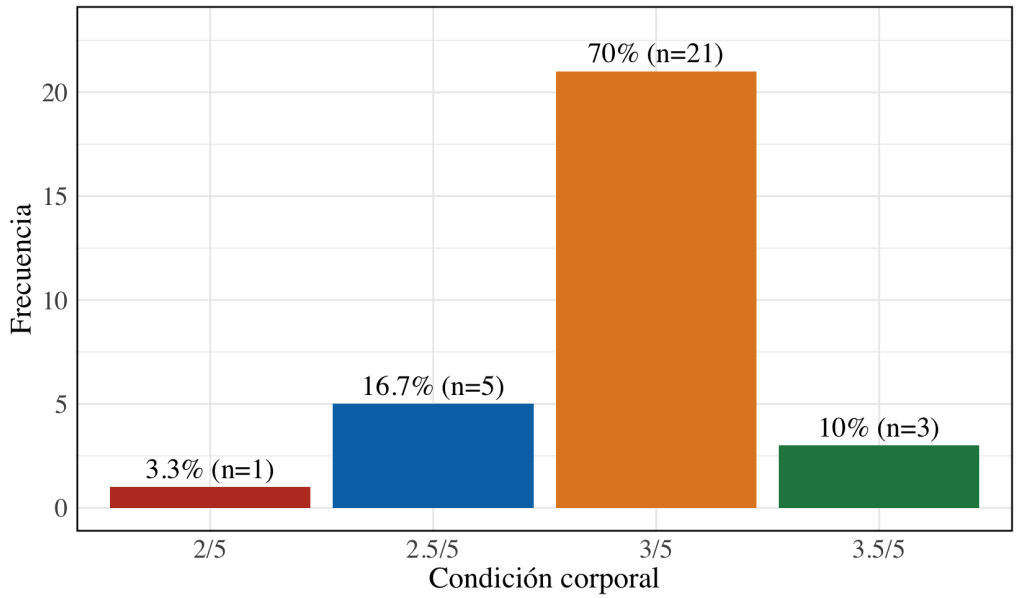
Tabla 10

Condición corporal

Condición corporal	Frecuencia	Porcentaje
2/5	1	3.33
2.5/5	5	16.67
3/5	21	70
3.5/5	3	10
Total	**30**	**100**

Figura 6

Condición corporal



Respecto a la condición corporal de las vacas evaluadas, la mayoría presentó una puntuación de 3/5, con un 70 % (21 vacas), lo que indica una condición corporal media. Un 16.67 % (5 vacas) tuvo una condición de 2.5/5, y un 10 % (3 vacas) alcanzaron una puntuación de 3.5/5, sugiriendo una ligera mejora en su condición corporal respecto a la media. Solo el 3.33 % (1 vaca) presentó una condición corporal de 2/5, lo que indica una condición más baja. Estos resultados reflejan una población de vacas mayoritariamente en una condición corporal adecuada, aunque con una pequeña proporción en puntuaciones más bajas.

Van den Heuvel (2023), señala que un alto puntaje en la condición corporal aumenta el riesgo de enfermedades puerperales, ya que las vacas con estado corporal superior a 4 tienden a reducir su ingesta antes y después del parto, lo que afecta su metabolismo y predispone a trastornos metabólicos. La ausencia de vacas con condición corporal excesiva en este estudio explica la baja prevalencia de enfermedades puerperales observada.

- **Número de lactancias**

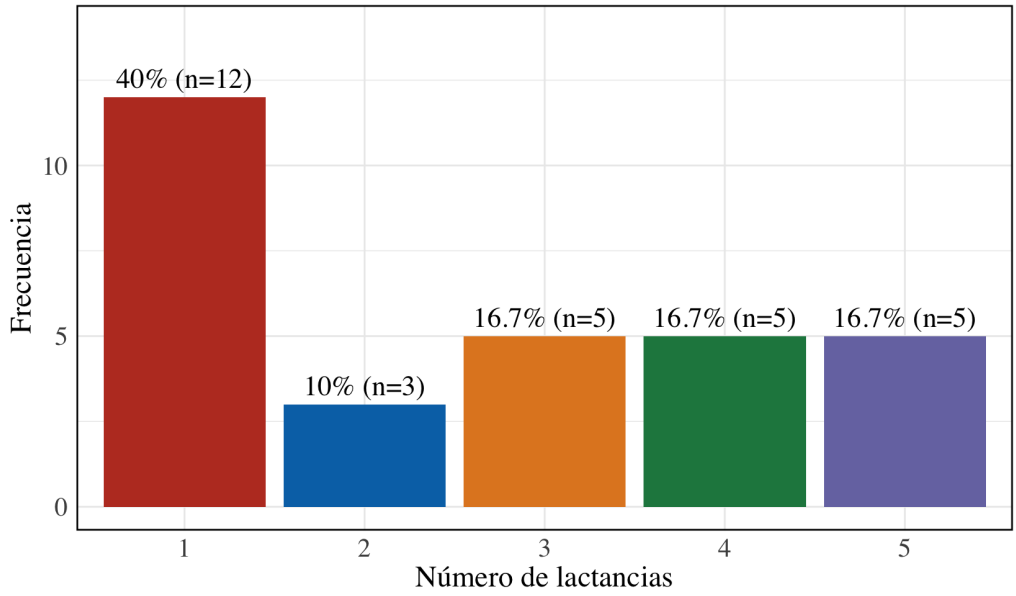
Tabla 11

Número de lactancias

Número de lactancias	Frecuencia	Porcentaje
1	12	40
2	3	10
3	5	16.67
4	5	16.67
5	5	16.67
Total	**30**	**100**

Figura 7

Número de lactancias



La distribución de lactancias entre las vacas evaluadas mostró que el 40 % (12 animales) se encontraba en su primera lactancia, lo que indica una alta concentración de vacas jóvenes dentro del grupo. Un 16.67 % (5 vacas) presentó 3, 4 y 5 lactancias, lo que refleja una distribución equilibrada de vacas con mayor experiencia en el ciclo productivo. Solo el 10 % (3 vacas) tenía 2 lactancias. Estos

datos muestran una muestra diversa en cuanto a experiencia reproductiva, con una mayoría de vacas en su primer ciclo de lactancia.

Estos resultados se alinean con lo señalado por Van den Heuvel (2023), quien menciona que las enfermedades puerperales son raras en vacas de primera lactancia, pero su incidencia aumenta significativamente a partir de la tercera lactancia. La mayoría de vacas en su primer ciclo de lactancia en este estudio ha contribuido a la baja prevalencia de enfermedades puerperales observadas en el grupo.

- **Producción de leche**

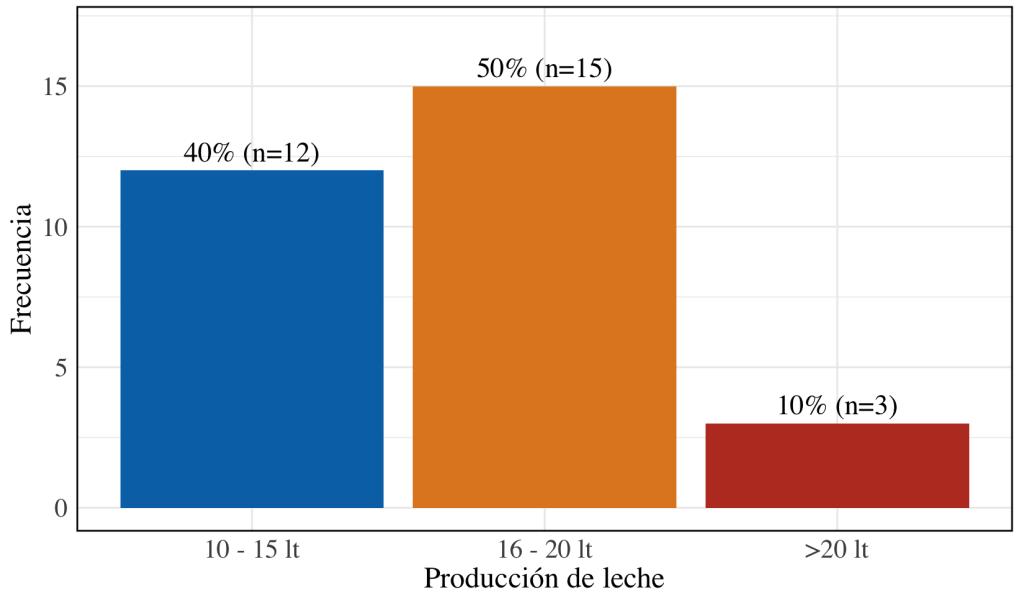
Tabla 12

Producción de leche

Producción de leche	Frecuencia	Porcentaje
10-15 lt	12	40
16-20 lt	15	50
>20 lt	3	10
Total	**30**	**100**

Figura 8

Producción de leche



La producción de leche en las vacas evaluadas mostró que el 50 % (15 animales) produjo entre 16 y 20 litros, representando la mayor proporción dentro del grupo. El 40 % (12 vacas) produjo entre 10 y 15 litros, lo que indica una producción media en la mayoría de las vacas. Solo el 10 % (3 vacas) superaron los 20 litros de producción, lo que refleja una menor proporción de animales con rendimientos de leche más altos. Estos resultados destacan que la mayoría de las vacas se encuentran en un rango de producción moderada, con un pequeño porcentaje alcanzando niveles de alta productividad.

Estos resultados son coherentes con la investigación de Panchi (2021), quien señala que la producción de leche en vacas lecheras suele oscilar entre 13 y 29 litros, un rango que abarca tanto la producción media como la más alta, lo que indica que vacas con mayor producción de leche pueden estar más predispuestas a desarrollar hipocalcemia debido a la mayor demanda de calcio.

4.2. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Tras el análisis de los resultados obtenidos, se evidenció la presencia de enfermedades puerperales en el 16.67 % de las vacas evaluadas, destacando la hipocalcemia como la afección más frecuente. Asimismo, se observó una recuperación progresiva en la concentración de calcio sérico durante el puerperio, lo que confirma su relación con la aparición de estas patologías. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, la cual establece que "Existe prevalencia de enfermedades puerperales y su relación con la concentración de calcio sérico en vacas".

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES

- Se evidenció un incremento significativo en la concentración de calcio sérico en vacas durante el puerperio, pasando de 7.95 ± 1.10 mg/dl a las 12 horas postparto a 8.61 ± 0.57 mg/dl a los 24 días postparto (p-valor = 0.0011). Esto confirma la recuperación progresiva del calcio sérico tras el parto y la presencia de hipocalcemia en la fase inicial del puerperio.

- La prevalencia de enfermedades puerperales en el grupo evaluado fue del 16,67 %, destacándose la hipocalcemia como la afección más frecuente (13,33 %), seguida de la mastitis (3,33 %). Estos resultados evidencian la importancia de implementar estrategias de monitoreo y prevención, especialmente enfocadas en la hipocalcemia, a fin de minimizar complicaciones metabólicas y optimizar el desempeño productivo en vacas postparto.

- Se identificaron factores de riesgo asociados a enfermedades puerperales, destacando una mayor incidencia en vacas de 3 años (40 %). Las razas predominantes fueron Holstein (43,33 %) y F1 (40 %), lo que sugiere una posible relación genética con la predisposición a estas patologías.

- La condición corporal fue mayormente adecuada (70 % con 3/5), aunque un 16,67 % presentó puntuaciones bajas (2,5/5), lo que podría aumentar la susceptibilidad a enfermedades postparto. El 40 % de las vacas estaba en primera lactancia, sin relación aparente con alteraciones metabólicas, y el 50 % presentó una producción moderada de leche (16–20 L/día).

- La alta incidencia de hipocalcemia en vacas puerperales y su estrecha relación con el equilibrio del calcio evidencian su impacto en la salud y productividad del ganado, afectando su recuperación postparto y desempeño lechero.

5.2. RECOMENDACIONES

- Implementar un seguimiento periódico de la concentración de calcio en vacas postparto, especialmente en las primeras 24 horas, para detectar y tratar precozmente casos de hipocalcemia subclínica o clínica.

- Ajustar la dieta preparto y postparto con estrategias que reduzcan el riesgo de hipocalcemia, como la suplementación con sales aniónicas antes del parto y la administración de calcio oral o intravenoso en vacas de alto riesgo.

- Implementar medidas de bioseguridad y protocolos sanitarios para reducir la incidencia de infecciones como mastitis y otras complicaciones postparto.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta, M., Uran, N., Britez, L., & Pedrozo, R. (2020). Perfil bioquímico mineral en vacas cruzas de cebú preñadas y vacías de un establecimiento de Caraguatay (Paraguay). Compendio de Ciencias Veterinarias, 10(2), pp 5-11.

Albornoz, L., Jp, A., M, M., & Le, F. (2016). Hipocalcemia puerperal bovina. Revisión Veterinaria, 52(201), pp. 28-38.

Arechiga, C., Cortés, Z., Hernández, P., Lozano, R., López, M., Macía, U., & Avendaño, L. (2022). La hipocalcemia en la vaca lechera. Revisión. Rev Mex Cienc Pecu, 13(4), pp. 1025-1054.

Arévalo, I., Ruiz, L., Chagray, N., & Sandoval, R. (2021). Asociación entre la presentación de endometritis y los niveles de calcio sérico en vacas lecheras de crianza intensiva (Lima, Perú). Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 32(1), pp. 30.

Bach, K., Neves, R., Stokol, T., & Mcart, J. (2019). Technical note: effect of storage time and temperature on total calcium concentrations in bovine blood. Journal of Dairy Science, 103(1), pp. 922-928.

Barreto, E., Tamiozzo, M., & Joice, C. (2021). Manejos nutricionais para o combate da hipocalcemia em vacas leiteiras. Zootecnia de Precisão: Desafios e aplicações, 100, pp. 89.

Benedet, A., Manuelian, C. L., Zidi, A., Penasa, M., & Marchi, M. D. (2019). Invited review: B-Hydroxybutyrate concentration in blood and milk and its associations with cow performance. Animal, 13(8), pp. 1676-1689.

Bonifaz, V., Torres, D., Cadena, L., & Malta, Y. (2023). Efeito do fósforo (P) e do cálcio (Ca) na produção de laticínios. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, 6(4), pp. 3251-3267.

Cainzos, J. M., Andreu-Vazquez, C., Guadagnini, M., Rijpert-Duvivier, A., & Duffield, T. (2022). A systematic review of the cost of ketosis in dairy cattle. Journal of dairy science, 105(7), pp. 6175-6195.

Campos, A. (2020). Hipocalcemia grave secundaria a déficit de vitamina d en lactante con alergia a proteínas de leche de vaca. Rev Esp Endocrinol Pediatr, 11(1), pp. 61-67.

Campos, G., Correa, O., Zambrano, G., & Ospina, A. (2018). Biochemical and metabolic disorders in the transition period in dairy cattle/alteraciones bioquimicas y metabolicas en el periodo de transicion en vacas lecheras. Revista de Investigacion Agraria y Ambiental, 9(2), pp.. 40.

Campos, R. O. (2018). Alteraciones bioquímicas y metabólicas en el período de transición en vacas lecheras. RIAA, 9(2), pp. 11.

Carranza, A. (2022). Evaluación de trastornos metabólicos en vacas estabuladas en período de transición en la hacienda San Agustín. Tesis de pregrado de la Espoch.

Castillo, V. J. (2019). Función y metabolismo de ácidos grasos en el tejido adiposo y hepático de rumiantes en producción: Una revisión. Ces, Medicina Veterinaria y Zootecnia, 14(2), pp. 30-44.

Castro, D., Rojas, A., & Campos, C. (2023). Suplementación con un núcleo nutricional y su efecto sobre variables productivas y metabólicas en vacas jersey. Nutrición Animal Tropical 1, 17(2), pp. 24-62.

Catarina, A., Gregolin, L., Schneider, M., Machado, L., Souza, D., Della, A., & Blagitz, M. (2021). Influência da hipocalcemia sobre o metabolismo energético e resposta imune inata de vacas leiteiras no período de transição. Revista Agrária Acadêmica, 4(1), pp. 69-76.

Caton, J. S., Crouse, M. S., McLean, K. J., Dahlen, C. R., Ward, A. K., Cushman, R. A., Reynolds, L. P. (2020). Maternal periconceptual nutrition, early

pregnancy, and developmental outcomes in beef cattle. Journal of Animal Science, 98(12), pp. 358.

Da Cruz, A., Silva, A., Silva, F., Silva, D., De Souza, E., & Da Silva Silva, L. (2020). Hipocalcemia em vacas leiteiras-revisão de literatura. Fórum Rondoniense de Pesquisa, 1(6), pp. 50.

Da Cunha, L., Silva, P., De Oliveira, P., Alves, G., Carvalho, J., & Pedroso, R. (2021). Prevenção da hipocalcemia puerperal em vacas leiteiras com a utilização de dieta aniônica no pré-parto prevention of puerperal hypocalcemia in. Brazilian Journal of Development, 7(11), pp. 104328-104334.

De la Sota, R., Corva, S., Dominguez, D., Madoz, L., Jaureguiberry, M., Giuliodori, M. (2021) Eficacia del uso de antibióticos para el tratameinto de metritis puerperal en vacas de tambo y su asociación con la eficiencia reproductiva. Taurus 23(1), pp. 50.

Delamura, B. B., de Souza, V. J. T., & Fukumoto, N. M. (2020). Aspectos clínicos, epidemiológicos, diagnóstico, tratamento e prevenção da cetose em vacas leiteiras: Revisão. Pubvet, 14, pp. 148.

Farro, H. H. (2021). Factores de predisposición de hipocalcemia subclínica en ganado lechero de cuatro establos de la provincia de lima. Tesis de pregrado de la Universidad de Lima.

García. (2021). Impacto de enfermedades postparto sobre el estado metabólico y la fertilidad en vacas lecheras. Tesis: Universidad Nacional de Rio Negro, 15-20.

Gutiérrez, F., Lastra, X., Cali, V. (2023). Estimación de la huella de carbono de las ganaderías de leche de la zona andina del Ecuador. Chilean, Journal Agric. Anim. Scie. 39(3), pp. 305-318.

Hernández, L., Hernandez, L., & Bruckmaier. (2020). Review: Endocrine pathways to regulate calcium homeostasis around parturition and the prevention of hypocalcemia in periparturient dairy cows. Animal, 14(2), 330- 338.

Heuvel, J. (2023). Causas y efectos de las hipocalcemia puerperal bovina en rodeos de producción lechera. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Rio Negro.

Husnáin, A., & Santos, J. (2019). Meta-analysis of the effects of prepartum dietary protein on performance of dairy cows. Journal of Dairy Science, 102(11), 9791-9813.

Lammoglia, M. A., Huerta, J. C., & Marini, P. R. (2021). Patologías posparto y origen de vacas infértiles en ganado lechero en el altiplano mexicano. LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida, 33(1), 44-52.

Lubián-Gutiérrez, M., Ruiz-Ocaña, P., Peromingo-Matute, E., & Lechuga-Sancho, Martínez, E. (2022). Correlación entre la prueba de laboratorio y de campo para identificar hipocalcemia subclínica en vacas lecheras y sus factores de riesgo. Upec. Mas Não Evita A Hipocalcemia Subclínica. Pesquisa Veterinariária Brasileira, 40, pp. 875-811.

Morales-Almaráz, E., Vieyra-Alberto, R., Domínguez-Vará, I. A., López-González, F., Arriaga-Jordán, C. M., & Sánchez-Torres, J. E. (2021). Perfil mineral sérico de vacas Holstein en lactación en sistemas mixtos de estabulación-pastoreo. Agronomía Mesoamericana, 32(1), 45-62. https://doi.org/10.15517/am.v32i1.41333

Ninabanda, J. (2018). Impacto del balance energético negativo en vacas lecheras tratadas con somatotropina recombinante bovina. Revista Veterinaria, 29(1), pp. 68-72.

Norel, S. (2019). Balance energético de la vaca lechera durante el periodo de transición. Dossier Gestión, Verano (15), pp. 26-28.

Nrc. (2001). Nutrient requirements of dairy cattle (Vol. 7 Th Ed.). Washignton, Dc: Natl. Acad. Sci.

Panchi, B. (2021). Efecto del balance catión – anión dietario sobre el metabolismo del calcio sérico como un factor de predicción de hipocalcemia en vacas. Tesis de pregrado – Universidad Técnica de Ambato

Pietsch, F., Schären, M., Snedec, T., Theinert, K. B., Leonhardt, A.-S., Kaiser, A., Starke, A. A. (2021). Aspects of transition cow metabolomics—part ii: histomorphologic changes in the liver parenchyma throughout the transition period, in cows with different liver metabotypes and effects of a metaphylactic butaphosphan and cyanocobalamin treatment. J. Dairy Science, 104(8), 9227-9244.

Plumb, D. (2017). Manual de farmacología Veterinaria. Intermedical. pp. 150- 160

Portilla, E. C.-Á.-V. (2021). Relación calcio, fosforo, magnesio y selenio sobre la reproducción en vacas lecheras durante el periodo de transición. Revista Colombiana de Ciencia Animal Recia, 13(2), pp. 72-79.

Ramella, K., Santos, L., Patelli, T., Flaiban, K., & Lisbôa, J. (2021). Dieta aniônica pré-parto provoca acidose hiperclorêmica em vacas leiteiras de alta produção

Reumann, A., Bilbao, M., Yaful, G., Blanco, C., Bartolomé, J., Moran, K., Franco, Risco, C., & Do Aréchiga, C. (2020). Transtornos relacionados con el parto y manejo nutricional de la vaca seca. La Estanzuela, pp. 1.

Rodríguez, P. (2022). Alteraciones del metabolismo engergético en bovinos lecheros según revisión bibliografica. Tesis: Universidad de Babahoyo, pp. 50.

Rosales, G., & Fonseca, C. (2021). La hipocalcemia en vacas lecheras y sus alternativas diagnósticas en campo: Revisión. Técnica, 25, pp. 54-74.

Rosero, R., & Posada, S. (2018). Cálculo de sales minerales para vacunos en pastoreo. Medellin, Antoquia: Universidad De Antioquia.

Rossi, M., & Romão, F. (2021). Hipocalcemia pós-parto em vacas de leite. Revista Cientifica Eletrõnica de Medicina Veterinaria, 2(37), pp. 7-20.

Sailer, K. J., Pralle, R. S., Oliveira, R. C., Erb, S. J., Oetzel, G. R., & White, H. M. (2018). Technical note: validation of the bhbcheck blood β-hydroxybutyrate meter as a diagnostic tool for hyperketonemia in dairy cows. Journal of Dairy Science, 101(2), pp. 1524-1529.

Salado, E., & Pérez, R. (2020). Enfermedades del período de transición en vacas lecheras: monitoreo y prevención. Estación Experimental Agropecuaria Rafaela, Inta, pp. 10.

Sánchez-Torres, D. Á., Salazar-Arquero, F. J., Soto-Sánchez, E. M., Martínez-Carrillo, D. A., de la Fuente-Valero, J., & Hernández-Aguado, J. J. (2020). Operación cesárea. Una revisión histórica.: Caesarean section. A historical review. Ars Medica Revista de Ciencias Médicas, 45(4), 61-72.

Schären, M., Riefke, B., Slopianka, M., Keck, M., Gruendemann, S., Wichard, J., Starke, A. A. (2021). Aspects of transition cow metabolomics—part iii: alterations in the metabolome of liver and blood throughout the transition period in cows with different liver metabotypes. J. Dairy Science, 104(8), pp. 9245- 9262.

Silva, K. S. (2018). Concentrações sanguíneas do metabolismo mineral no pós-parto imediato de vacas leiteiras da raça holandês. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense.

Silva, L., de Oliveira, S. A., Moraes, G., Reis, N., Santos, R. (2023). Association between the perineal hygiene score at calving, puerperal uterine disorders, and reproductive efficiency in crossbreed dairy cows. Semina: Ciências Agrárias, 44(6), pp. 1961-1974.

Song, L. (2017). Calcium and bone metabolism indices. Advances in Clinical Chemistry, 82, pp. 1-46.

Tiraboschi, G., Porporatto, C., & Bohl, L. P. (2023). La vitamina D en la salud y en las patologías del bovino: un enfoque no clásico. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 34(3), pp. 50.

Trotta, M. (2022). Alimentacion Bovina. http://Educacion.Sanjuan.Edu.Ar/Mesj/Linkclick.Aspx?Fileticket=0k26r9tbmoo

Van den Heuvel, J. (2023). Causas y efectos de la hipocalcemia puerperal bovina en rodeos de producción lechera. Tesis de pregado – Universidad Nacional de Rio Negro

Vanacker, N., Ollier, S., Beaudoin, F., Blouin, R., & Lacasse, A. P. (2017). Effect of inhibiting the lactogenic signal at calving on milk production and metabolic and immune perturbations in dairy cows. J. Dairy Science, 100, pp. 5782- 5791.

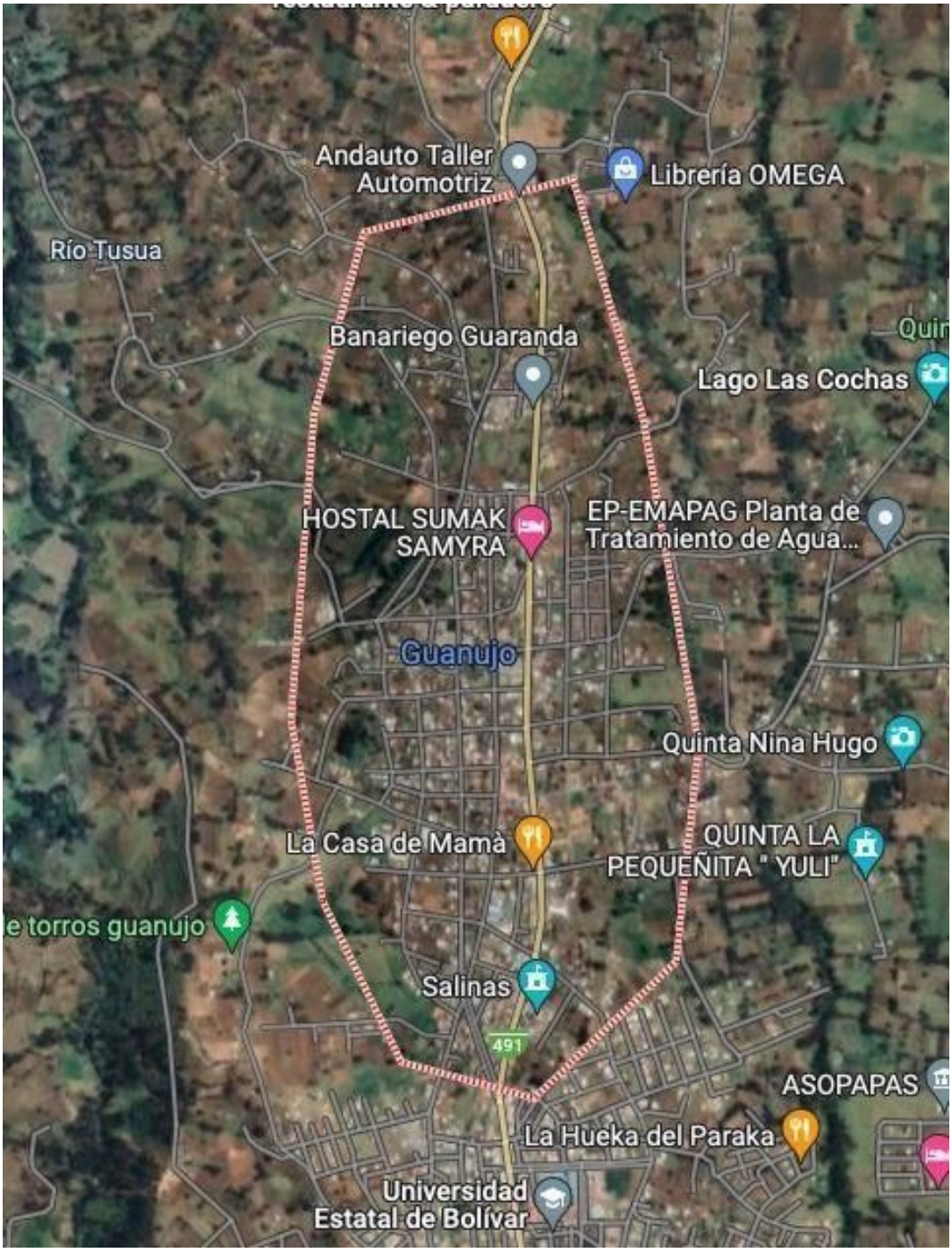
Venjakob, P., Pieper, L., Heuwieser, W., & Borchardt, A. S. (2018). Association of postpartum hypocalcemia with early-lactation milk yield, reproductive performance, and culling in dairy cows. Jorunal Dairy Science, 101, pp. 9396- 9405.

Wächter, S., Cohrs, I., Golbeck, L., Wilkens, M. R., & Grünberg, W. (2022). Effects of restricted dietary phosphorus supply to dry cows on periparturient calcium status. Journal of Dairy Science, 105(1), pp. 748-760.

Zhigang Zhu, *. L., Difford, G. F., Poulsen, M., Noel, S. J., Al-Soud, W. A., Sørensen, S. J., Højberg, O. (2018). Changes in rumen bacterial and archaeal communities over the transition period in primiparous holstein dairy cows. Journal of Dairy Science, 101(11), pp. 984.

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación



Anexo 2. Resultados de análisis de laboratorio

- **Análisis a las 12 horas postparto**

HELP VET

Informe de Resultados

Fecha de toma de muestras:04/07/2024
Fecha de inicio de análisis: 04/07/2024
Fecha de emisión de análisis: 06/07/2024

Propietario(1): Gabriela Salas
Nombre/ Identificación(1): Josefina
Provincia(1): Bolívar **Cantón**(1): Guaranda **Parroquia**(1): Guanujo
Sector(1): Guanujo **Remite**(1): Gabriela Salas **Telf.**(1): 096 969 3523
Especie(1): Bovino
Total de muestras(1): 1 **Tipo de muestra:** Sangre Entera

EXAMEN SOLICITADO: Calcio (bovino)

Técnica: Enzimática Colorimétrica

Código	Identificación(1)	Raza(1)	Sexo(1)	Edad (1)	Resultado mg /dl
01072-1	Josefina	F1	H	5 a	7.12

(1) Información suministrada por el cliente.

Nomenclatura:
F1

Rangos de referencia a interpretar:

7.62 - 13.23 mg/dL

Observaciones:
Las muestras se mantuvieron en refrigeración y fueron transportadas en cadena de frío.

Nota

1. Los resultados son válidos únicamente para las muestras recibidas y procesadas en el laboratorio.
2. HELP VET. No es responsable de la información suministrada por el cliente que pueda afectar la validez de los resultados

Responsable:



- **Análisis a los 24 días postparto**

HELP VET

Informe de Resultados

Fecha de toma de muestras:28/07/2024
Fecha de inicio de análisis: 28/07/2024
Fecha de emisión de análisis: 30/07/2024

Propietario(1)**:** Gabriela Salas
Nombre/ Identificación(1)**:** Josefina
Provincia(1)**:** Bolívar **Cantón**(1)**:** Guaranda **Parroquia**(1)**:** Guanujo
Sector(1)**:** Guanujo **Remite**(1)**:** Gabriela Salas **Telf.**(1)**:** 096 969 3523
Especie(1)**:** Bovino
Total de muestras(1)**:** 1 **Tipo de muestra:** Sangre Entera

EXAMEN SOLICITADO: Calcio (bovino)

Técnica: Enzimática Colorimétrica

Código	Identificación(1)	Raza(1)	Sexo(1)	Edad (1)	Resultado mg /dl
01072-1	Josefina	F1	H	5 a	8.22

(1) Información suministrada por el cliente.

Nomenclatura:
F1

Rangos de referencia a interpretar:

7.62 - 13.23 mg/dL

Observaciones:

Las muestras se mantuvieron en refrigeración y fueron transportadas en cadena de frío.

Nota

1. Los resultados son válidos únicamente para las muestras recibidas y procesadas en el laboratorio.
2. HELP VET. No es responsable de la información suministrada por el cliente que pueda afectar la validez de los resultados

Responsable:

DARIO WLADIMIR CARVAJAL BARRAGAN

Anexo 3. Base de datos

# Vaca	Nombre	Concentración de calcio		Enfermedad puerperal	Prevalencia	Factores de riesgo				
		12 horas postparto	24 días postparto			Edad	Raza	C.C.	Número de lactancia	Producción
1	Josefina	7.12	8.22	Hipocalcemia	Positivo	5 años	F1	3.5/5	4	20lt
2	Bachata	8.26	9.18	Mastitis	Positivo	4 años	Jersey	2.5/5	2	14lt
3	Camila	7.55	7.95	No presenta	Negativo	7 años	F1	3/5	5	20lt
4	Brenda	7.73	9.64	No presenta	Negativo	3 años	Jersey	3/5	1	16lt
5	Arizona	8.74	9.02	No presenta	Negativo	3 años	F1	2.5/5	1	10lt
6	Alaska	9.34	8.06	No presenta	Negativo	3 años	Jersey	3/5	1	14lt
7	Carmela	8.22	7.25	No presenta	Negativo	5 años	F1	3.5/5	3	18lt
8	Francisca	4.69	8.42	Hipocalcemia	Positivo	5 años	Jersey	2.5/5	4	20lt
9	Pavlova	8.46	9.02	No presenta	Negativo	3 años	Jersey	3/5	1	12lt
10	Mirella	8.78	9.06	No presenta	Negativo	3 años	F1	3/5	1	16lt
11	Grecia	8.10	9.10	No presenta	Negativo	3 años	F1	3/5	1	12lt
12	Martha	8.12	8.55	No presenta	Negativo	5 años	F1	2.5/5	3	18lt
13	Katy	8.29	8.55	No presenta	Negativo	5 años	Jersey	3.5/5	3	20lt
14	Mia	8.75	9.20	No presenta	Negativo	3 años	Jersey	3/5	1	15lt
15	Juanita	7.70	8.06	No presenta	Negativo	6 años	Jersey	3/5	4	18lt

# Vaca	Nombre	Concentración de calcio		Enfermedad puerperal	Prevalencia	Factores de riesgo				
		12 horas postparto	24 días postparto			Edad	Raza	C.C.	Número de lactancia	Producción
16	Campeona	9.27	9.20	No presenta	Negativo	5 años	Holstein	3/5	3	18lt
17	Morena	7.45	8.02	No presenta	Negativo	6 años	Holstein	2.5/5	4	20lt
18	Mabel	7.95	8.45	No presenta	Negativo	3 años	F1	3/5	1	12lt
19	Cuenca	8.14	8.95	No presenta	Negativo	7 años	Holstein	3/5	5	25lt
20	Juanita	9.54	9.02	No presenta	Negativo	5 años	Jersey	3/5	3	18lt
21	Pitufa	4.52	8.02	Hipocalcemia	Positivo	7 años	Jersey	2/5	5	20lt
22	Manzana	7.74	8.25	No presenta	Negativo	7 años	F1	3/5	5	25lt
23	Alabama	8.62	9.10	No presenta	Negativo	4 años	Holstein	3/5	2	15lt
24	Cielo	7.45	7.95	No presenta	Negativo	7 años	F1	3/5	5	25lt
25	Pancha	8.20	9.35	No presenta	Negativo	3 años	Jersey	3/5	1	12lt
26	Shakira	7.02	8.02	Hipocalcemia	Positivo	6 años	Jersey	3/5	4	20lt
27	Nina	8.65	9.10	No presenta	Negativo	3 años	F1	3/5	1	10lt
28	Albaneza	8.46	9.02	No presenta	Negativo	3 años	F1	3/5	1	12lt
29	Rina	7.62	7.95	No presenta	Negativo	4 años	Holstein	3/5	2	16lt
30	Cacilda	8.02	8.74	No presenta	Negativo	3 años	Jersey	3/5	1	12lt

Anexo 4. Fotografías



Toma de constantes fisiológicas



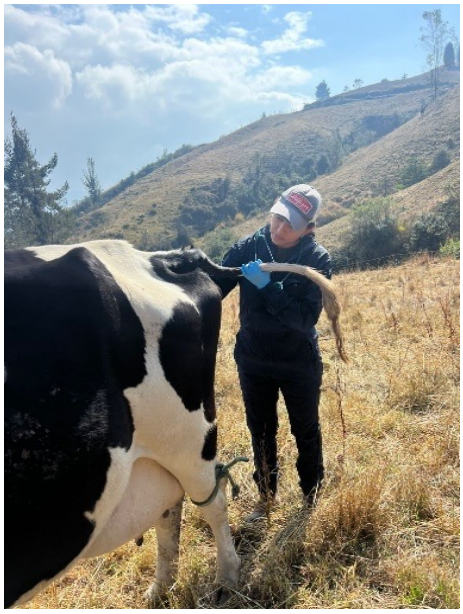
Toma de constantes fisiológicas



Toma de constantes fisiológicas



Toma de constantes fisiológicas



Toma de constantes fisiológicas



Toma de constantes fisiológicas



Toma de constantes fisiológicas



Toma de constantes fisiológicas



Toma de constantes fisiológicas



Toma de constantes fisiológicas



Toma de constantes fisiológicas



Visita de campo

Anexo 5. Glosario de términos técnicos

Abrevadero: Es el estanque, pilón o lugar donde se conduce al ganado para beber agua.

Bienestar animal: Es el completo estado de bienestar físico; es la realidad que considera al animal en un estado de armonía en su ambiente y la forma por la cual reacciona frente a los problemas del medio, tomando en cuenta su confort, su alojamiento, trato, cuidado, nutrición, prevención de enfermedades

Correctores vitamínico-minerales: Sustancias nutricionales que contienen las vitaminas o aminoácidos esenciales y minerales necesarios para corregir las deficiencias que de éstos nutrientes puedan existir en las raciones alimentarías. Por lo general se suelen comercializar conjuntamente este tipo de productos en forma de los conocidos correctores minero-vitamínicos (CMV), de elevado precio, que se incluyen en las raciones en proporciones muy bajas.

Cuarentena: Periodo durante el cual un grupo de animales se mantienen aislados físicamente de la granja receptora, con el fin de asegurarse que no hay incubación de ninguna enfermedad que se desea controlar. El lapso de este periodo de cuarentena varía generalmente de 3 a 8 semanas, dependiendo de las enfermedades a controlar.

Desinfección: Proceso mediante el cual, a partir del uso de sustancias desinfectantes, se limpia y acondiciona un espacio o superficie para su uso apropiado eliminando microorganismos nocivos (virus, bacterias, hongos). La desinfección puede ser más o menos agresiva dependiendo del tipo de productos desinfectantes que se utilicen: en algunos casos, las personas y los animales que se alojen en ese espacio deben abandonarlo por un determinado periodo de tiempo mientras que en otros casos tal situación no es necesaria

Desinsectación: Es el conjunto de medidas dirigidas al control y eliminación de insectos y otros artrópodos que pueden ser vectores de transmisión de enfermedades para los animales, a partir de sustancias autorizadas para uso ganadero.

Diagnóstico de gestación: Detección del saco gestacional, generalmente mediante ecografía o ultrasonografía, con alta precisión (95%) y con mínimo riesgo de pérdida debido a la escasa o nula manipulación del aparato genital.

Espéculo vaginal: Bivalvo en forma de pico de ánade que permite la exploración del conducto vaginal

Fertilidad: Es la capacidad intrínseca de un suelo para nutrir de forma sostenible, equilibrada y continuada, a las plantas que crecen sobre él.

Lactancia artificial: Cría de los animales durante las primeras etapas de vida postnatal, separados de sus madres y utilizando sustitutivos lácteos en lugar de la leche materna.

Mamitis: Término que se refiere a la inflamación de la glándula mamaria sea cual sea su causa. Se caracteriza por alteraciones físicas, químicas y casi siempre bacteriológicas de la leche y por modificaciones patológicas del tejido glandular.

Periodo de vaca en transición: entre las tres semanas antes del parto y las tres primeras semanas de la lactancia, es el periodo más crítico del ciclo productivo, donde el destino de los nutrientes pasa del mantenimiento de una gestación al estado de inicio de toda la lactancia.

Pre-parto: Días anteriores al parto, en que se observa en la hembra el relajamiento de los ligamentos sacro-isquiáticos y en general de todos los ligamentos y músculos del tren posterior, grupa y cola. Por ello, la hembra adquiere una conformación típica, con las apófisis espinosas de las vértebras sacras y primeras caudales muy salientes y las regiones glúteas deprimidas. A tal punto llega la relajación de los ligamentos, que la cola puede plegarse sobre sí misma.

Secado: Proceso que ocurre cuando la leche no es removida repetidamente de la ubre y el tejido secretor involuciona. Esto sucede cuando el ternero es destetado o la frecuencia de ordeño es reducida deliberadamente una vez por día y luego detenida.