

**Medición De Calcio Sérico En Vacas Postparto Para Determinación De Hipocalcemia
Subclínica y Clínica En 3 Hatos Lecheros Del Municipio De Tenjo**

Nicolás David Gómez Cabiativa

Tutor: ERIC SCHACHTEBECK
MV, Esp, MSc



Fundación Universitaria Agraria de Colombia

Facultad de ciencias agrarias – Medicina Veterinaria

Bogotá, 2024

Introducción

La hipocalcemia en vacas postparto es un trastorno metabólico el cual se presenta con una alta frecuencia en hatos destinados a la producción de leche, causando impacto significativo en la salud y el rendimiento económico de las fincas ganaderas.

El presente trabajo de investigación se llevara a cabo en vacas postparto de las fincas El Chacal, El Rabanal y Villa Gloria ubicadas en el municipio de Tenjo, con el propósito de analizar los factores más relevantes que inciden en la manifestación de esta patología; mediante un análisis sérico, tendiente a correlacionar la información bibliográfica suministrada por los autores Chamberlin et al. (2013) quienes describen este trastorno como una alteración en el mecanismo homeostático que regula las concentraciones de calcio. Debido a que esta enfermedad se caracteriza por generar en el bovino signos clínicos como: inapetencia, tetania, inhibición de la micción y defecación, coma y muerte del animal. Además dada la importancia que tiene el Calcio en el organismo al ser un mineral que interviene en diferentes procesos fisiológicos como son: formación de los huesos, coagulación de la sangre, contracciones musculares, ritmo cardiaco, transporte de los impulsos nerviosos, activación enzimática y regulador de hormonas. (Albornoz et al., 2016).

Por otra parte otros autores como (Arechiga et al. 2022) , indican como rango de referencia para la hipocalcemia (8.5 a 10 mg/dl) valores que permiten establecer los niveles óptimos de calcio sérico en los bovinos; teniendo en cuenta esta información se realizará un análisis de las muestras obtenidas en cada una de las tres fincas mencionadas, con el objetivo de optar por medidas terapéuticas y preventivas que incidan en una disminución de la hipocalcemia clínica y subclínica y contribuir a obtener una mejor calidad de vida de las vacas lecheras, una mayor producción láctea y una mejor rentabilidad en cada una de las fincas.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Determinar los niveles de calcio sérico en vacas en periodo de postparto de tres explotaciones lecheras ubicadas en el municipio de Tenjo, Cundinamarca.

Objetivos específicos

- Correlacionar el número de partos registrados con los niveles de calcio sérico.
- Evaluar la variabilidad de los valores de calcio sérico al relacionarlo con el sexo de las crías.
- Realizar la obtención de las muestras de sangre mediante la punción de la vena coccígea.
- Analizar los procedimientos terapéuticos ejecutados por el personal encargado de la finca, con la finalidad de proponer planes preventivos y de manejo en el hato.

Resumen

El presente trabajo se realizó en tres hatos lecheros del municipio de Tenjo en el lapso de tiempo transcurrido entre el 27 de febrero hasta el 27 de junio de 2024; con el objetivo de analizar los niveles de calcio sérico de vacas postparto, aspecto de gran importancia puesto que este mineral tiende a disminuir significativamente durante el periodo de parto y postparto temprano, considerado este trastorno como una enfermedad metabólica que de no ser tratada oportunamente puede conllevar a la manifestación de otras alteraciones que afectan la salud del animal, tales como son desplazamiento del abomaso, metritis, mastitis entre otras. La hipocalcemia en bovinos se ha clasificado en clínica y subclínica y para ello se ha establecido unos rangos de referencia que oscilan entre 8.5 a 10 mg/dl valores que se tuvieron en cuenta para la ejecución del presente estudio. En cada una de las tres fincas se tomaron muestras de sangre a las vacas recién paridas; muestras que fueron llevadas al laboratorio Zodiagnostico para su procesamiento verificando la presencia o no de hipocalcemia. Un total de 40 vacas se les realizó este registro donde se tuvo en cuenta variables como el número de partos y el sexo de la cría. Con base en esta tabulación y el análisis de los resultados obtenidos de las pruebas séricas se establecieron planes de mejoramiento tendientes a disminuir la incidencia de la hipocalcemia.

Abstract

The present work was carried out in three dairy herds in the municipality of Tenjo during the period from February 27 to June 27, 2024; with the objective of analyzing the serum calcium levels of postpartum cows, an aspect of great importance since this mineral tends to decrease significantly during the postpartum period, considered this disorder as a metabolic disease that if not treated promptly can lead to the manifestation of other alterations such as displacement of the abomasum, metritis, mastitis, among others. Hypocalcemia in cattle has been classified as clinical and subclinical and for this purpose reference ranges have been established that oscillate between 8.5 to 10 mg/dl, values that were taken into account for the execution of the present study. On each of the three farms, blood samples were taken from recently calved cows; these samples were taken to the Zodiagnostico laboratory for processing to verify the presence or absence of hypocalcemia. A total of 40 cows were registered, taking into account variables such as the number of calvings and the sex of the calf. Based on this tabulation and the analysis of the results obtained from the serum tests, improvement plans were established to reduce the incidence of hypocalcemia.

Marco Teórico

Industria láctea en Colombia

A través de los años la producción lechera en Colombia ha tenido un auge, constituyéndose en una de las principales actividades agropecuarias, lo que ha incrementado la economía realizada en el campo, aportándole al país 2% de los ingresos a través de la comercialización de productos lácteos, así como la generación de múltiples empleos. (Ministerio de agricultura y Desarrollo Rural, 2016)

De acuerdo a la información suministrada por la superintendencia de industria y comercio, (2021) la cual reporta mediante el análisis efectuado por el sector lácteo en Colombia; donde se aprecian las cifras de la distribución productiva de los hatos ganaderos en el país ubicándose en primera posición el ganado doble propósito con un (38,3%), seguido por el ganado de cría (35,22%), ceba (20,1%) y por último con un (6,4%) los bovinos destinados a la producción de leche. Siendo Antioquia y Cundinamarca los departamentos con mayor producción de litros de leche por día para el año 2020.

A pesar de esto el sector ganadero en el año 2022 ha sufrido retos tanto a nivel nacional como internacional por temas relacionados con la inflación haciendo que el costo de producción aumente, no obstante la ganadería colombiana demuestra su capacidad productiva y reproductiva en los mercados, pero para que esta siga evolucionando debe trabajar con políticas públicas cuyo objetivo sea la seguridad alimentaria. (FEDEGAN, 2023)

Etiología

La hipocalcemia también conocida como fiebre de leche o paresia puerperal es una enfermedad metabólica de alta complejidad que se presenta con mayor frecuencia en vacas postparto con una alta producción lechera. Afectando principalmente animales con más de dos lactancias (Nedic et al., 2020)

Esta patología se genera cuando desciende la concentración de niveles de calcio en la sangre y dependiendo de los signos clínicos que presente la vaca junto con los niveles de calcio sérico se puede clasificar en dos tipos: subclínica y clínica. (Arechiga et al. 2022)

Calcio en el organismo

El calcio es un mineral de gran importancia para el organismo, el cual permite mantener la constitución de los huesos y dientes, además de participar en diferentes procesos fisiológicos.

Como lo exponen los autores Arechiga et al. (2022) a nivel muscular, participa en la contracción muscular, y en la parte inmunitaria, con la función de las células inmunes. Aproximadamente el 99% del calcio se ubica en los huesos, el 1 % en el citosol de las células y el 0,3% se mantiene en el líquido extracelular. Donde el 55% del calcio plasmático total esta de forma ionizada, el 35% se encuentra unido a proteínas, especialmente a la albumina, mientras que el otro 10% está en forma no iónica. Para que se mantenga un equilibrio entre el Ca ionizado y el que está unido a proteínas va a depender del pH de la sangre. (Albornoz et al., 2016)

Regulación del calcio en el organismo

Paratiroides

La glándula encargada de la regulación del calcio es la paratiroides, esta se va activar en el momento en que disminuye la concentración de calcio ionizado en sangre, haciendo que se libere la hormona paratiroidea (PTH). Esta hormona regula el equilibrio del calcio mediante la coordinación de la disponibilidad de calcio en sangre, tejido óseo, intestino y riñones. (Nedic et al., 2020).

En los riñones la función que va a cumplir la PTH es aumentar la reabsorción renal de calcio y al mismo tiempo que se incremente la producción de 1,25- dihidroxicolecalciferol, que va a ser la forma activa de la vitamina D, fundamental para la absorción intestinal, ya que esta estimula las células epiteliales para aumentar el transporte activo de calcio. (Nedic et al., 2020).

Cuando inicia la lactancia en las vacas la concentración de calcio tiende a disminuir lo que trae como consecuencia a que se genere una mayor producción de la hormona paratiroidea (PTH) aumentando su concentración en sangre. Inicialmente la paratiroidea (PTH) actúa a nivel renal seguido a esto va a movilizar calcio desde los huesos hacia la sangre. Sin embargo para que se genere esta última respuesta compensatoria de la hormona paratiroidea (PTH) se va a requerir de 48 horas de estimulación continua.

Por otra parte Arechiga et al. (2022) indican si a las vacas en periodo posparto no se le suministra una dieta optima dependiendo de su estado de producción, es decir no cumplen con sus requerimientos nutricionales, a pesar de que va a comenzar la reabsorción ósea, la demanda de la glándula mamaria va a ser mayor llevando a la vaca a un estado de hipocalcemia.

Vitamina D3

Actúa en conjunto con la hormona paratiroidea (PTH) incrementando los niveles de Calcio mediante la liberación ósea de Calcio y también mediante la reabsorción renal de este mineral. Vitamina que actúa en el organismo estimulando el transporte de Calcio, ingerido por el animal en la dieta a través del epitelio intestinal. Después del parto la glándula mamaria del bovino comienza a producir calostro que va a proveer a la cría de anticuerpos vitaminas y minerales (Schogor et al., 2020). Por otra parte la hormona paratiroidea (PTH) empieza a actuar para disminuir las pérdidas de calcio a través de la orina, a su vez activa la liberación de calcio de los huesos, como también estimula a la vitamina D3 para que esta mejore el tránsito intestinal del Calcio. (Albornoz et al., 2016)

Cabe resaltar que cuando se aumenta la ingesta total de Calcio, debido a un aumento de la concentración de Calcio en la dieta de los bovinos, esta acción puede traer consigo un impacto negativo a nivel intestinal donde la absorción de este mineral se va a ver afectada junto con la movilización de Calcio desde el hueso. (Goff et al.2014;Goff et al. ,2020)

Fisiopatología de la hipocalcemia

La hipocalcemia o fiebre de la leche es una patología que se manifiesta durante el periodo del periparto o postparto, presentándose una disminución de las concentraciones de Calcio en sangre, que afecta a la mayoría de las vacas antes o después del parto, especialmente a las de alta producción lechera. Durante el periodo del periparto este catión (Ca^{2+}) sufre una disminución en su concentración pasando del plasma sanguíneo a la glándula mamaria sin tener el suficiente tiempo para que los mecanismos reguladores puedan ejercer su función y mantener la homeostasis. (Albornoz et al., 2016)

Según los datos proporcionados por Van Den Heuvel, (2023) el feto requiere de 5,2 g diarios y para el calostro se requiere de 13 a 18 g es por esto que los requerimientos de Calcio aumentan después del parto pasando a requerir de 30 a 50 g/día. Lo anteriormente mencionado permite inferir que un alto porcentaje de vacas presentan un desequilibrio en la concentración de Calcio en la sangre durante el periodo del puerperio.

Diversos autores han descrito 3 factores que afectan el equilibrio del calcio sanguíneo:

- Pérdidas excesivas para la producción de calostro, ya que en el momento de que el animal pasa de un estado de gestación a un estado en el que empieza a producir calostro requiriendo de 1,7 a 2,3 g de Ca y posteriormente leche con 1,1 g de Ca por litro, la

glándula mamaria para mantener estas demandas remueve calcio causando un desequilibrio de este mineral. Cabe mencionar que la hipocalcemia no solo se puede llegar a presentar en vacas que están produciendo calostro, ya que esta patología se ha presentado varios días después del parto. (Saborio, Sanchez , & Vargas, 2017)

- Mala absorción de Calcio en el intestino, proceso que requiere de dos mecanismos de acción; el transporte activo y el pasivo, donde el primero es mediado por la hormona paratiroidea (PTH) y la Vitamina D3, mientras que el pasivo se relaciona directamente según los gradientes de concentración del mismo. (van den Heuvel, 2023)
- El transporte del calcio desde el hueso se torna insuficiente para suplir y mantener las concentraciones normales de Calcio. (van den Heuvel, 2023)

Por otra parte, cabe resaltar que el Calcio en el hueso se encuentra en dos estados: rodeando las células trabeculares óseas y canalículos óseos y en forma soluble que se mantiene con los fluidos del hueso, esto permite que mediante la acción de la hormona paratiroidea (PTH) pueda ser conducido rápidamente a través del torrente sanguíneo. (Albornoz et al.2016; van den Heuvel, 2023)

Hipocalcemia Subclínica

Los valores de referencia normales de Calcio en vacas que se encuentran en óptimas condiciones de salud oscila entre 8.5 a 10 mg/dl (2.1 a 2.5 nM) por consiguiente teniendo en cuenta lo anterior, la hipocalcemia subclínica ocurre cuando disminuye el Calcio sanguíneo a valores menores de 8.5 mg/dl. Este desequilibrio ocurre entre las primeras 12-24 horas después del parto, lo que conlleva a incrementar la hipocalcemia en vacas con un mayor número de partos. (Arechiga et al. 2022; Valdecabres,Pires & Silva del Rio,2019)

Al disminuir la concentración de Calcio hace que los animales se vuelvan más susceptibles a desarrollar otros trastornos secundarios a la hipocalcemia, dentro de los cuales se encuentra una menor motilidad ruminal y abomasal, llegando a desplazarse este último, con un menor consumo de alimento, así mismo una alteración en la contracción muscular que se puede ver reflejada en el mal cierre del conducto del pezón ocasionando una mayor prevalencia de mastitis clínica. De igual forma se va a ver afectado la función inmune, trayendo consigo problemas relacionados con la reproducción como es la retención de placenta y metritis. Además, la secreción de insulina se ve alterada ya que las células pancreáticas requieren de Calcio para la liberación de esta hormona, al no liberarse como consecuencia a esto se libera la lipasa ejerciendo su acción de lipólisis,

aumentando la concentración de ácidos grasos no esterificados y que la vaca desarrolle cetosis. Estos mismos efectos negativos se pueden generar en la hipocalcemia clínica.

La hipocalcemia subclínica ha llegado a tener una incidencia del 50 % en las vacas destinadas a la producción de leche, aspecto que puede llegar a generar un mayor impacto en la economía de los productores. (Arechiga et al., 2020; Neves et al., 2017)

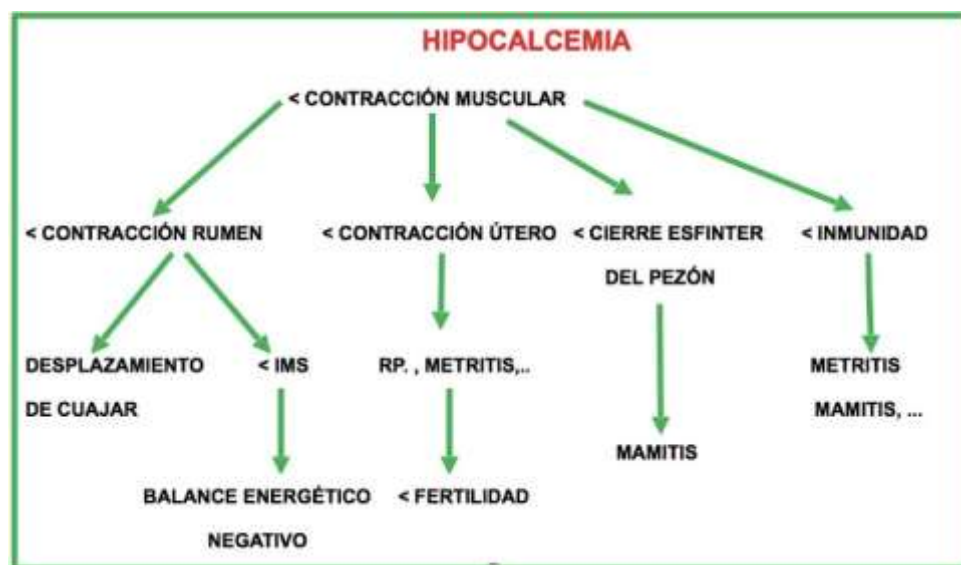


Figura 1. Esquema de enfermedades consecuentes a hipocalcemia. Tomado de *Hipocalcemia* “Fiebre de la leche” de veterinarios asociados, 2018.

Hipocalcemia clínica

Se presenta entre las 48 a 72 horas postparto. Cuando los niveles de calcio disminuyen hasta un 5.5 mg/dl, de tal forma que se va a ver reflejado un cambio súbito en la homeostasis, ocurriendo alteraciones patológicas descritas en la hipocalcemia subclínica. Los signos clínicos se van a dividir en tres etapas. (Arechiga et al. 2022)

- Etapa 1: la vaca no presenta paresia, sus signos clínicos son transitorios, se observan individuos nerviosos, en algunos casos con temblores, inapetencia y debilidad evitando moverse, como consecuencia disminuye su condición corporal, al momento de tomar la temperatura esta puede encontrarse dentro del rango de referencia. (Arechiga et al. 2022)
- Etapa 2: se observan animales decaídos, que pueden presentar alteraciones nerviosas como parálisis parciales, tomar la posición corporal decúbito esternal donde la vaca va a doblar su cuello dirigiendo la cabeza hacia el flanco. En consecuencia en esta

etapa se van a alterar las constantes fisiológicas como la temperatura, la frecuencia cardíaca y los movimientos ruminales (Arechiga et al. 2022)

- Etapa 3: las vacas se encuentran en decúbito lateral con una frecuencia cardíaca muy débil y respiración superficial, el tratamiento en esta etapa suele ser inefectivo donde los animales suelen morir por meteorismo secundario que conlleva a una insuficiencia respiratoria al no poderse levantar (Arechiga et al. 2022)

Factores asociados con el desarrollo de hipocalcemia

A continuación se describen algunos factores que se relacionan con la manifestación de hipocalcemia en vacas postparto:

1. Edad

Como lo expresan los autores Albornoz (2016) y Ortega (2021) las vacas de mayor edad o de 3 lactancias en adelante son más susceptibles de padecer cualquier tipo de hipocalcemia en comparación con las novillas primerizas y esto se debe a que las vacas adultas producen más litros de leche, proceso que hace necesario un requerimiento de más calcio dentro de sus dietas, de igual manera la movilización de Calcio de los huesos se reduce junto con el transporte activo de Calcio del intestino y una disminución en la producción de la vitamina D3.

2. producción de leche

En vacas con una alta producción de leche se ha observado que tienen una mayor incidencia a presentar hipocalcemia debido a que tienen una demanda más elevada por este mineral para la producción de leche y calostro (van den Heuvel, 2023)

3. Raza

Dentro de estudios realizados se ha observado que ciertas razas son predisponentes a padecer esta patología algunas de estas razas son Channel Island Sueco Rojo o Blanco y Jersey principalmente. Del mismo modo según la información proporcionada por Albornoz (2016) y mediante los estudios realizados en vacas Jersey se detectó que había una disminución en los receptores para la vitamina D3, lo que genera una menor captación de Calcio a nivel intestinal. Donde esta disminución en los receptores está relacionado con una pérdida de tejido sensitivo frente a esta vitamina.

4. Condición corporal

Se ha demostrado que vacas con una condición corporal de 4 o mayor que este valor presentan mayor riesgo a manifestar hipocalcemia, ya que las vacas con una condición alta comen menos antes y después del parto. (van den Heuvel, 2023). Así mismo se pudo evidenciar una incidencia en los casos de hipocalcemia en vacas con una baja condición corporal como lo muestra el estudio realizado por Wilhelm (2017)

5. Dieta

Estudios realizados revelan que cuando se suministran dietas altas en energía y proteína o la relación Calcio y Fosforo es muy alta, durante el periodo de parto en las vacas lecheras, estas dietas hacen que la hipocalcemia se presente con mayor frecuencia (Albornoz et al.2016; Ortega ,2021; van den Heuvel, 2023).

6. Sexo de la cria

Las vacas que paren machos se les ha asociado el riesgo de presentar hipocalcemia en comparación a las que su cria es hembra y esto según estudios previos se relaciona con el peso y el tamaño de los terneros machos, lo que puede aumentar los requerimientos de calcio pre y posparto. (Valdecabres,Pires & Silva del Rio,2019)

Pérdidas económicas

En Colombia no hay datos relevantes sobre esta patología y el impacto económico que esta genera , a pesar de ser una enfermedad metabólica que manifiesta con mucha frecuencia en los hatos lecheros, llegándose a observar prevalencias hasta de un 78% como lo da a conocer los autores (Gallegos & Fonseca, 2021)

De igual manera Albornoz, (2016) menciona que en los Estados Unidos la hipocalcemia es una de las principales enfermedades metabólicas que genera grandes pérdidas debido a los costos que acarrea el tratamiento de los animales y también dada la perdida de algunos animales que son descartados o mueren pese a su tratamiento.

Cifras proporcionadas por Saborío et al. (2017) indican que el costo por cada caso de Hipocalcemia en Estados Unidos se estimó en \$334 dólares, mientras que en Reino Unido se valoró en \$343 dólares, siendo una de las enfermedades metabólicas que tienen una mayor implicación negativa sobre la rentabilidad de las producciones lecheras. Así mismo las diversas enfermedades secundarias que pueden surgir de la hipocalcemia como mastitis, metritis, retención de placenta, menor probabilidad de preñez de la vaca entre otras, las cuales a la vez generan costos extra para los productores.

En Colombia la prevalencia de hipocalcemia se vería reflejada en el presupuesto con el aumento de los gastos para el tratamiento de los animales (aproximadamente entre 40 a 60 mil pesos por día por animal).adicional las pérdidas económicas que se verían reflejadas debido a bajas producciones afectando a los ganaderos. Se resalta que las cifras monetarias que se mencionaron anteriormente, son un promedio brindado por los propietarios de las fincas.

Plan de trabajo

Caracterización de las fincas

El trabajo experimental, se llevó a cabo en las fincas El Chacal, Rábanal y Villa Gloria, ubicadas en el municipio de Tenjo, Cundinamarca, las cuales manejan hatos ganaderos dedicados a la cría, reproducción y producción lechera, estas fincas cuentan con lugares especializados para el ordeño mecánico, áreas de pastoreo para vacas del hato y áreas de pastoreo para bovinos del horro.

La finca El Rabanal y Villa Gloria cuentan con un forraje Kikuyo que es una gramínea originaria de pisos térmicos elevados (1950 a 2700 m.s.n.m) siendo de gran importancia para las producciones lecheras de trópico alto debido a su resistencia frente a factores climáticos que se presentan en la zona y también los buenos resultados que se observan con el consumo de la vaca y la producción de leche. (Vargas et al.2018). El ordeño se hace dos veces al día, donde al momento de realizar esta labor se les suministra 3 Kg de concentrado Cresse Record para vacas en producción. Cabe destacar que en la finca El Rabanal, aparte del concentrado también se les brinda papa o en algunos casos silo de maíz.

Adicionalmente el propietario de esta finca, para las vacas pre-parto maneja un concentrado de transición a una ración de 2 Kg por animal.

La finca El Chacal maneja Ryegrass , el cual es un forraje con un alto valor nutricional, siendo de fácil digestibilidad para el ganado aprovechando más los nutrientes que posee. De igual manera este forraje se caracteriza por resistir a heladas o diferentes tipos de plagas que puedan atacarlo. (Castro et al. 2019). Esta finca cuenta con un tractor que corta el pasto del potrero en el que van a estar ubicadas las vacas durante el día, mientras otro trabajador está pendiente de correrles el corte para asegurar el consumo de los animales.

El ordeño se realiza dos veces al día, brindándoles de 6 a 9 Kg de concentrado Maxileche durante la rutina de ordeño, así mismo se les da a consumo 100 gramos aproximadamente de sales aniónicas, donde el consumo por animal varía siendo inexacta la cantidad de sales aniónicas

que consume cada animal. En este hato no se maneja una dieta especial para animal pre-parto, únicamente se les suministra forraje Reygrass.

Teniendo en cuenta las descripciones y caracterizaciones de las fincas se realizó una matriz DOFA para cada una de las fincas, mostrándose a continuación:

Matriz DOFA

Tabla 1.

Análisis Dofa finca El Chacal

DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo de los niveles de calcio de las vacas principalmente las vacas postparto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo de dieta especial en animales pre-parto • Planes preventivos que reduzcan los casos de hipocalcemia
FORTALEZAS	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Dietas balanceadas • Suplementación con sales aniónicas • Capacidad de carga adecuada para el tamaño de la finca. • Rotación adecuada de potreros. • Potreros abonados con forrajes de muy buena calidad • Experiencia por parte del personal encargado de la finca. 	<ul style="list-style-type: none"> • Costos en los precios de los productos e insumos. • Tratamientos de larga duración que no son llevados a cabo en su totalidad. • Factores ambientales

Tabla 2.

Análisis Dofa finca El Rabanal

DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo de los niveles de calcio de las vacas principalmente las vacas postparto. • Manejo inadecuado de los datos de los animales. • Capacidad de carga y descarte de animales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Planes preventivos que reduzcan los casos de hipocalcemia • Manejo de sales aniónicas para corregir los niveles de calcio
FORTALEZAS	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Suministro de concentrado para vacas preparto (Concentrado de transición). • Rotación adecuada de potreros. • Potreros abonados • Experiencia por parte del personal encargado de la finca. 	<ul style="list-style-type: none"> • Costos en los precios de los productos e insumos. • Tratamientos de larga duración que no son llevados a cabo en su totalidad. • Factores Ambientales.

Tabla 3.

Análisis Dofa finca Villa Gloria

DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo de los niveles de calcio de las vacas principalmente las vacas postparto. • Manejo inadecuado de los datos de los animales. • Capacidad de carga y descarte de animales. • Restricción al consumo de agua de los bovinos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo de dieta especial en animales pre-parto • Planes preventivos que reduzcan los casos de hipocalcemia • Manejo de sales aniónicas para corregir los niveles de calcio
FORTALEZAS	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Experiencia por parte de mayordomo de la Finca • Rotación adecuada de potreros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Costos en los precios de los productos e insumos. • Tratamientos de larga duración que no son llevados a cabo en su totalidad. • Factores Ambientales

Metodología

Para la realización del trabajo experimental, se seleccionaron los animales por medio de parámetros de inclusión y exclusión. En la selección de las hembras para el estudio se tuvieron en cuenta que fueran animales destinados únicamente para la producción de leche, mientras que el parámetro por el cual fueron excluidas fue: hembras a las cuales se les había realizado un tratamiento previo como la aplicación de calcio intravenoso o calcio oral antes de la toma de la muestra.

La recolección de cada una de las muestras, se realizó en los meses comprendidos entre Febrero a Junio (182 días aproximadamente), laxo de tiempo en el que se estimaron los nacimientos de acuerdo a el registro de preñez llevado a cabo por los mayordomos de cada una de las fincas.

El número total de muestras que se analizaron fue de 40 animales, cada vaca se le tomo muestras de sangre para medir el Calcio sérico; el procedimiento que se llevó a cabo para la toma de sangre de cada una de las vacas fue mediante venopunción coccígea (Vacutainer) donde la sangre fue almacenada en tubos tapa roja para ser transportada inmediatamente al laboratorio para ser procesadas, se resalta que la toma de las muestras a las vacas ,se hicieron durante las

primeras 24 horas al nacimiento de la cría, teniendo en cuenta datos como el número de partos y el sexo de la cría.

Las muestras se llevaron al laboratorio Clínico Veterinario Zoodiagnostic para que se les midiera los niveles de calcio Iónico y sérico, durante su transporte se almacenaron en una nevera con placas de gel refrigerante para conservarlas hasta ser procesadas en el equipo ST-200 PRO cuyos resultados permitieron hacer un análisis estadístico.

Cronología

Tabla 4.

Cronología de los días en que se tomaron las muestras en las tres fincas.

Semana	Fecha	Identificación	Finca
Semana 1	26 de Abril de 2024	Grace	Villa Gloria
Semana 2	02 de Mayo de 2024	Raspa	El Chacal
Semana 2	03 de Mayo de 2024	Fragata	El Chacal
Semana 3	10 de Mayo de 2024	Pasajera	El Chacal
Semana 4	14 de Mayo de 2024	Cami	Villa Gloria
Semana 4	14 de Mayo de 2024	Raspada	El Chacal
Semana 4	15 de Mayo de 2024	Zc05	Villa Gloria
Semana 4	15 de Mayo de 2024	Pichula	El Rabanal
Semana 4	15 de Mayo de 2024	Cacica	El Chacal
Semana 4	15 de Mayo de 2024	2374-1	Villa Gloria
Semana 4	17 de Mayo de 2024	Holandesa	El Rabanal
Semana 5	24 de Mayo de 2024	Española	El Chacal
Semana 5	24 de Mayo de 2024	Galana	El Chacal
Semana 6	26 de Mayo de 2024	Pandora	El Rabanal
Semana 6	26 de Mayo de 2024	La Junca	El Rabanal
Semana 6	26 de Mayo de 2024	Andrea	Villa Gloria
Semana 6	27 de Mayo de 2024	Cantabria	El Chacal
Semana 6	27 de Mayo de 2024	Risueña	El Chacal
Semana 6	27 de Mayo de 2024	Magazín	El Chacal
Semana 7	01 de Junio de 2024	Celada	El Chacal

Semana 7	01 de Junio de 2024	Comadre	El Chacal
Semana 7	03 de Junio de 2024	Nube	El Rabanal
Semana 7	04 de Junio de 2024	Lupe	Villa Gloria
Semana 7	04 de Junio de 2024	Negra	El Rabanal
Semana 7	04 de Junio de 2024	Gringa	El Chacal
Semana 8	06 de Junio de 2024	Chispa	El Rabanal
Semana 8	06 de Junio de 2024	Panadera	El Chacal
Semana 8	08 de Junio de 2024	359	Villa Gloria
Semana 8	08 de Junio de 2024	343	Villa Gloria
Semana 8	08 de Junio de 2024	Palmira	El Rabanal
Semana 8	11 de Junio de 2024	Espiga	El Chacal
Semana 8	11 de Junio de 2024	Llanera	El Chacal
Semana 8	11 de Junio de 2024	Águila	El Chacal
Semana 8	11 de Junio de 2024	Venus	El Rabanal
Semana 8	11 de Junio de 2024	Chispa	Villa Gloria
Semana 8	11 de Junio de 2024	Talía	El Rabanal
Semana 9	14 de Junio de 2024	Renegada	El Chacal
Semana 9	18 de Junio de 2024	Concepción	El Chacal
Semana 10	19 de Junio de 2024	119	Villa Gloria
Semana 10	21 de Junio de 2024	Lectora	El Chacal

Resultados de laboratorio

En la tabla 5 se muestra el total de los resultados proporcionados por el laboratorio clínico veterinario Zodiagnostico obtenidos de las 40 muestras tomadas a vacas postparto en tres fincas del municipio de Tenjo ,para esto se tomaron como casos positivos valores inferiores a 8.5 mg/dl ya que es el umbral más utilizado actualmente. (Arechiga et al. 2022; Venjakob, 2018)

Tabla 5.

Valores de Calcio iónico y sérico de las 40 muestras procesadas.

Identificación	Calcio Sérico	Calcio Iónico
Grace	8.24 mg/dl	1.03 mmol/L

Raspa	5.84 mg/dl	0.73 mmol/L
Fragata	8.08 mg/dl	1.01 mmol/L
Pasajera	9.28 mg/dl	1.18 mmol/L
Cami	8.1 mg/dl	1.02 mmol/L
Raspada	8.5 mg/dl	1.07 mmol/L
Zc 05	8.6 mg/dl	1.08 mmol/L
Pichula	7.9 mg/dl	0.99 mmol/L
Cacica	8.8 mg/dl	1.10mmol/L
2374-1	10.7 mg/dl	1.34 mmol/L
Holandesa	8.5 mg/dl	1.07 mmol/L
Española	8.4 mg/dl	1.05 mmol/L
Galana	8.4 mg/dl	1.05 mmol/L
Pandora	8.8 mg/dl	1.10 mmol/L
La Junca	7.92 mg/dl	0.99 mmol/L
Andrea	8.4 mg/dl	1.05 mmol/L
Cantabria	7.12 mg/dl	0.89 mmol/L
Risueña	7.12 mg/dl	0.89 mmol/L
Magazín	7.84 mg/dl	0.98 mmol/L
Celada	8.0 mg/dl	1.0 mmol/L
Comadre	8.5 mg/dl	1.07 mmol/L
Nube	8.8 mg/dl	1.10 mmol/L
Lupe	8.32 mg/dl	1.04 mmol/L
Negra	6.8 mg/dl	0.85 mmol/L
Gringa	8.16 mg/dl	1.02 mmol/L
Chispa	7.8 mg/dl	0.98 mmol/L
Panadera	8.2 mg/dl	1.03 mmol/L
359	7.76 mg/dl	0.97 mmol/L
343	6.32 mg/dl	0.79 mmol/L
Palmira	7.84 mg/dl	0.98 mmol/L
Espiga	6.96 mg/dl	0.87 mmol/L

Llanera	7.20 mg/dl	0.90 mmol/L
Águila	6.56 mg/dl	0.82 mmol/L
Venus	6.56 mg/dl	0.82 mmol/L
Chispa	8.0 mg/dl	1.0 mmol/L
Talía	7.12 mg/dl	0.89 mmol/L
Renegada	8.48 mg/dl	1.06 mmol/L
Concepción	5.68 mg/dl	0.71 mmol/L
119	7.2 mg/dl	0.91 mmol/L
Lectora	7.92 mg/dl	0.99 mmol/L

Resultados estadísticos

Los análisis estadísticos se realizaron para cada una de las fincas, debido a que cada una cuenta con un manejo diferente.

En la tabla 6 se presenta el número de partos junto con el sexo de la cría, agrupadas para cada Finca.

Finca El Chacal

Tabla 6.

Número de partos y sexo de la crías. Finca El Chacal.

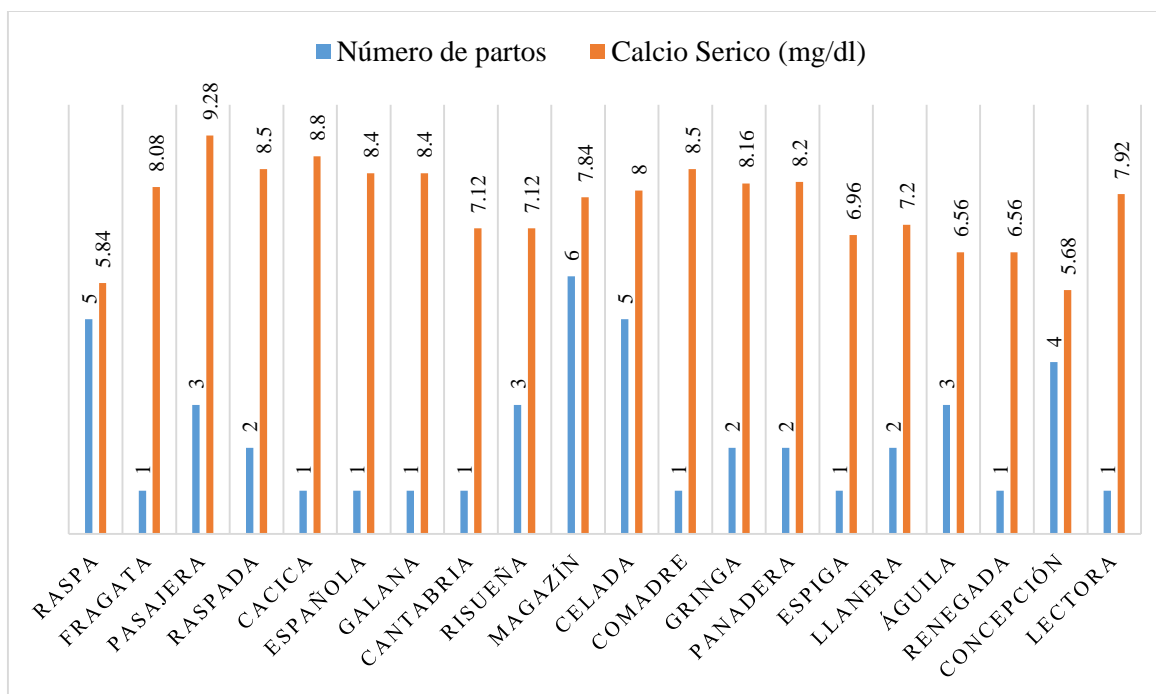
Identificación	Número de partos	Sexo de la cría
Raspa	5	parto gemelar(Hembras)
Fragata	1	Hembra
Pasajera	3	Macho
Raspada	2	Hembra
Cacica	1	Macho
Española	1	Macho
Galana	1	Hembra
Cantabria	1	Hembra
Risueña	3	Macho
Magazín	6	Macho
Celada	5	Hembra
Comadre	1	Macho

Gringa	2	Hembra
Panadera	2	Parto gemelar(Machos)
Espiga	1	Hembra
Llanera	2	Hembra
Águila	3	Hembra
Renegada	1	Hembra
Concepción	4	Hembra
Lectora	1	Hembra

De acuerdo a los datos proporcionados por el laboratorio y a la información obtenida por parte de los mayordomos de la finca El Chacal, se elaboro una gráfica de barras donde se relacionó el número de partos de cada animal con los niveles de calcio sérico. Los resultados se presentan en la Figura 1

Figura 1.

Relación del número de partos- Calcio Sérico.



Nota. En la gráfica se puede evidenciar que la gran mayoría de las vacas de primer parto (novillas), fueron las que mantuvieron los niveles de calcio sérico más alto en comparación con las vacas múltiparas, Sin embargo y con base a los valores de referencia de calcio sérico

mencionados anteriormente por los autores Arechiga et al. (2022) y Venjakob ,(2018) hubo una superioridad de las vacas que fueron positivas a tener hipocalcemia, frente a las que se mantuvieron dentro del rango de referencia (8.5mg/dl a 10mg/dl), independientemente que fueran vacas de primer parto o multíparas.

Pese a que en el estudio realizado por Valdecabres,Pires & Silva del Rio,(2019) en el cual se describe que las vacas multíparas, tienen mayor tendencia a presentar hipocalcemia, en este estudio se pudo evidenciar que vacas multíparas tenían niveles de calcio sérico dentro de los rangos de referencia, así mismo se observa vacas de primer parto presentan niveles de calcio sérico por debajo de los rangos normales.

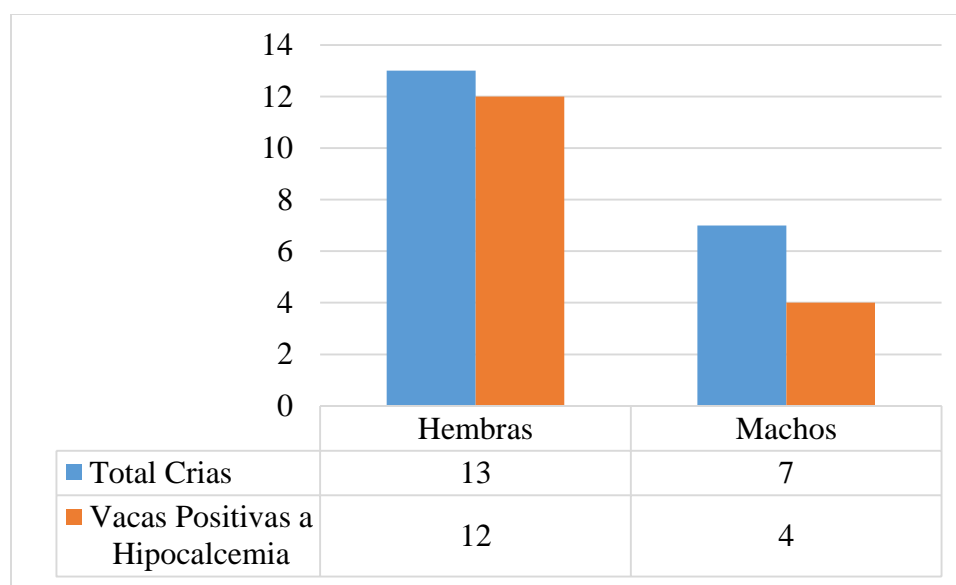
Tabla 7.

Porcentajes de animales positivos y negativos a la enfermedad, en relación al sexo de la cría.

Población total	Positivas a hipocalcemia	Porcentaje	Negativas a hipocalcemia	Porcentaje
Hembra	12	60%	1	5%
Macho	4	20%	3	15%

Figura 2.

Correlación del sexo de las crías con el número de vacas positivas. Finca El Chacal.



Nota. En la Tabla 7 y figura 2 se presenta el total de las vacas positivas a hipocalcemia (16 bovinos) de un total de 20 animales registrados para esta finca.

En esta gráfica se relaciona el sexo de la cría; observándose que un número de 13 vacas tuvieron hembras, de las cuales 12 fueron positivas a la enfermedad, presentándose una mayor incidencia de la patología (60%) con respecto a 7 vacas que parieron machos, de las cuales 4 fueron positivas a la enfermedad con una incidencia del (20%).

Finca El Rabanal

Tabla 8.

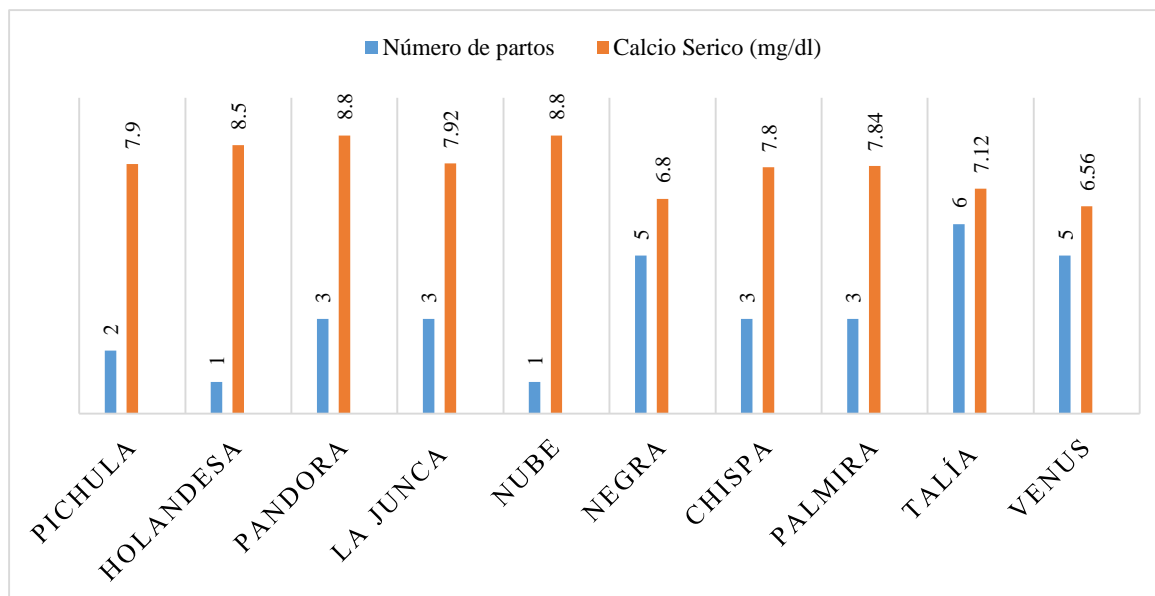
Número de partos y sexo de la cría. Finca El Rabanal

Identificación	Número de partos	Sexo de la cría
Pichula	2	Macho
Holandesa	1	Macho
Pandora	3	Hembra
La Junca	3	Macho
Nube	1	Macho
Negra	5	Hembra
Chispa	3	Macho
Palmira	3	Hembra
Talía	6	Hembra
Venus	5	Hembra

Teniendo en cuenta los datos proporcionados por el propietario de la finca el Rabanal se hizo la relación entre el número de partos con los niveles de Calcio sérico registrándose en la gráfica que se muestra a continuación:

Figura 3.

Relación del número de partos-Calcio sérico. Finca El Rabanal



Nota. En la finca El Rabanal los datos obtenidos fueron más acordes respecto a lo que indica la literatura, ya que las vacas multíparas fueron las que presentaron niveles de Calcio sérico más bajos, por otra parte vacas de primer parto (novillas) se mantuvieron dentro del rango de referencia de Calcio sérico, confirmando lo mencionado por los autores Arechiga et al. (2022) y Venjakob, (2018).

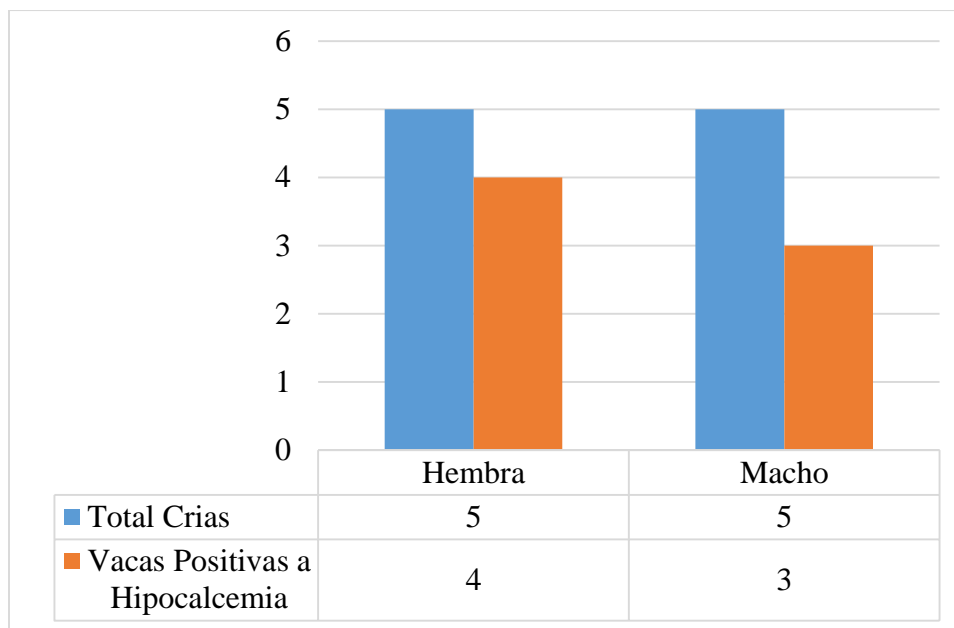
Tabla 9.

Porcentajes de animales positivos y negativos a la enfermedad, en relación al sexo de su cría.

Población total	Positivas	Porcentaje	Negativos	Porcentaje
Hembra	4	40%	1	10%
Macho	3	30%	2	20%

Figura 4.

Correlación del sexo de las crías con el número de vacas positivas. Finca El Rabanal.



Nota. En la Tabla 9 y figura 4 se presenta el total de las vacas positivas a hipocalcemia (7 bovinos) de un total de 10 animales registrados para esta finca.

En esta gráfica se relaciona el sexo de las crías. Observándose que en un número de 5 vacas se registraron partos de hembras, de las cuales 4 vacas fueron positivas a la enfermedad, presentándose una mayor incidencia de la patología (40%), con respecto a 5 vacas que parieron machos, encontrándose que de estas, 3 fueron positivas a la enfermedad, con una incidencia que corresponde al (30%).

Al igual que la finca El Chacal la proporción de vacas positivas a esta enfermedad metabólica, fue en un número mayor para las vacas que tuvieron crías hembras.

Finca Villa Gloria

Tabla 10. Número de partos y sexo de la cría. Finca El Rabanal

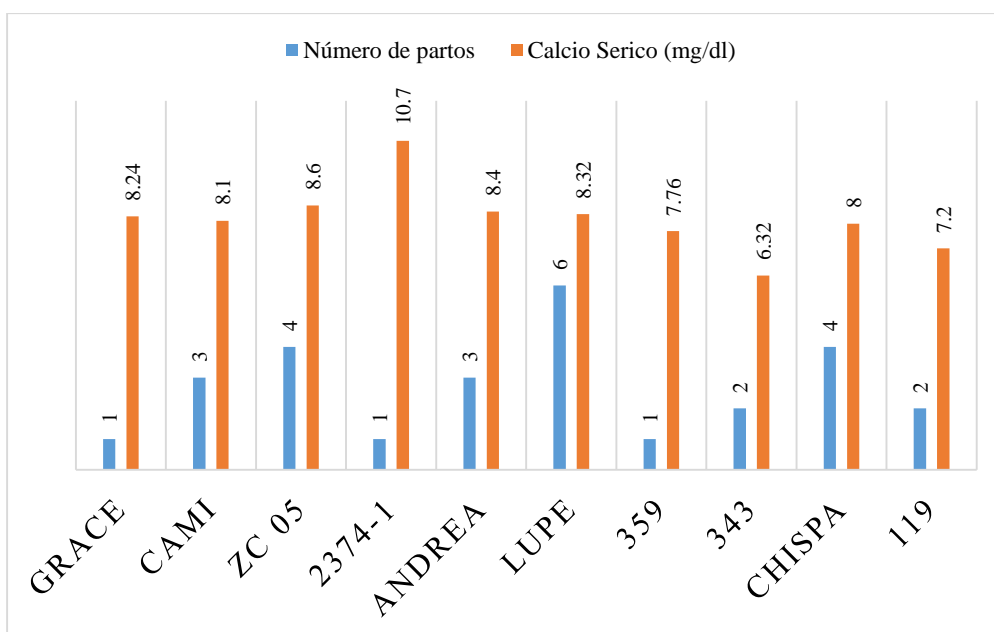
Identificación	Número de partos	Sexo de la cría
Grace	1	Macho
Cami	3	Macho
Zc 05	4	Macho
2374-1	1	Hembra
Andrea	3	Macho
Lupe	6	Hembra
359	1	Macho

343	2	Macho
Chispa	4	Hembra
119	2	Macho

Teniendo en cuenta los datos documentados en la tabla anterior, se hizo la relación entre el número de partos con los niveles de Calcio sérico registrándose en la gráfica que se muestra a continuación:

Figura 5.

Relación del número de partos- Calcio sérico. Finca Villa Gloria



Nota. La finca Villa Gloria, presentó una mayor variación de los datos obtenidos, en contraste con la información proporcionada por los diferentes artículos científicos, observándose vacas postparto multíparas con valores de los niveles de Calcio sérico superiores a los de vacas de primer parto (novillas).

Tabla 11.

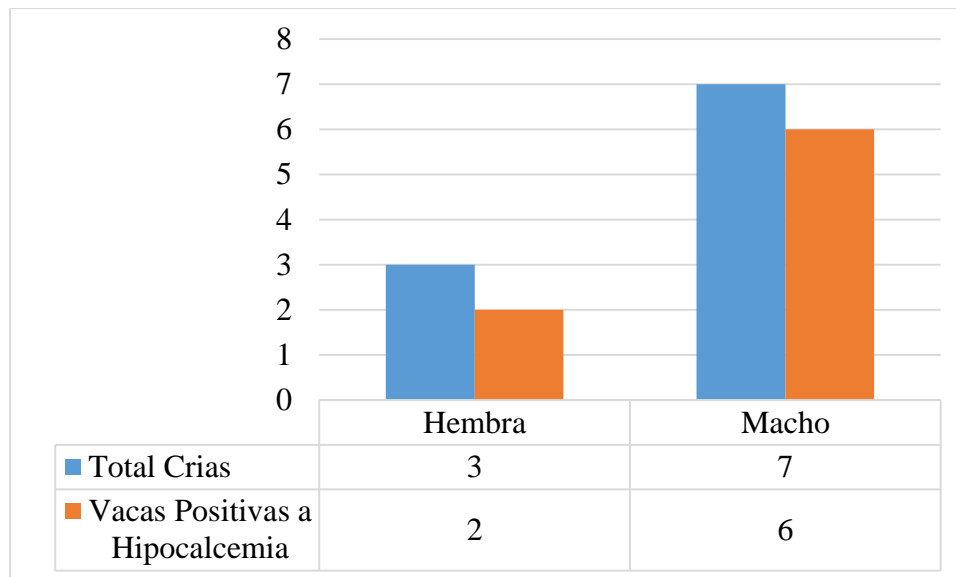
Porcentajes de animales positivos y negativos a la enfermedad, en relación al sexo de su cría.

Población total	Positivos	Porcentaje	Negativos	Porcentaje
Hembra	2	20%	1	10%

Macho	6	60%	1	10%
-------	---	-----	---	-----

Figura 6.

Correlación del sexo de las crías con el número de vacas positivas. Finca Villa Gloria.



Nota. En la Tabla 11 y figura 6

Aquí se representa el total de las vacas positivas a hipocalcemia (8 bovinos), de un total de 10 animales registrados para esta finca.

En esta gráfica se relaciona el sexo de las crías; observándose que un número de 3 vacas parieron hembras, de las cuales 2 vacas fueron positivas a la enfermedad, presentándose a la vez una menor incidencia de la patología (20%), con respecto a las 7 vacas que parieron machos, de las cuales 6 vacas fueron positivas a la enfermedad con una incidencia del (60%).

Intervención como médico veterinario

A continuación se presentan las acciones a nivel biológico, técnico, administrativo y financiero

Tabla 12.

Indicadores de las acciones como médico veterinario.

BIOLÓGICO	TÉCNICO
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cuidado de la salud de los bovinos. ➤ Tratamientos terapéuticos según los signos que presente el animal 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Manejo y cuidado de los bovinos. (bienestar animal) ➤ Prácticas ganaderas para la prevención de la enfermedad

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Producir leche de buena calidad garantizando la seguridad alimentaria. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Manejo adecuado de sales aniónicas.
ADMINISTRATIVO	FINANCIERO
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Registro de cada animal para su respectivo manejo ➤ Manejo adecuado de los fármacos para cada tratamiento en cuanto a su dosis, vía de administración y duración del tratamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Minimizar los casos de hipocalcemia reduciendo costos en tratamientos. ➤ Evitar la pérdida de animales (vaca caída) ➤ Reducir pérdidas en la producción, evitando de igual forma pérdidas económicas.

Tabla 13.

Comparación sobre el inicio y final de la práctica

INICIO	FINAL
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ausencia o inadecuado manejo de datos ➤ Malas prácticas en el manejo de los animales ➤ Inadecuada capacidad de carga para las fincas ➤ Nula suplementación de los animales principalmente las hembras postparto 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Orden en el manejo de los datos de la finca-registro de las acciones realizadas ➤ Adecuado manejo de los animales(bienestar animal en los hatos) ➤ Descarte de animales, mejorando la capacidad de carga ➤ Suplementación con sales anionicas, ayudando a la prevención de enfermedades. ➤ Manejo de calcio oral e intravenoso para tratamiento de hipocalcemia

Se hace un énfasis en la suplementación con sales aniónicas debido a su efecto homeostático del calcio en el periparto, lo que podría disminuir los casos de hipocalcemia subclínica. (Masoumi et al., 2022)

Análisis de Resultados

1. Del número total de las vacas postparto de las tres fincas, que fueron sometidas a un análisis de Calcio sérico, se pudo evidenciar que ninguna de estas presento hipocalcemia clínica, pero en su mayoría si presentaron hipocalcemia subclínica y esto se relaciona con el descenso de

las concentraciones de Calcio conociéndose como una hipocalcemia fisiológica. (Albornoz ,2016)

2. En las tres fincas se pudo establecer una heterogeneidad entre las vacas multíparas y las de primer parto (novillas), encontrándose casos de vacas multíparas con niveles de calcio sérico presentaron niveles de Calcio sérico por debajo de los valores del rango de referencia.

3. A diferencia de los resultados reportados por Valldecabres,Pires & Silva del Rio,(2019) donde el parto de terneros machos fue un factor significativo para hipocalcemia subclínica , estos datos no coinciden con los del presente estudio, y esto se evidencia en las fincas El Chacal y Rabanal ,en las cuales se presentó una mayor incidencia de casos para las vacas que tuvieron hembras, mientras que en la finca Villa Gloria los resultados obtenidos se asemejan con los análisis suministrados por los anteriores autores.

4. En casos específicos como el de las vacas: Renegada, Espiga,Cantabria,Lectora,359, que eran vacas de primer parto y cuyos resultados arrojaron niveles de Calcio inferiores a los valores de referencia , se puede asociar estos casos con deficiencias nutricionales o también a el inicio de la etapa de producción de calostro. (van den Heuvel, 2023)

Conclusiones y Recomendaciones

- Se tomaron las muestras a 40 vacas en periodo postparto para medir los niveles de calcio sérico en sangre, análisis que no se había ejecutado en ninguna de las 3 fincas, siendo un método de gran importancia puesto que permite conocer el estado de salud de las vacas postparto y evitar la incidencia y las consecuencias que conlleva el no tratar oportunamente esta enfermedad metabólica.

- El médico veterinario es la persona idónea encargada de establecer los diferentes tratamientos a seguir según su criterio, dependiendo de los signos clínicos que presente cada animal.

-Uno de los tratamientos ejecutados en los animales con hipocalcemia subclínica durante la práctica, es el uso de calcio oral o intravenoso, este tratamiento terapéutico, es utilizado en el 69% de las fincas destinadas a la producción de leche en los Estados Unidos; sin embargo la respuesta frente a este método, dependerá del estado de salud de la vaca. (Valldecabres & Silva-del-Río, 2020).

- Adicionalmente se recomendó el uso de sales aniónicas en las fincas El Rabanal y Villa Gloria debido a su mecanismo de acción que causa una leve acidificación de la sangre y como

compensación a esta acidosis , se va a producir la movilización de Calcio óseo y una absorción activa desde el intestino. (Alvarado., 2018;Glosson et al., 2023)

- Dentro de las recomendaciones que se sugieren especialmente a los propietarios de las fincas El Rabanal y Villa Gloria, dar la importancia que requiere a la capacidad de carga de cada una de sus fincas y aún más durante las temporadas de sequía, de lo contrario no tendrán el suficiente alimento requerido para la totalidad de los animales, lo que conlleva a presentar un déficit nutricional ,el cual predispone a los bovinos en los hatos lecheros a manifestar diferentes patologías entre ellas la hipocalcemia. A su vez esto, como lo menciona el autor Delgado, (2017) al tener una correcta capacidad de carga dentro de las fincas, permite una mayor productividad por animal, maximizando el retorno económico.

- Finalmente se encontraron falencias en el registro de los datos de los diferentes hatos lecheros, llegando a ser una problemática ya que es fundamental llevar registros que contemplen la historia clínica de cada vaca y de igual manera registros reproductivos, con el fin de conocer con precisión su estado de salud y etapa en la que se encuentran las vacas, permitiendo crear planes preventivos y de manejo de la hipocalcemia y de otras enfermedades en el hato lechero.

Anexos



Imagen 1,2 y 3. Concentrado y forraje Ryegras manejado en la Finca el chacal



Imagen 4,5 y 6. Silo de maíz, papa y cocentrado manejado en la finca El Rabanal



Imagen 7, 8 y 9. Algunos problemas detectados en la Fincas. (Capacidad de carga, condición corporal y baja calidad de las pasturas)



Imagen 10 11 y 12. Toma de muestras mediante venopunción



Imagen 13 y 14. Muestras y transporte de las mismas.

Imagen 15. Vaca recién parida



Imagen 16. Administración de calcio intravenoso

Imagen 17. manejo de vaca caída por hipocalcemia

Lista de Referencias

- Alvarado, C. (2018). *Uso de sales aniónicas: una alternativa para la fiebre de leche en vacas lecheras*. Obtenido de Universidad Austral de Chile: <https://diario.uach.cl/uso-de-sales-anionicas-una-alternativa-para-la-fiebre-de-leche-en-vacas-lecheras/>
- Albornoz, L, Albornoz, JP, Morales, M, & Fidalgo, LE. (2016). Hipocalcemia Puerperal Bovina.Revisión. *Veterinaria (Montevideo)*, 52(201), 4. Recuperado el 20 de diciembre de 2023, de http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-48092016000100004&lng=es&tlng=es.

- Arechiga, C., Cortés, Z., Hernández, P., Lozano, R., López, M., Macías, U., & Avendaño, L. (2022). La hipocalcemia en la vaca lechera.Revisión. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 13(4)1025-1054.
- Castro, E., Cardona, J., Hernández, F., Valenzuela, M., & Avellaneda, Y. (2019) *Evaluación de tres cultivares de Lolium perenne L. con vacaas lecheras, en el trópico alto de Nariño- Colombia*. *Pastos y Forrajes*, 42(2), 161-170. Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942019000200161&Ing=es&tlng=es
- Chamberlin, W. G., Middleton, J. R., Spain, J. N., Johnson, G. C., Eilersieck, M. R., & Pithua, P. (2013). Subclinical hypocalcemia, plasma biochemical parameters, lipid metabolism, postpartum disease, and fertility in postparturient dairy cows. *Revista electronica Dairy Science*, 96(11), 7001–7013.
- Delgado, D. (2017). *Estimación de la capacidad de carga del sistema de producción lechero de la vereda Fontibón del municipio de Pamplona*. Obtenido de Universidad de Pamplona: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6091006.pdf>
- FEDEGAN. (2023). Fondo nacional. *Balance y perspectivas del sector ganadero colombiano (2022-2023)*.
- Gallegos, G., & Fonseca, C. (2021). La hipocalcemia en vacas lecheras y sus alternativas diagnósticas en campo: Revisión. *Revista de las agrociencias La Tecnica* , N°25 (54-74).
- Glosson, K. M., Zhang, X., Zanzalari, K. P., Bascom, S. S., Rowson, A. D., Wang, Z., & Drackley, J. K. (2023). Negative dietary cation-anion difference and amount of calcium in prepartum diets: Effects on urine and serum minerals. *JDS Communications*, 4(6), 449-453. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2023-0391>
- Goff, J. P., Hohman, A., & Timms, L. L. (2020). Effect of subclinical and clinical hypocalcemia and dietary cation-anion difference on rumination activity in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*. doi:10.3168/jds.2019-17581
- Goff, J. P., Liesegang, A., & Horst, R. L. (2014). *Diet-induced pseudohypoparathyroidism: A hypocalcemia and milk fever risk factor*. *Journal of Dairy Science*, 97(3), 1520–1528. doi:10.3168/jds.2013-7467

- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. (2016). *Gobierno de Colombia*. Obtenido de “IMPLEMENTACION POLITICA PARA MEJORAR LA COMPETITIVIDAD DEL SECTOR LACTEO NACIONAL:
<https://www.minagricultura.gov.co/ministerio/direcciones/Documents/INFORME%20UE%20FASE%202%20-%20SEGUNDO%20TRAMO%20VARIABLE%20%28MARZO%202016%29.pdf>
- Masoumi Pour MM, Foroudi F, Karimi N, Abedini MR, Karimi K. Effect of Anionic and Zeolite Supplements and Oral Calcium Bolus in Prepartum Diets on Feed Intake, Milk Yield and Milk Compositions, Plasma Ca Concentration, Blood Metabolites and the Prevalence of Some Reproductive Disorders in Fresh Dairy Cows. *Animals (Basel)*. 2022 Nov 7;12(21):3059. doi: 10.3390/ani12213059. PMID: 36359182; PMCID: PMC9656836.
- Nedić, S., Palamarević, M., Arsić, S., Jovanović, L., Prodanović, R., Kirovski, D., & Vujanac, I. (2020). Parathyroid hormone response in treatment of subclinical hypocalcemia in postpartum dairy cows. *Research in Veterinary Science*, 132, 351–356.
- Neves, R. C., Leno, B. M., Stokol, T., Overton, T. R., & McArt, J. A. A. (2017). Risk factors associated with postpartum subclinical hypocalcemia in dairy cows. *Revista electronica dairy science*, 100(5), 3796–3804. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11970>
- Saborio, A., Sanchez, J., & Vargas, M. (2017). Dinámica de la concentración de calcio sanguíneo durante el parto y su relación con producción y reproducción en un hato de vacas jersey. *Agronomi Costarricense*, 41(2): 7-16.
- Saborío-Montero, A., Vargas-Leitón, B., Romero-Zúñiga, J. J., & Sánchez, J. M. (2017). *Risk factors associated with milk fever occurrence in grazing dairy cattle*. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 9715–9722. doi:10.3168/jds.2017-13065
- Schogor Ph.D, Ana Luiza B., Glombowsky M.Sc, Patricia, Both M.Sc, Fabiana, Danieli M.Sc, Beatriz, Rigon M.Sc, Fernanda, Reis M.Sc, João H., & Da Silva Ph.D., Aleksandro S. (2020). Calidad del calostro bovino y su relación con la genética, el manejo, la fisiología y su congelación. *Revista MVZ Córdoba*, 25(1), 76-83. Epub June 02, 2021. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1465>

- Superintendencia de Industria y Comercio. (2021). *Gobierno de Colombia*. Obtenido de Análisis del Sector Lácteo en Colombia:Evidencia para el periodo 2010 - 2020: https://www.sic.gov.co/sites/default/files/documentos/032022/ES-SLC_Version-publica.pdf
- Ortega, J. (2021). *FACTORES ASOCIADOS A PRESENTACIÓN DE HIPOCALCEMIA BOVINA EN LATINOAMERICA*. Obtenido de Universidad del Rosario: <https://repository.urosario.edu.co/server/api/core/bitstreams/1cb6b655-e224-4ecd-bd5f-08de60682e89/content>
- van den Heuvel, J. (2023). *Causas y efectos de la hipocalcemia puerperal bovina en rodeos de producción lechera*. Obtenido de Universidad Nacional de Rio Negro.
- Vargas, J., Sierra, A., Mancipe, E., & Avellaneda, Yesid. (2018). *El kikuyo, una gramínea presente en los sistemas de rumiantes en trópico alto colombiano*. CES medicina Veterinaria y Zootecnia, 13(2), 137-156. <https://doi.org/10.21615/cesmvz.13.2.4>
- Valdecabres, A., & Silva-del-Río, N. (2020). *Effects of postpartum oral calcium supplementation on milk yield, milk composition, and reproduction in multiparous Jersey and Jersey × Holstein crossbreed cows*. *Journal of Dairy Science*. doi:10.3168/jds.2020-19079
- Valdecabres, A., Pires, J. A. A., & Silva-del-Río, N. (2019). *Cow-level factors associated with subclinical hypocalcemia at calving in multiparous Jersey cows*. *Journal of Dairy Science*. doi:10.3168/jds.2018-16180
- Venjakob, P. L., Pieper, L., Heuwieser, W., & Borchardt, S. (2018). *Association of postpartum hypocalcemia with early-lactation milk yield, reproductive performance, and culling in dairy cows*. *Journal of Dairy Science*. doi:10.3168/jds.2017-14202
- Veterinarios Asociados S.C. (01 de 02 de 2018). *HIPOCALCEMIA: "FIEBRE DE LA LECHE"*. Obtenido de Veterinarios Asociados S.C.: <https://www.veterinariosasociados.es/post/hipocalcemia--fiebre-de-la-leche/10/>
- Wilhelm, A. L., Maquivar, M. G., Bas, S., Brick, T. A., Weiss, W. P., Bothe, H., ... Schuenemann, G. M. (2017). *Effect of serum calcium status at calving on survival, health, and performance of postpartum Holstein cows and calves under certified organic management*. *Journal of Dairy Science*, 100(4), 3059–3067. doi:10.3168/jds.2016-11743