



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR**  
**Facultad De Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente**

**Carrera de Medicina Veterinaria**

**Tema:**

**“EVALUACIÓN DE HIPOCALCEMIA SUBCLÍNICA MEDIANTE  
SEROLOGÍA, TEST RÁPIDO EN VACAS EN LA PRIMERA LACTANCIA”**

Proyecto de Investigación previa a la obtención del título de Médico Veterinario otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, carrera de Medicina Veterinaria

**Autoras:**

Andrea Mishelle Jines Zurita  
Ruth Miriam Yungan Pilamunga

**Tutor:**

Dr. Franco Cordero

**Guaranda – Ecuador**

**2023**

EVALUACIÓN DE HIPOCALCEMIA SUBCLÍNICA MEDIANTE  
SEROLOGÍA, TEST RÁPIDO EN VACAS EN LA PRIMERA LACTANCIA

**REVISADO Y APROBADO POR:**



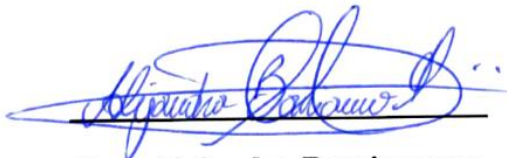
---

**Dr. Franco Cordero**  
**TUTOR**



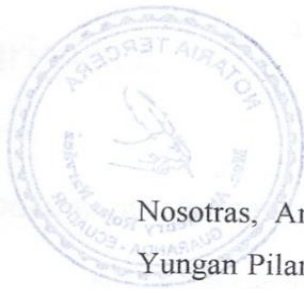
---

**Dr. Danilo Yáñez**  
**PAR LECTOR**



---

**Dra. Alejandra Barrionuevo**  
**PAR LECTORA**



## CERTIFICADO DE AUTORÍA

Nosotras, Andrea Mishelle Jines Zurita con C.I. 1805255567 y Ruth Yungan Pilamunga con C.I. 0604970988 autoras, declaramos 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 correspondiente a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamento y las Norma Institucional vigente.

-----  
**Andrea Jines Zurita**  
**AUTORA**  
**CI: 1805255567**

-----  
**Ruth Yungan Pilamunga**  
**AUTORA**  
**CI: 0604970988**

-----  
**Dr. Franco Cordero**  
**TUTOR**  
**CI:1102759329**





*Notaría Tercera del Cantón Guaranda*  
*Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez*  
*Notario*



No. ESCRITURA	20230201003P01698
---------------	-------------------

**DECLARACION JURAMENTADA**

**OTORGADA POR:**

**JINES ZURITA ANDREA MISHELLE y YUNGAN PILAMUNGA RUTH MIRIAM**

**CUANTIA: INDETERMINADA**

FACTURA: 001-006-000004316

DI: 2 COPIAS

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día veintiséis de julio del dos mil veintitrés, **ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda**, comparecen las señoritas. **JINES ZURITA ANDREA MISHELLE**, estado civil soltera, domiciliada en Pelileo, y de paso por esta ciudad de Guaranda, con celular número 0988933498; por sus propios derechos y **YUNGAN PILAMUNGA RUTH MIRIAM**, estado civil casada, domiciliada en Guamote y de paso por esta ciudad de Guaranda, con celular número 0989026924, por sus propios derechos. Los comparecientes son de nacionalidad ecuatoriana, mayores de edad, hábiles e idóneos para contratar y obligarse a quien de conocerles doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana, bien instruida por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertida de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presentan su declaración Bajo Juramento que dice: **Declaramos que el presente trabajo de investigación titulado: “EVALUACIÓN DE HIPOCALCEMIA SUBCLÍNICA MEDIANTE SEROLOGÍA, TEST RÁPIDO EN VACAS EN LA PRIMERA LACTANCIA”**. Previo la obtención del título de Médicos Veterinarias, de la facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, de la Universidad Estatal de Bolívar, es de nuestra autoría, este documento no ha sido previamente presentado por ningún grado de calificación profesional y que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas por la autora. Es todo cuanto puedo declarar en honor a la verdad, la misma que la hago para los fines legales pertinentes. **HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA**. La misma que queda elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que les fue a los comparecientes por mí el Notario en unidad de acto, aquellos se afirman y se ratifican de todo lo expuesto y firma conmigo en unidad de acto, quedando incorporado al protocolo de esta Notaría, la presente declaración, de todo lo cual doy fe. -

JINES ZURITA ANDREA MISHELLE  
C.C. 1805255567

YUNGAN PILAMUNGA RUTH MIRIAM  
C.C. 0604970988

**AB. HENRY ROJAS NARVAEZ**  
**NOTARIO TERCERO DEL CANTON GUARANDA**



## Document Information

---

Analyzed document	BORRADOR EVALUACION DE HIPOCALCEMIA. A JINES y R YUNGAN.docx (D172372862)
Submitted	2023-07-25 20:13:00
Submitted by	
Submitter email	abosquez@ueb.edu.ec
Similarity	9%
Analysis address	abosquez.ueb@analysis.arkund.com

## Sources included in the report

---

## Entire Document

---

## Hit and source - focused comparison, Side by Side

---

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



## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación va dedicado a toda mi familia en especial para mi papi Andrés y mi mami Juanita, quienes desde el día uno hasta el día de hoy me siguen apoyando, papi eres la persona más increíble que puede existir en este mundo no por el hecho de que me ayudes económicamente si no por creer en mí y darme toda tu confianza, porque a pesar del que dirán de las personas tu siempre creíste en mí y lo sigues haciendo, eres mi súper héroe, siempre te diré que te admiro demasiado simplemente eres perfecto, mami tu eres y has sido aquella persona que siempre está pendiente de todas las cosas ya sea económico o moral, y tengo el privilegio de decir que a mi si me tocó unos padres maravillosos y que son capaces de mover cielo mar y tierra por ayudar a cumplir cada uno de nuestros sueños, por ello quiero decirles que este logro es el fruto de su esfuerzo y sacrificio.

A mis hermanos Pricila y Eliseo por haberme brindado su amor su apoyo incondicional, sabemos que nuestros sueños y metas son distintas y por ende cada uno tomará caminos distintos a pesar de ello, quiero que sepan que siempre podrán contar conmigo y sé que puedo contar con ustedes para todo, y como no a esa persona especial en mi vida, por brindarme todo el apoyo y la confianza del mundo. A mis abuelitos, tíos, primos y amigos por estar pendiente en toda mi etapa estudiantil, por haberme brindado palabras de aliento por animarme a ser mejor persona cada día.

Ruth

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este gran logro a Dios por permitirme tener la salud y vida para poder conseguir un objetivo tan importante en mi vida, principalmente quiero agradecer a mis padres Martha y Joselo quienes siempre hacen todo lo posible para apoyarme en todas las decisiones que tomo en mi vida, me brindan cariño y me demuestran confianza para poder seguir adelante en todos los obstáculos que se presentan dentro de mi formación académica, además les agradezco por siempre hacer esfuerzos y poner en prioridad mis estudios para poder viajar a otra ciudad.

También estoy muy agradecida con mis dos queridas hermanitas Silvana y Katy de quienes nunca me faltó sus palabras de aliento las cuales me ayudaban a seguir adelante cada día, sus mensajes de cariño me llenaban las mañanas para poder seguir esforzándome en cada peldaño de mi carrera.

No podía faltar dedicarle al resto de mi familia, mis abuelitos Nelson, Yolanda y Rodrigo de quienes nunca me faltó sus consejos, las palabras de aliento y cariño, a mi cuñado, mis tías y primos quienes con su ejemplo me demostraban que hay objetivos que son difíciles pero que tienen su recompensa al final del camino.

Andrea

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestro agradecimiento va dirigido primero a Dios por su infinito amor, por regalarnos un día más de vida y sobre todo por la fortuna de haber nacido dentro de una familia maravillosa por lo tanto agradecemos a nuestros padres por su apoyo incondicional tanto económico como emocionalmente, a nuestros hermanos por siempre alentarnos a seguir adelante.

De igual manera queremos agradecer a nuestros profesores quienes nos guiaron durante toda nuestra formación académica, de manera especial a la doctora Alejandra Barrionuevo, al Doctor Danilo Yáñez y a nuestro tutor Doctor Franco Cordero por ser nuestra guía fundamental en la realización de nuestro trabajo de investigación, también queremos agradecer a la universidad Estatal de Bolívar por abrirnos sus puertas y poder prepararnos en sus aulas.

Andrea y Ruth



# ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PÁG.
CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TUTOR.....	II
CERTIFICADO DE AUTORÍA.....	III
CERTIFICADO ANTIPLAGIO.....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VII
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XIII
RESUMEN.....	XIV
SUMMARY.....	XV
1    CAPÍTULO I.....	1
1.1    INTRODUCCIÓN.....	1
1.2    PROBLEMA.....	3
1.3    OBJETIVOS.....	4
1.3.1.    Objetivo General.....	4
1.3.2.    Objetivos Específicos.....	4
1.4    HIPÓTESIS.....	5
CAPÍTULO II.....	6
2    MARCO TEÓRICO.....	6
2.1    Hipocalcemia.....	6
2.1.1    Prevalencia de hipocalcemia subclínica.....	6
2.1.2    Hipocalcemia puerperal.....	8
2.2    Fisiología del fósforo.....	9
2.3    Fisiología de magnesio.....	9
2.4    Fisiología de la vitamina D.....	10
2.5    Fisiología del calcio.....	11
2.5.1    Fisiopatología de hipocalcemia.....	12

2.5.2	Regulación hormonal de calcio.....	14
2.6	Cuadros de referencia de Ca, P, Mg .....	17
2.7	Desarrollo de hipocalcemia.....	17
2.7.1	Factores predisponentes .....	18
2.7.2.	Nutrición Bovina.....	20
2.7.3.	Proteína .....	21
2.7.4.	Carbohidratos .....	21
2.7.5.	Grasa .....	21
2.7.6.	Mineral.....	22
2.7.7.	Vitaminas .....	22
2.8.	Alimentación.....	23
2.9.	Producción de leche .....	23
2.9.1.	Curva de lactación.....	24
2.10.	Prevención.....	24
2.11.	Medidas profilácticas .....	25
2.11.1.	Dietas con bajo cociente Ca/P.....	25
2.11.2.	Dietas con contenido de Ca.....	26
2.11.3.	Administración de geles de Ca .....	26
2.12.	Pérdidas económicas .....	27
CAPÍTULO III.....		28
3.	MARCO METODOLÓGICO.....	28
3.1.	Ubicación y características de la investigación.....	28
3.2.	Metodología .....	29
3.2.1.	Material experimental .....	29
3.2.2.	Factor en estudio .....	29
3.2.3.	Tipo de diseño experimental o estadístico .....	29
3.2.4.	Manejo del experimento en campo o laboratorio.....	29
3.2.5.	Métodos de evaluación .....	31
3.2.6.	Análisis de datos .....	32
CAPÍTULO IV.....		33
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	33
4.1.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	33

4.2.	COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	49
	CAPÍTULO V .....	50
5.1.	CONCLUSIONES .....	50
5.2.	RECOMENDACIONES .....	52
	BIBLIOGRAFIA .....	53
	ANEXOS .....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PÁG.</b>
1.	Niveles de referencia de Ca, P, Mg en sangre .....	17
2.	Variable raza por cada comunidad .....	33
3.	Variable edad por cada comunidad.....	34
4.	Variable producción láctea por cada comunidad.....	36
5.	Variable número de partos por cada comunidad. ....	38
6.	Variable alimentación por cada comunidad.....	39
7.	Valores de las pruebas del Ca, P, Mg y prueba de coagulación. ....	41
8.	Comparativo Prueba de coagulación y Ca.....	43
9.	Tabla cruzada prueba de coagulación y calcio porcentajes .....	44
10.	Consolidado pruebas serológicas de Ca – P - Mg .....	45
11.	Correlaciones de variables.....	46
12.	Prevalencia, sensibilidad y especificidad .....	47
13.	Abreviación para la aplicación de fórmulas .....	48

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PÁG.</b>
1.	Problemas derivados de la hipocalcemia subclínica.....	7
2.	Fisiopatología de la hipocalcemia .....	13
3.	Regulación hormonal de la calcemia.....	15
4.	Signos clínicos .....	19
5.	Variable raza por cada comunidad .....	33
6.	Variable edad por cada comunidad.....	35
7.	Variable producción láctea por cada comunidad.....	37
8.	Variable número de partos por cada comunidad. ....	38
9.	Variable alimentación por cada comunidad .....	40

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1.	Mapa de ubicación de la investigación
2.	Resultados de Análisis de laboratorio
3.	Base de datos
4.	Fotografías
5.	Historia Clínica
6.	Glosario de términos



## RESUMEN

La hipocalcemia es una enfermedad metabólica causada por bajos niveles de calcio en la sangre, esta enfermedad se presenta de forma clínica y subclínica generalmente en madres reproductoras, que tienen una alta producción láctea en el periodo del parto, la presente investigación tiene como objetivo principal; evaluar la hipocalcemia subclínica mediante serología y test rápido en vacas en la primera lactancia en la comunidad Sablog y San Nicolás, debido a que en estas comunidades se han presentado pérdidas económicas, por falta de asesoramiento a los ganaderos para realizar la prueba serológica se utilizó sangre entera para poder analizar el calcio sérico, fósforo y magnesio, mientras que para realizar la prueba de campo fue necesario observar la interacción de muestra de sangre con el EDTA. Las variables tomadas en cuenta para los análisis de laboratorio fueron la raza, edad, número de partos, producción láctea, alimentación, según los resultados obtenidos en nuestra investigación se pudo evidenciar las deficiencias de los minerales tanto del calcio, fósforo y magnesio en las dos comunidades a 26 vacas es decir con 52% del total de 50 animales en estudio, con respecto al calcio el 30% que corresponde a 15 vacas presentaron hipocalcemia, a diferencia del fósforo que solo 7 vacas tuvieron hipofosfatemia es decir un 14%, mientras que 4 vacas siendo el 8% presentaron hipomagnesemia, por lo tanto fue necesario realizar una comparación entre la prueba serológica y la prueba de coagulación ya que esta última nos arrojó resultados positivos a hipocalcemia con un total de 29 vacas representando un 58%, concluyendo así que 14 fueron los falsos positivos, esto nos permite deducir que el nivel de los minerales están influenciados por varios factores como edad, producción láctea, número de partos y alimentación, por lo tanto la detección oportuna de esta enfermedad nos permitirá instaurar el tratamiento de manera efectiva en las vacas.

**Palabras claves:** Prueba serológica, hipocalcemia, EDTA, sangre.

## SUMMARY

Hypocalcemia is a metabolic disease caused by low levels of calcium in the blood, this disease occurs clinically and subclinically generally in breeding mothers, who have a high milk production in the period of delivery, the present research has as its main objective; evaluate subclinical hypocalcemia by serology and rapid test in cows in the first lactation in the community Sablog and San Nicolás, because in these communities there have been economic losses, due to lack of advice to farmers to perform the serological test, whole blood was used to analyze serum calcium, phosphorus and magnesium, while to perform the field test it was necessary to observe the interaction of blood sample with EDTA. The variables taken into account for laboratory analysis were race, age, number of births, milk production, feeding, according to the results obtained in our research it was possible to show the deficiencies of the minerals of both calcium, phosphorus and magnesium in the two communities to 26 cows that is to say with 52% of the total of 50 animals in study, With respect to calcium 30% corresponding to 15 cows presented hypocalcemia, unlike phosphorus that only 7 cows had hypophosphatemia is 14%, while 4 cows being 8% presented hypomagnesemia, therefore it was necessary to make a comparison between the serological test and the coagulation test since the latter gave us positive results to hypocalcemia with a total of 29 cows representing 58%, thus concluding that 14 were false positives, This allows us to deduce that the level of minerals are influenced by several factors such as age, milk production, number of births and feeding, therefore the timely detection of this disease will allow us to establish the treatment effectively in cows.

**Key words:** Serological test, hypocalcemia, EDTA, blood.

# CAPÍTULO I

## 1.1 INTRODUCCIÓN

La hipocalcemia en los bovinos por lo general se establece como una enfermedad metabólica y se presenta de forma subclínica o clínica; se genera por la falta de disponibilidad del calcio sérico, es decir cuando se encuentra sus valores por debajo de 2.25 mmol/L; esto sucede en especial con las madres reproductoras a consecuencia de los periodos de gestación que han tenido una inadecuada atención, también se considera como causa a la extensa lactancia, mala alimentación y escasos complementos de minerales. Cabe resaltar que este periodo crítico concierne en el lapso de la tercera semana antes y posterior de la lactancia en este tiempo se genera los trastornos subclínicos en especial la hipocalcemia, para esto es necesario tomar en cuenta los factores de la edad, número de partos, producción de leche y Cc. (Muiño & Bueno 2019)

En el informe de Farmagro realizado por León (2022) detalla que la producción láctea a nivel mundial fue de 544.1 millones de toneladas, siendo los países de la Unión Europea en el año 2021 los mayores productores de leche de vaca en un total de 14.600.000 de toneladas; de igual forma los Estados Unidos produjo 102.600.000 toneladas, mientras en la India con el 96.000.000 toneladas; estos países son más propensos a padecer ciertas patologías metabólicas.

En los países de Chile y Uruguay existe una prevalencia de 6 a 16 % de hipocalcemia en vacas de alta producción, así mismo en Suecia se estima una incidencia de 5 a 10 % mientras que en EEUU se consideran valores entre 5 a 9 % del total de las vacas lecheras provocando así grandes pérdidas económicas causadas por el costo de los tratamientos y muerte de los animales, además en la provincia de Salta, Argentina se comprobó que el 73% de las vacas que presentaron hipomagnesemia evidenciaban conjuntamente hipocalcemia. (Albornoz et al. 2019)

En este sentido Gallegos y Fonseca (2021) definen a la hipocalcemia como una enfermedad que afecta comúnmente a todos los hatos lecheros, observándose prevalencias de hasta un 78% a nivel nacional, de acuerdo el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos – INEC (2021) reporta la existencia de 4'340.000 cabezas de ganado, de ellas 962,520 eran vacas lecheras con una producción diaria promedio de 6,15 millones de litros y 10,48 litros por animal al día, estos datos determinan que existe un déficit de 13 litros por animal aproximadamente, índices que se incrementan cuando el ganado es afectado por enfermedades causadas por un desbalance nutricional que se puede diagnosticar a través de varias herramientas o pruebas de laboratorio. En el cantón Guamote debido a las condiciones climáticas hostiles para la adaptación de pastos se encuentran bajos niveles de productividad y calidad forrajera por lo que se puede presentar ciertas enfermedades metabólicas como la hipocalcemia, al contrario del cantón Pallatanga que debido a su situación geográfica cuenta con condiciones óptimas para tener buena calidad forrajera.

## **1.2 PROBLEMA**

La hipocalcemia es una de las enfermedades que más afecta al ganado lechero, causada por la deficiencia de minerales tales como calcio, fósforo y magnesio, siendo la razón principal la falta de asesoramiento hacia las zonas rurales, lo cual provoca que el ganadero le dé poca importancia a los desniveles de nutrición que estos presentan, afectando así la calidad de la leche, crías, carne, es decir afecta de forma integral a esta actividad, esta problemática se presenta con mayor frecuencia en las comunidades Sablog y San Nicolás de la provincia de Chimborazo, las cuales presentan pérdidas económicas significativas al ser afectadas por la hipocalcemia y no ser diagnosticadas a tiempo.

Por lo tanto, la detección de esta enfermedad se puede realizar a través de varios métodos de laboratorio como las pruebas serológicas que miden el calcio sanguíneo total (Calcio total tCa), fósforo y magnesio a través de la fotometría de espectro de absorción atómica, precipitación de oxalato, fotometría, prueba de iones selectivos, titrimétrica, entre otras. A diferencia del test rápido que requiere de una habilidad de observación para determinar un diagnóstico acertado, la ventaja de esta prueba es que abarata los costos en la detección de la enfermedad, sin embargo esto constituye una deficiencia en el diagnóstico y tratamiento de la hipocalcemia debido al empirismo con el que actúan muchos ganaderos pueden confundir los síntomas con otras enfermedades tales como la mastitis, síndrome de la vaca caída, metritis tóxica, retención placentaria, partos distócicos entre otras, lo cual provoca que exista un tratamiento equivocado.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1. Objetivo General**

Evaluar la hipocalcemia subclínica mediante serología y test rápido en vacas en la primera lactancia

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Establecer la especificidad entre la prueba serológica y el test rápido de campo
- Determinar los valores de calcio sérico total, fósforo y magnesio en vacas en la primera lactancia.
- Indicar cuadros de referencia de niveles de calcio



## **1.4 HIPÓTESIS**

**H<sub>0</sub>.** La prueba serológica no es más específica que el test rápido de EDTA para diagnosticar hipocalcemia subclínica en vacas en la primera lactancia.

**H<sub>1</sub>.** La prueba serológica es más específica que el test rápido de EDTA para diagnosticar hipocalcemia subclínica en vacas en la primera lactancia.

## CAPÍTULO II

### 2 MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Hipocalcemia

Se denomina a la hipocalcemia como una enfermedad metabólica, que se desarrolla en diferentes especies de animales, en especial acontece en el ganado vacuno lechero que tiene una alta producción láctea. Esta enfermedad es el resultado de la pérdida total del calcio, además los mecanismos homeostáticos que se encuentra en la vaca no tienen la capacidad suficiente para suplir los niveles plasmáticos de calcio. (Muiño et al. 2018)

En tal sentido la hipocalcemia es la consecuencia de la alteración macromineral que por lo general se genera en las vacas en un periodo de transición; cabe mencionar que al igual de diferentes procesos patológicos su sintomatología se evidencia en hipocalcemia clínica y subclínica. “La primera tiene una afectación en los rebaños de vacas adultas (dos o más partos) entre el 5 y 10% en su forma clínica, y en su forma subclínica su incidencia puede hallarse entre el 65% y el 78%” (Muiño et al., 2018)

“Cada vaca que padece un caso de hipocalcemia al parto presenta 7,2 veces más posibilidades de tener un parto distócico, 5,7 de padecer retención de placenta y 5,4 de manifestar casos clínicos de mastitis durante los primeros 90 días en leche” (M. Martínez, 2019).

##### 2.1.1 Prevalencia de hipocalcemia subclínica

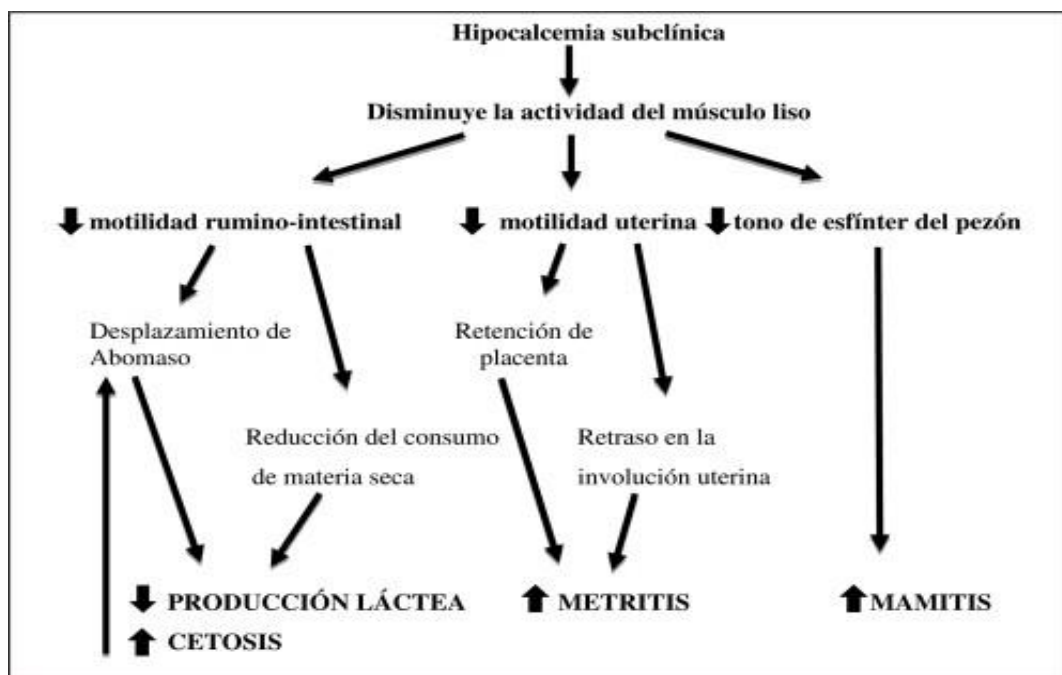
La hipocalcemia subclínica ocurre precisamente 24 horas antes y 40 horas después del parto; se menciona que una vaca tiene síntomas de esta variante de la enfermedad cuando los valores del calcio sérico se encuentran por debajo de los rangos normales, es decir del 2,25mmol/L

Considerando que los valores aceptables de calcemia en las vacas lecheras son del 2.25 a 2.80 mmol/L (Arechiga et al., 2022)

En la mayoría de los casos al existir hipocalcemia subclínica en el rebaño, esto puede afectar su bienestar con graves consecuencias e inclusive aumentando valores económicos de la explotación. “En cuanto a la relación hipocalcemia subclínica y producción láctea, provoca una disminución de la actividad bactericida de neutrófilos, que afecta negativamente a la respuesta inmunológica, facilitando el crecimiento de microorganismos causantes de metritis y mamitis postparto. Demostrando que las vacas con hipocalcemia, clínica o subclínica, sufren un mayor incremento del cortisol en respuesta al parto” (Muiño & Bueno, 2019).

### **Figura 1**

#### *Problemas derivados de la hipocalcemia subclínica*



*Nota.* El gráfico se muestra los diversos síntomas que se presenta cuando existe la hipocalcemia subclínica. Tomado de (Muiño & Bueno, 2019)

Por lo tanto, la hipocalcemia subclínica es determinada por el análisis que se desarrolla a través del calcio sérico, esto a consecuencia que no existe ningún tipo de sintomatología específica en este tipo de enfermedades; pero al existir un

incremento poblacional en adquirir enfermedades que se encuentran asociadas, como el caso de la metritis, cetosis, mamitis y el desplazamiento del abomaso más aun entre el lapso del tercer parto y posterior a este se puede predecir que existe la presencia de hipocalcemia subclínica a nivel de rebaño. Se debe tomar muy en cuenta que evidenciar un incremento de estas patologías en el rebaño, es necesario tomar muestras para realizar el respectivo análisis del calcio sérico, así se podrá comprobar si los valores se encuentran por debajo del 2.25 mmol/L

### **2.1.2 Hipocalcemia puerperal**

Entre los últimos estados de preñez al igual de los primeros estados de lactancia de la vaca, se puede evidenciar diversas situaciones fisiológicas como el estrés y graves cambios en la adquisición de nutrientes; siendo necesario la coordinación del metabolismo para contrarrestar estos cambios presenciado en el parto. El metabolismo de los minerales tampoco se encuentra excepto de estos cambios y aún más el del calcio; se evidencia que la gran parte de vacas presentan una disminución de calcio de la sangre un día antes y tres días después del parto, con el propósito que los mecanismos homeostáticos regulen el metabolismo del calcio y se adapte al exceso de demanda de este mineral. (Albornoz et al., 2019)

De igual forma la Hipocalcemia puerperal se lo conoce como un desorden metabólico que se presenta en el periparto, en especial en las vacas que tienen mayor producción de leche; tiene un cuadro clínico que muestra parálisis flácida, tetania, inhibición de la micción y defecación, inapetencia, coma y en algunos casos la muerte.

Desde el punto de vista bioquímico se nota una rápida disminución de las concentraciones de calcio y fósforo en sangre relacionada con la formación de calostro en donde los niveles sanguíneos se ven alterados, y los índices normales de calcio en vacas lecheras fluctúan entre 2.25 a 2.80 mmol/L. Cuando el calcio en el plasma está dentro de los rangos referenciales son considerados normales, funciones como la neurotransmisión, contracción muscular y regulación hormonal pueden verse

afectadas. La forma clínica de la enfermedad (Paresia Puerperal Hipocalcemia) se presenta en explotaciones lecheras intensivas. La incidencia promedio puede estimarse entre 5 a 10 %. Se observa más frecuentemente en vacas altas productoras y de mayor edad. (Albornoz et al., 2019)

## **2.2 Fisiología del fósforo**

Desde la visión fisiológica el organismo se centra más en regular los niveles de la calcemia que este sobre la regulación de los niveles del fósforo plasmático; esto a causa de los efectos que produce el PTH y del PTHrP, puesto que son hormonas fosfáticas, teniendo efecto de excreción renal del fósforo, protagonizando que los niveles del fósforo que están en nivel plasmático presenten disminución. Cabe mencionar que en instancias del parto se involucra el cortisol, que a parte de los efectos inmunosupresores también interviene para regular el equilibrio calcio fosfórico, lo cual aumenta la reabsorción ósea e inhibiendo la reabsorción a nivel renal de fósforo por otro.

Esto hace que el cortisol termine reforzando las acciones de la PTH y PTHrP; en cuanto a los requerimientos en el parto, hay una drástica modificación. Durante el parto un animal requiere unos 19 g/día de fósforo de los cuales absorbe a nivel intestinal 13 g. Luego del parto pasa a tener un requerimiento de 90 g/día o más debido a que en el calostro se pierden entre 1.2-1.4 gr de fósforo. Aproximadamente se terminan absorbiendo unos 50 g a nivel intestinal, arrojando un porcentaje de absorción cercano al 60%. Si observamos la interacción que hay entre el fósforo y el calcio, vemos que, debido a la respuesta de la PTH en animales con hipocalcemia, se observa hipofosfatemia en los mismos. (Caggiano, 2020)

## **2.3 Fisiología de magnesio**

El magnesio al presentar bajos niveles, tiene el poder de provocar limitaciones en la capacidad de transportar Ca en respuesta a un estímulo hipocalcémico; lo que determina la susceptibilidad a la hipocalcemia en las vacas hipomagnesémicas que las normomagnesémicas, comúnmente llamado Hipocalcemia Magnesio

Dependiente. El mismo que se desarrolla por una baja producción de PTH, que reduce su tejido sensitivo, al igual de realizar una menor respuesta a los tejidos para la movilizar el Ca o la interferencia del metabolismo de la vitamina D3, puesto que necesita de magnesio para su respectiva hidroxilación en el hígado.

El exceso de K (>2 % MS) altera el metabolismo del Mg interfiriendo su absorción a nivel ruminal, no obstante, postruminal hay una compensación de la absorción de Mg, un aumento de la concentración de K en la dieta entre 2,6 a 4,3 % reduce la absorción de Mg en aproximadamente 82 %, también el exceso de amonio a nivel ruminal, producido por un exceso de proteína degradable o deficiencia de energía en la alimentación, provocan interferencia en la absorción del Magnesio. Se observó que un 70 % de las vacas en sistemas pastoriles eran hipomagnesemias en el día del parto. (Albornoz et al., 2019)

#### **2.4 Fisiología de la vitamina D**

Esta vitamina es considerada como un componente en la grasa de la mantequilla, la misma que permite contrarrestar el raquitismo, de igual forma es utilizada para prevenir la fiebre de la leche en las vacas la cual se denomina hipocalcemia. Esto contribuye a minimizar esta enfermedad es decir a dinamizar el metabolismo de la vitamina D, que es necesario para resolver problemas de hipocalcemia subclínica que continua en los hatos lecheros.

En la nutrición del ganado lechero, el objetivo es suministrar al animal una cantidad de vitamina D3 que logre una concentración sérica de 25-hidroxicolecalciferol para que realice sus múltiples procesos metabólicos. La deficiencia de vitamina D también se asocia con el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, varios tipos de cáncer y trastornos autoinmunes como diabetes mellitus tipo 1, esclerosis múltiple o la enfermedad inflamatoria intestinal. (Bacha, 2021)



## 2.5 Fisiología del calcio

El calcio tiene funciones importantes en el individuo, como en el envío de mensajes intracelulares, modula la glucogenólisis de hepatocitos, el movimiento de los músculos tanto cardíaco, estriado y liso, además de modular el efecto de la insulina y otras funciones necesarias. (Gallegos & Fonseca, 2021) En el transcurso del parto de la vaca, se acelera su metabolismo energético se acelera sustancialmente al igual del calcio, en algunos casos se lo atribuye a la hipocalcemia con inconvenientes de retención placentaria; otro aspecto a considerar es conocer que la vaca necesita de movilización del calcio óseo, así como la absorción intestinal del calcio, con la finalidad de recompensar la demanda que genera la producción de leche.

Se considera a la hipocalcemia como una enfermedad metabólica que se desarrolla en el ganado lechero, se ha detallado varias correlaciones para comprender su frecuencia en diferentes poblaciones, tomando en cuenta la edad, capacidad productiva, nutrición, raza, entre otras.

Usualmente se le detecta clínicamente, pero se sabe que un nivel de calcio total sérico inferior a 2.25 mmol/L es un factor que eleva considerablemente el riesgo para la presentación de la forma clínica y que concentraciones séricas > a 2.25 mmol/L, no representan un riesgo, pero la medición del calcio sérico es poco práctica en campo y no se ha intentado correlacionar un tratamiento preventivo con la frecuencia de presentación de esta enfermedad y con los patrones séricos de calcio, con lo cual se busca evaluar el valor que tiene un tratamiento preventivo por tres días con boro-gluconato de calcio IV en la tasa de incidencia de la fiebre de leche y de retenciones placentarias en vacas con predisposición alta y media, y el impacto de esta medida en las concentraciones séricas de calcio. (Sumano & Gutiérrez, 2018)

Por lo general la concentración sanguínea del calcio no siempre demuestra las condiciones reales del déficit del calcio en la vaca. De acuerdo a lo mencionado por Sumano y Gutiérrez (2018) se demuestra que la vaca puede presentar niveles bajos

del calcio, así como también la presencia o no de la fiebre de leche; aunque la probabilidad es mayor cuando tiene un nivel bajo de calcio sanguíneo; la forma más confiable de detectar la hipocalcemia es determinando el calcio ionizado y el total; puesto que la mayor parte de las vacas productoras de leche se encuentran con hipocalcemia; por consiguiente la aplicación de calcio de forma preventiva puede resultar importante no solo para contrarrestar la fiebre de leche, al contrario sirva para mejorar otros factores de salud y sobre todo en la retención placentaria.

El calcio administrado vía IV se refleja muy tímidamente en las concentraciones de calcio, dada la ausencia de casos de fiebre de leche en los grupos tratados (a y b) y la resolución más pronta de los casos de retención placentaria, es factible postular que el calcio administrado como preventivo por tres días consecutivos se “empleó” a nivel celular. La relación costo beneficio es evidentemente favorable con respecto a la aplicación de calcio IV independientemente de los niveles de calcio que tengan las vacas en el posparto inmediato. (Sumano & Gutiérrez, 2018)

### **2.5.1 Fisiopatología de hipocalcemia**

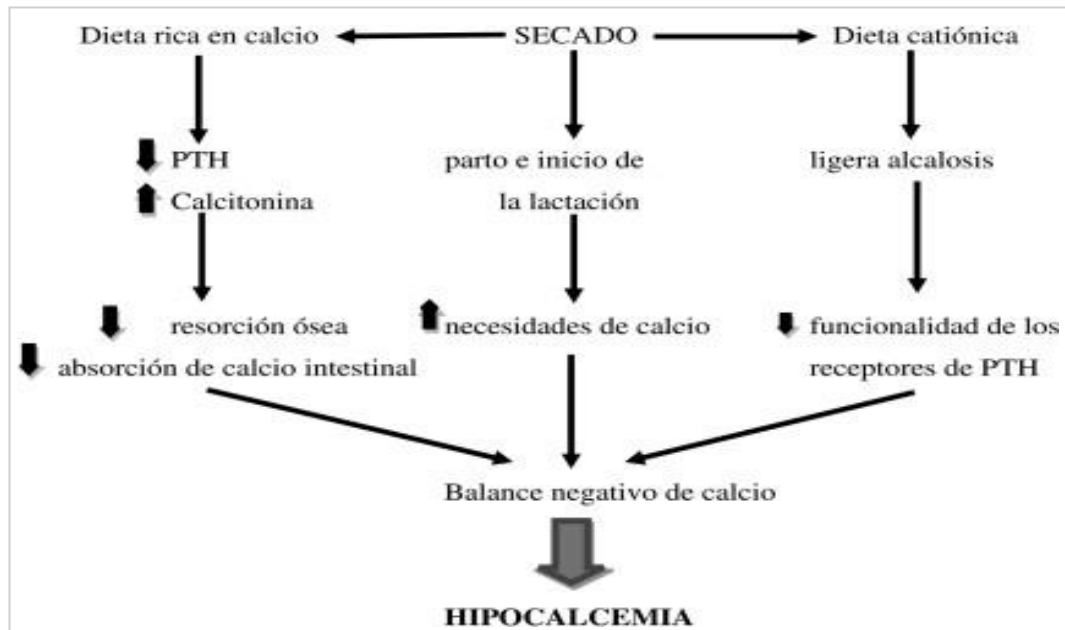
Para que los mecanismos homeostáticos desarrollen su función de forma adecuada, es necesario que actúe en un periodo de tiempo, como es el caso, para que la absorción de calcio intestinal aumente, debe pasar aproximadamente 24 horas de elevación posterior al parto de la  $1,25 - (OH)_2 D_3$ ; mientras que, para que se desarrolle la resorción ósea, es necesario 48 horas de acción de la PTH.

En las horas previas al parto y durante el comienzo de la lactación, las demandas de calcio son muy elevadas debido a la síntesis de calostro al principio y, posteriormente, de leche. Por ejemplo, una vaca para sintetizar el primer día del parto 10 litros de calostro utiliza como mínimo 23 gramos de calcio, lo que supone un valor casi 8 veces superior a la cantidad existente de este mineral a nivel plasmático. La ausencia de medidas preventivas que lleven a una estimulación temprana de los receptores correspondientes, es necesario la administración de una

solución mineral equilibrada, que aporte calcio suficiente para mantener las funciones fisiológicas de la vaca hasta la activación y funcionamiento pleno de los mecanismos compensatorios. (Muiño et al., 2018)

**Figura 2.**

*Fisiopatología de la hipocalcemia*



*Nota.* Se presenta en la siguiente figura la fisiopatología de la hipocalcemia en base al Calcio. Tomado de (Muiño et al., 2018)

El equilibrio fisiológico no llega a alcanzarse, siendo necesario suministrar sales minerales de calcio, al igual de valorar otras justificaciones al fallo compensatorio, entre las cuales se destaca las siguientes:

- Se presenta problemas en la secreción de PTH y  $1,25 - (OH)_2 D_3$ , ya sea por defecto o por el exceso.
- Como fallo compensatorio se presenta cuando existe alteración de receptores de PTH y  $1,25 - (OH)_2 D_3$ , que en gran parte asoman en la parte ósea renal e intestinal.
- Es importante tomar en cuenta la edad de la vaca, puesto que en el primer parto se genera menos calostro y tienen mayor cantidad de osteoclastos; de igual

forma su estructura ósea se encuentra en crecimiento y finalmente tiene menos probabilidad de sufrir hipocalcemia.

- La condición corporal es un factor esencial que interviene en el desarrollo de la hipocalcemia, su causa es desconocida, en varios casos se muestra por una condición corporal sobre el óptimo valor 3,75 al parto manteniendo mayor concentración del calcio en leche. (J. Sánchez & Saborío, 2019)

### **2.5.2 Regulación hormonal de calcio**

Argumentando lo mencionado por Lizarraga & Mattioli (2021) quienes indican que el Calcio (Ca) se considera en el organismo como uno de los elementos importantes que es regulado por un sistema hormonal, por consiguiente, no es muy frecuente su desbalance en los bovinos, entre la cual se excepciona la paresia puerperal en las vacas lecheras. Cabe mencionar que el hueso se encuentra conformado por 50 a 70% de minerales, además con un 20 a 40% de materia orgánica, el 5 a 10% de agua y menos del 3% de lípidos; esto quiere decir que el tejido óseo se encuentra en constante reestructuración, la cual se produce por los ciclos de reabsorción por los osteoclastos y la síntesis de sustancias osteoide por los osteoblastos, donde el hueso es el lugar de depósito de Ca y fósforo (P) que se encuentra disponible al ambiente interior en especial a los cambios de pH.

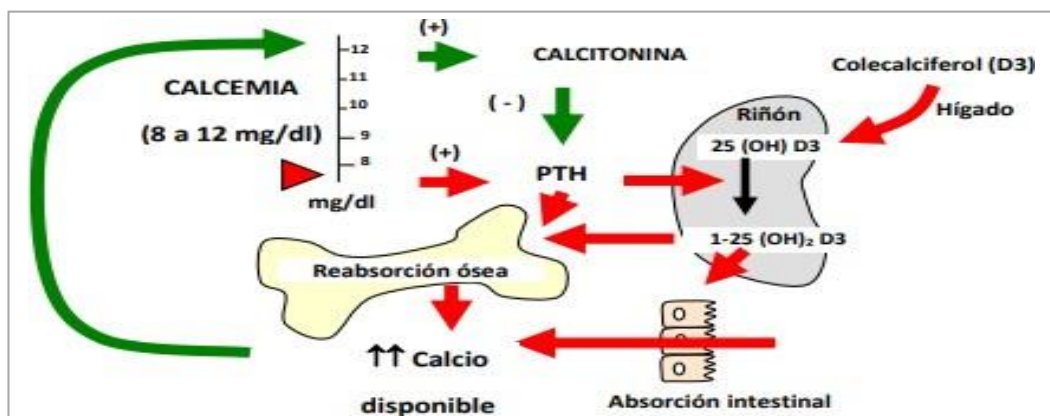
La concentración plasmática de Ca, o calcemia, se mantienen normalmente entre 2.25 mmol/L y 2.80 mmol/L. Cuando desciende se libera la hormona parathormona (PTH) desde la glándula paratiroidea. La PTH reduce las pérdidas urinarias de Ca y activa la vitamina D (Vit D), recuperando entre ambas los niveles de calcemia. La Vit D requiere dos pasos de activación. El primero consiste en una hidroxilación del colecalciferol (D3) en posición 25, el cual ocurre de manera regular y sin mayor regulación hormonal, formando el 25(OH)D3 o calcidiol. La segunda activación consiste en una nueva hidroxilación en posición 1, la cual ocurre a nivel renal por activación de la 1- $\alpha$ -hidroxilasa dependiente de PTH. De este modo queda formado el 1-25(OH)<sub>2</sub> D<sub>3</sub> o calcitriol, encargado de aumentar la absorción intestinal de Ca y

absorberlo desde el hueso, elevando la calcemia a partir de ambas fuentes. (Lizarraga & Mattioli, 2021)

El incremento del calcio plasmático limita la liberación del PTH, desapareciendo la vitamina D activa, hasta que la calcemia no descienda, los valores elevados del Ca en el plasma generan la liberación de calcitonina desde la glándula tiroidea. Además, esta hormona es la encargada de reforzar la inhibición en la secreción del PTH, tratando de evitar casos de hipercalcemias; en el caso de las vacas lecheras que tienen mayor producción, se debe tomar en cuenta la producción de un péptido concerniente con la PTH (PTHrP) a nivel mamario, el mismo que fue liberado por la estimulación de la serotonina, y es sumamente importante para controlar la calcemia cuando se inicia la lactancia

**Figura 3.**

Regulación hormonal de la calcemia



*Nota.* El calcio aporta a la regulación hormonal de la calcemia. Tomado de (Lizarraga & Mattioli, 2021)

El Ca es aportado al medio interno desde el hueso o desde el intestino y posee varias vías de eliminación, las cuales poseen una importancia relativa al tipo de producción. Sin duda son las vacas lecheras en producción las más comprometidas por las pérdidas por leche. En la figura 3 se esquematizan y cuantifican las vías de ingreso y egreso de Ca en una vaca lechera, el Ca es absorbido esencialmente en el intestino delgado y a través de dos mecanismos, uno de ellos es un sistema activo y

específico regulado por la Vitamina D activa, y sería el más importante para la regulación de la absorción. (Lizarraga & Mattioli, 2021)

Al igual que existe un sistema activo, también existen un mecanismo pasivo y este depende del gradiente de concentración, el cual toma importancia en eventos de mayor presencia de Ca en la dieta; un aspecto esencial es la presencia de la vitamina D, la cual abre y activa los canales del Ca en la mucosa intestinal y esta facilita la transferencia y captación del Ca con el aporte de una proteína fijadora denominada calbindina D9K. Mientras la salida del enterocito es producida por un proceso activo y su coeficiente de absorción (CA) de calcio a nivel intestinal y esta aumenta cuando existe carencia del calcio. El Ca que se encuentra en el plasma y que se utiliza para su diagnóstico en la vaca, es distribuido mediante tres fracciones.

Una de ellas es Ca unido a proteínas que representa aproximadamente el 50%, otra pequeña fracción (10 %) se presenta unido a sales como fosfatos, mientras que el resto, alrededor del 40%, se transporta libre, ionizado ( $\text{Ca}^{+2}$ ), siendo esta última la fracción biológicamente activa del Ca. Cuando el  $\text{Ca}^{+2}$  es tomado por algún tejido las demás fracciones lo liberan manteniendo las proporciones de Ca entre ellas. (Lizarraga & Mattioli, 2021)

De igual forma el Ca de la leche en los terneros se absorbe con un 95% de eficiencia, el mismo que puede bajar por el reemplazo de la caseína por proteínas de soja en los sustitutos lácteos, de la misma forma que la absorción del magnesio (Mg), fósforo (P) y la grasa butirosa. El Ca se pierde de forma inevitable del organismo a través de la vía urinaria y fecal, mientras que las vías que se relaciona con la producción, gestación o lactancia, representan vías que son de mayor exigencia para la homeostasis del Ca. Cuando existe pérdidas de materia fecal que manifiestan el CA del Ca dietario y por lo general son bajas; mientras que a nivel renal el 50% del Ca iónico, y el 85% de este es reabsorbido en la nefrona proximal de forma pasiva; finalmente la reabsorción del 15% restante es regulada por medio del PTH y la vitamina D, utilizando los mismos procedimientos de la absorción activa en el intestino. En conclusión, se resalta que la pérdida de Ca mediante la orina no es

muy significativa y este aumenta de forma considerable en la acidificación del medio interno.

## 2.6 Cuadros de referencia de Ca, P, Mg

**Tabla 1.**

*Niveles de referencia de Ca, P, Mg en sangre*

Minerales	Ca mmol/L	P(mmol/L)	Mg(mmol/L)
<b>Valores normales promedios</b>	2.25 – 2.80	1.60 - 2.20	0.80 – 1.20
<b>Hipocalcemia subclínica</b>	< 2.25	< 1.60	<0.80
	<b>Ca (mg/dl)</b>	<b>P(mg/dl)</b>	<b>Mg(mg/dl)</b>
<b>Hipocalcemia Fase I</b>	6.2 ± 1.3	2.4 ± 1.4	3.2 ± 0.7
<b>Hipocalcemia Fase II</b>	5.5 ± 1.3	1.8 ± 1.2	3.1 ± 0.8
<b>Hipocalcemia Fase III</b>	4.5 ± 1.1	1.6 ± 1	3.3 ± 0.8

*Nota.* Tabla donde se represente los diferentes niveles de referencia en la sangre que tiene el calcio, magnesio y el fósforo. Tomado de: (Trotta, 2021)

## 2.7 Desarrollo de hipocalcemia

Es importante mencionar que la hipocalcemia es considerada como un desorden metabólico que se desarrolla en el periparto, en especial en las vacas que tienen alta producción de leche; esta enfermedad se caracteriza por presentar un cuadro clínico que conlleva la inapetencia, parálisis flácida, tetania, decúbito, inhibición de la micción y defecación, coma y en ocasiones la muerte. Desde la parte bioquímica se evidencia una disminución rápida de las concentraciones del fósforo y el calcio en la sangre que está relacionada con la producción del calostro; dichas enfermedades en base a su frecuencia tienen mayor relevancia en algunos países, que a través de estudios epidemiológicos demuestran que las diversas anomalías de salud en el

periodo de transición no son consecuencias producidas independientemente, al contrario, son procesos de complejos de trastornos que se relaciona entre sí.

(R. Sánchez, 2022)

Como ejemplo se puede mencionar que la hipocalcemia puerperal (HP) existe 4 veces más probabilidad que presentar retención de placenta e inclusive es 2 a 3 veces más propensa a sufrir una dislocación de abomaso. En todo caso la retención de la placenta puede aumentar un 16,4 veces la probabilidad de incidir en la cetosis; mientras que las vacas con dislocación o con cierto grado de torsión de abomaso son un 1,8 veces más propensas a contraer HP, retención de placenta o cetosis. Es notorio que una vaca al pasar el periodo de transición sin ningún tipo de enfermedades se obtendrá un período productivo de lactancia, al igual de una eficiencia reproductiva.

El sector ganadero tanto para productores como médicos veterinarios en el manejo, tratamiento y control de la hipocalcemia, repercutirá de manera positiva en la mejora de la producción en los hatos lecheros del país y la disminución por pérdida de animales causadas por la hipocalcemia, determinando mejoras en las producciones de dichos hatos, al igual de la disminución en los costos de tratamientos a vacas de alta producción, al conocer cuáles son los factores que predisponen a la presentación de hipocalcemia se podrá llevar a cabo medidas e investigaciones encaminadas al manejo de condiciones que favorezcan la disminución de hipocalcemia en los hatos lecheros y el subsecuente incremento en la producción láctea y aumento de ingresos económicos para los ganaderos. (Ortega, 2022)

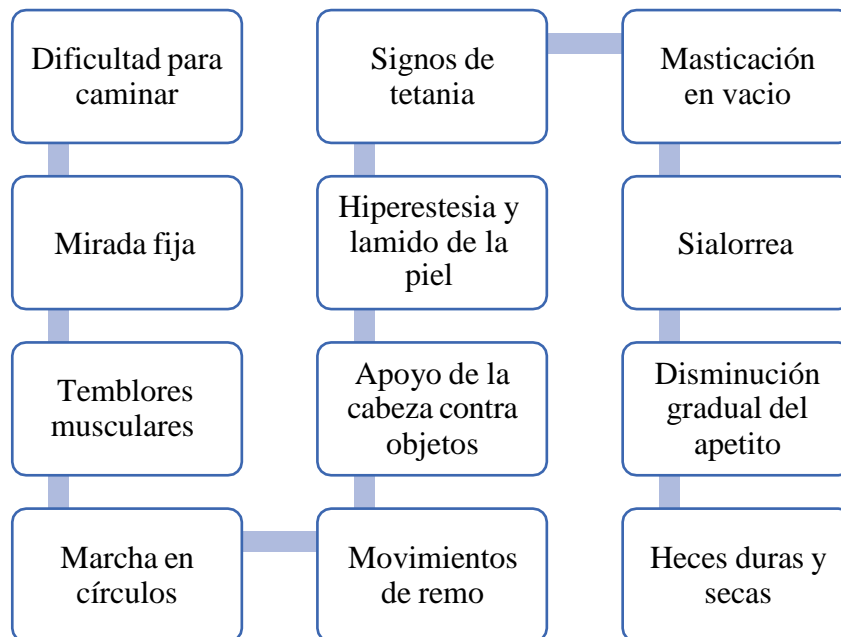
### **2.7.1 Factores predisponentes**

En la hipocalcemia existen condiciones que son parte de la predisposición de las condiciones en estudio, entre las cuales se resalta la edad, raza, dieta, condición corporal, al igual de la producción de la leche de la vaca.



**Figura 4.**

*Signos clínicos*



*Nota.* Figura que representa los signos clínicos de las vacas con hipocalcemia. Tomado de (León, 2022)

#### **2.7.1.1. Raza**

Cierta raza de ganado se encuentra más predispuesto o susceptibles a la hipocalcemia, las razas que están más predisponentes son aquellas que tienen mayor producción de leche, como por ejemplo la Channel Island, Rojo o Blanco y sus respectivos cruces. El aumento susceptible puede ser a consecuencia que existen receptores  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  son más bajos, dicha disminución de receptores puede ser provocada por la pérdida de tejido sensible  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ , provocando una menor capacitación del calcio en la vaca. (Ortega, 2022)

#### **2.7.1.2. Edad**

Según el crecimiento en años vida del ganado, de la misma forma se aumenta la presencia de hipocalcemia en el transcurso de la tercera lactancia, esto a consecuencia que las vacas según alcanzan su pico productivo, se encuentra más predispuestas a contraer hipocalcemia, al igual que las vacas adultas producen

mayor cantidad de leche y genera más demanda de Ca, además cuando su edad es más avanzada provoca decadencia para movilizar el calcio de los huesos y la disminución en transporte activo del Ca en el intestino y la reducción de producción de  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ ; en conjunto estos inconvenientes pueden provocar una falta de respuesta a las necesidades agudas del Ca. (Ortega, 2022)

### **2.7.1.3. Dieta**

Uno de los factores que tiene relación con el aumento de la presencia de la hipocalcemia es la dieta, puesto que las vacas que no tiene un alimento adecuado o contiene bajos niveles de calcio, al igual de no presentar un balance apropiado de calcio y fósforo, provoca el aumento en presentación de esta enfermedad metabólica, conocida como hipocalcemia. (Andrade, 2022)

### **2.7.1.4. Condición corporal**

En relación a la condición corporal de la vaca es medida en un rango de 1 a 5 fracciones entre 0,25; el cual representa al 1 como un animal extremadamente flaco y el número 5 una vaca gorda; se evidencia que los animales que sufren de hipocalcemia presentan un estado corporal mayor de 4, adicional a esto un odds ratio de 4:3. (Díaz, 2021)

### **2.7.2. Nutrición Bovina**

La relación nutritiva se define como la relación existente entre la proteína digerible y la energía total o del resto de los principios nutritivos en la dieta de un animal. La relación nutritiva óptima varía en función de la edad y la actividad de la vaca ya sea producción de leche, lactancia, gestación, engorde, etc. y puede ser peligroso variar bruscamente, sobre todo en el momento del destete. (Possehl, 2021)

### **2.7.3. Proteína**

La proteína se refiere al compuesto que contiene nitrógeno y se lo considera como el principal componente que tiene el músculo y la sangre; al igual de sustancia primordial del organismo. En los alimentos la proteína es absorbida de forma de péptido amino y es re sintetizada a proteínas en el cuerpo; los microorganismos que se encuentran en ellos animales rumiantes utilizan el nitrógeno no proteico (NPN), en él se sintetiza la proteína bacteriana, de igual forma las proteínas se descomponen en aminoácidos, los mismo que pueden ser sintetizados en el cuerpo y serán denominados aminoácidos esenciales y no esenciales. (Freire, 2021)

### **2.7.4. Carbohidratos**

Sustancias consumidas como energía, se encuentran localizadas en los músculos en forma de glucógeno; además en las plantas se están como monosacáridos, almidones, lignina, disacáridos y celulosa. Las enzimas digestivas de los animales no podrán digerir la lignina y la celulosa, al contrario de los herbívoros que son los caballos y las vacas, los microorganismos en el tracto digestivo tienen como función la digestión y descomposición de los alimentos

Por lo tanto, los carbohidratos se clasifican en monosacáridos, disacáridos y polisacáridos, los Monosacáridos o azúcares sencillos son glucosa, fructosa, galactosa y manosa, los Oligosacáridos o disacáridos contienen de dos a ocho unidades de azúcares (sacarosa, lactosa, maltosa, isomaltosa, trehalosa y celobiosa) y por último los Polisacáridos: contienen gran cantidad de azúcares sencillos como almidón, glucógeno, celulosa, hemicelulosa, pectinas y lignina. (Sánchez, 2022)

### **2.7.5. Grasa**

En el caso de la grasa es considerada como una sustancia que es disuelta en un diluyente orgánico, la misma que resulta insoluble en el agua, además es un

nutriente que contiene 2,25 veces más energía que los mismos carbohidratos y proteínas. El exceso en carbohidratos se convertirá en grasas, mientras que la energía no consumida en el cuerpo será almacenada de forma subcutánea y visceral, cabe mencionar que la grasa es primordial en la absorción de vitaminas solubles en grasa. (Ortega, 2022)

#### **2.7.6. Mineral**

Los minerales son elementos con excepción del carbono, nitrógeno y oxígeno, en el cuerpo se encuentran varios minerales como Magnesio (Mg) y el Calcio (Ca), componentes principales en la formación de los dientes y huesos, al igual del Sodio (Na) y el Potasio (K) que son reguladores de la presión osmótica. Existe una porción mineral que es componente del cuerpo y responsable de regular y dar mantenimiento funcional al metabolismo; en los animales existe gran cantidad de minerales y estos se encuentran agrupados en macro minerales (Ca, P, K, Na, Cl, Mg, S) puesto que se necesita mayor cantidad y micro minerales (Co, Cu, I, Fe, Mn, Mo, Se, Zn) porque son necesarios en pocas proporciones por su efecto tóxico. (Trotta, 2021)

#### **2.7.7. Vitaminas**

En relación a las vitaminas son aquellas sustancias que son parte del metabolismo del organismo, se presenta como un componente de enzimas y coenzimas que logran ser sintetizados por el propio organismo, con excepción de las vitaminas de complejo B que si logran sintetizar por medio de los microorganismos del rumen.

Las vitaminas según su grado de solubilidad se clasifican en: vitaminas hidrosolubles (complejo B y vitamina C) y liposolubles (vitamina A, D, E, K). Las liposolubles tienen la particularidad de absorberse en conjunto con las grasas y las vitaminas hidrosolubles se disuelven en agua y suelen liberarse fácilmente con la orina, es por eso que siempre deben suministrarse. (Pigozzi, 2020)

## 2.8. Alimentación

**El bajo nivel del calcio:** alimentar con bajas porciones de calcio y altas de fósforo en el periodo seco de la vaca, se activa el metabolismo del calcio; y en el proceso del parto, la glándula paratiroidea se encuentra más preparada para la movilización del calcio de los huesos, mientras que el calcio de la ración y los suplementos tendrán una mayor absorción. Este tipo de estrategias en gran parte de las granjas está dando buenos resultados. (Salgado, 2020)

**DCAD (Diferencia de cationes – aniones en la dieta):** en los lugares donde el bajo nivel de calcio no presenta resultados favorables o efectivos, es pertinente aplicar la estrategia DCAD; es decir a las vacas secas se les proporcionará sales aniónicas, en este caso el cloruro de potasio por el lapso de 10 días antes del parto, esta absorción de calcio en el periodo seco será menor. A pesar de ser efectiva esta estrategia, también contiene varias advertencias como racionar diariamente las sales iónicas, se debe aplicar pruebas regulares de pH e inclusive aumentar el nivel de la fiebre de la leche al no realizar correctamente. (Bonilla, 2020)

**Control del magnesio en la dieta:** las vacas secas deben ser suministradas magnesio de forma suficiente, puesto que varios estudios detallan que la hipomagnesemia se encuentra relacionada con la fiebre de la leche. Además, alimentar con granos en equivalencia del 1% del peso corporal en el periodo seco se ha comprobado que la fiebre de la leche disminuye notablemente.

## 2.9. Producción de leche

La hipocalcemia se encuentra asociada de forma positiva con la producción de leche y sus efectos en vacas de alta producción, pueden provocar aumento en un 0,05% en la incidencia de la hipocalcemia por cada kilogramo producido en lactancia anterior. De igual forma Igualmente, “el riesgo para la Hipocalcemia puede llegar a ser de un OR =1,5 para vacas que produjeron 7,050 Kg de leche con vacas que produjeron 4,070 Kg de leche en las mismas condiciones” (Ortega, 2022)

### **2.9.1. Curva de lactación**

Para representar la producción de la leche, es necesario la curva de lactancia en el periodo productivo, el mismo que tiene un periodo de 305 días, cabe mencionar que el pico de lactancia se define como el nivel más alto de producción de leche, en comparación con una vaca que alcanza en el periodo de los primeros 90 días de lactancia o en leche; además se evidencia una relación acertada entre la subsecuente producción de leche con el pico en el transcurso de lactancia.

Dicho de otra manera, a medida que los litros de leche al pico incrementan, también incrementan los litros totales producidos por lactancia. Además, del factor genético, el pico de producción y la persistencia de la lactancia son influenciados por factores asociados al manejo nutricional (ej. inadecuado balance de la dieta), al estatus sanitario (ej. mastitis) y/o al ambiente de producción del rodeo (ej. estrés asociado al manejo y a instalaciones inadecuadas). (Bretschneider et al., 2022)

Estos factores mencionados, el más importante es el desbalance nutricional, cabe resaltar que el termino persistencia por lo general se relaciona con la tasa de descenso en la secreción de leche a partir del pico de producción. Además, existe una relación entre la persistencia y la tasa de descenso; es decir cuando existe mayor tasa de descenso menor será la persistencia de lactancia; por consiguiente, la persistencia de la curva de lactancia dependerá de la habilidad que presente la vaca para mantener altos niveles de producción luego de alcanzar el pico de lactancia.

### **2.10. Prevención**

La hipocalcemia subclínica tiene efectos negativos en el rebaño, en especial en el bienestar y la salud, aumentando costos económicos de la explotación, además de provocar la disminución de bactericida de los neutrófilos, afectando de forma negativa la respuesta inmunológica y facilita el crecimiento de microorganismos que causan la mamitis y metritis posparto. Para la prevención de la hipocalcemia se suplementará las raciones por medio de los aniones, con la finalidad de alterar

nutricionalmente el balance ácido – base y lograr disminuir la alcalosis metabólica, que se relaciona con la hipocalcemia.

Se debe suplementar con vitaminas D entre el cuarto y el primer día antes del parto, administrar vía oral los preparados de calcio durante el parto. Con el uso de anhídrido difructosa III durante el postparto temprano, de manera que facilite que a nivel intestinal se absorba el calcio por vía paracelular, esta opción va muy bien en vacas que ya han tenido varios partos y la absorción de calcio va disminuyendo con la edad, incluso la mezcla de raciones aniónicas junto con la suplementación de vitamina D en la dieta es de gran ayuda para prevenir la hipocalcemia. Se debe tener en cuenta que el uso único de vitamina D en la dieta no es beneficiosa especialmente en vacas que han tenido más de tres partos debido a que provoca un descenso en la concentración plasmática de calcio. (Muiño & Bueno, 2019)

En los animales alimentados con forrajes ricos en potasio como las gramíneas y leguminosas que son fertilizadas con elevadas cantidades de abonos orgánicos como purines, lodos, como también alimentar con alfalfa o veza en el periodo seco y parto, la suplementación de aniones a la dieta promueve la movilización y la absorción de calcio, al evitar la alcalosis metabólica que provocan las dietas con elevados contenidos en potasio, para contrarrestar dicha alcalosis se podría aumentar la cantidad de aniones, aunque esta práctica disminuiría la palatabilidad de la ración; por lo que resulta más factible aportar un forraje no excesivamente elevado en potasio (18 g/kg materia seca) como, por ejemplo: ensilado de maíz, ensilajes y henos de hierba con bajo contenido en abonos orgánicos, junto con una dieta aniónica. (Muiño et al., 2018)

## **2.11. Medidas profilácticas**

### **2.11.1. Dietas con bajo cociente Ca/P**

Una forma de prevención para la hipocalcemia es pertinente administrar el fósforo en un periodo de 4 a 60 días antes del parto, puesto que estimula las diversas

funciones de las glándulas paratiroides en el periodo seco, preparando para aumentar la circulación en el parto. Por consiguiente, la relación entre el Ca/P permite analizar los perfiles metabólicos entre sistemas de calidad del pasto, por esto la relación calcio – fósforo es menor en las vacas gestantes que se encuentra en lactancia. (Caggiano, 2020)

### **2.11.2. Dietas con contenido de Ca**

La alimentación del Ca en mayor cantidad, es importante para la absorción intestinal y para la liberación ósea, por lo cual la vaca debe consumir 20 g de calcio por cada día, siendo necesario la alimentación a través de forrajes de calidad antes que suscite el parto, ya que se habla de hipofosfatemia como una de las causantes de recidivas y bajas respuesta en el periodo de terapia para la hipocalcemia. (J. Sánchez & Saborío, 2019)

### **2.11.3. Administración de geles de Ca**

Con el objetivo de evitar la hipocalcemia al parto y disminuir la concentración de ácidos grasos no esterificados y beta hidroxibutirato en días después al mismo. El Cloruro de Calcio (ClCa<sub>2</sub>) administrado varios días antes del parto y durante uno o dos días después del parto da resultados efectivos reduciendo la incidencia de Hipocalcemia Clínica. En la actualidad se está usando pasto comercial de ClCa<sub>2</sub> (54 g de Ca) se está administrando antes y después del parto, además se redujo el desplazamiento de abomaso, la hipocalcemia clínica por el suministro antes y después del parto alto de sales de calcio como el cloruro de calcio (CaCl<sub>2</sub>) dan resultados efectivos. (Arilla, 2021)

El ClCa<sub>2</sub> disminuye el pH sanguíneo es un cambio positivo en el periodo del periparto de la vaca porque hay un efecto mayor de adición de aniones en la dieta preparto por ende se previene la hipocalcemia así reduciendo la alcalinidad de la sangre subiendo la sensibilidad de los tejidos a la PTH. Mientras que si se exceden las dosis orales de ClCa<sub>2</sub> puede conllevar a una acidosis metabólica y causar



decaída e inapetencia cuando la ingesta de alimento ya está comprometida. (Bonilla, 2020)

Estos factores predisuestos en la calcemia no tienen la misma rapidez como  $\text{ClCa}_2$ , a pesar que la función Propionato de Calcio es negativa su efecto acidificante del pH sanguíneo y también es más sostenida, además de ser un precursor glucogénico cuando la vaca presenta un balance energético negativo.

## **2.12. Pérdidas económicas**

En el Ecuador no existe estudios o datos desarrollados sobre la evaluación de pérdidas económicas, pero en países como Argentina y Chile, varios estudios relatan prevalencia de la enfermedad en las vacas con mayor producción de un 6 a 16%, mientras que en EEUU se establecen valores entre un 5 al 9% de vacas lecheras, de igual forma según estudios muestran que la hipocalcemia genera pérdidas económicas en especial sobre los costos de tratamiento y de muerte y en complicaciones secundarias tales como necrosis de células musculares, disminución de apetito, mastitis clínica, retención de placenta, atonía ruminal y la neumonía por aspiración el mismo que reduce la producción de leche por 3 a 4 años, por consiguiente un tratamiento de vacas que sufren hipocalcemia se valora entre los 334 dólares, dicho valor se basa en tratamiento clínico y pérdida de producción.

Los animales que han sufrido Hipocalcemia han aumentado la incidencia de cetosis, mastitis, partos distócicos, desplazamiento de abomaso, prolapso uterino, retención de membranas fetales y metritis, las vacas positivas a Hipocalcemia sufren entre 3 a 9 veces más posibilidades de contraer otros desórdenes al periparto, los tratamientos de hipocalcemia en Estados Unidos tienen estimación de U\$S 15 millones (dólares americanos) ya que los problemas secundarios causados por dicha enfermedad se incrementan, con un costo anual de la enfermedad de U\$S 120 millones, la prevención de esta enfermedad puede aumentar de gran manera la rentabilidad de las explotaciones lecheras. (Bonilla, 2020)

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Ubicación y características de la investigación

- **Localización de la investigación**

La fase de campo inició con la toma de muestras en la comunidad “Sablog” ubicada en la parroquia la matriz, perteneciente al cantón Guamote, provincia de Chimborazo; de igual forma en la comunidad San Nicolás, que pertenece a la parroquia la Matriz, cantón Pallatanga, provincia de Chimborazo. Las pruebas de campo fueron realizadas en un total de 50 vacas distribuidas 25 en la comunidad San Nicolás y 25 en la comunidad Sablog, las muestras fueron tomadas de la vena yugular para poder realizar el respectivo análisis y comparación con la prueba serológica analizando calcio, fósforo y magnesio.

- **Situación Geográfica y edafoclimática**

El cantón Guamote se encuentra a una altitud de 4.420 m.s.n.m, cuenta con una latitud de 02°12'07.56"S, una longitud de 78°30'07.07"W, además cuenta con una humedad relativa promedio anual de 88%, su precipitación promedio anual es de 800 a 2000 mm, cuenta con una temperatura promedio de 10°C, de igual manera el cantón Pallatanga se encuentra a una altitud de 1.285 m.s.n.m, cuenta con una latitud de 1°59'0" S, una longitud de 78°57'0" W, además cuenta con una humedad relativa promedio anual de 81%, su precipitación promedio anual es de 1500 a 4000 mm, cuenta con una temperatura promedio de 20°C.

- **Zona de vida**

La localidad en estudio de acuerdo a la zona de vida de Holdridge (1967), citado por PDOT, (2019 – 2023). en el cantón Guamote, en la comunidad Sablog tenemos Estepa espinosa Montano Bajo (ee-MB), mientras que en el cantón Pallatanga en la comunidad San Nicolás tenemos el Bosque Siempre Verde Montano Alto de los Andes Occidentales

## **3.2. Metodología**

### **3.2.1. Material experimental**

Para nuestra investigación fueron tomadas muestras de sangre en bovinos, para poder realizar la prueba serológica en el laboratorio y la prueba de campo mediante el uso de EDTA

### **3.2.2. Factor en estudio**

**Muestra de sangre:** A través de una prueba serológica en la cual se pueda conocer el nivel de calcio sérico, magnesio, fósforo y una prueba de EDTA.

### **3.2.3. Tipo de diseño experimental o estadístico**

Para esta investigación se utilizará estadística descriptiva, por medio de porcentajes para lo cual se usará el programa SPSS, StatGraphics y Microsoft Excel.

### **3.2.4. Manejo del experimento en campo o laboratorio**

Realizamos una visita a las comunidades San Nicolás y Sablog con el fin de socializar a los ganaderos sobre el objetivo de estudio del proyecto de nuestra investigación, además observamos a los animales en estudio, con el propósito de llenar las fichas clínicas de cada una de las unidades bovinas con datos como raza, edad. Producción láctea, número de partos y alimentación.

### **Selección de animales objeto de estudio**

Se seleccionó el número de unidades experimentales en la comunidad Sablog y San Nicolás considerando a 50 vacas en producción, dentro de la cual las razas que más se presentaron fueron Holstein, Jersey y Mestizas las cuales se encontraban entre las edades de 1 a 6 años, posteriormente se realizó el chequeo clínico, después se realizó la anamnesis con el propietario y revisión de los registros.

## **Toma de muestras**

- Se realizó la toma de las muestras sanguíneas de la vena yugular a 25 vacas en periodo de lactancia en la comunidad de Sablog y 25 vacas en periodo de lactancia en la comunidad de San Nicolás.
- Para lo cual se utilizó jeringas de 10 ml, torunda con alcohol, guantes, tubos tapa roja.
- Se extrajo 5 ml de la vena yugular y se colocó en los tubos tapa roja, todas las muestras fueron rotulados para el respectivo envío al laboratorio
- Para la prueba de coagulación utilizamos 2 ml de sangre en donde se realizó el test de EDTA, el cual consistió en mezclar una muestra de sangre con el factor quelante, esto nos permitió observar si existe la presencia de Ca, se evidenciaron muestras que si se coagularon dentro del rango de 3 a 5 minutos es decir existió la presencia de Ca así mismo hubo muestras que no se coagularon dentro de este tiempo por lo que pudimos deducir que dichos animales fueron presuntamente positivo a hipocalcemia.
- La prueba serológica nos permitió analizar los niveles de calcio sérico, fósforo y magnesio con muestras de sangre entera lo que nos permitió obtener un diagnóstico asertivo

## **Recepción y Resultados**

La recepción de muestras corresponde al momento que se realizó la entrega de muestras de sangre al laboratorio San Francisco localizada en el cantón Salcedo, en la cual el responsable del laboratorio procedió a la recolección de cada una de las muestras debidamente identificadas.

El laboratorio nos entregó los resultados de las muestras sanguíneas 8 días después de la entrega.

- Finalmente se realizó la tabulación e interpretación de los datos mediante el sistema SPSS y Statgraphics.

### 3.2.5. Métodos de evaluación

**Raza:** Las razas que comúnmente predominaron en estas zonas fueron Jersey, Holstein y mestizas las cuales fueron identificadas mediante la observación de sus características fenotípicas.

**Edad:** Fue calculada por medio de la revisión de la fórmula dentaria del paciente, su edad estuvo en un rango de 1 a 6 años.

**Producción láctea:** Se midió de acuerdo a la Producción de Litros de leche al día de cada vaca con la siguiente abreviatura L/d; considerándose que a mayor producción podría haber interacciones negativas con el mineral en estudio, para lo cual se tomó en cuenta en rangos que iban de 8 a 12 L, 14 a 19 L, 20 a 24 L y 25 a 30 L.

**Número de partos:** Esta variable fue tomada por medio de los registros de los propietarios, estableciéndose si se encuentran entre el 2do y 3er parto; donde probablemente existe mayor incidencia de la patología, de igual manera se clasificó a las hembras que tuvieron de 1 a 3 y de 4 a 6 partos.

**Alimentación:** La siguiente variable se tomó en cuenta por medio de la observación y la anamnesis al propietario.

**Ca Sérico:** Mediante la prueba serológica se pudo medir la cantidad total de Ca que circula por el organismo, con el indicador de medida de mmol/L de sangre, en el cual los valores menores a 2.25 mmol/L fueron positivos a hipocalcemia, los valores de 2.25 a 2.80 mmol/L resultaron negativos y los mayores a 2.80 mmol/L presentaron hipercalcemia.

**Fósforo:** Se midió mediante la prueba serológica con el análisis fotométrico y la unidad de medida de Mmol/L, los valores menores a 1.60 mmol/L resultaron con hipofosfatemia, en cambio los valores normales fueron de 1.60 a 2.20 mmol/L y los que tuvieron hiperfosfatemia fueron los valores mayores a 2.20 mmol/L.

**Magnesio:** Fue analizado por medio de la prueba serológica con sangre entera, por medio de fotometría con el indicador de medida de Mmol/L, los animales que tuvieron hipomagnesemia presentaron valores menores a 0.80 mmol/L, los valores normales fueron de 0.80 a 1.20 mmol/L, en cambio los valores mayores a 1.20 mmol/L presentaron hipermagnesemia.

**Tiempo de coagulación en prueba rápida:** Para esta variable fueron tomadas 2ml de sangre en un tubo de ensayo, se colocaron 3 gotas de la solución de EDTA y se dejó reposar 5 min, en la cual ciertas muestras se coagularon lo que nos indicó la presencia de Ca en la sangre del animal.

### **3.2.6. Análisis de datos**

Para el análisis de datos de nuestra investigación se realizó la tabulación e interpretación mediante el sistema SPSS, Statgraphics y Microsoft Excel, mediante el uso de porcentajes y frecuencias (Anexo 3).

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

##### RAZA

**Tabla 2.**

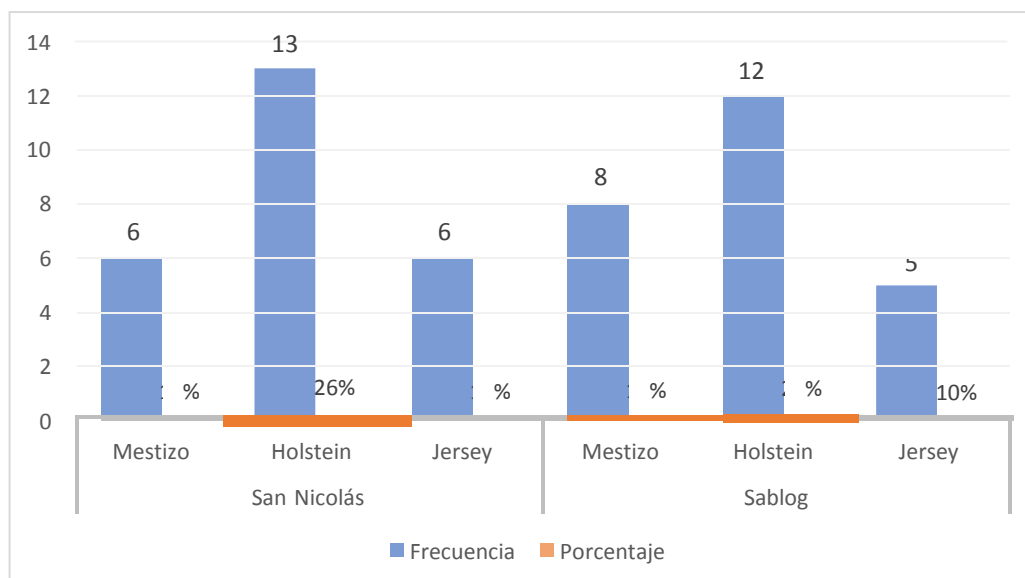
*Variable raza de la vaca por cada comunidad*

Comunidad	Raza	Frecuencia	Porcentaje
San Nicolás	Mestizo	6	12%
	Holstein	13	26%
	Jersey	6	12%
Sablog	Mestizo	8	16%
	Holstein	12	24%
	Jersey	5	10%
<b>Total</b>		<b>50</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Jines & Yungan

**Figura 5.**

*Variable raza de la vaca por cada comunidad*



Elaborado por: Jines & Yungan

La raza que más encontramos en la comunidad San Nicolás fue la Holstein con 13 vacas que representa la mayor frecuencia porcentual con un 26%, seguido por 12 vacas de la misma raza Holstein en la comunidad Sablog que corresponde al 24% luego encontramos a 8 vacas Mestizas en la comunidad Sablog que equivale al 16%, mientras que en la comunidad San Nicolás encontramos 6 vacas Mestizas con una frecuencia porcentual de 12% así mismo en la comunidad San Nicolás encontramos a 6 vacas de raza Jersey equivalente a 12% y 5 vacas de la misma raza Jersey en la comunidad Sablog que corresponde al 10% restante.

Generalmente en la sierra ecuatoriana las razas de bovino Holstein, Jersey y mestizas son las más utilizadas debido a que son animales que se caracterizan por su rusticidad, eficiencia reproductiva, producción láctea, buena resistencia a condiciones climáticas y ambientales como lo menciona. (Amaral, 2021)

## EDAD

**Tabla 3.**

*Variable edad de la vaca por cada comunidad*

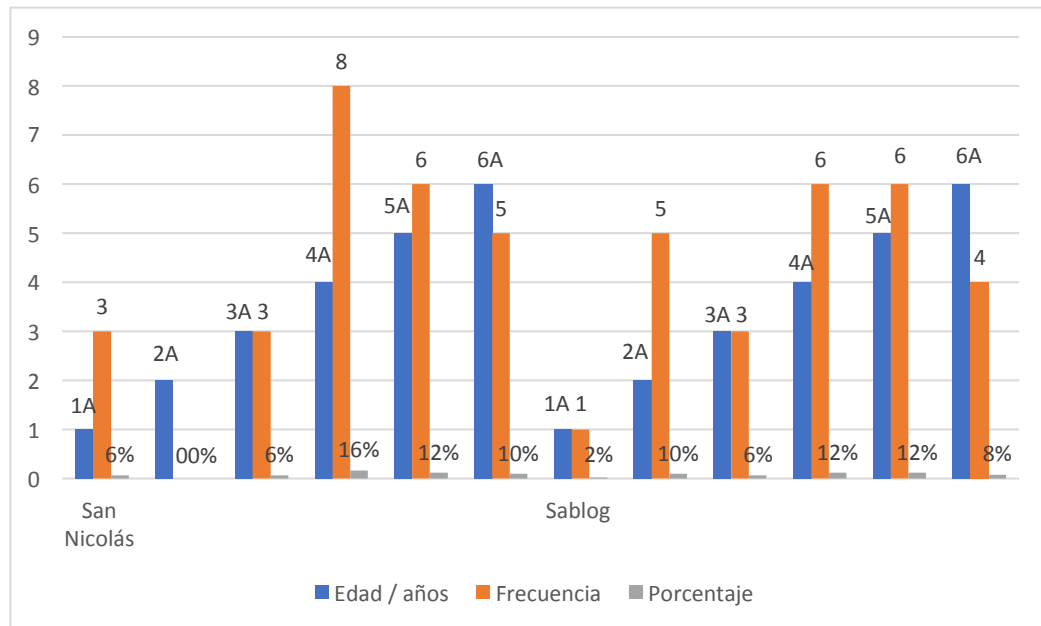
<b>Comunidad</b>	<b>Edad / años</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>San Nicolás</b>	1	3	6%
	2	0	0%
	3	3	6%
	4	8	16%
	5	6	12%
	6	5	10%
<b>Sablog</b>	1	1	2%
	2	5	10%
	3	3	6%
	4	6	12%
	5	6	12%
	6	4	8%
<b>Total</b>		<b>50</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Jines & Yungan



**Figura 6.**

*Variable edad de la vaca por cada comunidad*



**Elaborado por:** Jines & Yungan

Los animales en estudio presentaron edades que varían de 1 a 6 años, en la cual 8 animales con el 16% del total de las vacas muestreadas en la comunidad San Nicolás están en la edad de 4 años de igual manera encontramos a 6 vacas de la misma edad en la comunidad Sablog con una frecuencia porcentual de 12% seguida por 6 bovinas con un porcentaje de frecuencia del 12% con vacas en la edad de 5 años en las dos comunidades, posteriormente en la comunidad San Nicolás se encontraron 5 vacas con una frecuencia porcentual del 10% en la edad de 6 años, y los otros 5 animales con el 10% en la edad de 2 años en la comunidad Sablog.

De igual manera encontramos 4 bovinas con una frecuencia porcentual de 8% en la comunidad Sablog en los animales de la edad de 6 años, así mismo encontramos el 6% de los bovinos de edad de 3 años tanto en la comunidad San Nicolás como en la comunidad Sablog, de acuerdo a los animales de 1 año de edad en la comunidad San Nicolás encontramos el 6% correspondiente a una totalidad de 3 vacas finalmente en la comunidad Sablog encontramos una frecuencia porcentual del 2% de las vacas que están dentro de 1 año de edad es decir solo se encontró una vaca

de dicha edad, siendo de esta manera que la mayoría de los animales en estudio están dentro de 4, 5 y 6 años lo que significa que ya van avanzando a la finalización de su vida reproductiva.

La edad avanzada es un importante factor predisponente a la hipocalcemia, es decir las vacas adultas producen más leche y esto provoca una mayor demanda de Ca, además la edad avanzada provoca un descenso de la habilidad para movilizar el Ca de los huesos y una disminución del transporte activo de Ca en el intestino. (Albornoz et al., 2019)

## PRODUCCIÓN LÁCTEA

**Tabla 4.**

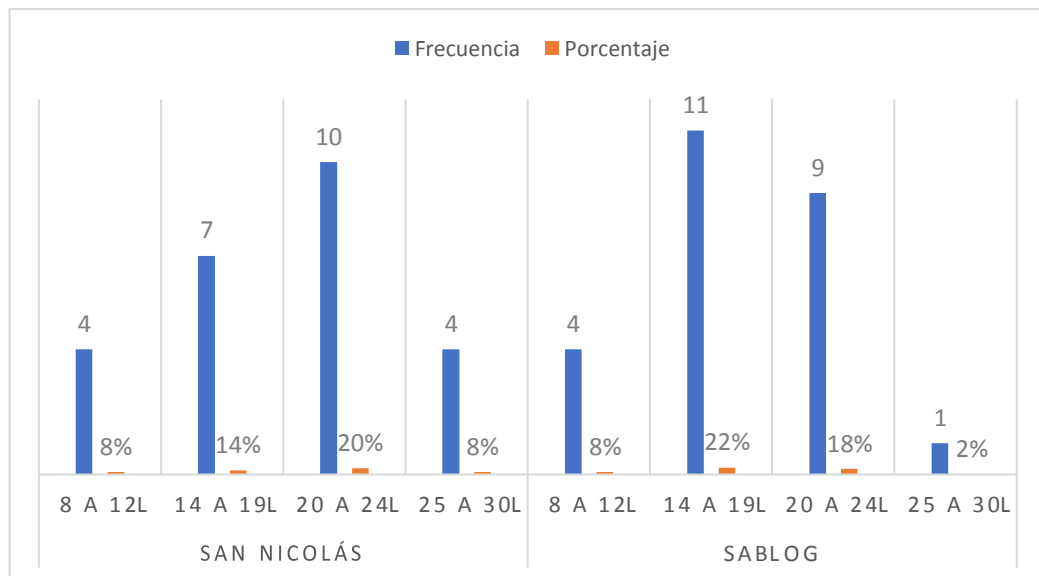
*Variable producción láctea de la vaca por cada comunidad.*

<b>Comunidad</b>	<b>L/d</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>San Nicolás</b>	8 a 12	4	8%
	14 a 19	7	14%
	20 a 24	10	20%
	25 a 30	4	8%
<b>Sablog</b>	8 a 12	4	8%
	14 a 19	11	22%
	20 a 24	9	18%
	25 a 30	1	2%
<b>Total</b>		<b>50</b>	<b>100%</b>

**Elaborado por:** Jines & Yungan

**Figura 7.**

*Variable producción láctea de la vaca por cada comunidad.*



**Elaborado por:** Jines & Yungan

De acuerdo a la variable producción láctea en la comunidad Sablog se encontró a 11 animales con un porcentaje de frecuencia de 22 % que producen de 14 a 19 L, seguido por 10 vacas con un 20 % de la comunidad San Nicolás que producen de 20 a 24 L, después tenemos a 9 bovinas que producen de 20 a 24 L pertenecientes a la comunidad Sablog, en la comunidad San Nicolás 7 vacas es decir el 14 % producen de 14 a 19 L, 4 bovinas es decir el 8 % producen de 25 a 30 L, mientras que las 4 restantes solo producen de 8 a 12 L con un porcentaje de frecuencia de 8%, en cambio en la comunidad Sablog 4 vacas están dentro de la producción de 8 a 12 L con un porcentaje de frecuencia de 8 % solamente 1 vaca que representa el 2 % produce de 25 a 30 L, del total de animales en estudio.

La comunidad Sablog es la que mayor producción láctea presentó en comparación con la comunidad San Nicolás y es por ello que al presentar un alto rendimiento productivo conduce a demandas metabólicas que no están totalmente compensadas, a pesar de un consumo adecuado de materia seca, además como lo menciona Amaral (2021) la incidencia de hipocalcemia aumenta cuando hay mayor producción de leche y sucesivas lactancias.

## NÚMERO DE PARTOS

**Tabla 5.**

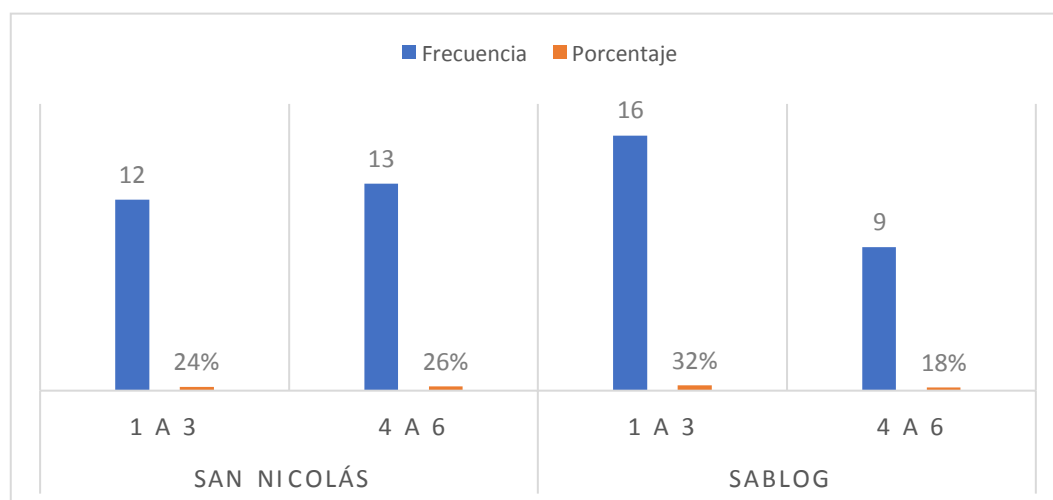
*Variable número de partos de la vaca por cada comunidad.*

Comunidad	Nº Partos	Frecuencia	Porcentaje
San Nicolás	1 a 3	12	24%
	4 a 6	13	26%
Sablog	1 a 3	16	32%
	4 a 6	9	18%
<b>Total</b>		<b>50</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Jines & Yungan

**Figura 8.**

*Variable número de partos de la vaca por cada comunidad.*



Elaborado por: Jines & Yungan

Con respecto a la variable número de partos se utilizó una escala de valores que van de 1 a 3 partos y 4 a 6 partos por lo cual podemos observar que la mayor frecuencia porcentual que equivale al 32% con 16 bovinas se evidencio en las que tuvieron de 1 a 3 partos esto en la comunidad Sablog seguida del 26% correspondiente a 13 vacas que tuvieron de 4 a 6 partos en la comunidad San Nicolás, posteriormente 12 vacas con una frecuencia porcentual de 24% que tuvieron de 1 a 3 partos, finalmente

tenemos a 9 vacas con una frecuencia porcentual de 18% en la comunidad Sablog que tuvieron de 4 a 6 partos.

En la comunidad Sablog se pudo encontrar la mayor frecuencia porcentual en vacas que tuvieron de 1 a 3 partos a diferencia de la comunidad San Nicolás donde la mayor frecuencia se encontró en vacas que tuvieron de 4 a 6 partos por lo tanto el número de partos es uno de los factores de riesgo intrínseco donde existe un alto riesgo en vacas que tienen a partir de 2-3 partos (Arechiga et al., 2022). Las madres que han tenido más número de partos tienen más incidencia a padecer hipocalcemia en algún momento de su etapa de lactación debido a que las novillas raramente desarrollan hipocalcemia clínica porque éstas producen menos calostro y leche

## ALIMENTACIÓN

**Tabla 6.**

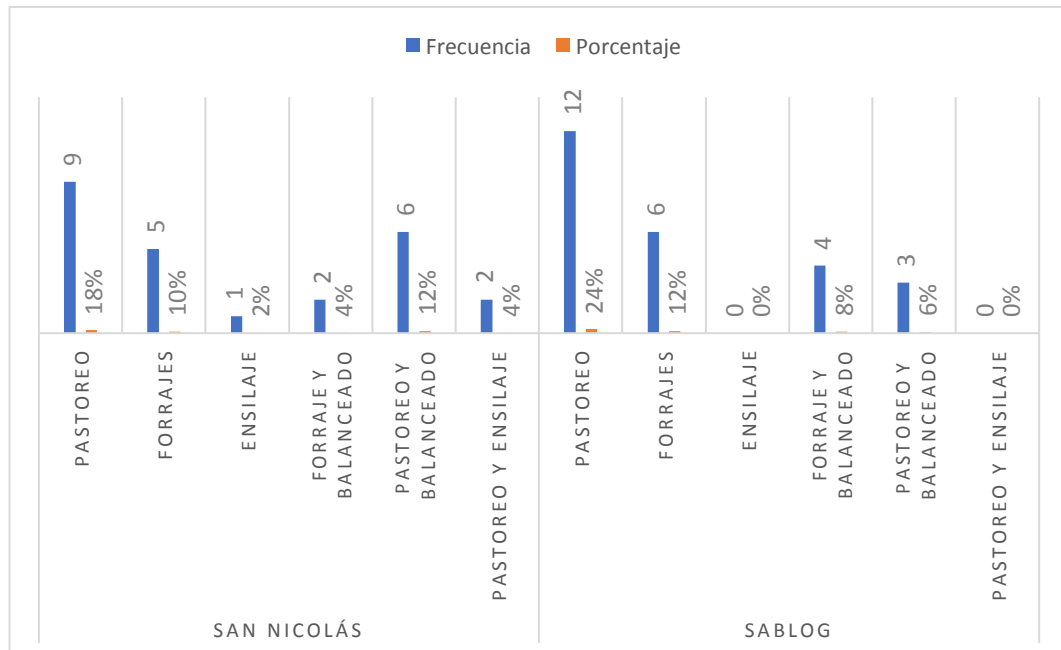
*Variable alimentación de la vaca por cada comunidad.*

	<b>Alimentación</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>San Nicolás</b>	Pastoreo	9	18%
	Forrajes	5	10%
	Ensilaje	1	2%
	Forraje y Balanceado	2	4%
	Pastoreo y Balanceado	6	12%
	Pastoreo y Ensilaje	2	4%
<b>Sablog</b>	Pastoreo	12	24%
	Forrajes	6	12%
	Ensilaje	0	0%
	Forraje y Balanceado	4	8%
	Pastoreo y Balanceado	3	6%
	Pastoreo y Ensilaje	0	0%
<b>Total</b>		<b>50</b>	<b>100%</b>

**Elaborado por:** Jines & Yungan

**Figura 9.**

*Variable alimentación de la vaca por cada comunidad.*



**Elaborado por:** Jines & Yungan

De acuerdo al tipo de alimentación que presentaron los animales en estudio se pudo evidenciar que el 24 % de vacas es decir 12 de ellas pertenecientes a la comunidad Sablog se mantienen en pastoreo, seguido de 9 bovinas con un porcentaje de frecuencia de 18 % de la comunidad San Nicolás que se alimentan por pastoreo, mientras que el 12 % es decir 6 vacas consumen forrajes de la comunidad Sablog, solo el 12 % de las vacas de la comunidad San Nicolás consumen Pastoreo y Balanceado, de igual manera solo 5 bovinas es decir el 10 % consumen Forrajes en la comunidad San Nicolás, el 8 % de los animales en Sablog consumen Forraje y Balanceado seguido del 6 % que se alimentan por medio del Pastoreo y Balanceado, finalmente en la comunidad San Nicolás 2 vacas consumen Forraje y Balanceado con un porcentaje de frecuencia del 4 %, además 2 bovinas consumen Pastoreo y Ensilaje siendo el 4 % y solo 1 animal consume ensilaje.

El tipo de alimentación que más predomina en los valles de la Sierra es el pastoreo ya que es un tipo de alimentación que mayor facilidad le brinda al ganadero, sin embargo, los pastos no poseen todos los nutrientes que necesitan las vacas en

producción es por ello que es necesario tener una alimentación variada ya sea con aditivos de minerales, balanceado, etc. La incorporación de forrajes bajos en potasio por ejemplo el ensilaje de maíz en la dieta para vacas lecheras pre-frescas puede reducir la probabilidad de hipocalcemia clínica pero no la incidencia de hipocalcemia subclínica, los cambios en la diferencia catión-anión dietaría (DCAD) pueden no ser lo suficientemente grandes como para causar acidosis metabólica y prevenir una caída subclínica de la concentración de calcio en sangre cuando los forrajes bajos en potasio son alimentados sin modificaciones dietarias adicionales de cloro y azufre. La DCAD influencia el pH de la sangre y la reacción de tejidos a la PTH y la habilidad de la vaca de poder absorber calcio del hueso y absorber calcio de la dieta desde el intestino delgado. (Albornoz et al 2019)

### Tabla general de prueba serológica y Coagulación

**Tabla 7.**

*Valores de las pruebas del Ca, P, Mg y prueba de coagulación.*

N°	Lugar	Ca Total (mmol- L)	P (mmol-L)	Mg (mmol-L)	Prueba de coagulación	
					SI (1)	NO (2)
1	San Nicolás	2,03	3,34	0,87	Positivo	
2	San Nicolás	1,78	2,91	0,91	Positivo	
3	San Nicolás	2	2,82	0,81	Positivo	
4	San Nicolás	1,77	3,03	0,9	Negativo	
5	San Nicolás	2,13	2,15	0,94	Negativo	
6	San Nicolás	2,34	2	0,86	Negativo	
7	San Nicolás	2,23	3,02	0,71	Positivo	
8	San Nicolás	2,36	2,01	1,07	Negativo	
9	San Nicolás	2,53	2,48	1,46	Positivo	
10	San Nicolás	2,24	2,06	2,13	Negativo	
11	San Nicolás	2,28	2,09	1,17	Positivo	
12	San Nicolás	2,42	2,31	2	Negativo	
13	San Nicolás	2,18	1,5	0,78	Negativo	

14	San Nicolás	2,1	1,3	0,7	Positivo
15	San Nicolás	2,28	1,8	0,9	Positivo
16	San Nicolás	2,44	2,7	1,12	Negativo
17	San Nicolás	2,75	2,34	2,12	Positivo
18	San Nicolás	2,54	2,16	1,19	Negativo
19	San Nicolás	2,49	2,61	2,72	Positivo
20	San Nicolás	2,35	2,44	1,11	Negativo
21	San Nicolás	2,31	1,9	1,05	Positivo
22	San Nicolás	2,72	2,1	0,97	Negativo
23	San Nicolás	2,57	1,82	1,1	Positivo
24	San Nicolás	2,7	1,99	1,08	Negativo
25	San Nicolás	2,98	3,02	1,4	Positivo
26	Sablog	3,67	1,89	1,3	Negativo
27	Sablog	2,36	1,71	1,5	Positivo
28	Sablog	2,22	1,44	1,03	Negativo
29	Sablog	2,27	1,73	0,99	Negativo
30	Sablog	2,79	1,12	1,25	Negativo
31	Sablog	2,26	2,8	0,83	Positivo
32	Sablog	2,05	1,5	0,7	Positivo
33	Sablog	2,27	1,7	0,88	Negativo
34	Sablog	2,28	1,9	8,88	Positivo
35	Sablog	2,8	1,9	0,9	Positivo
36	Sablog	1,49	4,69	0,88	Positivo
37	Sablog	2,54	1,88	1,45	Positivo
38	Sablog	2,67	1,35	1,27	Negativo
39	Sablog	2,57	5,06	0,94	Positivo
40	Sablog	1,7	0,82	2,4	Positivo
41	Sablog	3,6	2,39	1,16	Positivo
42	Sablog	3,76	5,46	0,93	Positivo
43	Sablog	2,41	3,75	1,39	Positivo
44	Sablog	4,58	1,82	1,05	Positivo
45	Sablog	2,95	1,99	1,17	Positivo



46	Sablog	2,17	2,19	0,91	Positivo
47	Sablog	1,9	1,65	1,34	Negativo
48	Sablog	2,31	2,78	1,92	Positivo
49	Sablog	2,47	2,8	0,99	Negativo
50	Sablog	1,6	4,7	0,89	Negativo

*Nota.* Base de datos con los resultados de las pruebas del Calcio, Fósforo y Magnesio por comunidad y número de vacas.

**Elaborado por:** Jines & Yungan

En la siguiente tabla se muestra los resultados de la prueba serológica de calcio sérico, fósforo, magnesio y la prueba de coagulación de las 50 vacas en estudio, siendo 25 vacas de la comunidad San Nicolás y 25 en la comunidad Sablog, los datos obtenidos fueron muy variables.

### **Comparativo de prueba de coagulación y prueba de Calcio**

**Tabla 8.**

*Comparativo Prueba de coagulación y Ca*

<b>Lugar</b>	<b>Prueba de coagulación</b>		<b>Prueba de Calcio</b>		
	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>Positivo</b>	<b>Negativo</b>	<b>Hipercalcemia</b>
San Nicolás	12	13	8	16	1
Sablog	9	16	7	13	5

*Nota.* Tabla que representa los valores de la prueba de coagulación y de calcio en cada comunidad.

**Elaborado por:** Jines & Yungan

**Tabla 9.***Tabla cruzada prueba de coagulación y calcio porcentajes*

		<b>Tabla cruzada Prueba de coagulación Prueba de calcio</b>			
		<b>Prueba calcio</b>		<b>Total</b>	
		<b>Positivo</b>	<b>Negativo</b>	<b>prueba de coagulación</b>	
Prueba de coagulación	SI	Recuento	7	18	25
		% dentro de Prueba de coagulación	33,3%	66,7%	100,0%
	NO	Recuento	8	17	25
		% dentro de Prueba de coagulación	31,0%	69,0%	100,0%
		Recuento	15	35	50
		<b>Total Prueba de calcio</b>	32,0%	68,0%	100,0%

*Nota.* Se detalla la prueba cruzada entre las dos pruebas realizadas a las vacas, y se realiza el comparativo entre la prueba de calcio y prueba de coagulación.

**Elaborado por:** Jines & Yungan

En la siguiente tabla se describe los resultados obtenidos de la prueba de calcio mediante la prueba de coagulación en donde tenemos a 25 vacas que están dentro de la prueba que SI se coaguló y las 25 vacas restantes que están dentro de las que NO se coagularon y por ende son presuntamente positivas a hipocalcemia subclínica, de igual manera dentro de la prueba de calcio con respecto a los porcentajes tenemos que el 32.0% que equivale a las 15 vacas son positivas mientras que las 35 vacas que corresponde al 68.0% son negativas.

## COMPARATIVA DE PRUEBAS SEROLÓGICAS

**Tabla 10.**

*Consolidado pruebas serológicas de Ca – P - Mg*

Lugar	Prueba de Calcio			Prueba de fósforo			Prueba de Magnesio		
	Hipocalcemia	Normal	Hipercalcemia	Hipofosfatemia	Normal	Hiperfosfatemia	Hipomagnesemia	Normal	Hipermagnesemia
San Nicolás	8	16	1	2	11	12	3	16	6
Sablog	7	13	5	5	11	7	1	14	9

Nota. Consolidado de las tres pruebas serológicas desarrolladas en las dos comunidades

Al analizar los resultados obtenidos se pudo concluir que en las dos comunidades los bovinos presentaron deficiencia de minerales siendo 26 animales de un total de 50 analizados, por lo que en relación al nivel de calcio la comunidad San Nicolás presentó 8 vacas con hipocalcemia a diferencia de la comunidad de Sablog que obtuvo 7 vacas, en cambio en la prueba de fósforo Sablog tenía 5 vacas con bajos niveles de fósforo y en San Nicolás se evidencio 2 vacas, en cuanto al nivel de magnesio la comunidad San Nicolás presentó 3 vacas con hipomagnesemia y Sablog solo 1, esto nos permite concluir que los minerales están influenciados por varios factores como la edad en la cual las vacas que tenían mayor edad tenían menos capacidad para movilizar el Ca, con relación a la producción láctea las vacas que eran mayor productoras de leche y que no contaban con una buena nutrición mostraban más incidencia a padecer los desniveles de minerales, en cuanto al número de partos las madres que habían tenido más de tres partos eran más propensas a padecer algún desnivel de minerales, mientras que las vacas con menos días post parto eran más propensas a presentar bajos niveles de ciertos minerales y de igual manera el tipo de alimentación de cada animal es importante según el estado reproductivo en que se encuentre también depende del suministro de algún mineral ya sea oral o inyectable.

**Tabla 21.***Correlaciones de variables*

<b>Raza</b>	<b>Producción Láctea</b>
	0,532
	<b>0,0001</b>
<b>Edad</b>	N° Partos
	0,7761
	<b>0,00000</b>
<b>Edad</b>	Alimentación
	0,2917
	<b>0,0398</b>
<b>Producción láctea</b>	Alimentación
	0,3878
	<b>0,0054</b>
<b>N° partos</b>	P(mmol/L)
	-0,3168
	<b>0,0250</b>

**Elaborado por:** Jines & Yungan

Por consiguiente, se puede manifestar que existe una correlación positiva con los valores marcados en rojo que son propensas a Hipocalcemia, puesto que el tercer valor de cada variable se encuentra por debajo del 0,05; las variables raza y producción láctea tuvieron una significancia de 0,0001 con un nivel de confianza mayor al 95 %, su correlación se basa en que las razas como Holstein y Jersey son altas productoras de leche y un alto rendimiento productivo conduce a demandas metabólicas que no están totalmente compensadas solo con el alimento, en cuanto a las variables edad y número de partos presentó una alta significancia estadística de 0,0000, ya que la edad está completamente relacionada con el número de partos debido a que las madres que han tenido más número de partos tienen más incidencia a padecer hipocalcemia en algún momento de su etapa de lactación ya que las novillas raramente desarrollan hipocalcemia clínica porque éstas producen menos calostro y leche, en cuanto a la variable edad y alimentación no presento una significancia estadística muy alta ya que fue de 0,0398, sin embargo las novillas tienen la capacidad de movilizar más rápido el calcio de los huesos en su esqueleto en crecimiento en comparación con una vaca que ha tenido varios partos y ha sufrido un desbalance energético, con respecto a la producción láctea y la

alimentación encontramos una correlación de 0,0054 esto ocurre ya que la alimentación es uno de los factores importantes en cuanto a la producción, las vacas lecheras necesitan alimentarse principalmente de pastos y forrajes de calidad complementados con minerales esenciales para la vida reproductiva, finalmente tenemos la variable número de partos con relación al fósforo en donde observamos una significancia de 0,0250 por lo que podemos deducir que a mayor número de partos pueden presentar también hipofosfatemia, ya que luego del parto la vaca pasa a tener un requerimiento de 90 g/día o más debido a que en el calostro se pierden entre 1.2-1.4 gr de fósforo.

### Sensibilidad y Especificidad

**Tabla 32.**

*Prevalencia, sensibilidad y especificidad*

Condiciones		95% IC
Prevalencia de la enfermedad	0,320	32,00
Valor Predictivo Positivo	0,333	33,33
Valor Predictivo Negativo	0,628	62,76
Sensibilidad	0,4375	43,75
Especificidad	0,5882	58,82

*Nota.* Tabla que detalla los valores obtenidos de la sensibilidad, prevalencia, especificidad, valor predictivo positivo y negativo.

**Elaborado por:** Jines & Yungan

Al realizar un análisis de los resultados obtenidos se presentó un 32 % de prevalencia de hipocalcemia del total de vacas, con un valor predictivo positivo de 33,33% es decir la probabilidad de que el animal tenga hipocalcemia subclínica, además se obtuvo un valor predictivo negativo de 62,76% es decir la probabilidad de que las vacas analizadas no tengan hipocalcemia dado que la prueba diagnóstica resulto negativa, además se obtuvo una sensibilidad de 43.75 % es decir la proporción de vacas que fueron los verdaderos positivos correctamente

diagnosticados, por otro lado, la especificidad fue de un 58 % es decir la proporción de los verdaderos negativos que fueron correctamente diagnosticados por la prueba serológica.

**Tabla 43.**

*Abreviación para la aplicación de fórmulas*

		<b>Positivo</b>	<b>Negativo</b>	<b>Total</b>
<b>Prueba de coagulación</b>	<b>Si</b>	VP	FP	VP+FP
	<b>No</b>	FN	VN	FN+VN
	<b>Total</b>	VP+FN	FP+VN	N= (VP+FN+ FP+VN)

*Nota.* Se detalla de forma abreviada para simplificar las fórmulas aplicadas para el cálculo de la sensibilidad, especificidad, prevalencia, valor predictivo positivo y negativo.

**Elaborado por:** Jines & Yungan

## **4.2. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

**H<sub>0</sub>**. La prueba serológica no es más específica que el test rápido de EDTA para diagnosticar hipocalcemia subclínica en vacas en la primera lactancia.

**H<sub>1</sub>**. La prueba serológica es más específica que el test rápido de EDTA para diagnosticar hipocalcemia subclínica en vacas en la primera lactancia.

De acuerdo a los resultados obtenidos de la investigación se determina que la prueba serológica es más específica que el test rápido de EDTA para diagnosticar hipocalcemia subclínica en vacas en la primera lactancia; por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

## CAPÍTULO V

### 5.1. CONCLUSIONES

- Al realizar la investigación correspondiente en las dos comunidades Sablog y San Nicolás se pudo evidenciar la deficiencia de los minerales de Ca, P, Mg, es decir de los 50 animales en estudio 26 vacas presentaron dichas deficiencias las mismas que pueden estar influenciadas por la edad, raza, el tipo de alimentación, producción láctea, número de partos ya que depende directamente de la fisiología de cada animal.
- Se pudo concluir que las vacas que presentaban en la prueba serológica los niveles de calcio menores a los valores referenciales de 2,25 - 2,80 mmol/L presentaban hipocalcemia generalmente subclínica, ya que no mostraban signos ni síntomas al momento de la toma de las muestras.
- Los valores referenciales que se tomaron en esta investigación para los minerales, calcio fueron de 2,25 a 2,80 mmol/L, en las cuales 15 vacas presentaron hipocalcemia, dentro del rango normal estuvieron 29 vacas y 6 vacas presentaron hipercalcemia, con respecto al fósforo fueron 1,60 a 2,20 mmol/L, en la cual 7 vacas presentaron hipofosfatemia, 22 vacas estuvieron dentro del rango normal y 19 vacas presentaron hiperfosfatemia, en cuanto a los valores de magnesio fueron 0,80 a 1,20 mmol/L, 4 bovinas presentaron hipomagnesemia, 30 estuvieron dentro del rango normal y 15 presentaron hipermagnesemia
- Al desarrollar un análisis del nivel de calcio con la prueba serológica se pudo concluir que en la comunidad San Nicolás se presentaron 8 vacas con hipocalcemia a diferencia de la comunidad de Sablog que presentó 7 vacas, al realizar una comparación con la prueba de coagulación en la comunidad de San Nicolás se presentaron 13 vacas y en la comunidad de Sablog fueron 16 vacas de las cuales no se evidencio la coagulación en las muestras de sangre, es decir



son presuntamente positivas a hipocalcemia, es por ello que podemos concluir que la prueba más específica es la serológica ya que comparada con la prueba de coagulación hay una diferencia notable en los valores reales.

- Una vez concluido el respectivo análisis de las dos pruebas en estudio se puede afirmar que la prueba serológica es más específica que la prueba de coagulación, desechando así la hipótesis nula y aceptando la alterna.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los pequeños y medianos ganaderos de estos sectores considerar la implementación de exámenes serológicos por lo menos una vez a los dos años, esto con la finalidad de poder evitar la pérdida de animales por casos de hipocalcemia subclínica.
- Según lo analizado se recomiendan a los ganaderos mantener potreros con pastos y forrajes de buena calidad, con manejo de labores de corrección mineral oportuna y periódica, así como riego en época de sequía que facilite la movilización de nutrientes para el consumo del ganado; además se debe implementar el suministro de sales minerales en las vacas en producción, sobre todo aquellas de mayor gasto metabólico conforme su producción láctea y número de parto. El mantener un calendario de vacunación y desparasitación adecuado también es un factor que debe tomarse en cuenta para reducir casos de morbilidad y otras patologías que perjudiquen el desempeño productivo del ganado.
- Se recomienda realizar un manejo en la toma de la muestra, evitando estresar al animal, para que no se presenten alteraciones en los resultados, debido hemólisis.

## BIBLIOGRAFIA

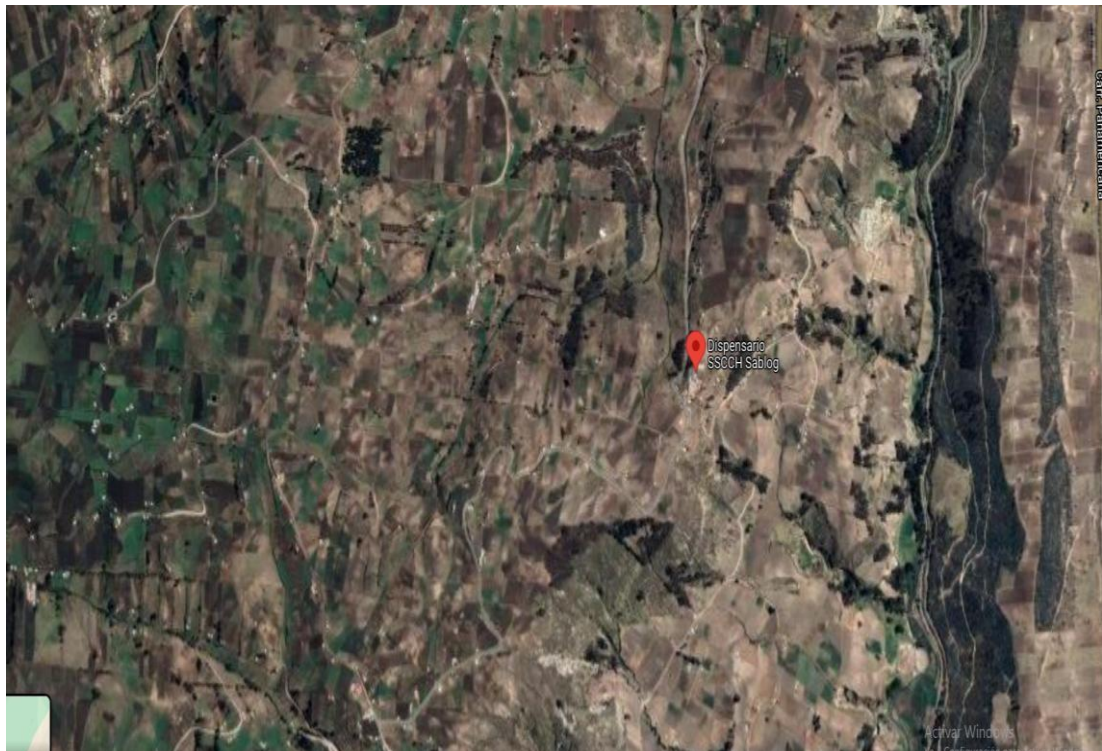
1. Albornoz, L., Morales, M., & Fidalgo, L. E. (2019). Hipocalcemia Puerperal Bovina. *Revisión. Veterinaria (Montevideo)*, 52(201), p.4.  
<http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=iso&tlng=es>
2. Amaral, D. (2021). *Hipocalcemia Subclínica, o Fiebre de la Leche, en Vacas Lecheras – Porqué Tanto Escándalo? | Animal & Food Sciences*.  
[https://afs.ca.uky.edu/content/hipocalcemia-su %A1ndalo](https://afs.ca.uky.edu/content/hipocalcemia-su%20A1ndalo)
3. Andrade, M. (2022). *Hipocalcemia en bovinos, ¿qué es y cómo prevenirla?*  
<https://www.clubganadero.com/blog/hipocalcemia-en-bovinos.html>
4. Arechiga, C., Cortés, Z., Hernández, P., & Lozano, R. (2022). La hipocalcemia en la vaca lechera. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 13(4), pp.1025-1054.  
<https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i4.5277>
5. Arilla, E. (2021). Metabolismo del ion hidrógeno. Bases moleculares de las respuestas de compensación de los trastornos primarios del equilibrio ácido-base. *Revista de Investigación y Educación en Ciencias de la Salud (RIECS)*, 6(1), pp.113-152. <https://doi.org/10.37536/RIECS.2021.6.1.268>
6. Bacha, F. (2021, septiembre 21). *Metabolismo de la vitamina D en el vacunolechero* Rumiantes el portal de rumiNews.  
<https://rumiantes.com/metabolismo-de-la-vitamina-d-en-el-vacuno-lechero/>
7. Bonilla, L. (2020). *Comparación diagnóstica de Hipocalcemia subclínica entre el test de EDTA y la prueba Serológica en vacas de pastoreo*. 62.  
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BONILLA%20BU%20C3%91L.pdf>
8. Bretschneider, Gustavo, Salado, E., & Cuatrin, A. (2022). *Lactancia: Pico y Persistencia*. 3. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_lactancia\\_pico\\_y\\_persistencia\\_febrero\\_2015.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_lactancia_pico_y_persistencia_febrero_2015.pdf)
8. Caggiano, N. (2020). *Hipocalcemia puerperal bovina e hipofosfatemia: Aspectos nutricionales*. 9.  
<https://www.someve.com.ar/images/revista/2021/Vol1/Pag-1-9-Caggiano.pdf>
- Díaz, F. (2021, marzo 23). Factores asociados con hipocalcemia en vacas Jersey. *Animal Nutrition & Health*. <https://dellait.com/es/factores-asociados-con-hipocalcemia-en-vacas-jersey/>

9. Freire, O. (2021). *Importancia de los minerales en la producción bovina lechera*. 37. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/10303/E-.pdf>
10. Gallegos, S., & Fonseca, C. (2021). *La hipocalcemia en vacas lecheras y sus alternativas de diagnóstico de campo*. <https://www.studocu.com/co/document/fu/medicina-preventiva/gallegos-sfonseca-c2021lahipocalcemiaenvacaslecherasysusalternativa15669>
11. Hernández, J. (2020). *El fósforo en la vaca lechera*. 7. [https://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion\\_mineral/24-fosforo\\_en\\_vaca\\_lechera.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/24-fosforo_en_vaca_lechera.pdf)
12. León, J. (2022). *Producción mundial de leche alcanzó los 544.1 millones de toneladas en 2021*. Agraria.pe Agencia Agraria de Noticias. <https://agraria.pe/noticias/produccion-mundial-de-leche-alcanzo-los-544-1-millones-de-to-28139>
13. Lizarraga, R., & Mattioli, G. (2021). *Deficiencias de calcio y magnesio en bovinos*.18. [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/101129/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/101129/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
14. Martínez, G., Micheloud, J. F., Suárez, V. H., Rosa, D. E., Ventura, M. V., Ortega, A., Sánchez, C., Mattioli, G. A., Martínez, G., Micheloud, J. F., Suárez, V. H., Rosa, D. E., Ventura, M. V., Ortega, A., Sánchez, C., & Mattioli, G. A. (2020). Niveles plasmáticos de calcio, magnesio y fósforo en rodeos lecheros del Valle de Lerma, Salta, Argentina. *RIA. Revista de investigaciones agropecuarias*, 46(2), pp.181-186. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_ab&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_ab&tlng=es)
16. Martínez, M. (2019). *Hipocalcemia en vacas. Si se trabaja antes, no hay nada que temer*. p.4. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/hipocalcemia\\_en\\_vacas\\_martinez.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/hipocalcemia_en_vacas_martinez.pdf)
17. Muiño, R., & Bueno, B. (2019). Hipocalcemia subclínica en ganado vacuno lechero: Tratamiento y manejo preventivo. Revisión bibliográfica. *Informacion Tecnica Economica Agraria*, 114(3). <https://doi.org/10.12706/itea.2018.016>
18. Muiño, R., Bueno, B., & Benedito, J. (2018). *Hipocalcemia subclínica en ganado vacuno lechero: Tratamiento y manejo preventivo*. <https://docplayer.es/88990096->

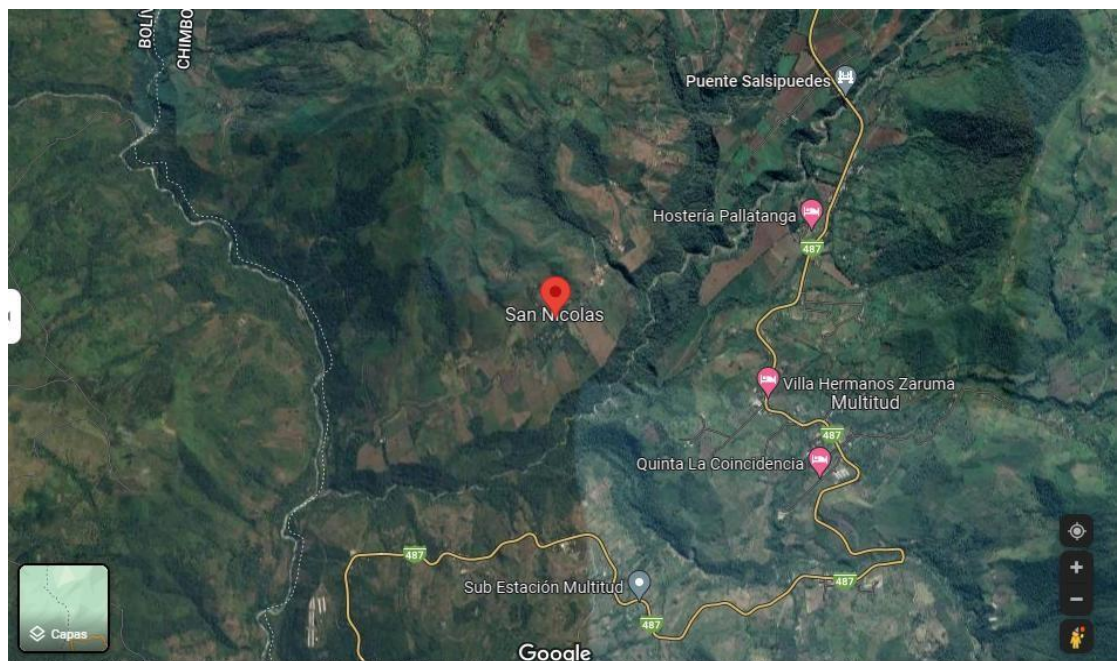
19. Hipocalcemia-subclinica-en-ganado-vacuno-lechero-tratamiento-y-manejo- preventivo-revision-bibliografica.html
20. Ortega, J. (2022). *Factores asociados a presentaciones de hipocalcemia bovinaenlatinamérica*.  
<https://repository.urosario.edu.co/server/api/core/bi9/content>
21. Pigozzi, L. (2020). *Generalidades sobre nutrición animal*. 5.  
<https://eac.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2020/11/Clase-1.-Generalidades-sobre-nutricion.pdf>
22. Possehl. (2021, mayo 13). Una buena nutrición—Alimentación animal. *Possehl*.  
<https://www.possehl.mx/buena-nutricion-alimentacion-animal/>
23. Salgado, G. (2020, febrero 14). *Prevalencia de hipocalcemia subclínica en el parto y el posparto en vacas lecheras Holstein*. Engormix.  
<https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/amveb19-prevalencia-hipocalcemia-subclinica-t44823.htm>
24. Sánchez, J., & Saborío, A. (2019). Hipocalcemia e Hipomagnesemia en un hato devacas Holstein, Jersey y Guernsey en pastoreo. *Agronomía Costarricense*,38(2), pp.55-65.[http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_ab&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_ab&tlng=es)
25. Sánchez, O. (2022). *Tablas de requerimientos de Alimentos de Poligástricos—Los herbívoros, como las vacas y caballos;—Studocu*. <https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-autonoma-agraria-antonio-narro/nutricion-animal/tablas-de-requerimientos-de-alimentos-de-poligasticos/6069819>
26. Sánchez, R. (2022). *Deficiencias de calcio y magnesio en bovinos*. 18.  
<https://core.ac.uk/download/328877806.pdf>
27. Sumano, L., & Gutiérrez, O. (2018). *Cinética sérica del calcio en vacas Holstein en el posparto inmediato, tratadas con borogluconato de calcio*. 4.  
<https://ganaderiasos.com/wp-content/uploads/2018/06/cinetica-serica-del-calcio-en-vacas-holstein-en-el-posparto-inmediato-tratadas-con-borogluconato-de-calcio.pdf>
28. Trotta, M. (2021). *Alimentación bovina*. pp.1-6.  
<http://educacion.sanjuan.edu.ar/mesj/LinkClick.aspx?fileticket=0K26r9TBmoo%3D&tabid=678&mid=1743>

# **ANEXOS**

## Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación





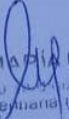
Vista aérea de la comunidad Sablog, lugar donde se realizará la investigación.



Vista aérea de la comunidad San Nicolás, lugar donde se realizará la investigación



## Anexo 2. Resultados de Análisis de laboratorio

	<b>Laboratorio Veterinario "SAN FRANCISCO"</b> Dirección: Mariano Egúez entre Darquesa y Sucre (Edif. Elite Sto. Piso) Cel: 0992672539 / Telf: 032420872 / e-mail: marylema83@hotmail.com <b>Lcda. María Lema</b> DIPLOMADA EN BIQUIMICA CLINICA VETERINARIA URUM	
<b>Paciente</b> : Princesa <b>Raza</b> : Holstein <b>Propietario</b> : Miguel Rivera <b>Dr (a)</b> : <b>Anamnesis</b> :	<b>Especie</b> : Bovino <b>Edad</b> : 3 años <b>Peso</b> : kg <b>Fecha</b> : 29,11,2022	
<b>ELECTROLITOS</b>		
<b>ANALITO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>VALOR DE REFERENCIA</b>
CALCIO IONICO	1.22	1.07 – 1.27 mmol/L
<i>Método: Ion Electrodo Selectivo</i>		
<b>PERFIL MINERAL EN BOVINOS</b>		
<b>ANALITO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>VALOR DE REFERENCIA</b>
CALCIO TOTAL	1.77	2.25 – 2.80 mmol/L
FOSFORO	3.03	1.60 – 2.20 mmol/L
MAGNESIO	0.90	0.80 – 1.20 mmol/L
<b>Paciente</b> : Mocha <b>Raza</b> : Holstein <b>Propietario</b> : Adrián Daquilema <b>Dr (a)</b> : <b>Anamnesis</b> :	<b>Especie</b> : Bovino <b>Edad</b> : 6 años <b>Peso</b> : 500 kg <b>Fecha</b> : 29,11,2022	
<b>ELECTROLITOS</b>		
<b>ANALITO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>VALOR DE REFERENCIA</b>
CALCIO IONICO	0.98	1.07 – 1.27 mmol/L
<i>Método: Ion Electrodo Selectivo</i>		
<b>PERFIL MINERAL EN BOVINOS</b>		
<b>ANALITO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>VALOR DE REFERENCIA</b>
CALCIO TOTAL	2.13	2.25 – 2.80 mmol/L
FOSFORO	2.15	1.60 – 2.20 mmol/L
MAGNESIO	0.94	0.80 – 1.20 mmol/L
  Lcda. MARÍA LEMA Diplomada en Biquímica Clínica Veterinaria URUM		





## Laboratorio Veterinario "SAN FRANCISCO"

Dirección: Mariano Egúez entre Darquea y Sucre (Edif. Elite 5to. Piso)  
Cel: 0992672539 / Telf: 032420872 / e-mail: marylema83@hotmail.com

Lcda. María Lema  
DIPLOMADA EN BIODIAGNÓSTICA  
CLÍNICA VETERINARIA  
UNAM

EXAMENES EN: SANGRE, ORINA, CULTIVOS  
HECES, PRUEBAS ESPECIALES, HORMONALES, OTROS



• **Paciente** : *Rafaela*  
**Raza** : *Holstein*  
**Propietario** : *Segundo Ailla*  
**Dr (a).** :  
**Anamnesis** :

**Especie** : *Bovino*  
**Edad** : *6 años*  
**Peso** : *410 kg*  
**Fecha** : *29,11,2022*

### ELECTROLITOS

ANALITO	RESULTADO	VALOR DE REFERENCIA
CALCIO IONICO	1.17	1.07 – 1.27 mmol/L

*Método: Ion Electrodo Selectivo*

### PERFIL MINERAL EN BOVINOS

ANALITO	RESULTADO	VALOR DE REFERENCIA
CALCIO TOTAL	1.78	2.25 – 2.80 mmol/L
FOSFORO	2.91	1.60 – 2.20 mmol/L
MAGNESIO	0.91	0.80 – 1.20 mmol/L

• **Paciente** : *Gorda*  
**Raza** : *Holstein*  
**Propietario** : *María Alvarado*  
**Dr (a).** :  
**Anamnesis** :

**Especie** : *Bovino*  
**Edad** : *4 años*  
**Peso** : *400 kg*  
**Fecha** : *29,11,2022*

### ELECTROLITOS

ANALITO	RESULTADO	VALOR DE REFERENCIA
CALCIO IONICO	1.05	1.07 – 1.27 mmol/L

*Método: Ion Electrodo Selectivo*

### PERFIL MINERAL EN BOVINOS

ANALITO	RESULTADO	VALOR DE REFERENCIA
CALCIO TOTAL	2.00	2.25 – 2.80 mmol/L
FOSFORO	2.82	1.60 – 2.20 mmol/L
MAGNESIO	0.81	0.80 – 1.20 mmol/L

Lcda. María Lema  
Diplomada en Biodiagnóstica  
Clínica Veterinaria (UNAM)

**Anexo 3.** Base de datos

N°	Lugar	Nombre	Raza	Edad	Producción láctea	N° partos	Alimentación	Exámenes de laboratorio			Prueba de coagulación
								Ca Total (mmol-L)	P (mmol-L)	Mg (mmol-L)	SI (1) NO (2)
1	San Nicolás	Isabel	Mestizo	1	12	1	Pastoreo	2,03	3,34	0,87	2
2	San Nicolás	Rafaela	Holstein	6	14	5	Forraje-Balanceado	1,78	2,91	0,91	2
3	San Nicolás	Gorda	Holstein	4	8	3	Pastoreo-Balanceado	2	2,82	0,81	2
4	San Nicolás	Princesa	Holstein	3	15	3	Pastoreo	1,77	3,03	0,9	1
5	San Nicolás	Mocha	Holstein	6	14	4	Forraje-Balanceado	2,13	2,15	0,94	1
6	San Nicolás	Cecilia	Jersey	4	10	3	Pastoreo-Balanceado	2,34	2	0,86	1
7	San Nicolás	Juana	Mestizo	1	15	1	Pastoreo	2,23	3,02	0,71	2
8	San Nicolás	Meche	Holstein	4	22	3	Pastoreo-Ensilaje	2,36	2,01	1,07	1
9	San Nicolás	Camyla	Holstein	4	21	4	Pastoreo-Balanceado	2,53	2,48	1,46	2
10	San Nicolás	Fanylu	Holstein	4	21	4	Pastoreo-Balanceado	2,24	2,06	2,13	1
11	San Nicolás	Ipatia	Holstein	5	20	4	Pastoreo-Ensilaje	2,28	2,09	1,17	2

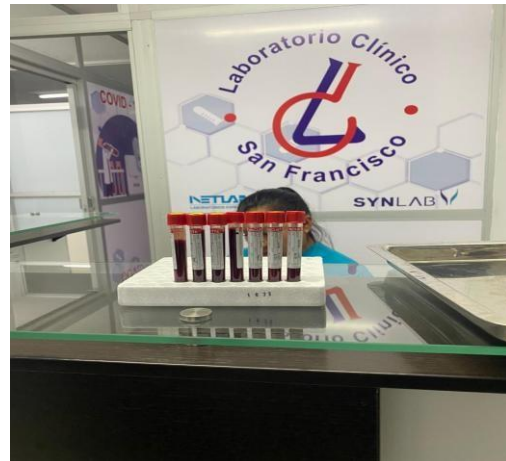
12	San Nicolás	Fiorela	Holstein	3	20	4	Pastoreo-Balanceado	2,42	2,31	2	1
13	San Nicolás	Ester	Holstein	6	23	6	Pastoreo	2,18	1,5	0,78	1
14	San Nicolás	Dominga	Holstein	1	22	3	Pastoreo	2,1	1,3	0,7	2
15	San Nicolás	Jomy	Mestizo	4	15	4	Pastoreo-Balanceado	2,28	1,8	0,9	2
16	San Nicolás	Panama	Jersey	5	25	3	Ensilaje	2,44	2,7	1,12	1
17	San Nicolás	Valeria	Holstein	6	21	4	Pastoreo	2,75	2,34	2,12	2
18	San Nicolás	Cumy	Jersey	5	22	3	Forrajes	2,54	2,16	1,19	1
19	San Nicolás	Sprint	Mestizo	5	12	3	Pastoreo	2,49	2,61	2,72	2
20	San Nicolás	Susan	Jersey	4	28	4	Forrajes	2,35	2,44	1,11	1
21	San Nicolás	Leito	Holstein	5	25	4	Forrajes	2,31	1,9	1,05	2
22	San Nicolás	Esther 2	Mestizo	3	14	2	Pastoreo	2,72	2,1	0,97	1
23	San Nicolás	Luchita	Mestizo	6	22	4	Forrajes	2,57	1,82	1,1	2
24	San Nicolás	Mujico	Jersey	5	19	4	Pastoreo	2,7	1,99	1,08	1
25	San Nicolás	Caprichosa	Jersey	4	28	3	Forrajes	2,98	3,02	1,4	2
26	Sablog	Lucy	Mestizo	2	8	3	Pastoreo	3,67	1,89	1,3	1
27	Sablog	Nona	Mestizo	1	8	1	Pastoreo	2,36	1,71	1,5	2

28	Sablog	Mila	Holstein	4	15	4	Pastoreo	2,22	1,44	1,03	1
29	Sablog	Nena 2	Mestizo	6	8	4	Forrajes	2,27	1,73	0,99	1
30	Sablog	Teresa	Holstein	5	8	4	Pastoreo	2,79	1,12	1,25	1
31	Sablog	Lucrecia	Holstein	2	18	2	Pastoreo-Balanceado	2,26	2,8	0,83	2
32	Sablog	Erika	Jersey	2	18	2	Pastoreo	2,05	1,5	0,7	2
33	Sablog	Ambar	Jersey	5	20	4	Pastoreo-Balanceado	2,27	1,7	0,88	1
34	Sablog	Vicenta	Holstein	3	18	2	Pastoreo-Balanceado	2,28	1,9	8,88	2
35	Sablog	Gabriela	Holstein	5	14	4	Pastoreo	2,8	1,9	0,9	2
36	Sablog	Manchas	Holstein	2	18	1	Forraje-Balanceado	1,49	4,69	0,88	2
37	Sablog	Negra	Holstein	3	20	3	Pastoreo	2,54	1,88	1,45	2
38	Sablog	Blanca	Holstein	3	20	2	Pastoreo	2,67	1,35	1,27	1
39	Sablog	Negrita	Mestizo	5	17	3	Pastoreo	2,57	5,06	0,94	2
40	Sablog	Florentina	Mestizo	5	16	4	Pastoreo	1,7	0,82	2,4	2
41	Sablog	Monita	Jersey	4	22	2	Forrajes	3,6	2,39	1,16	2
42	Sablog	Potestad	Mestizo	4	18	3	Forrajes	3,76	5,46	0,93	2
43	Sablog	Nena	Jersey	4	30	3	Forraje-Balanceado	2,41	3,75	1,39	2
44	Sablog	Lula	Holstein	4	22	3	Forrajes	4,58	1,82	1,05	2
45	Sablog	Charo	Holstein	5	20	4	Forraje-Balanceado	2,95	1,99	1,17	2
46	Sablog	Mimi	Holstein	6	24	4	Pastoreo	2,17	2,19	0,91	2
47	Sablog	Panchita	Holstein	6	22	4	Forraje-Balanceado	1,9	1,65	1,34	1
48	Sablog	Rosita	Jersey	6	24	3	Forrajes	2,31	2,78	1,92	2
49	Sablog	Lily	Mestizo	2	18	1	Pastoreo	2,47	2,8	0,99	1
50	Sablog	Martina	Mestizo	4	17	3	Forrajes	1,6	4,7	0,89	1

#### Anexo 4. Fotografías



Extracción de sangre de la vena yugular en las Comunidades Sablog y San Nicolás



Rotulación en las muestras para posterior envío al laboratorio



Prueba de coagulación con el uso de EDTA





Visita de campo de los pares lectores y tutor



Demostración de la toma de muestra de sangre

Anexo 5. Historia Clínica



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR**

**FICHA CLÍNICA PARA EL DIAGNÓSTICO SEROLÓGICO**



N°:

FECHA:

DATOS DEL PROPIETARIO		
Nombre:	Dirección:	
Ciudad:	Celular:	
Ocupación:	E-mail:	
DATOS DEL PACIENTE		
Nombre:	Desparasitación:	Días post parto:
Raza:	Vacunas:	N° Partos:
Edad:	Producción láctea:	Alimentación:
DATOS CLÍNICOS		
FC:	FR:	T°:
Pulso:	Color mucoso bucal:	Color de mucosa ocular:
Locomoción:	C/c:	Peso:
LISTA DE SÍNTOMAS y SIGNOS		
DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL		
PRUEBA DE LABORATORIO	RESULTADOS	
Calcio total:		
Fósforo:		
Magnesio:		
PRUEBA DE CAMPO	RESULTADOS	
OBSERVACIÓN		

Anexo N° 4: Historia Clínica



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR



FICHA CLÍNICA PARA EL DIAGNÓSTICO SEROLÓGICO

N°:

FECHA: 07/02/2023

DATOS DEL PROPIETARIO		
Nombre: Fernando Cortes	Dirección: Sablog	
Ciudad: Guamate	Celular: 0949454707	
Ocupación: Agricultor	E-mail: ejm41@gmail.com	
DATOS DEL PACIENTE		
Nombre: Erika	Desparasitación: Si	Días post parto: 12 días
Raza: Jersey	Vacunas: Si	N° Partos: 2
Edad: 2 años	Producción láctea: 18 lt	Alimentación: pastoreo
DATOS CLÍNICOS		
FC: 52 lpm	FR: 24 rpm	T°: 38.5 °C
Pulso: 52 Pm	Color mucoso bucal: rosada	Color de mucosa ocular: rosada
Locomoción: 1	C/c: 415	Peso: 450 Kg
LISTA DE SÍNTOMAS y SIGNOS		
DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL		
PRUEBA DE LABORATORIO		RESULTADOS
Calcio total:		2.05 mmol/L
Fósforo:		1.50 mmol/L
Magnesio:		0.70 mmol/L
PRUEBA DE CAMPO		RESULTADOS
Prueba de Coagulación	Si	
	No	X
TRATAMIENTOS		
OBSERVACIÓN		



Anexo N° 4: Historia Clínica



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR



FICHA CLÍNICA PARA EL DIAGNÓSTICO SEROLÓGICO

N°:

FECHA: 04/01/2023

DATOS DEL PROPIETARIO		
Nombre: Jaime Morales	Dirección:	
Ciudad:	Celular: 09707247	
Ocupación: Ganadero	E-mail: moralesj4768@gmail.com	
DATOS DEL PACIENTE		
Nombre: Fangu	Desparasitación: Si	Días post parto: 24 días
Raza: Holstein	Vacunas: Si	N° Partos: 4
Edad: 4 años	Producción láctea: 2.1 lts	Alimentación: pastoreo/balanceado
DATOS CLÍNICOS		
FC: 57 lpm	FR: 29 rpm	T°: 38.8 °C
Pulso:	Color mucoso bucal: rosada	Color de mucosa ocular: rosada
Locomoción:	C/c: 3/5	Peso: 570 Kg
LISTA DE SÍNTOMAS y SIGNOS		
DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL		
PRUEBA DE LABORATORIO	RESULTADOS	
Calcio total:	2.24 mmol/L	↓
Fósforo:	2.06 mmol/L	-
Magnesio:	2.13 mmol/L	↑
PRUEBA DE CAMPO	RESULTADOS	
Prueba de Coagulación	Si	X
	No	
TRATAMIENTOS		
OBSERVACIÓN		

## Anexo 6. Glosario de términos

**Alcalosis metabólica:** Se refiere al proceso mediante el cual se produce un incremento en la concentración plasmática de bicarbonato que por lo general resulta en un aumento del pH sanguíneo.

**Beta hidroxibutirato:** Es un metabolito ácido, intermediario en la degradación de la valina, durante el proceso de formación de propionato, por descarboxilación y oxidación a partir del hidroxibutirato. Es uno de los cuerpos cetónicos producidos en el hígado, como respuesta a la reducción de la capacidad para digerir la glucosa y transformarla en energía.

**Cetosis:** Es una enfermedad metabólica que ocurre durante la lactación de ganado lechero, los síntomas que aparecen durante esta condición son pérdida de peso, pérdida de apetito, disminución en la producción de leche y anomalías neurológicas.

**DCAD:** Es el Balance Cation-Anión dietario, se basa en el principio de la electroneutralidad y postula que un ingreso neto de cualquier catión o anión dentro del animal.

**Calcitonina:** Es una hormona producida por la tiroides, una glándula pequeña con forma de mariposa que está cerca de la garganta, la calcitonina ayuda a controlar la manera en que el cuerpo usa el calcio.

**Paresia:** Término general que se refiere a un grado de debilidad muscular leve a moderado, ocasionalmente se utiliza como sinónimo de parálisis

**PTHrP:** La proteína relacionada con la hormona paratiroidea es un miembro proteico de la familia de la hormona paratiroidea secretada por las células madre mesenquimales.

**Hipomagnesemia:** es una afección en la cual la cantidad de magnesio en la sangre es más baja de lo normal.

**Precipitación de oxalato de calcio:** se realiza en medio ácido/básico, pues a ese pH el ácido oxálico se encuentra protonado/desprotonado, y de esa manera la solubilidad del oxalato de calcio es mínima/máxima.

**Titrimetría:** Es el análisis químico por titración, la determinación de un determinado componente en solución mediante adición de un reactivo líquido de conocida fuerza hasta que se alcanza un resultado determinado.

**Metritis:** es una inflamación del útero normalmente debido a una infección microbiana que se produce durante los 21 días o 10 posteriores al parto, se observa después de un parto anormal o una retención placentaria, puede presentarse desde una infección subclínica a una enfermedad manifiesta, con fiebre y reducción de la producción láctea.

**Partos distócicos:** Hace referencia a parto difícil y se usa para designar el parto que no pudo llevarse a cabo con las fuerzas de la madre y sin necesidad de intervenciones hay casos donde por cada 20 gestaciones de terneros, en 1 se producen distocias, posición anormal del feto antes del parto.

**Atonía ruminal:** Es una alteración digestiva en la que, por alguna razón, no se pueden desalojar los gases producidos en el rumen

**Glucogenólisis:** Tipo de trastorno hereditario en el que hay problemas con la manera en que una forma de glucosa (azúcar) llamada glucógeno se almacena y usa en el cuerpo

**Osteoclastos:** es una célula grande con múltiples núcleos que pueden identificarse por separado. Osteoclastos son necesarios para la reparación de los huesos.

**PTH:** También conocida como parathormona, es producida por las glándulas paratiroides, cuatro glándulas del tamaño de una arveja o chícharo ubicadas en el cuello. La PTH controla el nivel de calcio en la sangre.

**Calbindina:** Grupo de proteínas que se unen al calcio y lo llevan hacia las células. Las calbindinas se encuentran en muchos tejidos diferentes del cuerpo.

**Acidosis metabólica:** Es la reducción primaria de la concentración de bicarbonato típicamente con descenso compensador de la presión parcial de dióxido de carbono.

**Propionato de Calcio:** El propanoato o propionato de calcio es una sal cálcica del ácido propanoico, de fórmula  $\text{Ca}(\text{C}_2\text{H}_5\text{COO})$  es efectivo para prevenir el desarrollo de bacilos productores de filamentación y de hongos.