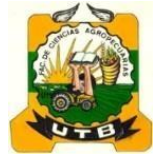




UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico de carácter Complexivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo a la obtención del título de:

MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

TEMA:

“Estudio sobre la deficiencia de calcio, fósforo y magnesio en bovinos de leche”

AUTORA:

Inés María Bermúdez Avilés

TUTOR:

Dr. John Javier Arellano Gómez, MSc

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2022

RESUMEN

Las deficiencias de calcio, fósforo y el magnesio en bovinos ocasionan alteraciones metabólicas donde van a generar diferentes enfermedades como la hipocalcemia o también llamada fiebre de leche, el animal va a presentar diversos síntomas como fiebre, temblores musculares y decaimiento, parálisis y en casos extremo la muerte. La deficiencia de dichos minerales causa fallos reproductivos en la producción como la baja fertilidad en las hembras, alteraciones neuromusculares, la tetania de lactancia o tetania hipomagnesémica, mastitis, endometritis, síndrome de la vaca gorda entre otros. Los requerimientos de minerales son aportados en dosis y concentraciones diferentes en cada estado fisiológico de la vaca. Una de las causas principales son la baja calidad nutricional en los pastos y forrajes en las producciones ganaderas lácteas o no siempre cuentan con condiciones óptimas e idóneas de sus potreros y pastizales para la nutrición de los animales, la cual se impulsa a utilizar alternativas como la implementación de métodos adicionales de nutrición para lograr un rendimiento productivo sustentable y mantener la salud de los animales. Existen varios métodos que están asociados a las dietas alimenticias en la cual van a agregarles premezclas de vitaminas y minerales indispensables y necesarios para la buena funcionalidad reproductiva y productiva, evitando complicaciones en el parto y post parto, manteniendo la salud de las vacas. La utilización de sales minerales aporta mayor rentabilidad para la producción de leche y evita la aparición de patologías a causas de la deficiencia de minerales. Para realizar un correcto aporte de sales minerales al ganado se debe empezar por muestreos de suelos, forrajes y fluidos y tejidos animales a fin de analizar las condiciones y concentración de los minerales de importancia nutricional.

Palabras claves: déficit, alteraciones, minerales, suplementos.

SUMMARY

Calcium, phosphorus and magnesium deficiencies in cattle cause metabolic alterations where they will generate different diseases such as hypocalcemia or also called milk fever, the animal will present various symptoms such as fever, muscle tremors and decay, paralysis and in extreme cases, death. The deficiency of these minerals causes reproductive failures in production such as low fertility in females, neuromuscular disorders, lactation tetany or hypomagnesemic tetany, mastitis, endometritis, fat cow syndrome, among others. Mineral requirements are provided in different doses and concentrations in each physiological state of the cow. One of the main causes is the low nutritional quality of pastures and forages in dairy livestock production or they do not always have optimal and suitable conditions in their paddocks and pastures for the nutrition of animals, which encourages the use of alternatives such as implementation of additional nutrition methods to achieve sustainable production performance and maintain animal health. There are several methods that are associated with food diets in which premixes of essential vitamins and minerals will be added for good reproductive and productive functionality, avoiding calving and postpartum complications, maintaining the health of the cows. The use of mineral salts provides greater profitability for milk production and prevents the appearance of pathologies due to mineral deficiency. To carry out a correct contribution of mineral salts to cattle, it is necessary to start with soil, forage and animal fluid and tissue samples in order to analyze the conditions and concentration of minerals of nutritional importance.

Keywords: deficit, alterations, minerals, supplement

ÍNDICE

RESUMEN	II
SUMMARY	III
INTRODUCCIÓN	1
Capítulo I	3
Marco Metodológico	3
1.1 Definición del tema caso de estudio.....	3
1.2 Planteamiento del problema.....	3
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivos	3
Objetivo general	3
Objetivos específicos	4
1.5 Fundamentación teórica	4
1.5.1 Causas de un déficit de calcio, fosforo y magnesio	4
1.5.1.1 Calcio	6
1.5.1.2 Fósforo	7
1.5.1.3 Magnesio	7
1.5.2 Consecuencias patológicas por déficit de minerales	9
1.5.2.1 Hipocalcemia	9
1.5.2.2 Tetania	11
1.5.2.3 Cetosis	11
1.5.2.4 Síndrome de vaca gorda	12
1.5.3 Influencia de los suplementos vitamínico mineral en el desbalance de calcio, fosforo y magnesio.	13
1.6 Hipótesis.....	16
	IV

1.7 Metodología de la investigación	16
CAPITULO II	17
2.1. Desarrollo del caso	17
2.2. Situaciones detectadas (hallazgo)	17
2.3 Soluciones planteadas	19
2.4. Conclusiones	20
2.5. Recomendaciones	20
BIBLIOGRAFÍA	21

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Requerimientos de calcio (Ca), fósforo (P) y magnesio (Mg) en primeras semanas de gestación	5
Tabla 2. Requerimientos de calcio (Ca), fósforo (P) y magnesio (Mg) en inicio de lactación	5
Tabla 3. Requerimientos de calcio (Ca), fósforo (P) y magnesio (Mg) en los dos últimos meses de lactación	5
Tabla 4. Requerimientos de minerales de vacas lecheras lactantes en dos razas diferentes	6
Tabla 5. Composición mineral de las principales especies de pastos	8
Tabla 6. Contenido de sales minerales en la leche de vacuno	15
Tabla 7. Composición de sal mineralizada Alcon	16

INTRODUCCIÓN

La producción de ganadería lechera forma una parte fundamental en la economía de la región sierra del Ecuador y en la alimentación de toda la población del país con el consumo de leche y sus derivados, sin embargo los ganaderos se enfrentan a múltiples retos para alcanzar un alto nivel productivo y reproductivo en sus hatos ganaderos, los principales son el cuidado de la nutrición y fisiología de las vacas en el estado de periparto (Portilla *et al.* 2021).

La fuente principal de alimento para el ganado lechero son las pasturas, los productores optan por esta fuente de nutrientes por ser la más barata en el país y así reducir costos económicos en la alimentación para generar más ganancias. Pero la mayoría de estas pasturas no aportan los niveles nutricionales correctos que necesita el ganado en especial el abastecimiento de macro y micro-minerales (Lizarraga 2016).

Las ganaderías lecheras son explotadas principalmente por sus buenas características reproductivas, es decir, regularidad en los partos (buena fertilidad) y elevada producción lechera (Fernández 2014). Sin embargo, la nutrición de los animales es uno de los factores que limitan la eficiencia tanto reproductiva, como productiva del hato. Las granjas bovinas modernas buscan mantener su explotación con bajos costos y un mayor número de vacas de máxima producción y alto desempeño reproductivo para obtener óptimos resultados económicos (Tokarnia *et al.* 2020).

Los minerales son responsable para una buena funcionalidad metabólica y reproductiva, otra de las causas es que el animal no puede sintetizar algunos de estos componentes y es muy importante agregarlos en sus dietas alimenticias, cuando existe un desinterés y desconocimiento de la nutrición óptima del ganado lechero las consecuencias que se van a generar pueden afectar a la producción de leche y pérdidas de animales la cual van a generar un gran impacto económico (Tokarnia *et al.* 2020).

Aproximadamente son 50 minerales que necesita el organismo, solo los siguientes son esenciales para los procesos metabólicos y deben estar presentes en el alimentación de los bovinos de producción lechera, los macrominerales son el calcio (Ca), fósforo (P), magnesio (Mg), potasio (K), cloro (Cl), sodio (Na) y azufre (S) y los microminerales son el cobre (Cu), hierro (Fe), yodo (I), manganeso (Mn), cobalto (Co), selenio (Se) y zinc (Zn) (Álvarez 2017).

En el metabolismo de Calcio (Ca), el Fósforo (P) y el Magnesio (Mg) sufre importantes variaciones en especial en el periodo de transición de las vacas frente a los súbitos cambios que se presentan al inicio de la lactancia. Las deficiencias de calcio, fósforo y el magnesio en bovinos van a generar graves patologías como la hipocalcemia o también llamada fiebre de leche, el animal va a presentar diversos síntomas como fiebre, temblores musculares y decaimiento, parálisis y en casos extremo la muerte (Bach *et al.* 2018).

La deficiencia de fósforo podría ocasionar fallos reproductivos en la producción como la baja fertilidad en las hembras. La deficiencia de magnesio se caracteriza por manifestaciones neuromusculares, la tetania de lactancia o tetania hipomagnesémica, un trastorno metabólico que afecta principalmente a las vacas lactantes (Calderón 2017).

La mayor parte de las explotaciones ganaderas cuentan con condiciones idóneas en sus potreros, pastos o forrajes para la nutrición de los animales la cual va a implicar utilizar alternativas como la implementación de métodos adicionales de nutrición. Utilizar suplementación nutricional de minerales en la dieta del ganado lechero es una de las principales estrategias y se realiza mediante premezclas, sales mineralizadas y suplemento mineral (Wagemann *et al.* 2016).

CAPÍTULO I

Marco Metodológico

1.1 Definición del tema caso de estudio

El presente documento tuvo como finalidad fortalecer y conceptualizar los conocimientos sobre las causas de un déficit de calcio, fósforo y magnesio en bovinos de leche y las patologías que pueden ocasionar este desbalance de minerales en los bovinos para producción de leche.

1.2 Planteamiento del problema

La deficiencia de minerales, como el calcio, fósforo y el magnesio afecta a los animales de producción láctea generando graves patologías como la fiebre de la leche ocasionada por una deficiencia de calcio, fallos reproductivos por la deficiencia de fósforo y la tetania de los pastos producida por una deficiencia de magnesio, las cuales van a ocasionar pérdidas productivas y reproductivas en el hato ganadero.

1.3 Justificación

El propósito de la investigación tiene la finalidad de dar a conocer la importancia de utilizar pasturas con altos valores nutritivos y agregar a la dieta alimenticia suplementos o pre mezclas que contenga los minerales necesarios y principales como el calcio (Ca), fósforo y el magnesio (Mg) y así evitar que se generen patologías causando grandes pérdidas en el hato. Esta revisión considera que es importante enfocar a los productores la importancia de conocer en qué estado o periodo la vaca va a requerir una mayor cantidad de estos minerales para así lograr una funcionalidad correcta del metabolismo y su fisiología.

1.4 Objetivos

Objetivo general

- Analizar las causas sobre la deficiencia de calcio, fósforo y magnesio en bovinos de leche”

Objetivos específicos

- Conceptualizar las patologías que se generan por déficit de calcio, fósforo y magnesio en bovinos de leche.
- Describir las interacciones que tiene el aporte de suplementos vitamínico mineral en la dieta nutricional de bovinos de leche.

1.5 Fundamentación teórica

1.5.1 Requerimientos de calcio (Ca), fósforo (P) y magnesio (Mg) en bovinos lecheros en diferentes estados fisiológicos

La dieta inadecuada y la demanda de calcio y fósforo durante la lactancia excede las reservas corporales, tanto la hembra como su producción pueden sufrir algún trastorno poniendo en riesgo la vida productiva del animal. Los conocimientos actuales permiten señalar que una dieta apropiada en los minerales en estudio debería ir 0,18 % de Mg y en una relación calcio: fósforo no más allá de 1:1 a 2,5:1 siendo la relación óptima de 1,5:1 (0,48 % de calcio y 0,34 % de fósforo por Kg de materia seca en un alimento balanceado (Gimenez 2020).

Tabla 1. Requerimientos

Primeras semanas de gestación			
Peso (kg)	(Ca) gr	(P) gr	(Mg)gr
450	18	13	7
500	20	14	8
550	22	16	10
600	24	17	11
650	26	19	13
700	28	20	14

Tabla 2. Requerimientos

Inicio de lactación			
Peso (kg)	(Ca) gr	(P) gr	(Mg) gr
450	30	18	10
500	33	20	11
550	36	22	13
600	39	24	14
650	42	26	16
700	45	28	17

Fuente: (Escobosa y Avila 2010).

Tabla 3. Requerimientos

En los dos últimos meses de gestación			
Peso (kg)	(Ca) gr	(P) gr	(Mg)gr
450	14	11	5
500	16	12	6
550	18	14	8
600	20	15	9
650	22	17	11
700	24	18	12

Fuente: (Rosero Peñaherrera 2013).

Tabla 4. Requerimientos de minerales de vacas lecheras lactantes en dos razas diferentes

	Holstein: 680 kg PV, Grasa en leche: 3.5%, Proteína verdadera en leche: 3.0%, Lactosa en leche: 4.8%		Jersey: 454 kg PV, Grasa en leche: 4.2%, Proteína verdadera en leche: 3.6%, Lactosa en leche: 4.8%	
Producción de leche (kg)	25	35	25	35
Ca absorbible, g/día	32.1	65.0	50.7	65.2
Ca dietético, %	0.62	0.61	0.57	0.57
P absorbible g/día	44.2	56.5 1	41.4	54.1
P dietético, %	0.32	0.35	0.33	0.37
Mg, %	0.18	0.19	0.18	0.19
Cl, %	0.24	0.26	0.24	0.26
K, %	1.00	1.04	1.02	1.03
Na, %	0.22	0.23	0.20	0.20
S, %	0.20	0.20	0.20	0.20
Co, mg/kg	0.11	0.11	0.11	0.11
Cu, mg/kg	11	11	10	10
I, mg/kg	0.60	0.50	0.44	0.40
Fe, mg/kg	12.3	15	14	16
Mn, mg/kg	14	14	12	12
Se, mg/kg	0.30	0.30	0.30	0.30
Zn, mg/kg	43	48	45	49

Adaptada: NRC, 2001

1.5.1.1 Causas de un déficit de calcio, fósforo y magnesio

En la nutrición del ganado lechero los minerales establecen un factor importante y los desbalances o carencias de los mismos pueden ocasionar graves patologías, las cuales van a generar pérdidas productivas y económicas para los productores (Albornoz *et al.* 2017). Principalmente en vacas lactantes los minerales como el calcio (Ca), fósforo (P) y magnesio (Mg) son indispensables para su salud y productividad lechera. El P va a estar presente en los óptimos niveles de fertilidad del hato, así como el Ca en los primeros días de lactancia es importante que no exista un desequilibrio de este mineral ya que puede ocasionar una patología típica como es la fiebre de leche o hipocalcemia (Costales 2015).

En la producción lechera es evidente la importancia de los macro-minerales como calcio (Ca), fósforo (P) y magnesio (Mg) la cual poseen un factor indispensable en la salud y producción del hato, al existir desbalance de estos minerales el impacto negativo a generar es alto (Wagemann *et al.* 2016). El déficit de minerales en la mayoría de las explotaciones pasa desapercibido ya que se presentan de forma subclínica en muchos casos la cual llegan a confundir con otras patologías, la etapa inicial de posparto es donde más se compromete los ejes metabólico-nutricionales que controlan los niveles de Ca, P y Mg y se evidencia la asociación de los sistemas endocrinos que controlan el metabolismo y regulan el sistema inmunológico (MARTÍNEZ *et al.* 2020).

1.5.1.2 Calcio

El calcio es el más abundante en el organismo constituyendo el 2 % del peso vivo del animal, el 98% de su distribución es en el esqueleto y los dientes, el 2% se va a distribuir en sangre, fluidos y tejidos blandos. Los requerimientos en las vacas en producción son de 0.6 – 0.67% en su dieta alimenticia, el suministro de calcio en un nivel alto a vacas secas puede ocasionar grandes problemas como la hipocalcemia, en este periodo el requerimiento es de 0.44 – 0.47% en la dieta (Gómez y Fernández 2020).

1.5.1.3 Fósforo

Este mineral es el segundo más abundante en el organismo y entre sus funciones se destacan el aprovechamiento de la energía de los alimentos, la participación en el metabolismo de los carbohidratos, realizan una gran contribución en la absorción de la glucosa en el intestino y su reabsorción en los riñones, es necesario para el proceso de oxidación de la glucosa y producción de energía (fosfocreatina, ATP, etc.) consta de una gran participación en el metabolismo de las proteínas, y en el desarrollo del aparato muscular. En producción las vacas requieren de 0.32 – 0.38% , a diferencia de las vacas en secas que necesitan entre 0.18 – 0.28% (Villanueva 2018).

1.5.1.4 Magnesio

En el organismo este mineral es el 3% del elemento mas importante, se distribuye en un 60% en el esqueleto y el 40% disperso en varias cantidades por los musculos, tejido blando y liquido extracelular. En la sangre podemos encontrar niveles normales de magnesio de 1,8 – 3,2 mg/dl (20). La absorción se realiza en el intestino delgado, rumen, abomaso. Cuando existen forrajes voluminosos y verdeos en tiempo de invierno estos aportan grandes cantidades de potasio y proteínas de alta degradabilidad, la cual van a ocasionar una disminución en la absorción del Mg. El mg se excreta por heces, orina y mediante liquido lácteo. Cumple funciones como el desarrollo del esqueleto, metabolizar lípidos, ayuda a mejorar la digestibilidad de la celulosa, en producción las vacas necesitan entre 13 – 14 ppm de Mg en el alimento. (Calderón 2017).

1.5.1.5 Composición mineral de las principales especies de pastos.

Tabla 5. Composición mineral

Pastos	Ca	P	Mg
Estrella (<i>Cynodon niemfluensis</i>)	0,26	0,23	0,20
Gigante (<i>Pennisetum purpureum</i>)	0,27	0,17	0,14
Alemán (<i>Echinochloa polystachya</i>)	0,21	0,17	0,18
Guinea (<i>Panicum maximum</i>)	0,50	0,18	0,25
Brachiaria (<i>Brachiaria spp.</i>)	0,20	0,17	0,23
(<i>Holcus lannatus</i>)	0,51	0,34	0,24

Fuente: (Lanuza 2010).

1.5.1.6 Contenido mineral en suelo y pastos en rebaños bovinos lecheros de la región andina de Ecuador

Las deficiencias y desbalances de minerales en la dieta son reconocidas como una de las limitantes a la producción animal. Uno de los primeros pasos en la evaluación de la nutrición mineral del ganado en pastoreo, es la conducción de muestreos de suelos, forrajes y fluidos y tejidos animales a fin de analizar la concentración de los minerales de importancia nutricional (Pérez et al. 2011).

El 100 % de las muestras de suelos evaluados en zonas de la región andina presentan elevados niveles de materia orgánica NH₄ + , S, Mg, Cu, Zn y Mn ligera acidez, bajas concentraciones de Ca. En algunos parámetros existen la influencia de fincas y las estaciones del año. En los pastos se diagnosticaron deficiencias de P, Cu y Zn. Las concentraciones de estos minerales difieren entre los dos períodos climáticos de año y la fertilización de los pastos era con urea a una dosis de 200 – 300 kg de N₂ ha⁻¹ cada año (Balarezo Urresta et al. 2017).

1.5.2 Consecuencias patológicas por déficit de minerales

En la producción lechera existen trastornos metabólicos que son ocasionados por déficit de minerales la cual esto genera presencias de múltiples enfermedades de forma subclínica y clínica a la cual se las ha denominado enfermedades de producción porque están estrechamente relacionadas con el rendimiento del hato causando pérdidas muy considerables en la producción de leche y problemas reproductivos en las vacas. La predisposición de carencias de minerales se presenta en el periodo de transición el cual se da tres semanas antes del parto, hasta tres semanas posterior. En este periodo la vaca sufre bruscas alteraciones en su metabolismo celular, en la necesidad de nutrientes y aumenta el riesgo a sufrir enfermedades (Padilla 2020).

El desbalance o déficit de minerales se van asociar con la formación de patologías, una típica o principal es la hipocalcemia la cual va a tener una predisposición en la aparición de muchas enfermedades más como desplazamiento del abomaso, mastitis, retención de placenta, cetosis y daños reproductivos, esto va a generar un impacto negativo en la productividad ganadera. La parte reproductiva establece un papel importante en este tipo de explotación ganadera mediante los índices reproductivos se puede medir todos los parámetros para definir la productividad del hato lechero (Gamboa 2021).

Las consecuencias patológicas que se presentan en una explotación ganadera de leche tienen un orden en la cual las enfermedades primarias son: la fiebre de leche, la tetania, la cetosis, la hemoglobinuria post-parto y el síndrome de la vaca gorda, seguido de estos desordenes se van asociar otras enfermedades también llamadas alteraciones secundarias como la mastitis, partos distócicos, endometritis, dislocación del abomaso y el edema de ubre (Padilla 2020) .

1.5.2.1 Hipocalcemia

Hipocalcemia o también llamada fiebre de leche es una patología metabólica causada por el desbalance macro-mineral, se presenta de forma subclínica en el

periodo de transición entre las primeras 24 horas previa al parto y 40 horas post-parto, ocurre cuando existe una pérdida de calcio (por debajo de 8,5 mg/dl) (Albornoz et al. 2016). La prevalencia es alta en las producciones de ganadería de leche, generando consecuencias graves en la productividad y salud de los animales la cual aumentan pérdidas en este sector. En la forma clínica la vamos a encontrar entre un 5% a 10%, mientras que su presentación subclínica puede alcanzar hasta un 65% en la población total de vacas en producción (Muiño y Benedito 2018).

Si un animal consume dietas que le aporten más de 100 g de calcio por día durante el período seco, sus requerimientos pueden ser cubiertos casi en su totalidad por la absorción pasiva de este elemento en el tracto gastrointestinal (Alvarez 2019). De este modo tanto el transporte activo del calcio a nivel intestinal como la resorción ósea se deprimen y la vaca es susceptible a sufrir una hipocalcemia en el momento del parto. Para prevenir esta condición y activar los mecanismos activos de movilización del calcio, se recomienda alimentar a las vacas con niveles bajos de calcio (menos de los requerimientos) durante las últimas dos semanas del período de gestación y luego suministrar una dieta rica en este elemento al iniciarse la lactación (Martínez 2018).

La prevención y el tratamiento de la hipocalcemia se basan en el diseño de cuatro tipos de estrategias durante el periodo de transición: 1. Acidificación de la ración, con la adición de sales aniónicas en la ración preparto. 2. Alimentación de las vacas en los días anteriores al parto, con raciones bajas en calcio 3. Suplementar a los animales con vitamina D entre el cuarto y el primer día antes del parto 4. Administración oral de preparados de calcio durante el periparto (Muiño y Benedito 2018).

Los tratamientos para fiebre de leche cuando la vaca esta caída o tumbada es la administración de solución de Ca por vía intravenosa. Así mismo, para el tratamiento de la hipocalcemia subclínica está indicado el uso de Ca por vía oral, que mantiene niveles más elevados de Ca en sangre 20, 24 y 36 horas después del tratamiento (Lizarraga 2016).

1.5.2.2 Tetania

Es un déficit metabólico ocasionado por los bajos niveles de magnesio en la sangre, dependiendo del desbalance de este mineral los animales empiezan a manifestar síntomas comprometedores con la función neuromuscular. Cuando la enfermedad se presenta de forma moderada los animales disminuyen el consumo de alimento, presenta nerviosismo y reduce la producción de leche. Cuando se produce una hipomagnesemia severa los animales empiezan a presentar síntomas de contracción de músculos en la cara, hombros y flancos. También empieza a ver una disminución de la motilidad del rumen, si no se diagnostica a tiempo la enfermedad y avanza los animales pueden presentar espasmos tetánicos, tambaleos y postración (Sánchez 2020).

El tratamiento para la tetania depende de soluciones magnesias por vía parenteral, y óptimo manejo nutricional, lo adecuado es realizarlo en el mismo lugar en donde el animal se encuentra en decúbito, teniendo especial cuidado en estresarlo lo menos posible. Posteriormente se procederá a la administración endovenosa de soluciones con sales de magnesio, adicionadas con un cardiotónico, las que generalmente mediante un sistema de flebotomía se introducen en la vena yugular o mamaria en forma lenta, hay soluciones que contienen 35g de CaCl_2 y 15g de MgCl en 1000 ml y deben ser colocados lentamente (Lizarraga 2016).

1.5.2.3 Cetosis

Esta patología metabólica ocurre en vacas de producción láctea en los primeros días de lactancia, se presenta cuando existe una demanda energética que excede en los consumos de carbohidratos la cual va generar concentraciones elevadas de cuerpos cetónicos en tejidos y fluidos corporales (acetona, acetato, β -Hidroxibutirato (β HB)). La sintomatología son inapetencia, signos nerviosos, ceguera y disminución en la producción láctea, puede desaparecer la enfermedad sin tratamiento aunque genera impacto negativo en la productividad lechera (Marcela *et al.* 2018).

Los tratamientos para la cetosis son mediante la administración de 500 ml de glucosa 50% y una administración intramuscular de glucocorticoide es el tratamiento. De la misma en ocasionaos se suministra propilenglicol de forma oral". Mediante la aplicación protocolaria de estos elementos los niveles de glucosa en sangre va a ir revirtiendo los efectos cetogénicos (Marcela et al. 2018).

1.5.2.4 Síndrome de vaca gorda

Esta patología es ocasionada por déficit nutricionales en vacas de producción láctea, es una alteración que se origina al inicio de la lactancia. La sintomatología puede presentarse mediante la pérdida de peso corporal, dolor abdominal, alteración de la comodidad del animal entre otros. Se ha evidenciado que este síndrome está asociado a otras patologías de origen metabólico como la cetosis e hipocalcemia. Las causas más frecuentes son originadas por una baja ingesta de alimentos nutricionales, la cual puede estar presentes en forrajes con escasa cantidad de materia seca o alimentos de mala calidad (Montero y Sánchez 2017).

Las prevenciones y controles para esta patología es evitando el engrasamiento en las vacas al final de la gestación y lograr al parto una condición corporal 3-3.5. De la misma manera en la alimentación preparatoria para la lactancia deberá iniciarse algunas semanas antes del parto utilizando no la misma cantidad pero sí los mismos ingredientes de la ración que utilizan los animales en lactancia, para permitir la adaptación de los microorganismos ruminales y optimizar la digestión. En el postparto es necesario equilibrar el balance energético para evitar la pérdida excesiva de peso (Portilla et al. 2021). Así mismo aumentar la densidad energética de la ración, para que la vaca con poco apetito logre ingerir la energía que requiere y disminuir la pérdida de condición corporal. El aporte total diario de concentrados debería distribuirse en pequeñas fracciones durante el día, para mejorar su utilización, promover el apetito y evitar la acidez ruminal, siendo necesario en algunos casos utilizar alcalinizantes como bicarbonato de sodio en la ración (Montero y Sánchez 2017).

1.5.3 Influencia de los suplementos vitamínico mineral en el desbalance de calcio, fosforo y magnesio.

Las alternativas para disminuir alteraciones nutricionales y metabólicas en la ganadería de producción láctea son la utilización de fórmulas alimenticias agregándoles suplementos de vitaminas y minerales los cuales poseen funciones específicas en los procesos metabólicos y ayudan a estimular el sistema inmune manteniendo la salud y niveles óptimos en la productividad del hato ganadero, de esta manera queda claro la gran influencia que tiene el aporte de suplementos minerales y premezclas en la dieta alimenticia del ganado lechero (Zarate et al. 2016).

Las explotaciones ganaderas no siempre cuentan con condiciones óptimas para la nutrición de los animales la cual va a implicar utilizar alternativas como la implementación de métodos adicionales de nutrición para lograr un rendimiento productivo sustentable y mantener la salud de los animales. Estos métodos están asociados en realizar dietas en la cual van agregarles premezclas de vitaminas y minerales indispensables y necesarios para la buena funcionalidad reproductiva y productiva, evitando complicaciones en el parto y post parto (Otalvaro y Toquica 2021).

La suplementación nutricional de minerales a la dieta del ganado lechero se realiza mediante premezclas, sales mineralizadas y suplemento mineral. En estos suplementos contienen el valor del mineral que requiere cada vaca como por ejemplo la sal mineralizada está compuesta por de Cloruro de Sodio (sal blanca), Ca y P, y otros minerales, en el suplemento mineral encontramos el Ca, P y otros minerales con excepción de Cloruro de Sodio o sal blanca y las premezclas minerales que se forman de uno o más minerales (Salamanca 2020).

Estos minerales están unidos químicamente por moléculas orgánicas de tal manera que posee una alta disponibilidad para el animal. La utilización de estos minerales orgánicos o complejos minerales en la suplementación de dietas ha tenido buena influencia en las situaciones productivas y reproductivas en el ganado lechero y a su vez ha disminuido las cantidades de células somáticas en

la leche a comparación en el suministro de minerales en forma inorgánica (BOGDAN *et al.* 2018).

Los suministros de minerales se realizan en diferentes formas, pueden ser métodos directos o indirectos. Los métodos directos se dan por la suplementación de minerales en inyecciones, en mezclas en los alimentos y el agua. La forma indirecta se da mediante una selección de pastos o forrajes que contengan una alta cantidad de nutrientes minerales utilizando también el uso de fertilizantes (Alvarez 2019). La utilización de suplementos minerales en valores apropiados ha demostrado un gran beneficio mejorando el aumento de producción de leche y la disminución de enfermedades o alteraciones metabólicas (Portilla *et al.* 2021).

Según (Alvarado 2019), indica que para realizar una suplementación mineral estratégica se debe conocer: tipo y calidad de forraje (directamente relacionado con las propiedades del suelo y su programa de fertilización), temporada del año, requerimientos individuales del animal, contenido de minerales en el agua de bebida y tipo de suplemento (consumo, forma física y composición).

1.5.3.1 Sales minerales

Los minerales representan una pequeña fracción de los sólidos de la leche. Su concentración es de aproximadamente 7 a 10 g/kg. Esta fracción tiene una gran importancia nutricional, en particular por los aportes de calcio y fósforo. Los minerales se encuentran en las células y tejidos del organismo animal en diversas combinaciones y concentraciones, dependiendo del tipo de tejido (LIMON 2016).

Tabla 6. Contenido de sales minerales en la leche de vaca.

Mineral	Concentración (g/L)
Potasio	1.50 – 1.15
Calcio	1.20 – 1.25
Fosforo	0.25 – 1.00
Sodio	0.40 – 0.50
Azufre	0.30
Magnesio	0.10 – 0.12
Cloro	1.10

Fuente: (LIMON 2016).

1.5.3.2 Suministro de sales minerales en la dieta

La utilización de sales minerales en la alimentación animal, contribuye a la disminución de la presentación de patologías que pueden estar relacionadas con el metabolismo general del animal o específicamente en sistemas como el reproductivo. La implementación de las dietas minerales depende de las eficiencias que presente el suelo y los pastos en los que se alimentan los animales (Pérez et al. 2011).

La suplementación mineral de la dieta de la vaca lechera es usualmente entre 0 y 150 g/vaca/día (Bach et al. 2018), según el estado fisiológico y los requerimientos del ganado. Una mezcla de minerales que contiene calcio, fósforo o ambos (por ejemplo, fosfato dicálcico) puede ser requerida según los ingredientes de la ración. Los forrajes verdes usualmente contienen bajos niveles de fósforo en relación a las necesidades de la vaca. El ensilaje de maíz contiene poco calcio y fósforo, además requiere suplementación con ambos minerales. Los microminerales son requeridos en cantidades muy pequeñas y usualmente son incluidos como un premezclado en el concentrado (Pérez et al. 2011).

1.5.3.3 Suplementos minerales comerciales, composición y uso.

Fosvimin® GT es un suplemento mineral de alto rendimiento, la dosis en forma individual se administra diariamente mezclado en el alimento dependiendo los estados fisiológicos; Ganado lechero en producción 50 – 60 g y Vacas en seca y terneras 30 g. La composición: Fósforo 170 g, Calcio 250 g, Sodio 18 g, Magnesio 17 500 mg, Hierro 2 200 mg, Zinc 2, 800 mg, Cobre 1 000 mg, Manganeso 1 000 mg, Cobalto 60 mg, Yodo 90 mg, Selenio 30 mg, Azufre 500 mg, Vitamina A 300 000 UI, Vitamina D₃ 65 000 UI, Vitamina E 220 UI, Cloro 28 g, Zinc orgánico 280 mg, Cobre orgánico 100 mg, Cobalto orgánico 10 mg, Manganeso orgánico 150 mg.

Alcon Sal Mineral Vitaminada 12%, es un suplemento mineral vitamínico formulado para brindar los requerimientos minerales diarios para vacas lecheras en alta producción y ganado que pasta en suelo con deficiencia de fósforo, calcio y magnesio. Suministrar a la dosis de 120- 150 g/día en vacas lecheras de alta

producción.

Tabla 7. Composición de sal mineralizada Alcon

	MÍNIMO	MÁXIMO
Fósforo	12.00 %	-----
Calcio	15.00 %	23.00 %
Magnesio	0.24%	1.25%
Hierro	0.10%	-----
Yodo	5.00 ppm	-----
Selenio	0.10 ppm	2.00 ppm

1.6 Hipótesis

Ho= La deficiencia de minerales, como el calcio, fosforo y el magnesio afecta a los animales de producción láctea.

Ha= La deficiencia de minerales, como el calcio, fosforo y el magnesio no afecta a los animales de producción láctea.

1.7 Metodología de la investigación

Para la presente investigación sobre la deficiencia de calcio, fosforo y magnesio en bovinos de leche” se utilizó métodos analítico, descriptivo y explicativo en bases de datos con revistas indexadas, información obtenida de dspace de las universidades, bibliografías de google académico y artículos científicos, tesis de postgrado, libros entre otro.

CAPITULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

El presente documento se desarrolló con la finalidad de analizar la deficiencia de minerales, como el calcio, fosforo y el magnesio la cual afecta a los animales de producción láctea. En este aspecto, dichos minerales tienen una gran importancia en los niveles óptimos de producción y productividad del hato, los macro-minerales como calcio (Ca), fósforo (P) y magnesio (Mg) poseen un factor indispensable en la salud y el correcto metabolismo de los animales. También se realizó un análisis de la incidencia en la utilización de suplementos vitamínicos y minerales en la dieta alimenticia.

2.2. Situaciones detectadas (hallazgo)

(Salamanca 2020). Indica que una de las causas principales en los déficits de calcio (Ca), fósforo (P) y magnesio (Mg) porque la mayoría de los pastos cultivados en suelos del trópico son deficientes en minerales útiles para la producción láctea y salud de los animales. Una alternativa económica de suplir estas deficiencias es suministrar sales mineralizadas, premezclas o suplementos minerales. Los desbalances de minerales en los pastos y en los forrajes producen efectos negativos en los procesos reproductivos de los bovinos lo que refleja incremento alteraciones metabólicas y mortalidad de animales.

(Calderón 2017). Argumenta que una condición de deficiencia de minerales ya sea moderada o severa pone en riesgo la salud productiva de las vacas, debido principalmente a los efectos subclínicos que presentan algunas alteraciones o enfermedades metabólicas, el calcio (Ca), fósforo (P) y magnesio (Mg) la cual poseen un factor indispensable en la salud y producción del hato, al existir desbalance de estos minerales los problemas y riesgo económicos aumentaran en las explotaciones lecheras.

(Padilla 2020). Manifiesta que las alteraciones metabólicas o de producción láctea forman un gran espacio en los hatos lecheros, y estas aumentan a mayor producción o explotación lechera, pero que estableciendo correctas medidas de manejo y nutricionales, logran su prevención y control. Solo en enfermedades metabólicas primarias abordadas durante la investigación que realizaron sumaron un 11,2% de los casos clínicos en total, sin embargo, al asociar los trastornos metabólicos primarios, los secundarios y otras patologías relacionadas, suman alrededor de un 45,8% de los casos y las enfermedades metabólicas primarias más frecuentes fueron la cetosis con 26 casos y la hipocalcemia con 4 casos.

(LIMON 2016). Mediante su estudio determina que el tiempo de permanencia en las praderas consumiendo pastos si tiene influencia sobre el consumo de minerales de los bovinos lecheros, siendo la estrategia de alimentación con 12h de acceso a la pradera donde se observó mayor consumo de macrominerales y mientras tenían menos horas de permanencia hubo un menor consumo de minerales.

(Martínez 2018). Establece que la deficiencia de magnesio parece tener un rol muy importante en la aparición de hipocalcemia posparto según estudios el 73% de las vacas que presentan hipomagnesemia están asociadas a hipocalcemia que es una de las patologías principales que tiene un alto impacto en la producción láctea debido que ocasiona grandes pérdidas en el líquido lácteo como en la mortalidad de animales. Aclara que realizar un buen diagnóstico de los desbalances de macro-minerales constituye una de las bases fundamentales para la prevención de la hipocalcemia y sugiere la medición continua de los niveles de Ca, P, y Mg sérico en los hatos ganaderos.

(Costales 2015). Establece que la utilización de sales minerales aporta mayor rentabilidad para la producción de leche y evita la aparición de patologías a causas de la deficiencia de minerales, también se determinó mediante la suplementación alimenticia de vacas lecheras con 175 g/día de Carbo-

aminofosfo-quelatos, con un indicador de beneficio/costo de 1,11 USD, lo que se traduce en una rentabilidad de 0,11 USD, por cada dólar invertido en el proceso de producción.

2.3 Soluciones planteadas

La buena predisposición de los técnicos en desarrollar programas de capacitación a los productores sobre la importancia de los valores nutricionales de los pastos y forrajes y utilizar alternativas de minerales mediante premezclas o suplementos en la dieta de ganado lechero como una medida preventiva para las patologías ocasionadas por el déficit de estos minerales. Mediante la participación de la Universidad Técnica de Babahoyo con capacitaciones de la importancia de los minerales en la alimentación nutricional del ganado lechero mediante programas de vinculación con la comunidad o productores.

A los Gobiernos Autónomos Descentralizado o ministerio de agricultura y ganadería junto con profesionales técnicos veterinario, deberían realizar programas de capacitaciones y asistencia técnica en nutrición bovina a los ganaderos.

Realizar futuras investigaciones de diagnósticos serológicos para determinar los niveles de mineral en vacas lecheras, como acciones preventivas y evitar pérdidas económicas. Además, se recomienda realizar estudios analíticos de suelos y el agua que se utiliza para los animales a nivel nacional, para la determinación de áreas con carencias, deficiencias o excesiva concentración de minerales específicos, que estén afectando negativamente la productividad de ganadería láctea.

2.4. Conclusiones

Por lo expuesto se concluye:

- Se rechaza la hipótesis nula y se corrobora que la hipótesis alternativa, en la que se manifiesta que “La deficiencia de minerales, como el calcio, fósforo y el magnesio afecta a los animales de producción láctea.”.
- La importancia de los niveles óptimos de minerales depende de pastos y forrajes con altos niveles de nutrientes y la calidad de los mismos.
- Los desbalances minerales están asociados a muchas alteraciones metabólicas causante de enfermedades que afectan la producción láctea y generan impacto negativo en la productividad del hato.
- La hipocalcemia, tetania hipomagnésica, cetosis y síndrome de vaca gorda son las principales enfermedades significativamente importantes en producción de bovinos lecheros, generando pérdidas y muertes de animales.

2.5. Recomendaciones

- Realizar análisis bromatológicos nutricionales de los suelos, pastos y forrajes continuamente para cumplir con los requerimientos minerales que necesita la vaca en producción y de esta forma evitar alteraciones por falta o exceso de macro y micro minerales.
- Agregar suplementos minerales o premezclas en la dieta alimenticia en los periodos de transición donde más necesita el organismo del animal.
- Promover e incentivar a los técnicos veterinarios del ministerio de agricultura y ganadería para capacitar a los productores sobre temas nutricionales en producción bovina láctea.

BIBLIOGRAFÍA

Albornoz, L; Albornoz, J; Morales, M; Fidalgo, L. 2016. Bovine Puerperal hypocalcemia. Review. SMVU 52(201):28–38.

Albornoz, L; Jp, A; Jc, C; Le, F; Espino, L; Morales, M; Ruprechter, G; Piaggio, J; Jm, V. 2017. Comparative study of Calcium , Phosphorus and Magnesium levels during peripar- tum in dairy cows in different productive systems in Uruguay and Spain Resumen Introducción. :4–12.

Alvarado, J. (2019). Suplementación estratégica para vacas lecheras de pequeños productores en la provincia de Ubaté. Bogotá, Colombia, s.e.

Álvarez, A. (2017). TEMA: EVALUACIÓN DE MICROELEMENTOS A NIVEL SANGUINEO EN VACAS DE PRODUCCION LECHERA, MEDIANTE LA ADMINISTRACIÓN DE SAL MINERAL COMERCIAL Y COMPONENTES QUELATADOS INYECTABLES EN LA HACIENDA AYCHAPICHO AGRO'S DEL CANTÓN MEJÍA. Cotopaxi, s.e.

Alvarez, K. (2019). Importancia de los minerales en vacas lactantes en Ecuador. Quito, s.e.

Bach, K; Vásquez, M; Kelly, B; Vasquez, M. (2018). “NIVELES DE FÓSFORO EN SUERO Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCCIÓN LECHERA EN VACAS DEL CASERÍO “EL GALLITO”, DISTRITO DE SAN JOSÉ, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE. LAMBAYEQUE-PERU, s.e.

Balarezo Urresta, L; García-Díaz, JR; Noval-Artiles, E; Benavides Rosales, H; Mora Quilismal, S; Vargas-Hernandez, S. 2017. Contenido mineral en suelo y pastos en rebaños bovinos lecheros de la región andina de Ecuador Mineral content in soil and pasture in bovine dairy herds of the Andean region of Ecuador. Centro Agrícola 44(3):56–64.

BOGDAN, M; BENTEA, M; ŞARA, A. 2018. Economic Effects of Dairy Cow's Diet Supplementation with Anionic Salts. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Animal Science and Biotechnologies 75(2):115. DOI: <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-asb:2018.0020>.

Calderón, L. (2017). Medición de los niveles sanguíneos de calcio , magnesio y cobre en tres categorías de vientres diferentes . En la zona de estancia Grande , San Luis ” Calderón Lucero Anahi. San Luis - Argentina, s.e.

Costales, C. (2015). "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y REPRODUCTIVO EN VACAS CON LA UTILIZACIÓN DE TRES NIVELES DE CARBO – AMINO – FOSFO - QUELATOS". Riobamba, s.e.

Escobosa, L; Avila, S. 2010. Alimentacion (en línea). Producción de Leche con Ganado Bovino 1:62. Disponible en http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Requerimientos_de_Vacunos_de_Leche.pdf.

Gamboa, M. (2021). "EFECTO DE CALFOVIT® (PREMEZCLA VITAMÍNICO MINERAL) SOBRE EL ÍNDICE REPRODUCTIVO PARTO-CONCEPCIÓN EN VACAS LECHERAS MESTIZAS DEL CANTON QUERO - PROVINCIA DE TUNGURAHUA". Cevallos – Ecuador, s.e.

Gimenez, J. 2020. Lechería Minerales que deben controlarse y suplementar calcio y fosforo a vacas en lactancia Lechería. :1–8.

Gómez, C; Fernández, M. 2020. Minerales para mejorar producción de leche y fertilidad en vacas lecheras. BMC Veterinary Research :1–4.

Lanuz, F. 2010. Requerimientos de nutrientes según estado fisiológico en bovinos de leche (en línea). Manual de producción de leche para pequeños y medianos productores (148):1–16. Disponible en <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR33837.pdf>.

LIMON, D. (2016). "CONCENTRACIÓN MINERAL Y PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE BOVINOS LECHEROS CON DISTINTOS MOMENTOS DE PASTOREO" (en línea). Toluca, s.e. Disponible en <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR33837.pdf>.

Lizarraga, R. (2016). "Deficiencias de calcio y magnesio en bovinos – Revisión bibliográfica" A. s.l., s.e.

Marcela, A; Audor, G; Juan, O; Espinosa, O. 2018. Epidemiología de la cetosis en bovinos : una revisión Epidemiology of bovine ketosis : a review Epidemiologia da cetose em bovinos : uma revisão. :1–16.

MARTÍNEZ, GM; MICHELOUD, JF; SUÁREZ, VH; ROSA, D.; VENTURA, M.; ORTEGA, A; SÁNCHEZ, C; MATTIOLI, G. 2020. Niveles plasmáticos de calcio , magnesio y fósforo en rodeos lecheros del Valle de Lerma , Salta , Argentina. INTA 46(2):181–186.

Martínez, M. 2018. Hipocalcemia en vacas. :32–35.

Montero, A; Sánchez, JM. 2017. Prevalencia y factores de riesgo relacionados con la cetosis clínica y subclínica tipo I y II en un hato de vacas Jersey en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 37(2):17–19. DOI: <https://doi.org/10.15517/rac.v37i2.12757>.

Muiño, R; Benedito, BBJL. 2018. Hipocalcemia subclínica en ganado vacuno lechero : tratamiento y manejo preventivo . *Revisión bibliográfica*. 114:259–279.

Otalvaro, D; Toquica, M. 2021. Atribución – No comercial – Sin Derivar: Esta licencia es la más restrictiva de las seis licencias principales, sólo permite que otros puedan descargar las obras y compartirlas con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se pueden cam. :16.

Padilla, R. (2020). Perfiles metabólicos en bovinos especializados en producción de leche de la raza Holstein, en la zona del Volcán Poás: determinación de valores referenciales. Modalidad: Alajuela - Costa Rica, s.e.

Pérez, MA; Peña, F; Benitez, M. 2011. Mineral salts in dairy farming cattle Pérez. *Rev Sist Prod Agroecol* :65–80.

Portilla, E; Reyes, B; Cardona, J; Monter, D. 2021. Relación calcio , fosforo , magnesio y selenio sobre la reproducción en vacas lecheras durante el periodo de transición cows during the transition period. *Rev Colombiana Cienc Anim. Recia*. 13(2).

Rosero Peñaherrera, D. 2013. Efectos de la nutrición en las vacas post parto. s.l., s.e., vol.2. p. 191–198.

Salamanca, A. 2020. Suplementacion de minerales en la produccion bovina – Mineral supplementation for cattle production. *REDVET* 11(09):11.

Sánchez, J. 2020. Hipomagnesemia. un. *Nutrición Animal Tropical* 6(1).

Tokarnia, CH; Döbereiner, J; Peixoto, PV. 2020. Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos em regime de campo. *Pesquisa Veterinaria Brasileira* 20(3):127–138. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2000000300007>.

Villanueva, G. 2018. Nutrición del ganado: fósforo. *Producción Animal* :1–3.

Wagemann, C; Wittwer, F; Chihuailaf, R; Noro, M. 2016. Estudio retrospectivo de la prevalencia de desbalances minerales en grupos de vacas lecheras en el sur de Chile Prevalence of mineral imbalances in groups of dairy cows in the south of Chile : a retrospective study. 373:363–373.

Zarate, F; Pedrozo, P; Contrera, G; Vera, A; Torres, Ñ; Ortega, P. 2016. METABOLIC PROFILE IN HOLSTEIN COWS DURIGN THE ANTEPARTUM AND POSTPARTUM TRANSITION PERIOD , IN J . EULOGIO ESTIGARRIBIA DISTRICT ,. Research Gateesearchgate.n (November). DOI: <https://doi.org/10.18004/compend.cienc.vet.2016.06.01.35-42>.