



**ANÁLISIS DE LOS FACTORES INFLUYENTES EN LA PRESENCIA DE HIPOCALCEMIA
SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN VACAS LECHERAS**

ANALYSIS OF THE FACTORS INFLUENCING THE PRESENCE OF HYPOCALCEMIA ON
PRODUCTION PARAMETERS IN DAIRY COWS

ANA MARÍA FONSECA CASTRO

Trabajo de grado opción Monografía

Presentado como requisito parcial para optar al título de

ZOOTECNISTA

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA

Fusagasugá, 18 de marzo de 2024

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA

Hoy, viendo el resultado de este gran proyecto, de esta carrera solo me queda por decir: ¡Gracias! Inicialmente le doy gracias a Dios por guiarme en el camino, darme fortaleza para seguir siempre adelante a pesar de cada obstáculo y de cada reto.

A mi familia y amigos, principalmente a mis papás y abuelos que fueron pilar fundamental para hacer el desarrollo de esta carrera posible. Gracias a su dedicación, amor, constancia, disposición y apoyo, que para el día de hoy está dando los frutos que tanto esperábamos.

Gracias a mis profesores por transmitir sus conocimientos con vocación, amor, pasión, también por hacer parte de esta carrera y hacer del camino un poco más ameno.

Le agradezco a la vida por regalarme momentos que seguramente los tendré presentes para lo largo de mi vida y por permitirme conocer personas que me recordaron mi objetivo, me transmitieron conocimientos, me brindaron su apoyo y compañía en cada momento.

¡INFINTAS GRACIAS!

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS SÍMBOLOS Y UNIDADES	4
LISTA DE TABLAS	5
LISTA DE ANEXOS	6
RESUMEN	7
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN	11
DEFINICIÓN O PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
JUSTIFICACIÓN	14
OBJETIVOS	16
ANTECEDENTES	17
ESTADO DEL ARTE	18
1.1. Etapas de la Hipocalcemia	19
1.1.1. Etapa 1	19
1.1.2. Etapa 2	19
1.1.3. Etapa 3	20
1.2. Fisiopatología de la Hipocalcemia	20
1.3. Factores predisponentes	21
1.3.1. Edad	22
1.3.2. Dieta	22
1.3.3. Condición Corporal	22
1.3.4. Raza	23
1.4. Prevención	23
1.5. Tratamiento	25
2. Mecanismo de acción del Calcio	25
3. Regulación hormonal del Calcio	27
3.1. Hormona Paratiroidea (PTH)	27
3.2. Calcitonina (CT)	28
3.3. Vitamina D3 – Calcitriol (1,25(OH)₂D₃)	28
4. Impacto de la hipocalcemia sobre parámetros productivos	29
DISCUSIÓN	33
CONCLUSIONES	36
BIBLIOGRAFÍA	37
ANEXOS	41

LISTA DE ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS SÍMBOLOS Y UNIDADES

g:	Gramos
Kg	Kilogramo
mg:	Miligramos
dl:	Decilitro
Ca:	Calcio
P:	Fósforo
PTH:	Hormona Paratiroidea
1,25(OH)2D3:	Calcitriol
CT:	Calcitonina
CaR	Receptores de Calcio

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.....	21
TABLA 2.....	23
TABLA 3.....	31

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1	41
ANEXO 2	41
ANEXO 3	42
ANEXO 4	42

RESUMEN

La hipocalcemia en vacas es una condición de salud significativa que afecta a los animales en el periodo preparto. Durante este tiempo, la demanda de calcio se dispara debido a la producción de leche, lo que puede resultar en niveles insuficientes de este mineral en la sangre. Este fenómeno, conocido como hipocalcemia o fiebre de la leche, presenta desafíos importantes para la salud y la producción.

La hipocalcemia bovina es más común en vacas lecheras poco después del parto, durante el período de lactancia temprana, cuando la demanda de calcio para la producción de leche excede la capacidad del animal para movilizar este mineral desde sus reservas corporales o a través de la ingesta de alimentos. Este desequilibrio entre la demanda y la disponibilidad de calcio que se manifiesta comúnmente en las primeras horas o días después del parto.

La principal causa de la hipocalcemia en vacas es la rápida movilización de calcio hacia la leche durante el inicio de la lactancia. Durante el período seco, la vaca acumula calcio en los huesos para satisfacer las necesidades futuras. Sin embargo, cuando la producción de leche se dispara tras el parto, la movilización de calcio desde los huesos puede no ser suficiente para cubrir las demandas, llevando a una disminución en los niveles sanguíneos.

El objetivo de este estudio es analizar los factores asociados a la presencia de hipocalcemia sobre parámetros productivos en vacas lecheras, donde mediante revisión bibliográfica se sustentan las causas de esta gran problemática, debido a que la hipocalcemia es una patología común en producciones bovinas especializadas en la producción de leche, donde los niveles séricos de calcio descienden del rango fisiológico, provocando signos poco favorables en los animales. Las manifestaciones más graves de esta enfermedad se observan en vacas lecheras posparto que sufren un alto proceso de movilización de calcio para producir calostro. La

regulación fisiológica del calcio se produce a través de procesos endocrinos que involucran a los riñones, los intestinos y los huesos. Allí se ve la importancia de suplementar minerales, especialmente calcio y fósforo a los animales dado que permite a los productores prevenir la incidencia de la enfermedad, así mismo el ahorro en gastos de insumos veterinarios y mano de obra.

En conclusión, la hipocalcemia bovina representa un desafío significativo en la industria lechera, ya que puede afectar negativamente la salud y el rendimiento de las vacas recién paridas. Un enfoque integral que incluya prácticas de manejo, nutrición adecuada y monitoreo constante es crucial para minimizar la incidencia y mitigar los efectos adversos de esta condición metabólica en el ganado bovino.

Palabras clave: Calcio, bovinos, preñez, calostro, producción láctea, deficiencia, fiebre de la leche

ABSTRACT

Hypocalcemia in cows is a significant health condition that affects animals in the preparation period. During this time, the demand for calcium skyrockets due to milk production, which can result in insufficient levels of this mineral in the blood. This phenomenon, known as hypocalcemia or milk fever, presents significant challenges for health and production.

Bovine hypocalcemia is most common in dairy cows shortly after childbirth, during the early lactation period, when the demand for calcium for milk production exceeds the animal's ability to mobilize this mineral from its body reserves or through food intake. This imbalance between demand and availability of calcium is commonly manifested in the first hours or days after delivery. The main cause of hypocalcemia in cows is the rapid mobilization of calcium into milk during the onset of lactation. During the dry period, the cow accumulates calcium in the bones to meet future needs. However, when milk production soars after delivery, the mobilization of calcium from the bones may not be enough to meet demands, leading to a decrease in blood levels.

The objective of this study is to analyze the factors associated with the presence of hypocalcemia on production parameters in dairy cows, where by means of bibliographic review the causes of this great problem are supported, because hypocalcemia is a common pathology in bovine productions specialized in milk production, where serum calcium levels fall from the physiological range, causing unfavorable signs in animals. The most serious manifestations of this disease are observed in postpartum dairy cows that undergo a high process of calcium mobilization to produce colostrum. Physiological regulation of calcium occurs through endocrine processes involving the kidneys, intestines and bones. There you see the importance of supplementing minerals, especially calcium and phosphorus to the animals since it allows producers to prevent the incidence of the disease, as well as saving in expenses of veterinary inputs and labor.



In conclusion, bovine hypocalcemia represents a significant challenge in the dairy industry, as it can negatively affect the health and performance of newly calved cows. A comprehensive approach that includes management practices, adequate nutrition and constant monitoring is crucial to minimize the incidence and mitigate the adverse effects of this metabolic condition in cattle.

Keywords: Calcium, cattle, pregnancy, colostrum, milk production, deficiency, milk fever

INTRODUCCIÓN

La hipocalcemia bovina, también conocida como fiebre de la leche o tetania de la leche, es una condición metabólica grave que afecta a vacas lecheras poco después del parto, durante el periodo conocido como la "transición" entre el estado seco y la producción láctea. Esta afección se caracteriza por niveles bajos de calcio en la sangre, lo que conduce a una serie de síntomas neuromusculares y metabólicos que pueden tener consecuencias devastadoras para la salud de la vaca y la productividad de la lechería.

Una de las enfermedades metabólicas o de producción que mayor impacto tiene en las vacas lecheras es la hipocalcemia o fiebre de la leche, definida por algunos autores como un desequilibrio metabólico que afecta entre el 3% y el 10% de las vacas lecheras. Las horas previas al parto y las 24 horas posteriores al parto son responsables de la baja producción del hato lechero y de pérdidas económicas por pérdida de animales de alta producción. El período del periparto de las vacas lecheras incluye 3 semanas antes del parto y 3 semanas después del parto y allí se producirán algunos cambios fisiológicos en cuanto a la obtención de nutrientes durante el parto, la expulsión de membranas fetales y la producción de calostro y de leche. El metabolismo mineral no puede escapar a estos cambios dramáticos, especialmente el metabolismo del calcio. Generalmente, las vacas presentan decrecimiento del calcio en sangre iniciando desde el día anterior al parto y posteriormente al tercer día después del parto (Ortega, 2021).

El período del periparto es crítico para las vacas lecheras, ya que experimentan una demanda metabólica significativa debido al inicio de la producción de leche. La hipocalcemia bovina se manifiesta principalmente en las primeras 24 a 72 horas, cuando la liberación de calcio desde los huesos y la absorción del mismo en el intestino no pueden satisfacer la demanda de la glándula

mamaria para la producción de leche. Los síntomas de la hipocalcemia en bovinos son variados e incluyen incoordinación muscular, temblores, debilidad, trastornos del equilibrio, y en casos más graves, convulsiones. Estos signos clínicos pueden afectar negativamente la capacidad de la vaca para levantarse, alimentarse y cuidar de su cría, comprometiendo así su bienestar general. Las causas subyacentes de la hipocalcemia bovina están relacionadas con la regulación hormonal y metabólica durante el parto y el inicio de la lactancia. La glándula paratiroides, que controla la homeostasis del calcio en el cuerpo, a menudo no puede adaptarse lo suficientemente rápido para satisfacer la demanda del organismo, resultando en una deficiencia de calcio en la sangre (Vargas, 2015)

La prevención y el manejo de la hipocalcemia bovina son fundamentales para garantizar la salud y la productividad del ganado lechero. Estrategias nutricionales, como ajustar la dieta preparto para proporcionar niveles adecuados de calcio y minimizar el estrés durante el parto, son esenciales. Además, los productores deben estar atentos a los signos tempranos de la enfermedad y tomar medidas rápidas, como la administración de suplementos de calcio, para prevenir complicaciones graves (Ortega, 2021).

DEFINICIÓN O PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La hipocalcemia, también conocida como fiebre de la leche, emerge como una problemática de considerable importancia en las producciones ganaderas, especialmente en el contexto de la cría de vacas lecheras de alto rendimiento. Esta afección metabólica, caracterizada por niveles anormalmente bajos de calcio en la sangre, se convierte en un desafío crucial que impacta tanto en la salud de los animales como en la eficiencia de las operaciones ganaderas.

Uno de los momentos críticos para la incidencia de la hipocalcemia es el periodo de transición en las vacas lecheras, justo después del parto. Durante este tiempo, la demanda de calcio para la producción de leche aumenta drásticamente, superando la capacidad del organismo para movilizar este mineral desde las reservas corporales o a través de la ingesta de alimentos. Este desequilibrio entre la demanda y la disponibilidad de calcio desencadena un escenario propicio para la hipocalcemia, con consecuencias significativas para el bienestar animal y la productividad ganadera (Lagüera et al., 2018).

Siendo así, la hipocalcemia un factor que afecta la producción láctea y la economía del sector agropecuario. La hipocalcemia es un desorden metabólico que genera en la animal debilidad, postración y hasta la muerte del mismo. Desde una perspectiva económica, la hipocalcemia se convierte en un obstáculo financiero para los productores de leche. La reducción en la producción de leche impacta directamente en los ingresos, mientras que los costos asociados con el tratamiento y la gestión de animales afectados aumentan. Además, la necesidad de intervenciones preventivas y la implementación de medidas de manejo específicas agrega una capa adicional de complejidad y gasto a las operaciones ganaderas.

De acuerdo con esto, ¿Cuáles son factores influyentes en la presencia de hipocalcemia en vacas lecheras?

JUSTIFICACIÓN

La hipocalcemia bovina es un trastorno metabólico común en vacas lecheras que puede tener consecuencias graves para el bienestar del animal y afectar la producción de leche. El calcio es esencial para la contracción muscular, la coagulación sanguínea, la función nerviosa, por lo que su deficiencia puede dar lugar a una serie de problemas clínicos. Es importante conocer la importancia de la hipocalcemia bovina por la relevancia y el impacto económico que esta enfermedad tiene en la industria lechera. A continuación, se presentan algunas razones claves para entender este proyecto que está enfocado en abordar este problema:

Impacto económico: La hipocalcemia bovina afecta negativamente la producción de leche y la eficiencia reproductiva de las vacas lecheras, la prolongación de los intervalos entre partos resulta en pérdidas económicas significativas para los productores de leche.

Bienestar animal: La hipocalcemia puede causar debilidad, pérdida de apetito, dificultades en la locomoción, paresia ruminal y otros problemas de salud en las vacas lecheras donde mejorar la prevención y el manejo de la hipocalcemia contribuirá al bienestar general del hato lechero.

Reducción de costos veterinarios: Tratar la hipocalcemia puede ser costoso en términos de intervenciones veterinarias y medicamentos; la prevención y gestión adecuada de la hipocalcemia puede reducir la necesidad de intervenciones veterinarias y, por lo tanto, disminuir los costos asociados.

Sostenibilidad y eficiencia productiva: Al abordar la hipocalcemia, se mejora la sostenibilidad y eficiencia de la producción lechera. Vacas más saludables y productivas contribuyen a la estabilidad económica de las explotaciones ganaderas y a la sostenibilidad a largo plazo de la industria.

Investigación y desarrollo: El conocimiento sobre hipocalcemia bovina puede fomentar la

investigación y el desarrollo de prácticas innovadoras, herramientas de diagnóstico más precisas, y estrategias de manejo que beneficien a la industria lechera en su conjunto.

En resumen, el presente proyecto se desea llevar a cabo con la intención de que los productores agropecuarios conozcan la importancia de llevar a cabo buenas prácticas para sus producciones, en este caso para mitigar la presencia de la hipocalcemia en las mismas evitando así problemas de salud en los animales y así mismo mejorar la rentabilidad de su producción lechera.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar los factores influyentes en la presencia de hipocalcemia en vacas lecheras sobre parámetros productivos mediante revisión de literatura.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar la relación de factores asociados a edad, número de partos, raza, dieta y manejo del animal con respecto a la hipocalcemia puerperal.
2. Indicar métodos de prevención para evitar la presencia de hipocalcemia en las producciones lecheras.
3. Recopilar información mediante revisión bibliográfica acerca de los signos clínicos y tratamiento de la hipocalcemia.

ANTECEDENTES

Con el fin de conocer el efecto de la hipocalcemia con respecto al desempeño reproductivo en hembras bovinas Caixeta y colaboradores (2017), realizan un estudio en Rotterdam Holanda a 97 vacas las cuales fueron clasificadas según el número de partos (primer parto, segundo parto, más de dos). Con la finalidad de determinar la presencia de Hipocalcemia subclínica en la cual se precisan los niveles de calcio séricos a los primeros 3 días de lactancia y en donde se establece que niveles por debajo de 8,6mg/dl conlleva a un animal con presencia de hipocalcemia subclínica y con un descenso significativo en los niveles de calcio sérico se considera hipocalcemia clínica o crónica. La ciclicidad se obtuvo con base a concentraciones semanales de progesterona, de acuerdo con esto, se determinó que en las hembras bovinas con mayor número de partos aumenta la incidencia de hipocalcemia crónica y por consecuencia se toman mayor tiempo en el reinicio de la actividad ovárica comparándose con animales con niveles normales de calcio; así mismo, estos animales presentaron dificultad para concebir en la primera inseminación y en la cual se concluye que los animales con hipocalcemia clínica presentan deterioro en la función reproductiva en comparación con animales con niveles normales de calcio en sangre.

Por otro lado, con el objeto de determinar prevalencia de hipocalcemia puerperal en vacas lecheras en Estados Unidos Reinhard y otros (2011) muestrearon a 1462 animales a las 48 horas postparto divididas por el número de partos y en la cual se concluye que la prevalencia de hipocalcemia incrementa de acuerdo al número de partos y la edad del animal.

Para conocer el efecto de la hipocalcemia sobre la involución uterina en vacas lecheras de raza Holstein se realiza un estudio planteado por Heppelmann et al. (2015) por medio de ultrasonografía y sonomicrometría a 12 hembras bovina, las mediciones se realizaron

diariamente 2 días preparto hasta el día 14 post parto; posteriormente cada 2 días hasta el día 28. Se evaluaron hembras con calcio serio en condiciones estables y otras con presencia de hipocalcemia. De acuerdo con esto se define que las hembras con hipocalcemia presentan una involución uterina tardía durante los días 8 y 21 con respecto a las hembras sin esta enfermedad.

ESTADO DEL ARTE

1. Hipocalcemia

La hipocalcemia es una enfermedad metabólica causada por un desequilibrio en las concentraciones de minerales en la sangre, específicamente de calcio, esto ocurre entre 24 horas antes del parto y 72 horas después del parto, principalmente en vacas con alta producción de leche, provocando una rápida caída de las concentraciones de calcio en sangre debido a la gran cantidad que es requerida para el calostro y los requerimientos necesarios para el desarrollo del feto y su crecimiento en los últimos días de la gestación. Las manifestaciones de hipocalcemia tienen múltiples factores que son predisponentes, como la raza, la edad, la dieta, la condición corporal y el nivel de producción de leche. La hipocalcemia es un trastorno nutricional metabólico caracterizado por un desequilibrio transitorio en la regulación de la concentración de calcio (Ca) en la sangre durante el período perinatal (Agudelo, 2022).

Los valores normales de calcio para vacas lecheras adultas oscilan entre 8,5 y 10 mg/dl, por lo que cuando estos valores bajan de 8 mg/dl, el animal se encuentra hipocalcémico. Si el calcio sigue disminuyendo y llega a menos de 5,5 mg/dl, las vacas empezarán a mostrar signos clínicos (Van den Heuvel, 2023)

Las enfermedades metabólicas no se manifiestan igual en todas las hembras bovinas, debido a ciertas diferencias en el tipo y alcance del metabolismo dentro de las especies e individuos. En las vacas lecheras, estas variaciones dependen en parte de factores genéticos o tipos de

alimentación. Asimismo, la presencia o ausencia de enfermedades metabólicas varía según el país, las condiciones climáticas, el tipo de dieta, raza y el manejo del animal. Esta hipocalcemia surge debido a fallas de absorción en el intestino o por la reabsorción de los huesos, existen diversos factores que pueden llegar a afectar el balance del calcio y generar la presencia de esta enfermedad, estos son:

- Excesiva pérdida del calcio a través del calostro en relación con la absorción de calcio del intestino y la movilización ósea para su reemplazo.
- Movilización de calcio por medio de las reservas óseas afectando los niveles de calcio generando una deficiencia.

(Ortega, 2021)

1.1. Etapas de la Hipocalcemia

1.1.1. Etapa 1

Esta etapa se ve reflejada cuando inicia el descenso del calcio y se observa en el animal movimientos involuntarios en diferentes áreas del cuerpo especialmente en la zona de la paleta o en la musculatura del tren posterior, aumento de la función nerviosa; otros de los signos característicos de esta fase es la debilidad en general, disminución del peso, ataxia, anorexia, el animal evita caminar, su temperatura no varía, sin embargo, suelen ser transitorios y se considera esta fase como subclínica (Arechinga et al., 2022).

1.1.2. Etapa 2

Durante esta etapa, los niveles de calcio descienden por debajo de 8.5mg/dl, y el animal se posiciona en decúbito con la cabeza dirigida hacia el flanco, aumento de la frecuencia cardiaca (70-80 pulsaciones/ minuto) con pulsaciones débiles al tacto, distensión ruminal, hipotermia, estreñimiento, incoordinación de los movimientos, parálisis en el tren posterior, reflejos lentos,

disminución de la respuesta ante estímulos externos, posición decúbito esternal, disminución de temperatura (36-38°C) y mucosas pálidas.

1.1.3. Etapa 3

Etapa denominada clínica donde los niveles de calcio se encuentran en valores menores a 5.5 ml/dl, el animal se encuentra inmóvil con pérdida de la conciencia progresivamente (con posible inducción al coma), descenso brusco de la temperatura (35-36°C) y la frecuencia cardiaca (pulsaciones de 100-120 pulsaciones/minuto), depresión severa, pulso irregular, posición decúbito lateral (Véase Figura N°4 – Anexo 4) y muerte (Agudelo, 2022)

1.2. Fisiopatología de la Hipocalcemia

Durante el periodo perinatal, el calcio se agota rápidamente y se transfiere del plasma a la glándula mamaria sin darle tiempo a compensar mediante mecanismos de compensación hormonal. Durante o poco después del parto, la hipocalcemia es inevitable y se caracteriza por concentraciones de calcio en sangre <8 mg/dl. Teniendo en cuenta la diferencia en las necesidades de calcio para el feto y el inicio de la lactancia, el feto requiere 5,3 gramos de calcio por día, mientras que la secreción de calostro requiere de 13 a 18 gramos de calcio, dependiendo de la producción individual de leche. Durante el primer día de parto, una vaca que produce alrededor de 10 litros de calostro necesitando por lo menos 23 gramos de calcio, aproximadamente de 6 a 9 veces más que el calcio que se encuentra en el líquido extracelular. Por lo tanto, las necesidades totales de calcio aumentan drásticamente después del parto, de 10 a 15 g/día a 30 o 50 g/día o más (Albornoz, 2016)

Tabla 1

Concentraciones sanguíneas normales (Ca - P)

Concentraciones sanguíneas	
Calcio	Fósforo
2.0 - 2.6 mmol/l (8-10.6 mg/100 ml)	1.1 - 2.3 mmol/l (3.2 - 7.1 mg/100 ml)

Cuando nacen animales sanos, las concentraciones de calcio y fósforo disminuyen ligeramente y luego se recuperan, lo que se denomina hipocalcemia fisiológica, pero cuando la disminución es grave, se producirá la enfermedad por una insuficiente capacidad de movilización del calcio.

Según Albornoz (2016), las razones de una insuficiente movilización de calcio son:

- Síntesis o excreción insuficiente de la hormona paratiroidea (PTH), que se encarga de extraer calcio y fósforo de los huesos, aumentando así su concentración en sangre.
- Síntesis insuficiente de vitamina D (Calcitriol), principio activo que favorece la absorción intestinal de calcio.
- Respuesta insuficiente del tejido (riñón, hueso o intestino) a la estimulación de la Hormona Paratiroidea (PTH) y/o Calcitriol.
- Disminución del apetito y estrés potenciando la secreción de Calcitonina precursora de Hipocalcemia.

1.3. Factores predisponentes

Existen factores que pueden influir para la presencia de esta condición, entre estas se puede contemplar raza, edad del animal, número de partos, tipo de alimentación, condición corporal y leche.

1.3.1. Edad

La edad es un factor determinante en el desarrollo de la hipocalcemia; a medida que las vacas envejecen, especialmente después de la tercera lactancia, el número de células óseas activas disminuye. Las vacas adultas producen más leche, lo que requiere de una mayor cantidad de calcio, y al incrementar su edad, se reduce la capacidad de movilizar calcio de los huesos, se reduce el transporte activo de calcio en el intestino y se reduce la producción del Calcitriol (Albornoz, 2016).

1.3.2. Dieta

Es uno de los factores más relevantes para la presencia de hipocalcemia, debido a que una mala alimentación y suplementación nutricional genera deficiencias lo cual hace al animal más propenso a tener una enfermedad metabólica y afectando así el perfil hormonal como el metabolismo del calcio y fósforo (Freire, 2021).

1.3.3. Condición Corporal

Esta condición corporal puede ser evaluada o medida en una escala de 1 a 5 con fracciones de 0.5 donde 1 es un animal caquético y 5 es un animal obeso. Según estudios realizados se determinó que condición corporal que se acerque a 4 tiene mayor tendencia a presentar hipocalcemia, esto relacionado con mayores producciones, lo cual requiere mayor demanda de Ca (Ortega, 2021).

Tabla 2

Grados de Condición corporal en bovinos

Grados de condición corporal el bovinos									
	Gravemente Demacrado	Extremadamente Delgado	Muy delgado	Límite	Moderado	Ligeramente Regordete	Regordete	Obeso	Muy Obeso
Escala de 9 puntos	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Debilidad física	Sí	No	No	No	No	No	No	No	No
Atrofia muscular	Sí	Sí	Leve	No	No	No	No	No	No
Contorno de columna vertebral visible	Sí	Sí	Sí	Leve	No	No	No	No	No
Cantidad de costillas visibles	Todas	Todas	Todas	3-5	1-2	0	0	0	0
Puntas visibles de la cadera	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Leve	No	No
Grasa en el pecho y flancos	No	No	No	No	No	Un poco	Lleno	Lleno	Extrema
Ubre gorda y grasa irregular a cada lado de la base de la cola	No	No	No	No	No	No	Leve	Sí	Extrema
Escala de 5 puntos	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5

Tomado de: Eversole et al.,2009

1.3.4. Raza

Según diversos estudios, la raza Jersey es más susceptible a la presencia de Hipocalcemia, esto relacionado a que tienen menor cantidad de receptores intestinales para el Calcitriol (Agudelo, 2022)

1.4. Prevención

La prevención de la Hipocalcemia se basa principalmente en el control de las dietas suministradas al animal, esto con el fin de preparar el sistema fisiológico encargado de la movilización de calcio y que esté listo para la gran demanda que se asocia con la síntesis de leche y de calostro, evitando de la misma forma la existencia de problemas metabólicos (Amaral, 2014).

- Proporcionar una dieta muy baja en calcio (Ca) durante los últimos 20 días antes del parto. De esta forma, se intenta establecer una hipocalcemia preparto leve, con el objetivo

de iniciar lo antes posible la movilización del calcio desde los huesos y conseguir que este mecanismo esté lo suficientemente activo el día del parto para que la vaca pueda cubrir rápidamente la nueva y más alta demanda de calcio. Para que esta estrategia sea efectiva, algunos autores recomiendan una ingesta de calcio inferior a 40 gramos por vaca al día, y otros sugieren que la ingesta de calcio debe ser inferior a 30 gramos al día (Albornoz, 2016).

- Uso de sales aniónicas con el fin de acidificar el medio interno permitiendo así la liberación de fosfatos del tejido óseo en un intento de neutralizar la acidificación provocada por la sal. Durante este proceso se libera calcio (Ca), aumentando su disponibilidad durante el parto. El suministro se aconseja dar progresivamente y se puede controlar su dosis de acuerdo al pH urinario del animal, 6 a 9 horas posterior al consumo de esta, cuando el pH se encuentra en valores superiores a 7,2 esta dosis es insuficiente, y si por el contrario si el pH se encuentra en valores inferiores de 6,2 la dosis de sal es excesiva (Grigera et al., 2011)
- Periodo de la vaca seca que corresponde a los días que la vaca no se encuentra en lactancia, se recomienda que secado de la vaca se realice 60 días antes del parto, esto con el fin de que el animal tenga el tiempo de regenerar tejidos de la glándula mamaria y evitar desórdenes metabólicos a la hora del parto. Durante este periodo se comienza con alimentación restringida para suspender la producción de leche; para esto, lo indicado es reemplazar la alimentación de concentrados proteicos y de forrajes de alta calidad, por forrajes de menor calidad, bajos en energía y más altos en fibra. Además de esto el animal debe contar con una condición corporal con escala de 3 o moderado (Tabla 2) e igualmente manteniendo su peso (Van del Heuvel, 2023).

- Considerar la importancia de la relación calcio (Ca) y fósforo (P), se puede prevenir la hipocalcemia mediante la suplementación de fósforo y mantener raciones pobres en calcio en el día 60 o 45 antes del parto, esto, con el fin de estimular la glándula paratiroides durante el periodo seco preparándolas para la alta demanda al parto (Albornoz, 2016).

1.5. Tratamiento

Este se realiza para reestablecer los valores normales de calcio en sangre, con administración de Gluconato de Calcio, vía intravenosa en cantidades de 8.5 a 11.5 g Ca por cada 500ml o realizando el cálculo de 2 gramos de calcio por cada 100Kg de peso vivo corporal a una velocidad de 1 gramo por minuto (Goteo lento), la administración de este debe ser de forma lenta para evitar el riesgo de un paro cardiaco durante la aplicación (Véase Figura 1- Anexo 1).

Las venas recomendadas para la administración es la vena yugular o la mamaria, de acuerdo con la posición del animal ya sea en posición decúbito lateral o decúbito esternal (Véase Figura 3 – Anexo 3). Posterior a la aplicación se recomienda, además, administrar vía parenteral (Intramuscular o subcutánea) Cloruro de Calcio, Glutamato de Calcio o Propionato de Calcio con el fin de evitar que la vaca vuelva a caerse (Véase Figura N°2- Anexo 2). No es aconsejable que el tratamiento sea vía oral cuando el animal esté caído por su poca motilidad digestiva.

Durante la etapa 2 de la hipocalcemia las vacas suelen recuperarse con la infusión de calcio y se ponen de pie por sí solas, una evidencia favorable posterior a la administración es la presencia de eructos lo cual indica que la motilidad del sistema digestivo se reestableció (Van del Heuvel, 2023).

2. Mecanismo de acción del Calcio

El calcio es uno de los iones que más presente se encuentra en el organismo, la cual constituye uno de los sistemas más importante para el animal como lo es el sistema óseo y en más procesos

biológicos como lo es la permeabilidad de las membranas celulares, conducción nerviosa, equilibrio de líquidos, mecanismos de secreción hormonal, formación de huesos y otras diversas funciones. Existen dos tipos de calcio plasmático (difusible y no difusible), donde el calcio plasmático no difusible se encuentra adherido a proteínas, albuminas y a globulinas y constituye un 46% de calcio plasmático y es considerado como una reserva. Para el caso de calcio plasmático difusible es constituido por partes no ionizadas e ionizadas, donde el calcio iónico se encuentra en un 47,5% de calcio plasmático y es el que se relaciona directamente con las hormonas ya que participa en intercambios en el tracto digestivo, los riñones y los huesos; y el calcio no iónico se encuentra en un 6.5% del calcio plasmático y ayuda con la formación de sulfatos, fosfatos, bicarbonatos y citratos.

El reservorio principal del calcio es el tejido óseo y es aquel encargado del intercambio del líquido extracelular. El ingreso de calcio responde a reacciones físico-químicas mediadas por presión, y la salida se encuentra ligada al control celular transporte en contra del gradiente (Araque, 2020).

El calcio es fundamental para funciones tales como:

- La coagulación de la sangre.
- Los movimientos rítmicos del corazón.
- Estímulo neuromuscular.
- Conservar de la permeabilidad de las membranas.
- Formación de hueso y dientes.
- Producción de leche.

(Van del Heuvel, 2023).

El rango normal de calcio sérico es de 10 a 12 mg Ca/dl, así mismo regulado por el sistema hormonal (PTH, 1,25(OH)2D3, CT), durante la disminución de Ca en sangre se aumenta la secreción de PTH, en el riñón la hormona paratiroidea estimula la secreción de 1,25 –dehidroxi-

colecalfiferol (Forma activa de la vitamina D), generando así la producción de esta última (Mufarrege, 2002).

3. Regulación hormonal del Calcio

Existen diferentes hormonas que participan en el metabolismo del calcio y el fósforo. Dos de estas hormonas, la hormona paratiroidea (PTH) y la calcitonina (CT), tienen efectos sobre la actividad del calcio en los líquidos extracelulares y los huesos. La glándula paratiroides secreta PTH en respuesta a una disminución del calcio sérico o un aumento de fósforo en sangre. La CT se secreta en respuesta a la hipercalcemia. La tercera hormona que participa en el metabolismo del calcio es el Calciferol (1,25(OH)₂D₃), que se deriva de la vitamina D que se sintetiza por medio de la piel, el hígado y los riñones. Estas tres hormonas trabajan en conjunto para mantener los niveles de calcio y fósforo constantes en el líquido extracelular y regular el metabolismo óseo. Otras hormonas como los estrógenos, andrógenos, la hormona del crecimiento (GH) y el cortisol también afectan el metabolismo del calcio (Albornoz, 2016).

3.1. Hormona Paratiroidea (PTH)

Esta se sintetiza por la glándula paratiroides siendo su vida en suero de 10 minutos, por lo que debe ser secretada constantemente para mantener los niveles estables en plasma, esto se logra a través del paso del calcio al plasma por medio del hueso, orina tubular y tracto intestinal. Las glándulas paratiroides detectan las variaciones de calcio iónico en plasma por medio de unos receptores de calcio (CaR) jugando un papel indispensable para la liberación y síntesis de PTH. La relación entre Calcio y PTH es inversamente proporcional, lo cual a niveles bajos de calcio se estimula la glándula paratiroides activando así la síntesis de PTH la cual actúa sobre las células del sistema óseo, liberando calcio a la sangre e induciendo la producción de vitamina D₃ en el

riñón, al aumentar el calcio en sangre, se reduce la producción de PTH y vitamina D3 (González y Moura, 2003).

3.2. Calcitonina (CT)

Esta hormona es sintetizada a través de células ubicadas en la glándula paratiroides, la vida media de esta hormona dura de 2 a 15 minutos circulando en sangre, lo cual se traduce a una secreción continua de esta y siendo posteriormente metabolizada por el hígado y excretada por los riñones.

La función de la Calcitonina principalmente se basa en regular estado de hipercalcemia (exceso de calcio) por el consumo de dietas ricas en calcio y también se encarga de evitar que exista la degeneración ósea por descenso del calcio en periodos de gestación y lactancia. En los huesos esta hormona inhibe la reabsorción ósea al incrementar la producción de osteoblastos los cuales contienen receptores específicos para esta hormona. En el intestino se reduce la absorción del calcio (Vargas, 2015).

3.3. Vitamina D3 – Calcitriol (1,25(OH)₂D₃)

Esta actúa conjuntamente con la hormona paratiroidea (PTH), su función principalmente es aumentar el calcio sanguíneo por medio de la liberación ósea y así mismo la reabsorción renal de calcio, esta vitamina puede actuar de manera endógena y también exógena. La disminución de calcio conlleva a que se secrete activamente PTH, que a su vez estimula al riñón la producción de calcitriol; entre las funciones que tiene esta hormona está:

- En el sistema digestivo más específicamente en el duodeno y la primera porción del yeyuno, se estimula el transporte activo en contra del gradiente.

- En el sistema óseo se estimula el crecimiento y actividad de osteoclastos permitiendo así la resorción ósea e incremento de calcio sérico.
- En el sistema renal, se incrementa la reabsorción de calcio y fósforo y a su vez sensibilizando los túbulos renales a la PTH.

4. Impacto de la hipocalcemia sobre parámetros productivos

El control y la medición del desempeño en las producciones lecheras son de vital importancia para evaluar las condiciones de estas mediante indicadores que sean medibles, en este caso, incluye parámetros económicos, sociales, ambientales y productivos (Mariscal et al., 2016).

En las producciones bovinas la eficiencia reproductiva es de vital importancia, sin embargo, cuando hay presencia de enfermedades se alteran los parámetros productivos generando impactos poco favorables para estas producciones.

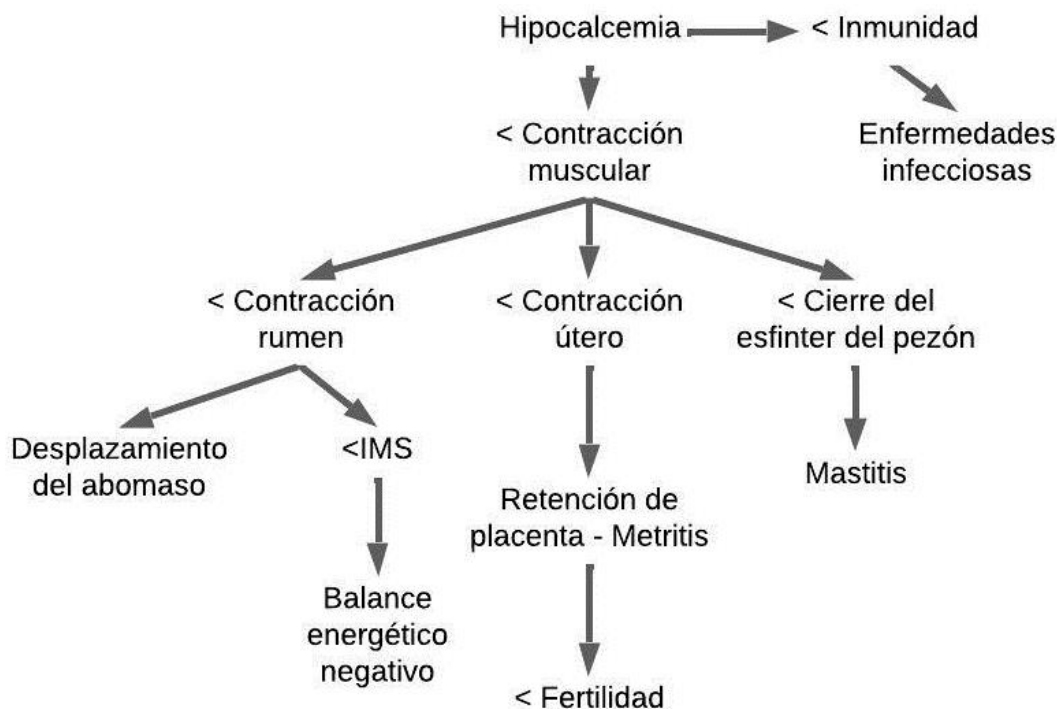
Una de las barreras para un buen desempeño reproductivo de la vaca lechera es la fertilidad por causa de la intensificación en producción de leche y los largos periodos que implican, además de las alteraciones metabólicas, alimenticias y correlaciones a nivel genético entre desempeño productivo y producción de leche; sin embargo, el manejo de los hatos es crucial y en donde la alimentación, salud metabólica y mamaria, transición de parto y postparto pueden influir de forma negativa sobre el comportamiento reproductivo del animal y desencadenar en este caso la hipocalcemia puerperal u otro tipo de afecciones (Ruiz, 2021)

Durante la presencia de hipocalcemia en los hatos lecheros se potencializa la posibilidad de adquirir nuevas enfermedades infecciosas a causa de la inmunosupresión que genera el cortisol por el estrés metabólico en el que se encuentra el animal.

Gracias a que el calcio es responsable de la contracción muscular lo cual implica que al disminuir se reduce la actividad muscular (Véase Figura N°5), afectando las contracciones a nivel ruminal, uterino, de la glándula mamaria (Lagüera, 2018).

Figura 5.

Efecto de la hipocalcemia sobre la contracción muscular



Fuente: Lagüera, 2018

La hipocalcemia impacta directamente con la salud del animal y con la rentabilidad de la producción puesto que, además de costear con el tratamiento de esta, implica incluso los problemas asociados a la misma como es el caso de la retención placentaria, prolapsos uterinos, reducción de motilidad del útero, disminución de la función de los ovarios, poca reacción a protocolos de sincronización a causa de la lenta involución uterina, retraso en el primer celo postparto, disminución de la probabilidad de preñez en el primer servicio. A nivel digestivo, se disminuye la motilidad del rumen generando desplazamientos en el abomaso y dificultando así la ingesta de materia seca produciendo así el descenso en la producción láctea, pérdida de peso. Desde el punto de vista celular, se suprime la función de las células inmunitarias aumentando el

riesgo de adquirir enfermedades de origen infeccioso como mastitis, metritis, entre otros (Rosales y Restrepo, 2021).

Conociendo los diversos impactos que se generan a causa de la hipocalcemia, es de vital importancia tener en cuenta los parámetros productivos para así mismo determinar la eficiencia reproductiva del hato, siendo así, en la tabla 3 se representan los parámetros en sus valores óptimos y los valores en la cual se observan anomalías

Tabla 3.

Índices reproductivos más comunes y sus valores óptimos bajo circunstancias ideales

Índice Reproductivo	Valor Óptimo	Valor que indica problemas
Intervalo entre partos (Meses)	12.5 -13	>13
Promedio de días al primer celo observado (Días postparto)	<40	>50
Celos en los primeros 60 días postparto	>90%	<90%
Servicios por concepción	<1.7	>2.0
Índice de concepción al primer servicio en novillas	65 - 70%	<60%
Índice de concepción al primer servicio	50 - 60%	<50%
Vacas que conciben con menos de tres servicios	<10%	<90%
Vacas vacías con más de 140 días postparto	<10%	>10%
Duración del periodo seco (días)	30 - 60	<30 - 60
Edad al primer parto	28	>30
Porcentaje de abortos	<1%	>1%
Promedio de días vacíos (Días abiertos)	85-110	>140

Fuente: Bustillo y Melo, 2020

La producción láctea a lo largo de los años ha incrementado gracias al alto consumo de las poblaciones, dicho aumento ha generado en las producciones que la incidencia de enfermedades

metabólicas se eleve al punto de causar grandes pérdidas económicas por el descenso de producción, en este caso en presencia de hipocalcemia puerperal (Márquez et al.,2004). Las vacas de alta producción durante la lactancia requieren una gran cantidad de minerales en especial de calcio, en el caso de no cubrir esa demanda se da lugar a presencia de enfermedades metabólicas asociándose a mayor probabilidad de adquirir en este contexto mastitis, metritis, desplazamiento de abomaso dando lugar al incremento en la tasa de descarte para sacrificio de animales productores de leche.

DISCUSIÓN

Es crucial considerar la prevención de la hipocalcemia (una disminución en los niveles de calcio en la sangre) alrededor del parto al diseñar programas para el cuidado de vacas en transición, con el objetivo de garantizar una salud óptima después del parto, una eficiencia reproductiva adecuada y una producción láctea óptima. El suministro adecuado de calcio es fundamental para la calidad del calostro, la síntesis de leche, el funcionamiento de los músculos y nervios, así como para la inmunidad. Los casos clínicos de hipocalcemia son evidentes, lo que permite realizar cambios en la alimentación y el manejo para evitar futuros casos. Por otro lado, la hipocalcemia subclínica, que no presenta síntomas evidentes, puede contribuir a una alta incidencia de trastornos metabólicos en las producciones lecheras. Se estima que más del 50% de las vacas lecheras pueden experimentar hipocalcemia subclínica, la cual solo puede diagnosticarse mediante análisis de sangre realizados dentro de los primeros 1 a 2 días después del parto, cuando los niveles de calcio en la sangre están por debajo de 8mg/dl (Amaral, 2014).

Durante el parto el animal pasa de un estado en la gestación donde requiere aproximadamente 12 g/día para el desarrollo fetal y para su mantenimiento, a un estado en el que se sintetiza 1.7 – 2.3 g de calcio en calostro y posterior a esto 1.1 g/litro de calcio en leche. Donde la glándula mamaria expulsa aproximadamente 20-30 g/día de calcio del plasma sanguíneo; es allí donde algunos de los animales no logran compensar los niveles de calcio, alcanzando niveles de calcio sérico inferiores a 8mg/dl (Saborío et al.,2017)

La prevención es fundamental en todos los trastornos metabólicos, y el uso de sales aniónicas y otras estrategias de manejo pueden ser útiles para prevenirlos (Amaral, 2014).

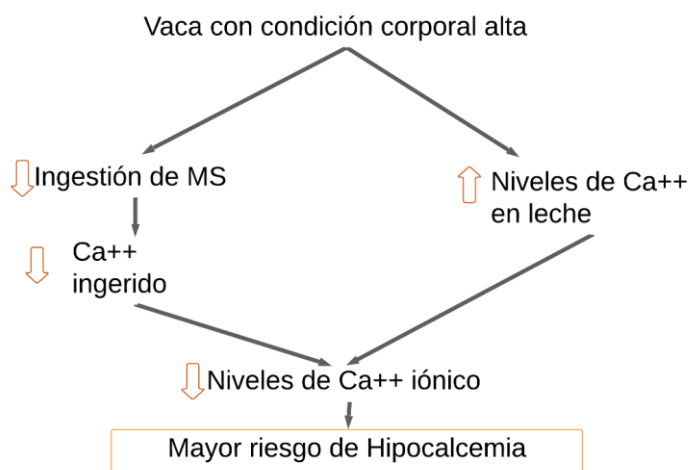
Si bien la hipocalcemia es una enfermedad común en las producciones lecheras, durante la revisión bibliográfica sobre esta, se observó que los factores siguen siendo fuente de estudio

según diversos autores, sin embargo, existen factores predisponentes como lo es la raza evidenciando que la raza Jersey y Holstein son más susceptibles a padecer de hipocalcemia debido al número de receptores intestinales encargados de la absorción de la vitamina D, que son menores en comparación a otras razas (Agudelo, 2022).

Las vacas que tienen un exceso de peso con una condición corporal alta puede indicar problemas de hígado graso por lo tanto tienen una mayor probabilidad de sufrir de hipocalcemia debido a que la liberación de ácidos grasos puede influir en los niveles de calcio sérico (Véase Figura N°6); la edad también es un factor relevante, ya que la capacidad para liberar calcio de los huesos, para transportarlo a través de los epitelios intestinales y para sintetizar calcitriol, disminuye con el tiempo, esto se debe a una reducción en la cantidad de receptores para esta vitamina en el intestino y a un aumento en la actividad de la enzima C-24hidroxilasa, la cual inactiva la función de la vitamina. Estos aspectos se añaden al hecho de que las vacas que han tenido tres o más lactancias producen más leche y, por lo tanto, tienen una mayor demanda de calcio (Cavazos, s.f).

Figura N°6.

Relación entre condición corporal e hipocalcemia.



Fuente: Muiño, 2018.

Según lo observado por Ruiz (2021) al realizar la evaluación en el desempeño reproductivo temprano de las vacas lecheras en crianza intensiva de Lima, en la cual se realizó el diagnóstico dos grupos (Hembras con y sin hipocalcemia), allí se determina que en las vacas con hipocalcemia se incrementa el intervalo entre parto-servicio. Lo cual se puede relacionar con lo dicho por Lagüera (2018) en la cual menciona que la deficiencia de calcio conlleva a poca eficiencia reproductiva a causa de ausencia de contracciones uterinas y además de esto, la posibilidad de adquirir enfermedades infecciosas que delimitan el funcionamiento adecuado del aparato reproductor bovino afectando la eficiencia reproductiva en cuanto a parámetros productivos tales como el incremento de días abiertos, número de servicios por concepción. Además de lo dicho por Albornoz (2016) en el cual sustenta mediante diferentes autores asociaciones significativas entre la Hipocalcemia puerperal y retenciones placentarias celos silenciosos, quistes ováricos, prolapsos uterinos, metritis e infertilidad.

En cuanto a la producción de leche este mismo autor reporta que animales con hipocalcemia presentan descensos de 1.1 a 2.9 litros/día e incluso con mayores pérdidas relacionándolo con factores relacionados a dicha enfermedad, tales como la mastitis, infecciones del tracto reproductivo. Sin embargo, Saborío y colaboradores reportaron en 2017 que los indicadores productivos y los niveles de calcio varían para animales de primer parto en comparación con los animales de más de dos partos. Donde, el pico de producción fue de menor producción para vacas de múltiples partos y con hipocalcemia en relación con animales en condiciones normales de calcio, asociando esta problemática también a la edad asociándose al incremento de la susceptibilidad de sufrir hipocalcemia donde las vacas adultas presentan menos receptores de Calcitriol ($1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$) en el intestino con respecto a animales jóvenes.

CONCLUSIONES

- Durante el parto y posterior a este, existen adaptaciones metabólicas en el cual en la vaca lechera se alteran los mecanismos homeostáticos especialmente del metabolismo del calcio sérico donde se genera la disminución a causa de las altas demandas de calcio para la producción de leche y calostro.
- Para prevenir la hipocalcemia, es crucial implementar estrategias como la inclusión de sales aniónicas en la dieta semanas antes del parto y la administración de vitamina D unos días antes del mismo. Es esencial hacer un seguimiento cercano de las vacas próximas al parto, considerando los factores que pueden predisponer a la enfermedad, lo que contribuye al bienestar del animal y ayuda a reducir costos en los hatos lecheros.
- La falta de calcio en la sangre puede afectar la salud de las vacas, aumentando la probabilidad de enfermedades durante el parto, como cetosis, desplazamiento de abomaso, metritis y retención placentaria. Para detectar esta hipocalcemia subclínica, se recomienda verificar los niveles de calcio en la sangre, considerando una concentración de calcio inferior a 8,5 mg/dl como una señal de alerta.
- Cuando se administra la suplementación con sales aniónicas, se sugiere comenzar tres semanas antes del parto. Esto ayuda a mejorar la disponibilidad de calcio durante el periodo de transición, que puede ser afectado por la acidosis metabólica. Es importante controlar la acidificación de la dieta mediante el pH urinario, manteniéndolo entre 6,2 y 6,8. Varios estudios respaldan la efectividad y el bajo costo de esta medida preventiva.
- El factor que más influye sobre la eficiencia reproductiva en bovinos es la nutrición la cual afecta negativamente sobre la funcionalidad del aparato reproductor de la hembra bovina

BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo Quintero, J. D. (2022). *Hipocalcemia en vaca de alta producción lechera, en la estación agraria Paysandú, Reporte de caso*. Unilasallista. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
<http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/3327/1/1020467049.pdf>
- Albornoz, L, Albornoz, JP, Morales, M, & Fidalgo, LE. (2016). *Hipocalcemia Puerperal Bovina*. Revisión.
http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-48092016000100004&lng=es&tlng=es.
- Amaral, D. (2014). *Subclinical hypocalcemia, or milk fever, in dairy cows-why all the fuss*. University of Kentucky.
https://afs.ca.uky.edu/sites/afs.ca.uky.edu/files/hipocalcemia_subclinica_o_fiebre_de_la_leche_en_vacas_lecheras_-_porque_tanto_escandalo.pdf
- Araque Arcones, A. (2020). *Bioquímica del ca^{2+} y su función como mensajero intracelular*. Facultad de Ciencias Experimentales.
<https://crea.ujaen.es/bitstream/10953.1/12280/1/TFG%20ARAQUE%20ARCONES%20AURORA.pdf>
- Arechiga F, C, Cortés. V, Z., Hernández B. P., Lozano. D, R., López, M. A., Macías. C, U., & Avendaño. R, L. (2022). *La hipocalcemia en la vaca lechera. Revisión*. Revista mexicana de ciencias pecuaria. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i4.5277>.
- Bustillo Parrado, J. C., & Melo Colina, J. A. (2020). *Parámetros reproductivos y eficiencia reproductiva en ganado bovino*.
<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/b5334883-6e6a-4364-853a-26ebf486f3ad/content>

Cavazos, G.F (s.f.). *Control de los niveles de calcio en la vaca y su relación con la hipocalcemia.*

ABS MEXICO S.A. DE C.V. <https://ganaderiasos.com/wp-content/uploads/2018/12/CONTROL-DE-LOS-NIVELES-DE-CALCIO-EN-LA-VACA-.pdf>

Caixeta, L. S., Ospina, P. A., Capel, M. B., y Nydam, D. V. (2017). *Association between subclinical hypocalcemia in the first 3 days of lactation and reproductive performance of dairy cows. Theriogenology.*

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0093691X17300572#:~:text=>

Eversole, D. E., Browne, M. F., Hall, J. B., & Dietz, R. E. (2009). *Body condition scoring beef cows.* <https://vtechworks.lib.vt.edu/server/api/core/bitstreams/5761775d-078d-4da0-8b61-799cccc375c5/content>

Freire Aguirre, O. D. J. (2021). *Importancia de los minerales en la producción bovina lechera.* Universidad técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/10303/E-UTB-FACIAG-MVZ-000046.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Heppelmann, M., Krach, K., Krueger, L., Benz, P., Herzog, K., Piechotta, M., Hoedemaker, M., y Bollwein, H. (2015). *The effect of metritis and subclinical hypocalcemia on uterine involution in dairy cows evaluated by sonomicrometry. Journal of Reproduction and Development.* <https://doi.org/10.1262/jrd.2015-015>

Lagüera, A., Del Rio, A., Ajurianguera, I., Dubarbie, L., Perez, M., Sainz de Aja, M. (2018). *Hipocalcemia: "Fiebre de la Leche". Veterinarios Asociados S.C.* <https://www.veterinariosasociados.es/post/hipocalcemia--fiebre-de-la-leche/10/>

González, F., & Moura, A. (2003). *Metabolismo del calcio en vacas recién paridas y sus implicancias sobre la salud y producción en los rebaños lecheros.* https://agronomia.uc.cl/component/com_sobipro/Itemid,232/pid,107/sid,855/

- Mariscal, A. V, Pacheco, C. A, Estrella, Q. H, Huerta, B. M, Rangel, S. R, & Núñez, D. R. (2016). *Indicadores reproductivos de vacas lecheras en agroempresas con diferente nivel tecnológico en Los Altos de Jalisco. Agricultura, sociedad y desarrollo.* https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722016000300493
- Marquez, A. C., Villa, N. A., Betancourth, T. E., & Roncancio, D. V. (2004). *Determinación de la concentración de calcio, fósforo y magnesio en el periparto de vacas lecheras en Manizales, Colombia.* Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3241357>
- Mufarrege, D. (2002). *El calcio en la alimentación del ganado bovino para carne.* EEA INTA Mercedes, Corrientes. Argentina. Noticias y Comentarios. https://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/56-calcio-corrientes.pdf
- Muiño R. (2018). *Hipocalcemia subclínica en ganado vacuno lechero: tratamiento y manejo preventivo. Revisión bibliográfica.* [https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2018/114-3/\(259-279\)%20A60555%20\(114-3\).pdf](https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2018/114-3/(259-279)%20A60555%20(114-3).pdf)
- Ortega-Vaca, J. (2021). *Factores asociados a presentación de hipocalcemia bovina en Latinoamérica.* Universidad del Rosario. Facultad de Medicina. https://doi.org/10.48713/10336_30961
- Rosales, G. S. G., & Restrepo, C. F. (2021). *La hipocalcemia en vacas lecheras y sus alternativas diagnósticas en campo: Revisión. La Técnica.* <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8232810>
- Reinhardt, T. A., Lippolis, J. D., McCluskey, B. J., Goff, J. P., y Horst, R. L. (2011). Prevalence of subclinical hypocalcemia in dairy herds. *The Veterinary Journal*, 188(1), 122-124. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2010.03.025>

- Ruíz García, L. F. (2021). *Hipocalcemia subclínica post parto y desempeño reproductivo temprano de las vacas lecheras en crianza intensiva de Lima*.
[http://190.12.84.13:8080/bitstream/handle/20.500.13084/5309/UNFV_RUIZ_GARCIA_L
UIS_FELIPE_SEGUNDA_ESPECIALIDAD_2021.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://190.12.84.13:8080/bitstream/handle/20.500.13084/5309/UNFV_RUIZ_GARCIA_L UIS_FELIPE_SEGUNDA_ESPECIALIDAD_2021.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Saborío, M, A., Sánchez, J. M., & Vargas C, M. (2017). *Dinámica de la Concentración de Calcio Sanguíneo durante el Periparto y su Relación con Producción y Reproducción en un Hato de Vacas Jersey*. Agronomía Costarricense.
https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242017000200007
- Van den Heuvel, J. M. (2023). *Causas y efectos de la hipocalcemia puerperal bovina en rodeos de producción lechera (Doctoral dissertation)*. Universidad Nacional de Rio Negro.
<http://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/10133>
- Vargas Alanoca, Y. E. (2015). *Prevalencia de Hipocalcemia Subclínica y Factores Predisponentes en Vacas Lecheras Pre y Post-Parto bajo un Sistema Intensivo de Producción*. Irrigación de Santa Rita, Fundo América, Arequipa 2015. Universidad Católica de Santa María.
<https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/3099>

ANEXOS

Anexo 1



Figura N°1. Infusión de sales de Calcio por vena yugular. Fuente propia, 2023.

Anexo 2



Figura N°2. Inyección de sales de Calcio vía intramuscular a hembra bovina con signos de hipocalcemia. Fuente propia, 2023.

Anexo 3



Figura 3. Bovino en decúbito esternal con signos de hipocalcemia. Fuente propia, 2023.

Anexo 4

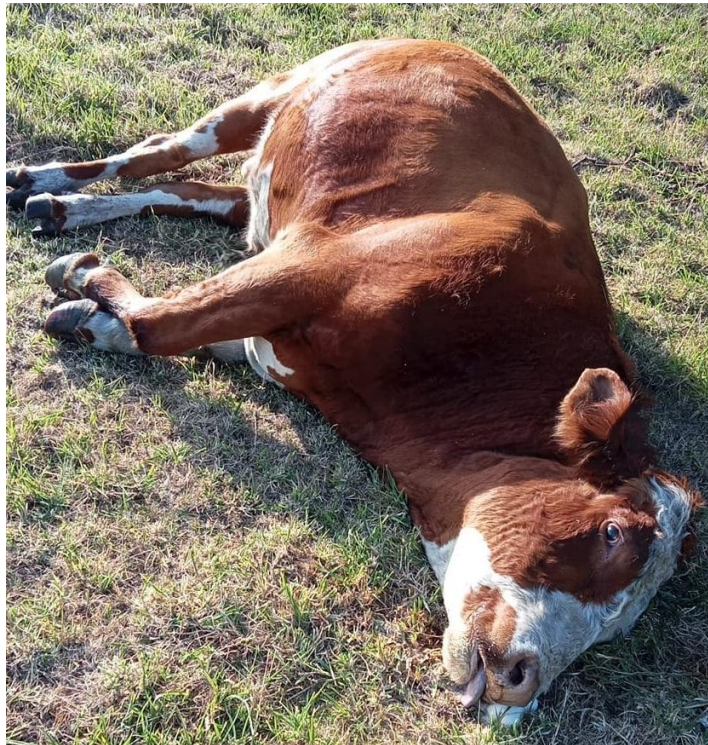


Figura N°4. Posición decúbito lateral de bovino. Fuente propia, 2023.

ACUERDO 027 DEL 16 DEL 16 DE DICIEMBRE DE 2021

ARTÍCULO 46.- OPCIONES DE TRABAJO DE GRADO

OPCIÓN MONOGRAFÍA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
Programa de Zootecnia (Acreditado Alta Calidad Res. MEN 009412 de 2022)

Evidencia anti-plagio - *Turnitin*

ARTÍCULO 61.- DEBERES
<p>13. No cometer fraude académico o plagio en las pruebas de evaluación, exámenes o trabajos escritos presentados en desarrollo del proceso de aprendizaje y formación, así como el respeto a la propiedad intelectual.</p>

ARTÍCULO 62.- FALTAS
<p>1. El fraude:</p> <p>c. Utilizar citas o referencias falsas o registrar indebidamente referencias que no coincidan con las citas.</p> <p>d. Presentar como de su propia autoría la totalidad o parte de una obra, trabajo, documento o invención realizados por otra persona; incorporar un trabajo ajeno en el propio de tal forma que induzca a error al observador o lector en cuanto a la autoría del mismo.</p>

Inserte una evidencia¹ del índice de similitud (%) arrojado por la herramienta *Turnitin* ↓

Turnitin Informe de Originalidad

Procesado el: 18-mar-2024 5:53 p. m. -05
 Identificador: 2324167506
 Número de palabras: 6590
 Entregado: 1

Trabajo de grado opción Monografía Ana Fonsecc... Por ANDRÉS MOGOLLON REINA

Visualizador de documentos

Índice de similitud	25%
---------------------	-----

Similitud según fuente	
Internet Sources:	24%
Publicaciones:	3%
Trabajos del estudiante:	6%

Incluir citas
Incluir bibliografía
excluir las coincidencias menores
modo: ver informe en vista quickview (vista clásica)
Imprimir
actualizar
descargar

3% match ()	Gutierrez Gutiérrez, Krystal Elizabeth. "Factores Asociados a Hipocalcemia en Pacientes Tratados Mediante Tiroidectomía Total en el Hospital Nacional Carlos Alberto Seguí Escobedo - Esalud, Arequipa 2017". Universidad Católica de Santa María. 2018
3% match (Internet desde 20-sept.-2021)	https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/bitstream/handle/123456789/2677/EV-27394.pdf?isAllowed=v&sequence=1
2% match (Internet desde 18-may.-2023)	https://rid.unrn.edu.ar/bitstream/20.500.12049/10133/1/TFG%20-%20van%20den%20Heuvel%20-%20c3%baltimo.pdf
1% match ()	VARGAS ALANOCA, YENNY ERICA. "PREVALENCIA DE HIPOCALCEMIA SUBCLÍNICA Y FACTORES PREDISPONENTES EN VACAS LECHERAS PRE Y POST-PARTO BAJO UN SISTEMA INTENSIVO DE PRODUCCIÓN. IRRIGACIÓN DE SANTA RITA. FUNDO AMÉRICA. AREQUIPA 2015". UCSM, 2015
1% match ()	Carranza Arevalo, Alvaro Ivan. "Evaluación de trastornos metabólicos en vacas estabuladas en período de transición en la hacienda San Agustín". Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2022
1% match (trabajos de los estudiantes desde 01-ago.-2022)	Submitted to Universidad Técnica Nacional de Costa Rica on 2022-08-01
1% match (Internet desde 16-jul.-2022)	https://repositorio.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/30961/FACTORES%20ASOCIADOS%20HIPOCALCEMIA%20BOVINA%20LATINOAMERICA.pdf?nid=S2007-1124201700940040?https%2A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fpublication%2F32852127-Prevalencia-de-algunas-enfermedades-infecciosas-en-bovinos-de-resguardos-indigenas-del-C-6698-rmqc-8-04-00407.pdfhttps%3A%2F%2Fwww.scielo.org.mx%2Fscielo.php%3Fscript%3Dsci_arttext
1% match (Internet desde 10-dic.-2022)	https://docplayer.es/60397093-Hipocalcemia-subclinica-o-fiebre-de-la-leche-en-vacas-lecheras-por-que-tanto-escandalo.html
1% match (Internet desde 17-jun.-2020)	http://agrarias.uach.cl
1% match ()	

0% - 25%
Permitido
El documento se puede entregar y radicar como propuesta (anteproyecto).

>25%
No permitido
El documento no se puede entregar ni radicar como propuesta (anteproyecto). Se hace obligatoria la revisión exhaustiva de este por parte del estudiante y el director para hacer los ajustes pertinentes.

¹ Procedimiento: tome pantallazo del reporte de originalidad → Guarde el pantallazo como imagen (jpg/jpeg/png) en el PC → seleccione el recuadro o posicione el cursor dentro del recuadro (cuando el texto ya haya sido borrado) → Vaya a la barra de herramientas de Word - pestaña "Insertar" → función "Imágenes" → "Insertar imágenes desde este dispositivo" → seleccione el pantallazo (imagen jpg/jpeg/png) desde la ubicación de guardado en el PC → pique "Insertar".

