



**FACTORES ASOCIADOS A PRESENTACIÓN DE HIPOCALCEMIA BOVINA EN  
LATINOAMÉRICA**

**UNIVERSIDAD DEL ROSARIO**

**ESCUELA DE MEDICINA Y CIENCIAS DE LA SALUD**

**UNIVERSIDAD CES**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**MAESTRÍA EN EPIDEMIOLOGÍA**

**BOGOTÁ,**



**FACTORES ASOCIADOS A PRESENTACIÓN DE HIPOCALCEMIA BOVINA EN  
LATINOAMÉRICA**

**Trabajo de grado para optar al título de  
Magister en Epidemiología**

**Presentado por**

**JORGE EDUARDO ORTEGA VACA  
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA  
ESPECIALISTA EN SANIDAD ANIMAL  
MAESTRANTE EN EPIDEMIOLOGÍA**

**UNIVERSIDAD DEL ROSARIO  
ESCUELA DE MEDICINA Y CIENCIAS DE LA SALUD**

**UNIVERSIDAD CES  
FACULTAD DE MEDICINA**

**MAESTRÍA EN EPIDEMIOLOGÍA**

**BOGOTÁ,**



**“Las Universidades del Rosario y CES no se hacen responsables de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”**

## TABLA DE CONTENIDO

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2 Justificación del problema .....	3
1.3 Pregunta de investigación .....	5
2. MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. Producción láctea.....	5
2.2. Enfermedades metabólicas.....	7
2.3. Enfermedades de la producción.....	8
2.4. Hipocalcemia bovina .....	9
2.5. Factores predisponentes.....	11
2.5.1. Raza .....	11
2.5.2. Edad .....	12
2.5.3. Dieta .....	12
2.5.4. Condición corporal.....	12
2.5.5. Producción de leche .....	12
2.6. Pérdidas asociadas a hipocalcemia .....	13
2.7. Tratamiento tradicional de las enfermedades metabólicas.....	14
3. OBJETIVOS .....	16
3.1 Objetivo general .....	16
3.2 Objetivos específicos .....	16
4. METODOLOGÍA .....	17
4.1 Enfoque metodológico de la investigación.....	17
4.2 Tipo y diseño del estudio.....	17

4.3 Población.....	17
4.4 Criterios de inclusión y exclusión .....	18
4.5. Técnicas de recolección de información .....	18
4.5.1 Fuentes de información .....	18
4.5.2 Instrumento de recolección de la información .....	20
4.5.3. Proceso de obtención de la información.....	20
4.6. Procesamiento y análisis de la información .....	21
4.6.1. Verificación de elegibilidad de los estudios .....	22
4.6.2. Evaluación de calidad .....	22
5. CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	23
6. RESULTADOS.....	23
6.1. Análisis de la Información. ....	23
6.2. Análisis de artículos .....	25
6.3 Factores de riesgo asociados a hipocalcemia .....	28
7. DISCUSIÓN .....	32
8. CONCLUSIONES .....	33
9. BIBLIOGRAFÍA .....	35

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Principales productores de leche a nivel mundial.....	6
Tabla 2. Histórico de producción láctea en Colombia y algunos países de latinoamerica.....	6
Tabla 3. Prevalencia de hipocalcemia .....	11
Tabla 4. Descripción de los artículos incluidos en la valoración del nivel de evidencia.....	26
Tabla 5. Factores asociados a hipocalcemia.....	32

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Introducción

Los bovinos son clasificados como una subfamilia de mamíferos placentarios que pertenecen a la familia Bovidae, dentro de esta se reconocen la Bos Taurus, estos por su parte se caracterizan por ser animales grandes, con un cuerpo robusto, de patas fuertes y gruesas (bovinos sin joroba) y la Bos Indicus (bovinos con joroba) Corpulentos, musculosos, sin grasa subcutánea y sin grasa abundante, esqueleto de huesos largos y finos, índices de fortaleza física, del primero son todas aquellas razas provenientes de Europa y las Indicus son más conocidas como cebús que provienen de la india, cada una de estas con características particulares y funciones zootécnicas definidas en el tema productivo.(1)

Se considera que la vaca domestica es la descendiente directa de un grupo de razas llamadas “Aurochs o Uros”, cuya ultimo espécimen murió en 1627. Esta especie se extendía desde África del norte hasta el sudoeste asiático.(1). Dentro de los bovinos y de acuerdo a su conformación y función zootécnica se consideran tres tipos principales: los de carne, los de leche y el doble propósito. Los primeros están destinados primordialmente a la producción de carne, dentro de este tipo tenemos entre otros el Hereford, Charolase, Brahmán entre otros; al segundo tipo corresponden todas aquellas razas destinadas a la producción láctea entre las que están entre otros Holstein, Ayrshire, Jersey; por ultimo las llamadas doble propósito tienen la funcionalidad de ser explotadas tanto para producción láctea como de carne entre las cuales están Brahman, Normanda entre otros.(1)

Por otra parte las enfermedades metabólicas o llamadas también enfermedades de la producción, son consideradas de importancia en las vacas lecheras, esto debido al tipo de producción al que están siendo expuestas y que la producción

elevada y la alimentación de este ganado el cual esta principalmente enfocado a la obtención de un gran rendimiento de producción lo que conlleva a que sean más susceptibles a una alta incidencia de enfermedades metabólicas, Debido a que en los últimos estadios de la preñez y las primeras etapas de la lactancia la vaca presenta situaciones normales de estrés además de cambios en la demanda de nutrientes, se presentan un desbalance en el metabolismo de los minerales especialmente el calcio. (2), primordialmente en las vacas lecheras el pico de estas enfermedades se presenta en el período que inicia en el parto y se extiende hasta el pico máximo de producción lechera, por lo que la presentación se relaciona con su elevado recambio tanto de líquidos, sales y materias orgánicas solubles durante la primera parte del periodo de lactancia(3).

Una de las enfermedades metabólicas o enfermedad de la producción afecta en mayor medida al ganado lechero es la hipocalcemia clínica o fiebre de leche que es definida por algunos autores como un desbalance metabólico, este desbalance el cual afecta entre el 3 y 10% de las vacas durante el período comprendido entre las 24 h previas al parto y las 24 posteriores al mismo(4), es el causante de pérdidas económicas por baja producción de los hatos lecheros y pérdidas de animales de alta producción para los hatos lecheros. No existen estudios en Colombia que contemplen las pérdidas económicas por causa de la hipocalcemia pero en clínica veterinaria es una consulta frecuente en los hatos de baja, media y alta producción, históricamente en estudios llevados a cabo en Estados Unidos concluyeron que la hipocalcemia producen altas pérdidas económicas sobre todo por los costos de los tratamientos y muertes de animales considerándose entre el 15 al 30%(5), también las pérdidas representadas en complicaciones secundarias a la hipocalcemia como atonía ruminal, falta de apetito, mastitis clínica, retención de placenta, metritis, degeneración y necrosis de células musculares (en especial miembros posteriores), neumonía por aspiración; igualmente la hipocalcemia es la causante de reducción de pérdidas de vida productiva de hasta 3 años.

Esta enfermedad suele observarse durante el parto en hembras adultas y como su nombre lo indica se caracteriza por hipocalcemia, debilidad muscular generalizada, colapso circulatorio y pérdida del conocimiento.

Dentro de las enfermedades de la producción cuya implicación a nivel de hato lechero tienen su mayor importancia debido a las pérdidas económicas que se generan esta la hipocalcemia(6), esta enfermedad afecta a las vacas de alta producción, teniendo su pico en el momento del parto debido a los desbalances metabólicos que se generan por el estrés del animal en el momento del parto y por los requerimientos nutricionales posteriores que deben ser suministrados en la leche, la repercusión a nivel económico es alta debido a que si no son manejadas de manera adecuada puede no solo disminuir la producción láctea sino pérdidas de animales de alta producción(7). Al ser la leche de acuerdo a la FAO uno de los componentes indispensables de la dieta y que la hipocalcemia afecta de manera directa la producción láctea se hace necesario el conocer cuáles son los factores asociados a esta presentación, para así mismo implementar medidas de control frente a esto, aumentando el nivel de producción láctea e igualmente disminuyendo los costos que por manejo de la patología incurren los productores y la pérdida de animales de alta producción.

## 1.2 Justificación del problema

La hipocalcemia es un desorden metabólico que ocurre en el periparto especialmente en vacas altas productoras de leche. La enfermedad se caracteriza por un cuadro clínico que incluye inapetencia, tetania, parálisis flácida, inhibición de la micción y defecación, decúbito, coma y eventualmente muerte. Desde el punto de vista bioquímico se nota una rápida disminución de las concentraciones de calcio y fósforo en sangre relacionada con la formación de calostro(2,8). Estas enfermedades debido a su frecuencia, poseen gran importancia en algunos

países(9), estudios epidemiológicos demuestran que las anomalías de salud durante el periodo de transición no son eventos producidos independientemente, sino más bien un complejo de trastornos relacionados entre sí (10). A modo de ejemplo, si una vaca sufre Hipocalcemia Puerperal (HP) tiene 4 veces más probabilidades de tener retención de placenta y es 2 a 3 veces más propensa a tener una dislocación de abomaso. La retención de placenta aumenta 16,4 veces la probabilidad de incidencia de cetosis, las vacas con dislocación o torsión de abomaso son 1,8 veces más propensas a sufrir de HP, retención de placenta o cetosis(11). Es evidente entonces que si una vaca cursa el periodo de transición libre de enfermedades, se puede esperar un período de lactación productivo y con grandes expectativas de una buena eficiencia reproductiva(10), hasta el punto que se están investigando sistemas de diagnósticos temprano, sin embargo, es tan amplia la literatura pero tan pocos los consensos que hay frente a los factores predisponentes y su tratamiento que se hace necesario llevar a cabo una revisión sistemática de la literatura logrando un consenso en el sector ganadero tanto para productores como médicos veterinarios en el manejo, tratamiento y control de la hipocalcemia, lo cual repercutirá de manera positiva en la mejora de la producción en los hatos lecheros del país y la disminución por pérdida de animales causadas por la hipocalcemia, determinando mejoras en las producciones de dichos hatos, lo mismo que disminución en los costos de tratamientos a vacas de alta producción, que disminuyen el ingreso de los ganaderos, por otra parte al conocer cuales son los factores que predisponen a la presentación de hipocalcemia se podrá llevar a cabo medidas y nuevas investigaciones encaminadas al manejo de condiciones que favorezcan la disminución de hipocalcemia en los hatos lecheros y el subsecuente incremento en la producción láctea y aumento de ingresos económicos para los ganaderos.

### 1.3 Pregunta de investigación

¿Cuáles son los factores asociados a la presentación de hipocalcemia en el ganado lechero en los hatos productivos?, al estructural la pregunta PECO, la población esta contemplada por el hato ganadero de leche, siendo la exposición la presentación de hipocalcemia, comparado con aquellos hatos donde no se presenta hipocalcemia siendo el desenlace la presentación o no de hipocalcemia

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Producción láctea

De acuerdo a las cifras de la FAO cerca de 150 millones de hogares a nivel global se dedican a la producción de leche diariamente(12), esta misma entidad ha encontrado como en los países en desarrollo la participación en la producción lechera va en aumento, sin embargo no por la productividad por cabeza sino por el número de animales (12), esto con las consecuencias a nivel ambiental que acarrea el incremento en número de animales por espacio. La leche forma parte del 27% del valor agregado global del ganado y el 10% del de la agricultura.(13)

Cifras de la FAO contemplan que “En los tres últimos decenios, la producción lechera mundial ha aumentado en más del 58 por ciento, pasando de 522 millones de toneladas en 1987 a 828 millones de toneladas en 2017” (9,14,15).

Igualmente se contempla que países como Nueva Zelanda, Alemania, Francia, Irlanda Australia y Estados Unidos son los países con mayores excedentes de producción láctea en contarte con países como México, Argelia, Indonesia, China e Italia que poseen los más grandes déficits de leche a nivel mundial(12). Tabla 1

Tabla 1. Principales productores de Leche a nivel mundial

	Producción (1000 ton)			
	2015	2016	2017	2018
Argentina	11552	10397	10345	10837
Estados Unidos	94620	96343	97692	98792
Unión Europea	154550	156400	159059	154800
India	147000	154000	156801	76000
Nueva Zelanda	21582	21370	21669	22155

\* Unidad de medida: 1.000 toneladas métricas

Fuente. Foreign Agricultural Service - United States Department of Agriculture (USDA).

En Latinoamérica, se acuerdo a cifras entregadas por FEDEGAN, Colombia ha conseguido ubicarse en el cuarto lugar, con un volumen aproximado de 7000 millones de toneladas en 2018 (16), (Tabla 2); lo cual evidencia que se encuentra por debajo de Brasil, México y Argentina, cuya producción representa el 66% del total de la región(9). En el ámbito mundial, Colombia se ubica en el decimoquinto lugar de la clasificación total de productores

Tabla 2. Histórico de producción láctea en Colombia y algunos países de Latinoamérica

	Producción (1000 ton)			
	2015	2016	2017	2018
Argentina	11552	10397	10345	10837
Brasil	34830	32576	33977	34300
Colombia	6623	6391	7094	7257
Mexico	11900	12100	12306	12281

\* Unidad de medida: 1.000 toneladas métricas

Fuente: Foreign Agricultural Service - United States Department of Agriculture (USDA). Datos de Colombia suministrados por Fedegán FNG. Datos de Colombia suministrados por Fedegán FNG

En el tema de la productividad, los países con mayores rendimientos promedio en el año 2008, fueron: Estados Unidos con 30,6 Kg/día, Francia con 20,7 Kg/día y Suiza con 18,9 Kg/día. Colombia por su parte presentó la mayor tasa de crecimiento promedio anual con el 8,4%, entre los años 2000 y 2008, esto debido en principal medida al usos de suplementos nutricionales y el mejoramiento genético(15). Aumentando la producción láctea del país como se ha venido presentando a través del tiempo (tabla 2).

## **2.2. Enfermedades metabólicas**

Las enfermedades metabólicas adquieren su mayor importancia en las vacas lecheras y en las ovejas gestantes; esto debido a que su producción elevada afecta de manera significativa el estado de salud de las mismas. Después del parto y en la siguiente fase del ciclo de producción del ganado lechero, la secreción láctea presenta un aumento brusco y si el animal no ha tenido un adecuado consumo de nutrientes, estos disminuyen a niveles inferiores de los mínimos lo que conlleva a desbalances metabólicos y la presentación de las consecuentes enfermedades(17). Es por tanto que esta transición que se presenta entre tres semanas antes y tres semanas después del parto es de vital importancia para la salud, la producción y la rentabilidad del hato lechero, dando la importancia de las enfermedades metabólicas. (18,19)

Estas enfermedades metabólicas están relacionadas en gran medida en la transición de la gestación a la lactancia, siendo el punto más crítico del ciclo productivo, los cambios fisiológicos son considerables y esto conlleva a una alteración metabólica la cual está condicionada a la etapa periparto y su posterior aumento de la producción láctea(20).

La presentación de las enfermedades metabólicas no es igual en todas las hembras, esto debido a ciertas variaciones de tipo metabólico interno y al grado de producción al cual están sometidas tanto en especie como en individuos(17,21).

En las vacas estas variaciones depende en cierta medida de factores genéticos o de métodos de crianza, dentro de las vacas las que más sufren de enfermedades metabólicas son las Jersey en cuanto a la parecía puerperal mientras que el Guernesey, es más susceptible a problemas de cetosis(17).

Sin embargo, estas susceptibilidades también son evidentes dentro de la misma raza, de acuerdo al tipo de crianza y el nivel de producción al cual están sometidas.

Igualmente dependiendo al país y al manejo que este le den a sus animales la presentación o no de enfermedades metabólica varia, por ejemplo en estados unidos donde el ganado permanece en estado de estabulación y la presencia de pasto es escasa estos animales son más susceptibles a presentar Cetosis; En Nueva Zelanda el manejo de las enfermedades metabólicas por ejemplo son complejas y frecuentes esto puede deberse a la práctica de producción que manejan donde planean los partos al final del invierno cuando hay una escases marcada de alimento incrementa los problemas metabólicos(22).

Por tanto es de considerar como las enfermedades metabólicas, teniendo en cuenta su frecuencia y mortalidad elevada, posee gran importancia en el estudio de las mismas en muchos países a nivel mundial.

### **2.3. Enfermedades de la producción**

Se emplea el termino de enfermedades de la producción a todas aquellas enfermedades que se producen debido a los sistemas de producción utilizadas o a

las altas demandas metabólicas que requieren los animales para su vida productiva, entre las enfermedades de la producción están: paresia puerperal, esta se considera una enfermedad metabólica que en la llamada forma clásica afecta al producir una insuficiente movilización de calcio entre las 24 horas previas al parto y 72 horas posparto, se estima que en Estados Unidos afecta entre un 5-10% de los animales generando pérdidas económicas muy importantes(23) hipomagnesemia es un desorden metabólico de los rumiantes asociado con bajos niveles de magnesio (Mg) en la sangre, debido a una reducida ingesta o utilización de este elemento por parte del animal.(24,25), acetonemia, asociada al balance energético negativo que sufren las vacas dedicadas a la producción láctea al inicio de la lactancia y se caracteriza por un aumento en la concentración de cuerpos cetónicos circulantes(26)., hipocalcemia entre otras, este desequilibrio que se presenta entre las tasa de entrada de nutrientes y las tasas de salida de los mismos conlleva a la presentación de estas enfermedades.

Un ejemplo de la implicación de las enfermedades de la producción en el bienestar animal está en la fiebre de leche, la cual al presentarse aumenta la probabilidad de presentación de mastitis, retención de placenta, distocia, metritis, desplazamiento del cuajar, y edema de la ubre, llevando como consecuencia una baja de la producción del hato y pérdidas de animales de alta producción.

#### **2.4. Hipocalcemia bovina**

Esta enfermedad metabólica suele presentarse durante el parto en hembras adultas y se caracteriza por hipocalcemia, debilidad muscular generalizada, colapso circulatorio y pérdida del conocimiento.(19,27,28)

También es conocida como paresis de las parturientas, paresis puerperal o fiebre de leche, su incidencia se ve incrementada con la edad, siendo las vacas de raza Jersey las más susceptibles a padecerlo(19). En todas las vacas al iniciarse el parto se presenta una disminución en los valores de calcio sérico debido esto al comienzo del periodo de lactancia, siendo presente en unas vacas más que en otras.

La definición clásica nos dice que es una falla del sistema endocrino para mantener de manera adecuada los niveles de calcio en sangre, probablemente se considera que bloquea la transmisión neuromuscular y lo que conlleva a la parálisis.(20)

La hipocalcemia sucede cuando la absorción del intestino o reabsorción de los huesos, o ambos, fallan en responder a tiempo a las crecientes demandas de calcio. Se consideran tres factores que llegan a afectar la homeostasis del calcio y las variaciones en uno o más de estos ocasiona la presentación de la enfermedad en cualquier individuo, estos factores son:

1. pérdida excesiva de calcio en el calostro más allá de la capacidad de absorción del intestino y la movilización ósea para remplazarlo.
2. Trastorno de la absorción de calcio en el intestino durante el parto.
3. Movilización del calcio a partir de los depósitos en el esqueleto puede no ser lo suficientemente rápida como para conservar la normo calcemia(29).

Esta velocidad de movilización del calcio y las reservas de este elemento inmediatamente disponibles se halla disminuidas al final de la gestación por todos los requerimientos que el feto necesita de su madre para el crecimiento, adicionalmente esta pérdida de calcio en la leche involucra que las reservas del mismo en el organismo se disminuyan de manera sustancial , igualmente el no tener la posibilidad de movilizar el calcio dentro del organismo puede deberse a una alteración o insuficiencia en la glándula paratiroidea(7).

El calcio sanguíneo cae de un nivel normal de 2.5 mmol/litro a cerca de la mitad del nivel normal. (30,31). Normalmente esos procesos son regulados por al menos 3 hormonas: Paratohormona, Calcitonina y 1,25-dihidroxicolecalciferol, este último es un derivado de la vitamina D3 producida en los riñones(30). Se considera que este cambio de niveles de calcio niveles muy bajos se presenta entre las 12 a 24 horas después del parto(32).

A continuación se presentan algunas prevalencias de hipocalcemia reportadas por autores. Tabla 3

Tabla 3. Prevalencia de hipocalcemia

Prevalencia de hipocalcemia	
Autor	Prevalencia
Goff	5
Rodríguez	45*
Saborío	5 al 7
Hernández-castellano	5

\* Hipocalcemia subclínica

## 2.5. Factores predisponentes.

Dentro de la hipocalcemia existen condiciones que pueden predisponer a que se presente esta condición, entre las que se pueden contemplar la raza, edad, dieta, condición corporal y la misma producción de leche del animal.

### 2.5.1. Raza

Se sugiere que ciertas razas de ganado están más predispuestas o susceptibles a la hipocalcemia, algunas razas que se contemplan predisponentes están las de alta producción láctea como Channel Island, Sueco Rojo o Blanco y sus cruces. Esta razón del aumento de susceptibilidad puede estar debida a que en estas

razas se presente por que los receptores  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  son más bajos; esta disminución de receptores puede resultar por una pérdida del tejido sensitivo a  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ , lo que conlleva a una menor captación de calcio en el animal (2,33)

#### 2.5.2. Edad

De acuerdo al crecimiento en años de vida del animal así mismo se aumenta la presencia de hipocalcemia, viéndose un aumento a partir de la tercera lactancia, esto debido a que las vacas a medidas que alcanzan su pico productivo, están más predispuestas a hipocalcemia, tales como que las vacas adultas producen más leche y esto provoca una mayor demanda de Ca, la mayor edad provoca un descenso de la habilidad para movilizar el Ca de los huesos, una disminución del transporte activo de Ca en el intestino y una menor producción de  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ ; colectivamente todos estos problemas producen una falta de respuesta a las necesidades agudas de Ca(2)

#### 2.5.3. Dieta

Otro factor que puede estar relacionado con un aumento en la presentación de hipocalcemia es la dieta, aquellas vacas alimentadas con bajos niveles de calcio donde no se presenta un balance apropiado entre Calcio y fosforo produce el aumento en presentación de esta enfermedad metabólica.(2)

#### 2.5.4. Condición corporal

La condición corporal del animal es medida en una escala de 1 a 5 con fracciones entre 0.25, siendo un valor de 1 un animal extremadamente flaco y 5 un animal gordo, se ha encontrado que los animales que padecen de hipocalcemia tienen un estado corporal mayor de 4, con un odds ratio de 4.3. (2,34)

#### 2.5.5. Producción de leche

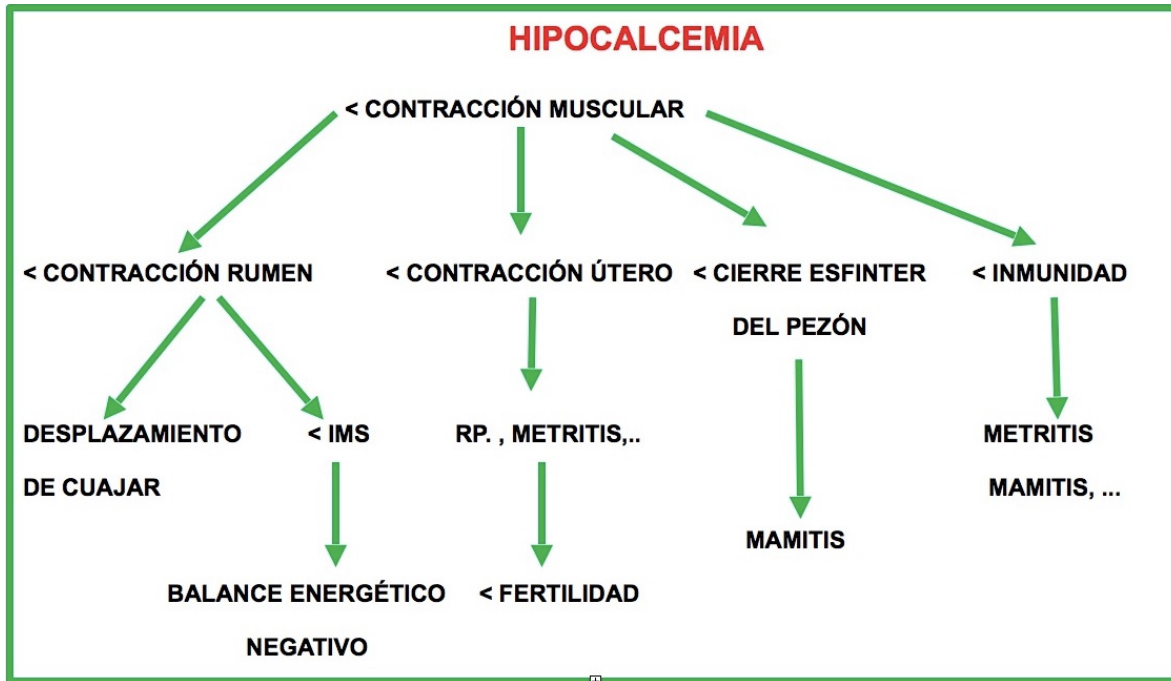
La incidencia de la Hipocalcemia está asociada positivamente con la producción de leche. Los efectos de la producción de leche en vacas de alta producción

pueden llegar a aumentar en 0,05 % en la incidencia de Hipocalcemia por Kg producida en la lactancia anterior. Igualmente el riesgo para la Hipocalcemia puede llegar a ser con un OR =1,5 para vacas que produjeron 7,050 Kg de leche con vacas que produjeron 4,070 Kg de leche en las mismas condiciones(2)

## 2.6. Pérdidas asociadas a hipocalcemia

En países como Argentina y Chile se calcula una prevalencia de la enfermedad en vacas de alta producción de un 6 a 16 % respectivamente. En Suecia han estimado que el riesgo en la incidencia de 5 a 10 %, mientras que en EEUU se consideran valores entre 5 a 9 % del total de las vacas lecheras. Estudios norteamericanos contemplan que la Hipocalcemia es la causante de pérdidas económicas principalmente por todos los costos generados por tratamientos y muertes, igualmente está asociada a la presentación de complicaciones secundarias tales como atonía ruminal, falta de apetito, mastitis clínica, retención de placenta, metritis, degeneración y necrosis de células musculares (en especial miembros posteriores), neumonía por aspiración y puede reducir la vida productiva de la vaca lechera por 3.4 años. (2). Figura 1.

Figura No 1. Consecuencias de la hipocalcemia



Tomado veterinarios asociados (35)

## 2.7. Tratamiento tradicional de las enfermedades metabólicas

El centrar la atención en cada enfermedad de manera particular es el enfoque actual de la medicina veterinaria, por ende se basa en la metodología tradicional partiendo en el diagnóstico oportuno y terminando con el tratamiento particular, basado en la suposición de la influencia de la variación de componentes biológicos, hematológicos o bioquímicos responsables de la alteración metabólica, este enfoque tradicional lleva a que la medicina veterinaria tenga grandes avances en la comprensión y tratamiento de enfermedades. (17,36)

Se considera como los problemas a los cuales se enfrentan las vacas en el periodo de transición, se interconectan estrictamente entre ellos y se convierte la enfermedad en si como la afectación de factores biológicos interrelacionados y no un simple problema(18).

El tratamiento en las enfermedades metabólicas debe ser instaurado en la mayor brevedad una vez los signos aparecen, durante esta primera etapa el tratamientos era eficaz y se instaura antes que el animal se coloque en posición decúbito,(37).

El tratamiento clásico consiste en la reposición parenteral de sales de calcio siendo la elección de varios autores el borogluconato de calcio a dosis recomendadas de 100 a 500 g de compuesto en solución al 20 o 30 por ciento. (29,38–40)

Por su parte autores consideran como la prevención de la hipocalcemia debe estar centrada en los medios dietarios, sin tener muy en cuenta la adición de cationes como sodio y potasio para evitar la presentación de la hipocalcemia en etapas tempranas. (32)

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo general**

Determinar por medio de una revisión bibliográfica cuales son los factores asociados a la presentación de hipocalcemia bovina en ganado lechero a nivel latinoamericano.

#### **3.2 Objetivos específicos**

Identificar los principales factores que se asocian a hipocalcemia bovina en ganado lechero.

Analizar cuál es el factor desencadenante más frecuente asociado a hipocalcemia bovina.

## **4. METODOLOGÍA**

### **4.1 Enfoque metodológico de la investigación**

Para el cumplimiento de los objetivos propuesto se contempló la realización de una revisión bibliográfica, siendo la forma más adecuada para recuperar la mayor cantidad de información disponible, por lo que se considera que el estudio es observacional descriptivo retrospectivo, puesto que tomamos como fuentes los artículos publicados entre 2010 y 2019.

### **4.2 Tipo y diseño del estudio**

Se trató de un estudio observacional de revisión bibliográfica, para lo cual se llevó a cabo una búsqueda sistemática de la literatura, ya que se no se realizó ninguna intervención en la población estudiada, retrospectivo debido a que se realizó el análisis de los artículos publicados sobre la pregunta de investigación tanto en idioma español como ingles publicados en un momento específico del año 2010 en adelante y se determinaron los factores de riesgo y posibles manejos terapéuticos de la hipocalcemia en bovinos lecheros.

### **4.3 Población**

Como población de estudio fueron artículos publicados desde el año 2010 hasta el 2019 que se encontraron en los buscadores principalmente Pubmed, Wiley Online Library, ScienceDirect, esta población se contempla como todos aquellos artículos que cumpliendo los criterios de inclusión y exclusión son elegibles para el

cumplimiento de los objetivos planteados y por consiguiente responder la pregunta acerca de los factores asociados a hipocalcemia bovina.

#### **4.4 Criterios de inclusión y exclusión**

Para llevar a cabo la revisión se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

Inclusión:

- Artículos publicados desde el año 2010 hasta el 2019.
- Artículos publicados en idioma inglés y español.
- Artículos que contemplen factores asociados a hipocalcemia en ganado bovino lechero.
- Artículos que determinen asociaciones de factores con la presentación de hipocalcemia bovina

Exclusión: dentro de los criterios de exclusión están:

- Artículos que contemplen el tema de la hipocalcemia en ganado no lechero.

#### **4.5. Técnicas de recolección de información**

##### **4.5.1 Fuentes de información**

La recopilación de los datos se llevó a cabo por medio de las bases de datos electrónicas Embase, Lilacs, Pubmed, Wiley Online Library, ScienceDirect,

utilizando los descriptores temáticos relacionadas con el tema a investigar que aparecieron en el MeSH (Medical Subject Headings) y se combinaron entre sí, para lograr un número de artículos que presentaron mayor coherencia con el tema a investigar y que tuvieron características propias para ser seleccionados

Las posibles combinaciones de términos arrojadas por el buscador, incluyeron las siguientes: ("cattle"[MeSH Terms] OR "cattle"[All Fields] OR "bovine"[All Fields]) AND ("hypocalcaemia"[All Fields] OR "hypocalcemia"[MeSH Terms] OR "hypocalcemia"[All Fields]) ("cattle"[MeSH Terms] OR "cattle"[All Fields] OR "cow"[All Fields]) AND ("hypocalcaemia"[All Fields] OR "hypocalcemia"[MeSH Terms] OR "hypocalcemia"[All Fields]) ("cattle"[MeSH Terms] OR "cattle"[All Fields] OR "bovine"[All Fields]) AND ("hypocalcaemia"[All Fields] OR "hypocalcemia"[MeSH Terms] OR "hypocalcemia"[All Fields]) AND ("risk factors"[MeSH Terms] OR ("risk"[All Fields] AND "factors"[All Fields]) OR "risk factors"[All Fields] OR ("risk"[All Fields] AND "factor"[All Fields]) OR "risk factor"[All Fields]).

La muestra de la presente revisión de la literatura estuvo compuesta por todos los artículos en texto completo que tratan el tema de hipocalcemia en ganado bovino de leche, escritos en inglés y español, indexados en publicaciones científicas tanto nacionales como internacionales disponibles en los buscadores en línea del área de la salud que fueron publicados en un periodo de 10 años (2010-2019).

#### 4.5.2 Instrumento de recolección de la información

Se diseñó una base de captura en el programa Microsoft ACCESS para almacenar la información recolectada sobre cada artículo seleccionado, con espacios prediseñados para tal fin.

#### 4.5.3. Proceso de obtención de la información

La búsqueda de información para desarrollar este trabajo inició con la definición de los términos de búsqueda en idioma español que serían utilizados como palabras clave en las bases de datos más relevantes del área de la salud disponibles en línea.

Una vez definidos los términos en español, se verificó la existencia de su equivalente en idioma inglés a través del portal de la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos (U.S. National Library of Medicine – NLM), en el enlace disponible para búsqueda de términos médicos indexados o términos MeSH (Medical Subject Headings) en la página web <http://www.nlm.nih.gov/mesh/>.

La recolección de la información se realizó de forma organizada y sistematizada, además de una manera selectiva, teniendo en cuenta los criterios de selección, esta selección se inició con la introducción de las palabras clave y sus combinaciones dentro de los buscadores seleccionados para la misma, posterior a esto y teniendo en cuenta los títulos y los resúmenes se procedió a una primera clasificación de los artículos en cada una de las bases.

Se limitó la búsqueda por fecha de publicación a los últimos 10 años y dentro de las opciones de búsqueda avanzada se utilizó el conector “AND” y “OR”. Fueron excluidos todos los artículos que no se relacionaban con hipocalcemia en bovinos de leche, identificados inicialmente a partir del título. De la misma manera fueron

excluidos todos los artículos que no estaban publicados en idioma inglés y español y todos aquellos artículos a los cuales no fue posible acceder a través de los buscadores en línea a su texto completo.

De los artículos extraídos por los investigadores y luego del cumplimiento de cada uno los criterios, se realizó una revisión de cada una de las variables que se extraerán del artículo, siendo así, se tomaron las variables descriptivas del artículo y la variable de interés que en este caso fue cuales fueron los factores asociados para presentación de hipocalcemia reportado en cada artículo.

#### **4.6. Procesamiento y análisis de la información**

Una vez que se seleccionaron los artículos se procedió a revisar el resumen por parte de los investigadores y escoger los artículos que se incluirían en la revisión, para poder posteriormente extraerlos en texto completo y poder revisarlos.

Toda la información de los artículos concerniente a los datos básicos, se recolectaron en una hoja de Excel con espacios diseñados para cada una de las variables, como fue título, autor, revista, año de publicación. Esta base de datos permitió reconocer los estudios que eran elegibles para búsqueda de artículo completo e igualmente a seleccionar las variables que nos interesaban para el análisis, siendo la variable de interés para el cumplimiento del objetivo los factores asociados a hipocalcemia en ganado bovino de leche, y en cuanto a las variables descriptivas se tomaron el nombre de la revista, año de publicación, tipo de estudio, tema principal del artículo.

#### 4.6.1. Verificación de elegibilidad de los estudios

Dos evaluadores examinaron en forma independiente todos los títulos y resúmenes de los resultados de las búsquedas, para definir la elegibilidad de los estudios según los criterios de selección establecidos. En caso de presentarse desacuerdo entre los evaluadores (i.e. no coincidan en determinar el artículo como elegible o no elegible) se consultó a un tercer evaluador, lo cual no sucedió en nuestro estudio.

Todos los estudios que sean determinados como elegibles, así como aquellos en los cuales no se pueda establecer su elegibilidad a través del resumen o el título fueron obtenidos en texto completo.

#### 4.6.2. Evaluación de calidad

Una vez finalizada la verificación de elegibilidad, se recuperaron en texto completo todos los artículos seleccionados. Dos evaluadores realizaron de manera independiente la lectura de cada artículo para la evaluación de calidad, una vez los evaluadores leyeron de manera independiente los artículos se llevo a cabo un conceso para determinar si efectivamente podrían entrar al análisis, de no presentarse acuerdo (lo cual no se presentó), se procedería a un tercer evaluador el cual lograría dirimir el no acuerdo Para este propósito se considerarán los siguientes aspectos, igualmente para evaluar la calidad de los artículos se empleo la guía STROBE para la evaluación de la calidad de los mismos. La cual fue utilizada para cada uno de los artículos que se incluyeron logrando mejorar la calidad del estudio, la guía STROBE se analizo para cada articulo, tenido en cuenta la medición cualitativa del articulo, Cada investigador aplicó por separado

la lista de criterios de la guía STROBE valorando si "cumplía", "no cumplía" o bien "no aplicaba".

## **5. CONSIDERACIONES ÉTICAS**

La investigación se considera sin riesgo según lo dispuesto en la resolución 8430 de 1993 artículo 11, resolución donde se establecen las normas técnicas, científicas y administrativas para el desarrollo de la actividad de investigación de salud en Colombia, por ende, solo se pretendió recolectar información haciendo una revisión sistemática de la literatura, lo que implica que no haya ningún riesgo, ni que los investigadores intervengan a los animales. Igualmente teniendo en cuenta la ley 576 de 2000, del código de ética en veterinaria este estudio se adhiere a los artículos contemplados que frente a la investigación están en el título III "práctica profesional" capítulos 5 y 6, que contemplan los criterios de investigación y pautas para la investigación por parte de los médicos veterinarios(41)

## **6. RESULTADOS**

### **6.1. Análisis de la Información.**

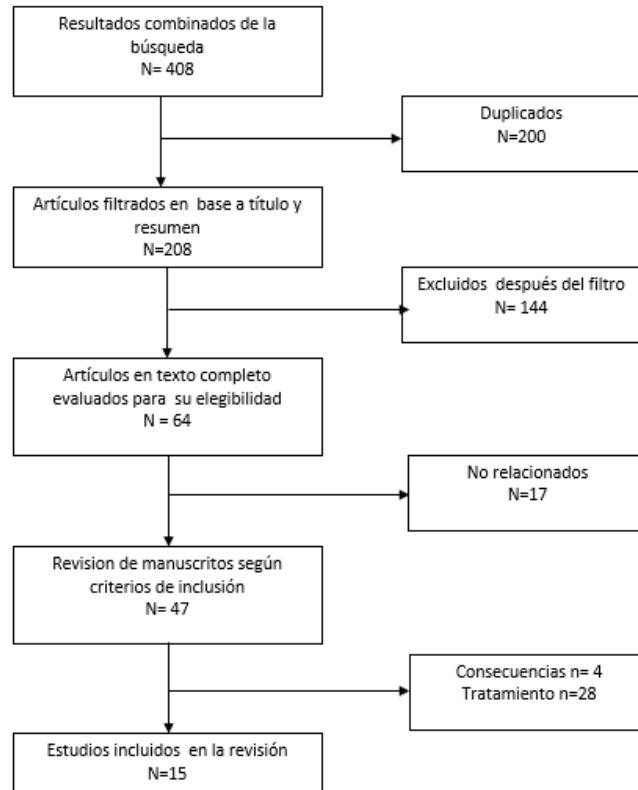
Hasta el 22 de diciembre de 2019, el buscador en línea de la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos (NLM), PubMed, en la dirección electrónica <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>, encontró 167 títulos de artículos al digitar los términos seleccionados para iniciar la búsqueda electrónica. Por su parte al realizar la búsqueda en el buscador de Wiley Online Library (<http://onlinelibrary>.

wiley.com/) se encontraron un total de 415 títulos de artículos y al llevar a cabo la búsqueda en la plataforma de ScienceDirect (<http://www.sciencedirect.com/>) se encontraron un total de 417 artículos, los demás buscadores consultados (embase, lilacs, Google académico, Dialnet) arrojando en total 200 artículos que se relacionaban con las palabras clave.

Sin embargo, teniendo en cuenta que se realizó la búsqueda en varios buscadores distintos los artículos estaban incluidos de manera simultánea en estos por los cual fue necesario revisar cada una de las búsquedas para identificar los artículos repetidos en las bases de búsqueda, de esta manera se realizó el primer filtro el cual arrojó un total de 408 artículos.

Al llevar a cabo el primer filtro que consistió en la revisión de los títulos de los artículos se encontró un total de 208 artículos elegibles posibles; luego de llevar a cabo la revisión de los resúmenes para determinar la validez, la pertinencia y la utilidad del estudio publicado teniendo en cuenta que el eje central de la investigación se descartaron 144 por no estar relacionados con el objetivo de la investigación y estar en idiomas distintos al español o inglés, esto nos llevó a tener un total de 64 artículos los cuales fueron descargados en texto completo para su revisión, de estos se excluyeron 17 por no estar relacionados con el tema de manera directa. Luego de obtener el texto completo se clasificaron en tres categorías: artículos que contemplan los factores asociados a presentación de hipocalcemia (15 artículos), tratamientos a hipocalcemia (28 artículos), y consecuencias (4 artículos), debido a que la presente investigación solo tendría en cuenta factores de asociados a presentación de hipocalcemia se contemplaron finalmente 15 artículos para ingresar en el análisis definitivo. (Figura 2)

Figura 2. Descripción de escogencia de artículos



Fuente: Elaboración propia

## 6.2. Análisis de artículos

A continuación, se presenta el análisis de los artículos que fueron escogidos por cumplir los criterios de inclusión y exclusión y la validación de los mismos. Se escogieron 15 los cuales se pueden observar en la tabla 4.

Tabla 4. Descripción de los artículos incluidos en la valoración del nivel de evidencia.

Titulo	Autores	Revista	publicación	Hallazgo
Atypical hypocalcemia in 2 dairy cows, after having been fed discarded vegetable cooking oil	Gunn, A. J., & Abuelo, A.	Canadian Veterinary Journal,	2017	asociación entre la presentación de hipocalcemia después del consumo de aceite vegetal usado
Diet-induced pseudohypoparathyroidism: A hypocalcemia and milk fever risk factor	Goff, J. P., Liesegang, A., & Horst, R. L.	Journal of Dairy Science	2014	implican un alto contenido de potasio en la dieta y una alta diferencia en la dieta de aniones catiónicos (DCAD) con un mayor riesgo de fiebre de la leche.
Gene Mapping and Gene-Set Analysis for Milk Fever Incidence in Holstein Dairy Cattle	Elizabeth Pryce, J., Sahana, G., Parker Gaddis, K., Peñagaricano, F., Silva, da S., Pacheco, H. A., Dias, L. T.	Front. Genet,	2018	El análisis de asociación identificó al menos ocho regiones genómicas diferentes que explican cantidades considerables de variación genética aditiva para la incidencia de fiebre de la leche.
Genetic parameters of calcium, phosphorus, magnesium, and potassium serum concentrations during the first 8 days after calving in Holstein cows	Tsiamadis, V., Banos, G., Panousis, N., Kritsepi-Konstantinou, M., Arsenos, G., & Valergakis, G. E.	Journal of Dairy Science	2016	cambios en las concentraciones genéticas de macro minerales después del parto pueden llegar a ser factores asociados que presentándose antes del mismo repercuten en un aumento de hipocalcemia
Is calcitonin an active hormone in the onset and prevention of hypocalcemia in dairy cattle?	Rodríguez, E., Bach, A., Devant, M., & Aris, A.	Journal of Dairy Science	2015	el receptor de hormona paratiroidea podría ser un factor clave para la homeostasis de Ca
Risk factors associated with milk fever occurrence in grazing dairy cattle	Saborio-Montero, A., Vargas-Leitón, B., Romero-Zúñiga, J. J., & Sánchez, J. M.	Journal of Dairy Science	2017	edad, dieta preparto, raza, producción láctea, presencia de otras enfermedades
Risk factors associated with postpartum subclinical hypocalcemia in dairy cows	Neves, R. C., Leno, B. M., Stokol, T., Overton, T. R., & McArt, J. A. A.	Journal of Dairy Science	2017	Las vacas que tenían presencia de cojera y niveles normales de calcio al parir se asociaron con un riesgo 3.4 veces mayor de hipocalcemia y dos días postparto en comparación con las vacas normocalcémicas no cojas
Short communication: Effect of dietary phosphorus deprivation in late gestation and early lactation on the calcium homeostasis of periparturient dairy cows.	Cohrs, I., Wilkens, M. R., & Grünberg, W.	Journal of Dairy Science	2018	encontraron en sus estudios como las concentraciones y la privación de P también contribuyen como una predisposición de hipocalcemia
Short communication: Prepartum plasma insulin-like growth factor-I concentrations based on day of insemination are lower in cows developing postpartum diseases	Piechotta, M., Sander, A. K., Kastelic, J. P., Wilde, R., Heppelmann, M., Rudolphi, B., ... Kaske, M.	Journal of Dairy Science	2012	altas concentraciones de ácidos grasos no esterificados ( $450 \pm 26 \mu\text{mol} / \text{L}$ ; media $\pm$ SE) y concentraciones plasmáticas más bajas de insulina plasmática (IGF-I) ( $78 \pm 6 \text{ ng} / \text{ml}$ ) que se presentan en vacas con hipocalcemia

Short communication: Serum osteoprotegerin concentrations in periparturient dairy cows.	Hatate, K., Kawashima, C., Hanada, M., Kayano, M., & Yamagishi, N.	Journal of Dairy Science	2018	está relacionado con los niveles bajos de osteoprotegerina en suero,
Hipocalcemia Puerperal Bovina. Revisión	L. Albornoz, J.P. Albornoz, M. Morales, <u>Luis Eusebio Fidalgo Álvarez</u>	Veterinaria,	2016	edad, dieta preparto, raza, producción láctea, presencia de otras enfermedades
Bienestar animal en bovinos de leche: selección de indicadores vinculados a la salud y producción	Martinez, M Suarez, V.H. M.D., Ghezzi.	Revista de Investigaciones Agropecuarias	2016	animales de alto mérito genético el ambiente necesario para que consiguiesen expresar su potencial, tienen mayor predisposición a hipocalcemia postparto que los de menor valor genético
Increased serum serotonin improves parturient calcium homeostasis in dairy cows	Hernández-Castellano, L. E., Hernandez, L. L., at all.	Journal of Dairy Science	2017	La serotonina (5-HT) representa un factor clave para la homeostasis del calcio, modulando la concentración de calcio en la sangre y su disminución predispone a hipocalcemia
Prevalencia de hipocalcemia en cuatro hatos Jersey en pastoreo en Costa Rica	Sanchez J, Saborio-Montero A.	Agron Costarric	2014	edad, dieta preparto, raza, producción láctea, presencia de otras enfermedades
Manejo de las dietas aniónicas en bovinos	Huala S		2012	la alimentación con una dieta rica en calcio (más de 100 g/día) o con cantidades de sales que excedan sus requerimientos totales promedio (vaca de 500 kg de peso=31 g de Calcio/día), aumenta drásticamente la presentación de hipocalcemia post parto, debido al bloqueo de los mecanismos de regulación homeostáticos

### 6.3 Factores de riesgo asociados a hipocalcemia

Luego de la revisión y posterior a la elegibilidad de los artículos el análisis de los factores de riesgo a presentación de hipocalcemia en ganado lechero se llevó a cabo con 15 artículos; de estos artículos se encontró que los principales factores de riesgo a presentación de hipocalcemia fueron:

Gunn y colaboradores encontraron luego de una revisión de caso la asociación entre la presentación de hipocalcemia después del consumo de aceite vegetal usado, se considera que la disponibilidad de una cantidad grande de aceite en la dieta es sugestiva de la presentación de la enfermedad, siendo este el único artículo que considera la presentación de hipocalcemia relacionado al consumo de aceites o grasas en la dieta.(42)

Otro aspecto a considerar es la presencia de Calcitonina como agente importante en la disminución de calcio en sangre, debido a la disminución en la síntesis de la hormona paratiroidea y el receptor para esta; el cual esta alterada en vacas hipocalcemicas, concluyendo que el receptor de hormona paratiroidea podría ser un factor clave para la homeostasis de Ca, y que niveles bajos de receptor de Hormona Paratiroidea son responsables de un deterioro de  $1,25 (OH) 2 D 3$  y aumento de calcitonina produciendo un deterioro de la homeostasis de Ca en vacas hipocalcemias subclínicas de acuerdo a las investigaciones de Rodríguez y colaboradores.(43) en contraste con estos resultados Cohrs y colaboradores concluyeron en su estudio que aunque existen estrategias de prevención basadas en la estimulación de la secreción de hormona paratiroidea y activación de la vitamina D, se presentan otros factores que son indeterminados que no son dependientes directamente de la secreción de dicha hormona pero que son igualmente efectivos como predictores para el sostenimiento de calcio.(44)

por otra parte Tsiamadis et al encontraron como también cambios en las concentraciones genéticas de macro minerales después del parto pueden llegar a ser factores asociados que presentándose antes del mismo repercuten en un aumento de hipocalcemia, siendo esto una demostración que existen características genéticas en cuanto al manejo de los depósitos de minerales como Ca, P, y Mg que predisponen a hipocalcemia postparto.(45), en contraste Neves y Colaboradores no encontraron una asociación entre las concentraciones de Mg preparto y la clasificación de Hipocalcemia subclínica en su estudio, demostrando en sus análisis que el área bajo la curva para el ROC fue de 0,51.(32); igualmente Cohrs y colaboradores encontraron en sus estudio como las concentraciones y la privación de P también contribuyen como una predisposición de hipocalcemia debido a que no se presenta una movilización efectiva del Calcio necesario.(44)

Dentro de los artículos se encontró una coincidencia en factores tales como edad, dieta preparto, raza, producción láctea, presencia de otras enfermedades, antecedentes previos que actúan como factores de riesgo de la siguiente manera: *“la edad (el riesgo aumenta con el aumento de la edad), la dieta preparto (DCAD alta aumenta el riesgo), la raza (mayor riesgo para las razas Jersey y Guernsey), la producción de leche (la susceptibilidad aumenta con la producción del rebaño), la presencia de otras enfermedades (aumentar la probabilidad del desequilibrio) y los antecedentes de casos anteriores (mayor riesgo en animales que han padecido la condición previamente”;*(2,4,46), por su parte se considera por autores que el nivel total de calcio antes del parto, la paridad y el tipo de producción son predictores significativos de hipocalcemia subclínica(32), siendo Neves y colaboradores quienes encontraron como *“Independientemente de la paridad, los animales multíparos con concentraciones de Ca en sangre  $\leq 2.4$  mmol / L en el período previo al parto tenían un 40% más de probabilidades de ser clasificados como hipocalcémicos en el parto que las vacas con concentraciones de Ca  $> 2.4$*

*mmol / L. Además, los animales en su tercera o mayor paridad tenían un 70% más de probabilidades de ser clasificados como hipocalcémicos que los animales de segunda lactancia*".(32), lo cual conlleva a considerar que la paridad aunque es un predisponente de presentación no es un predictor significativo para hipocalcemia, sin embargo Neves y colaboradores encontraron un factor asociado a hipocalcemia poco estudiado hasta el momento como es la locomoción, donde las vacas sin cojera en el parto tuvieron un mayor riesgo de mantener su estado de hipocalcemia subclínica en días de lactancia. Las vacas que tenían presencia de cojera y niveles normales de calcio al parir se asociaron con un riesgo 3.4 veces mayor de hipocalcemia y dos días postparto en comparación con las vacas normocalcémicas no cojas.(32),

Otro factor de riesgo para presentación de hipocalcemia está relacionado de acuerdo a las investigaciones llevadas a cabo por Piechotta y colaboradores a altas concentraciones de ácidos grasos no esterificados ( $450 \pm 26 \mu\text{mol} / \text{L}$ ; media  $\pm$  SE) y concentraciones plasmáticas más bajas de insulina plasmática (IGF-I) ( $78 \pm 6 \text{ ng} / \text{ml}$ ) que se presentan en vacas con hipocalcemia en comparación con los valores presentados en las vacas sanas ( $259 \pm 19 \mu\text{mol} / \text{L}$  y  $117 \pm 8 \text{ ng} / \text{ml}$ , respectivamente). (47)

Un factor adicional encontrado por Hatate y colaboradores en sus estudio está relacionado con los niveles bajos de osteoprotegerina en suero, donde encontraron una posible asociación entre estos niveles bajos y la disminución de niveles de calcio lo cual predispone a hipocalcemia postparto.(48) al igual que Hernández-castellanos y colaboradores encontraron como la serotonina (5-HT) representa un factor clave para la homeostasis del calcio, modulando la concentración de calcio en la sangre y su disminución predispone a hipocalcemia y un suministro a una dosis de 1 mg por Kg de peso de 5-HTP durante 4 días antes de parto puede llegar a aumentar las concentraciones de Serotonina disminuyendo las presentación de hipocalcemia debido al aumento de

concentraciones totales de calcio en vacas. Demostramos que el tratamiento con 5-HTP fue capaz de prevenir la hipocalcemia en vacas lecheras parturientas(49) y por su parte Goff y colaboradores encontraron como se puede presentar una implicación entre un alto contenido de potasio en la dieta y una alta diferencia en la dieta de aniones catiónicos (DCAD) con un mayor riesgo de hipocalcemia postparto(50).

Otra consideración a tener en cuenta es la alimentación con una dieta rica en calcio (más de 100 g/día) o con cantidades de sales que excedan sus requerimientos totales promedio (vaca de 500 kg de peso=31 g de Calcio/día), esta alimentación llega a aumentar drásticamente la presentación de hipocalcemia post parto, debido al bloqueo de los mecanismos de regulación homeostáticos. Los mismo ocurre con las dietas preparto con alto contenido de fósforo, las cuales igualmente aumentan la incidencia de fiebre de la leche e hipocalcemia. Dietas ricas en cationes (Sodio y Potasio), aumentan la aparición de la enfermedad, mientras que las dietas aniónicas (Cloro y Azufre) pueden prevenirla debido a que estimulan la respuesta de los tejidos blanco a la acción de las hormonas calciotrópicas (51,52).

Un factor asociado con la hipocalcemia fue el encontrado por Pryce y colaboradores sobre el análisis de la asociación genética y la presentación de hipocalcemia postparto, en este estudio identificaron al menos ocho regiones genómicas diferentes que explican cantidades considerables de variación genética aditiva para la incidencia de fiebre de la leche.(53) al igual que las investigaciones realizadas por Martínez y colaboradores que en su estudio lograron demostrar como animales de alto mérito genético en el ambiente necesario para que consiguiesen expresar su potencial, tienen mayor predisposición a hipocalcemia postparto que los de menor valor genético(54)

Tabla 5. Factores asociados a hipocalcemia

Factores relacionados con hipocalcemia		
	frecuencia*	porcentaje
Consumo aceite vegetal	1	7%
Alteración Hormona paratiroidea	1	7%
Componente genético	3	20%
Privación fosforo	1	7%
Edad, dieta, raza, tipo de producción	4	27%
Numero de parto	1	7%
Otros factores	4	27%
TOTAL	15	

\* número de artículos

## 7. DISCUSIÓN

Luego de la búsqueda sobre hipocalcemia y cuáles pueden ser sus posibles factores desencadenantes, es de anotar como aunque es una enfermedad metabólica usual, y consulta frecuente por parte de los médicos veterinarios dedicados a la buriatría, no es mucho lo que realmente se conoce sobre factores que puedan llegar a producir esta enfermedad, sin embargo, en los últimos años y debido al auge del incremento de grandes producciones de leche para consumo humano, se ha venido incrementando el número de estudios al respecto, sin embargo, se hace necesario una mayor profundización frente al mismo.

Llama la atención como autores como Martínez y colaboradores y Pryce y colaboradores (53,54), llevan a una reflexión acerca de que tan buena es la manipulación genética para mejorar las producciones y como esta manipulación trae consecuencias como en este caso el aumento en casos de hipocalcemia postparto y otras que no son el objetivo de la presente revisión, pero que nos lleva

a plantear la necesidad de aumentar las investigaciones sobre los efectos no benéficos de la manipulación genética en busca de una mayor producción en este caso láctea, alterando o produciendo un daño en el bienestar del animal.

Se hace necesario igualmente un mayor estudio de las raciones alimenticias y los suplementos minerales puesto que tal como lo encontró Gunn et all, Goff et all, Saborio et all, Cohrs et all, Piechotta et all, Albornoz et all, Sanchez et all y Huala et all, los cambios en el suministro de minerales influyen de manera significativa en la aparición no solo de hipocalcemia postparto, sino en la presencia de otras enfermedades metabólicas que repercuten de manera directa la producción, el bienestar y la perdida de cabezas de ganado de alta producción.(2,4,42,44,46,47,50,52)

## 8. CONCLUSIONES

El diagnostico, manejo y tratamiento de la hipocalcemia en ganado bovino es una práctica diaria para el médico veterinario dedicado a estos animales, sin embrago, el desconocimiento por los factores de riesgo que pueden llegar a producir dicha patología lleva a que el manejo terapéutico se centre en curación como tal y no en prevención, este estudio da las primeras bases para llevar a cabo estudios encaminados a la determinación efectiva de factores de riesgo para hipocalcemia.

Aunque se encuentran artículos relacionados con los factores de riesgo a sufrir hipocalcemia estos no son suficientes y no son del todo concluyentes, demostrando ellos mismos que es necesario a llevar a cabo estudios prospectivos relacionados con la determinación de los mismos, igualmente que el uso de un número mayor de muestra puesto que los estudios encontrados tienen tamaños de muestra reducidos que son comentados por los autores en sus conclusiones correspondientes.

Las variaciones genéticas, raza, sistemas de producción son factores que deben ser considerados en el manejo profiláctico de la hipocalcemia, como también aquellas prácticas de alimentación donde el pensar suplir una necesidad mineral puede producir un desbalance en la absorción de calcio conllevando a la presentación de hipocalcemia.

Aunque la literatura es limitada frente a factores que se asocian a la presentación de hipocalcemia en ganado lechero, es de anotar que la mayoría de ellas concuerdan con el manejo de los hatos como un punto de partida para la disminución de la hipocalcemia postparto y sus consecuentes repercusiones económicas por pérdida no solo de la producción sino de los animales de alta producción, igualmente es importante concluir de acuerdo a algunos autores revisados como en el afán de mejoramiento genético en pro de la mayor producción de los hatos, este mejoramiento ha venido desencadenando problemas a nivel de estos animales.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. Bovino - EcuRed [Internet]. [cited 2019 Dec 18]. Available from: <https://www.ecured.cu/Bovino>
2. Albornoz L, Albornoz J, Morales M, Fidalgo Álvarez L. Hipocalcemia Puerperal Bovina. Revisión. Veterinaria. 2016;52(201):29–39.
3. Roemen J, Daandels Y. Guía de Buenas Prácticas sobre las Enfermedades Metabólicas en las granjas lecheras Europeas y el uso de tecnologías para detectarlas. 2017.
4. Sanchez J, Saborio-Montero A. Prevalencia de hipocalcemia en cuatro hatos Jersey en pastoreo en Costa Rica. Agron Costarric. 2014;38(2):33–41.
5. Horst RL, Goff JP, Reinhardt TA, Buxton DR. Strategies for Preventing Milk Fever in Dairy Cattle. J Dairy Sci. 1997;80:1269–80.
6. Jawor PE, Huzzey JM, LeBlanc SJ, Von Keyserlingk MAG. Associations of subclinical hypocalcemia at calving with milk yield, and feeding, drinking, and standing behaviors around parturition in Holstein cows. J Dairy Sci. 2012;95(3):1240–8.
7. Chamberlin WG, Middleton JR, Spain JN, Johnson GC, Ellersieck MR, Pithua P. Subclinical hypocalcemia, plasma biochemical parameters, lipid metabolism, postpartum disease, and fertility in postparturient dairy cows. J Dairy Sci. 2013;96(11):7001–13.
8. Albornoz L. Hipocalcemia puerperal variaciones de minerales en el parto y evaluación de tratamientos. Universidad de la Republica; 2006.
9. Miguel L, Osorio G, Lucía S, Ochoa P, Ángel MO, Ricardo /, et al. Análisis de rentabilidad de la producción de leche de acuerdo con la variación de la fuente de carbohidrato utilizada en el suplemento de vacas holstein. Rev

- Med Vet. 2017;34:9–22.
10. Van Saun RJ. Indicators of dairy cow transition risks: Metabolic profiling revisited. *Tierärztliche Prax Großtiere*. 2016;44(2):118–26.
  11. Curtis CR, Erb HN, Sniffen CJ, Smith RD, Powers PA, Smith MC, et al. Association of parturient hypocalcemia with eight periparturient disorders in Holstein cows. *J Am Vet Med Assoc*. 1983 Sep 1;183(5):559–61.
  12. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Producción y productos lácteos: Producción [Internet]. Portal lacteo. 2019 [cited 2019 Dec 25]. Available from: <http://www.fao.org/dairy-production-products/production/es/>
  13. Food and agriculture organization of the united nations. El sector lechero mundial: Datos. 2014.
  14. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Biannual Report on Global Fod Markets [Internet]. 2019 [cited 2019 Dec 25]. Available from: <http://www.wipo.int/amc/en/mediation/rules>
  15. Consejo Nacional de Política Económica y Social. Política nacional para mejorar la competitividad del sector lácteo colombiano. Documento 3675. Bogota; 2010.
  16. Fedegan. Producción | Fedegan [Internet]. [cited 2019 Dec 25]. Available from: <https://www.fedegan.org.co/estadisticas/produccion-0>
  17. Sundrum A. Metabolic Disorders in the Transition Period Indicate that the Dairy Cows' Ability to Adapt is Overstressed. *Animals*. 2015;5:978–1020.
  18. Drackley JK. Biology of Dairy Cows During the Transition Period: the Final Frontier? *J Dairy Sci*. 1999;82:2259–73.
  19. Leroy J, Vanholder T, Van Kneegsel A, Garcia-Ispierto I, Bols P. Nutrient

- Prioritization in Dairy Cows Early Postpartum: Mismatch Between Metabolism and Fertility? *Reprod Domest Anim.* 2008 Jul;43:96–103.
20. Fatro. Metabolik a systems approach to the treatment of metabolic disorders in dairy cows. 2018.
  21. Tsiamadis V, Banos G, Panousis N, Kritsepi-Konstantinou M, Arsenos G, Valergakis GE. Genetic parameters of subclinical macromineral disorders and major clinical diseases in postparturient Holstein cows. *J Dairy Sci.* 2016;99(11):8901–14.
  22. Kossaibati MA, Esslemont RJ. The costs of production diseases in dairy herds in England. *Vet J.* 1997;154(1):41–51.
  23. Espino L, Suárez ML, Santamarina G, Goicoa A, Fidalgo LE. Utilización de las sales aniónicas en la prevención de la paresia puerperal hipocalcémica. *Arch Med Vet.* 2005;37(1):7–13.
  24. Cseh S. Hipomagnesemia. *Ganad y Compromiso* [Internet]. 2012 [cited 2020 May 23];42:12–3. Available from: [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
  25. Sanchez JM, Saborio-Montero A. Hipocalcemia e Hipomagnesemia en un hato de vacas Holstein, Jersey y Guernsey en pastoreo. *Agron Costarric.* 2014;38(2):55–65.
  26. Garzón Audor AM, Oliver Espinosa OJ. Epidemiología de la cetosis en bovinos: una revisión. *CES Med Vet y Zootec.* 2018;13(1):42–61.
  27. Spaans OK, Macdonald KA, Neal M, Auldist MJ, Lancaster JAS, Bryant AM, et al. A quantitative case study assessment of biophysical and economic effects from altering season of calving in temperate pasture-based dairy systems. *J Dairy Sci.* 2019;102(12):11523–35.
  28. McArt J, Oetzel G. A stochastic estimate of the economic impact of oral calcium supplementation in postparturient dairy cows. *J Dairy Sci.*

2015;98(10):7408–18.

29. Neves RC, Leno BM, Bach KD, McArt JAA. Epidemiology of subclinical hypocalcemia in early-lactation Holstein dairy cows: The temporal associations of plasma calcium concentration in the first 4 days in milk with disease and milk production. *J Dairy Sci.* 2018;101(10):9321–31.
30. Luna ML, Roldan VP. Perfil mineral en bovinos lecheros de Santa Fe, Argentina. *Rev Vet.* 2013;24(1):47–52.
31. Martinez N, Risco CA, Lima FS, Bisinotto RS, Greco LF, Ribeiro ES, et al. Evaluation of peripartal calcium status, energetic profile, and neutrophil function in dairy cows at low or high risk of developing uterine disease. *J Dairy Sci* [Internet]. 2012;95(12):7158–72. Available from: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-5812>
32. Neves R, Leno B, Stokol T, Overton T, McArt J. Risk factors associated with postpartum subclinical hypocalcemia in dairy cows. *J Dairy Sci.* 2017;100(5):3796–804.
33. Lean IJ, DeGaris PJ, McNeil DM, Block E. Hypocalcemia in dairy cows: Meta-analysis and dietary cation anion difference theory revisited. *J Dairy Sci* [Internet]. 2006;89(2):669–84. Available from: [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72130-0](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72130-0)
34. Houe H, Østergaard S, Thilising-Hansen T, Jørgensen RJ, Larsen T, Sørensen JT, et al. Milk Fever and Subclinical Hypocalcaemia--An Evaluation of Parameters on Incidence Risk, Diagnosis, Risk Factors and Biological Effects as Input for a Decision Support System for Disease Control - PubMed. *Acta Vet Scand* [Internet]. 2001 [cited 2020 May 24];42(1):1–29. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11455889/>
35. Veterinarios asociados. Hipocalcemia: “Fiebre de la leche” [Internet]. 2020

[cited 2020 May 24]. Available from:

<https://www.veterinariosasociados.es/post/hipocalcemia--fiebre-de-la-leche/10/>

36. Vieira-Neto A, Lima I, Jr LF, Lopera C, Zimpel R, Sinedino L, et al. Use of calcitriol to maintain postpartum blood calcium and improve immune function in dairy cows. *J Dairy Sci.* 2017;100:5805–23.
37. Valdecabres A, Pires JAA, Silva-del-Río N. Effect of prophylactic oral calcium supplementation on postpartum mineral status and markers of energy balance of multiparous Jersey cows. *J Dairy Sci.* 2018;101(5):4460–72.
38. Domino AR, Korzec HC, A McArt JA. Field trial of 2 calcium supplements on early lactation health and production in multiparous Holstein cows. *J Dairy Sci.* 2017;100(12):9681–90.
39. Hop GE, de Prado-Taranilla AI, Isaka N, Ocak M, Bertet J, Supré K, et al. Efficacy of cabergoline in a double-blind randomized clinical trial on milk leakage reduction at drying-off and new intramammary infections across the dry period and postcalving. *J Dairy Sci.* 2019;102(12):11670–80.
40. Amanlou H, Akbari A, Eslamian Farsuni N, Silva-del-Río N. Effects of subcutaneous calcium administration at calving on mineral status, health, and production of Holstein cows. *J Dairy Sci.* 2016;99(11):9199–210.
41. Congreso de Colombia. Ley 576 de 2000. 2000 p. 19.
42. Gunn AJ, Abuelo A. Atypical hypocalcemia in 2 dairy cows, after having been fed discarded vegetable cooking oil. *Can Vet J.* 2017;58(12):1306–8.
43. Rodríguez E, Bach A, Devant M, Aris A. Is calcitonin an active hormone in the onset and prevention of hypocalcemia in dairy cattle? *J Dairy Sci.* 2015;99(4):3023–30.

44. Cohrs I, Wilkens M, Grünberg W. Short communication: Effect of dietary phosphorus deprivation in late gestation and early lactation on the calcium homeostasis of periparturient dairy cows. *J Dairy Sci.* 2018;101(10):9591–8.
45. Tsiamadis V, Banos G, Panousis N, Kritsepi-Konstantinou M, Arsenos G, Valergakis G. Genetic parameters of calcium, phosphorus, magnesium, and potassium serum concentrations during the first 8 days after calving in Holstein cows. *J Dairy Sci.* 2016;99:5535–44.
46. Saborío-Montero A, Vargas-Leitón B, Romero-Zúñiga JJ, Sánchez JM. Risk factors associated with milk fever occurrence in grazing dairy cattle. *J Dairy Sci.* 2017;100(12):9715–22.
47. Piechotta M, Sander AK, Kastelic JP, Wilde R, Heppelmann M, Rudolphi B, et al. Short communication: Prepartum plasma insulin-like growth factor-I concentrations based on day of insemination are lower in cows developing postpartum diseases. *J Dairy Sci.* 2012;95(3):1367–70.
48. Hatate K, Kawashima C, Hanada M, Kayano M, Yamagishi N. Short communication: Serum osteoprotegerin concentrations in periparturient dairy cows. *J Dairy Sci.* 2018;101(7):6622–6.
49. Hernández-Castellano LE, Hernandez LL, Weaver S, Bruckmaier RM. Increased serum serotonin improves parturient calcium homeostasis in dairy cows. *J Dairy Sci.* 2017;100:1580–7.
50. Goff J, Liesegang A, Horst R. Diet-induced pseudohypoparathyroidism: A hypocalcemia and milk fever risk factor. *J Dairy Sci* [Internet]. 2014 [cited 2019 Dec 23];97:1520–8. Available from: <http://dx.doi.org/>
51. De Blas C, Resch C, Amor J, García P, Leyma SA. Utilización de sales aniónicas en dietas para vacas secas. *Prod Anim.* 1999;141:48–58.
52. Huala S. Manejo de las dietas aniónicas en bovinos. 2012.

53. Elizabeth Pryce J, Sahana G, Parker Gaddis K, Peñagaricano F, Silva da S, Pacheco HA, et al. Gene Mapping and Gene-Set Analysis for Milk Fever Incidence in Holstein Dairy Cattle. *Front Genet* [Internet]. 2018 [cited 2019 Dec 23];9:465. Available from: [www.frontiersin.org](http://www.frontiersin.org)
54. Martinez M. Bienestar animal en bovinos de leche: Selección de indicadores vinculados a la salud y producción. *Rev Investig Agropecu*. 2016;42(2):7–160.