

**ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS DE LAS  
PRINCIPALES ENFERMEDADES METABÓLICAS EN VACAS LECHERAS  
EN COLOMBIA**



**Juanita Yeripsa Puentes Rodríguez**

**David Camilo Avendaño Herrera**

**John Henry Herrera Rengifo**

**Universidad Antonio Nariño  
Facultad de medicina veterinaria**

**Bogotá**

**2021**

**ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS DE LAS  
PRINCIPALES ENFERMEDADES METABÓLICAS EN VACAS LECHERAS  
EN COLOMBIA**



**Juanita Yeripsa Puentes Rodríguez**

**David Camilo Avendaño Herrera**

**John Henry Herrera Rengifo**

**Presentado para optar al título de Médico Veterinario**

**Tutor: MSc. Laura Marcela Moreno Andrade**

**Universidad Antonio Nariño  
Facultad de medicina veterinaria  
Bogotá  
2021**

## Tabla de contenido

1.	Introducción.....	10
2.	Planteamiento del problema .....	12
3.	Justificación .....	14
4.	Objetivos.....	16
4.1	Objetivo general .....	16
4.2	Objetivos específicos.....	16
5.	Marco teórico.....	17
5.1	Metabolismo .....	17
5.1.1	El período transitorio (PT).....	17
5.1.2	El balance energético negativo (BEN) .....	18
5.2	Enfermedades metabólicas .....	19
5.2.1	Acidosis Ruminal .....	19
5.2.1.2	Signos .....	20
5.2.1.3	Clasificación .....	20
5.2.1.4	Diagnóstico.....	21
5.2.1.5	Prevención y tratamiento .....	21
5.2.1.6	Desplazamiento de abomaso .....	22
5.2.2	.Cetosis .....	22
5.2.2.2	Signos: .....	23
5.2.2.3	Diagnostico.....	23
5.2.2.5	Prevención .....	24
5.2.3	Fiebre de leche o hipocalcemia .....	25
5.2.3.2	Signos: .....	26
5.2.3.3	Diagnostico.....	26
5.2.3.4	Tratamiento.....	27
5.2.3.5	Prevención .....	28
5.2.4	Hipomagnesemia .....	28
5.2.4.1	Signos .....	29
5.2.4.2	Diagnostico.....	29
5.2.4.3	Tratamiento.....	30
5.2.4.4	Prevención .....	30
5.2.5	Hemoglobinuria puerperal.....	31
5.2.5.1	Signos .....	31
5.2.5.2	Diagnostico.....	32
5.2.5.3	Tratamiento y prevención.....	32
5.2.6	Síndrome de la vaca gorda.....	33
5.2.6.1	Signos .....	33
5.2.6.2	Diagnostico.....	34
5.2.7	Síndrome de la vaca caída .....	35
5.2.7.2	Signos .....	35

5.2.7.3 Tratamiento.....	35
6. Metodología.....	36
6.1. Materiales. ....	36
6.2. Búsqueda y revisión. ....	36
6.2.1 Definición de los criterios de inclusión y exclusión de bibliografía .....	37
6.2.1.1 Tipo de estudios.....	37
6.2.1.2 Tipos de medidas de resultados .....	37
6.2.1.3 Localización de los estudios .....	37
6.2.2 Evaluación de la calidad de los estudios .....	38
6.2.3 Extracción de datos.....	38
6.2.4 Criterios de exclusión .....	38
7. Resultados.....	39
7.1 Cetosis .....	39
7.2 Acidosis ruminal.....	43
7.3 Hipocalcemia.....	44
7.4 Síndrome de vaca caída .....	46
8. Discusión .....	48
Cetosis .....	53
Hipocalcemia .....	53
Acidosis ruminal.....	54
6. Conclusiones.....	55
7. Bibliografía.....	58

**Lista de tablas**

Tabla 1 Signos clínicos de hipocalcemia.....	26
Tabla 2 Reporte de casos y estudios de cetosis realizados en Colombia .....	39
Tabla 3 Reporte de casos y estudios de acidosis ruminal realizados en Colombia .....	43
Tabla 4 Reporte de casos y estudios de hipocalcemia realizados en Colombia .....	44
Tabla 5 Casos y estudios de síndrome de vaca caída realizados en Colombia .....	46

## Resumen

El ganado lechero durante su proceso de reproducción atraviesa por un periodo de transición (3 semanas antes del parto y 3 semanas posteriores a este) donde los bovinos presentan cambios en su organismo. Estas alteraciones predisponen al ganado a padecer trastornos metabólicos que afectan su salud, causando impacto en los sistemas productivos y por lo tanto, generando pérdidas económicas en las fincas de producción lechera en Colombia.

En este trabajo se abarca aspectos relevantes de las principales enfermedades metabólicas en bovinos, su fisiopatología, causas, signos clínicos y los métodos diagnósticos más usados en el país, así como información sobre pruebas realizadas en otros países para diagnosticar estos trastornos. Por otro lado, se describen los posibles tratamientos y las medidas a tener en cuenta para prevenir su presentación.

Así mismo, se analizaron diferentes estudios epidemiológicos y reportes de casos de enfermedad que indican a pequeños rasgos la prevalencia de estos trastornos metabólicos durante la última década en los principales departamentos productores de leche del país, donde se puede evidenciar que las enfermedades metabólicas de mayor importancia en Colombia, son la cetosis que reporta una prevalencia del 0.6% hasta 6% en su presentación clínica y del 2.5 % al 67 % en su forma subclínica; en cuanto a la hipocalcemia podemos encontrar una prevalencia del 1.2% hasta 10.8% reportando, sin embargo en un estudio se ha dado una presentación del 100% en fincas de algunos departamentos del país; Respecto a la acidosis ruminal se reporta una prevalencia que va desde el 3.2% hasta 47%; En relación al síndrome de vaca caída se reportó en solo dos estudios con una prevalencia entre el 1.8% al 9.9%; En lo que concierne a otras patologías metabólicas reconocidas como la hipomagnesemia, hemoglobinuria puerperal y síndrome de vaca gorda no se encontraron reportes en Colombia. La presentación de estas enfermedades en las fincas están condicionadas por un inadecuado manejo y nutrición en los hatos lecheros durante el ciclo productivo bovino.

**Palabras clave:** Metabolismo del bovino, trastornos metabólicos, periodo de transición, prevalencia, hipocalcemia, hipomagnesemia, cetosis y acidosis ruminal.

## Abstract

Dairy cattle during their reproduction process go through a transition period (3 weeks before calving and 3 weeks after this) where bovines present changes in their organism, these alterations predispose cattle to suffer metabolic disorders that affect their health, causing an impact on the productive systems and therefore, generating economic losses in the dairy farms in Colombia.

This paper covers relevant aspects of the main metabolic diseases in bovines, their pathophysiology, causes, clinical signs and the most used diagnostic methods in the country, as well as information on tests performed in other countries to diagnose these disorders. On the other hand, the possible treatments and the measures to be taken into account to prevent its presentation are described.

Likewise, different epidemiological studies and reports of disease cases were analyzed that indicate in small traits the prevalence of these metabolic disorders during the last decade in the main milk producing departments of the country, where it can be shown that the metabolic diseases of greater importance in Colombia, they are ketosis that reports a prevalence of 0.6% to 6% in its clinical presentation and from 2.5 % to 67 % in its subclinical form; Regarding hypocalcemia, we can find a prevalence of 1.2% to 10.8%, reporting, however in a study there has been a 100% presentation on farms in some departments of the country. With Respect to ruminal acidosis, a prevalence reports ranging from 3.2% to 47%; In relation to the downed cow syndrome, it was reported in only two studies with a prevalence between 1.8% and 9.9%; As regards other recognized metabolic pathologies such as hypomagnesemia, puerperal hemoglobinuria and fat cow syndrome, no reports were found in Colombia. The presentation of these diseases on farms is conditioned by inadequate management and nutrition in dairy herds during the bovine productive cycle.

**Key Words:** Bovine metabolism, metabolic disorders, transition period, prevalence, hypocalcemia, hypomagnesemia, ketosis and ruminal acidosis.

## 1. Introducción

La actividad ganadera es predominante en todo el territorio nacional, ya que en los 27 de los 32 departamentos de Colombia se presenta una participación importante (Astaíza, et al., 2017).

Según la Federación Nacional de Ganaderos (Fedegan), dentro del sector bovino, el renglón lácteo ocupa un lugar prominente en la estructura económica y social del país, pues presenta una participación cercana del 9% del PIB agropecuario y supone un trabajo estable para unos 497 mil productores entre pequeños, medianos y grandes, con diferentes niveles de organización, desarrollo tecnológico y objetivos productivos (Morales y Ortiz, 2018).

La producción lechera está dispersa por toda la geografía nacional, aunque se pueden identificar tres cuencas lecheras en la zona andina, a más de 2000 m.s.n.m. (trópico alto), que producen más del 70% de la leche acopiada por la industria. Además, hay tres cuencas del trópico bajo (menos de 1200 m.s.n.m) que producen cerca del 15% del total de leche y el restante en otras regiones del país. Sin embargo, es importante mencionar que según reportes, el número de productores de leche en el país, es incierto (Carulla y Ortega, 2016).

Es importante resaltar, que en Colombia no existe, en lo general, una tendencia hacia el aumento del tamaño de las unidades productivas lecheras y sólo los medianos y grandes productores incorporan nuevas prácticas técnicas y tecnológicas en sus hatos, orientados más por criterios de calidad que por prácticas de gestión estratégica, mientras que los pequeños productores, que son la mayoría, mantienen formas tradicionales de producción (Londoño y Cardona, 2011).

Sin embargo, es de gran la importancia el manejo adecuado para mejorar la producción y evitar la presentación de enfermedades (principalmente metabólicas), por lo que hay

que tomar ciertas acciones de control que deben ser permanentes durante todo el ciclo productivo de las vacas; además, se conoce que los puntos críticos se sitúan en el periparto; por lo tanto es crucial el manejo alimentario, referido a los aportes de insumos y las condiciones de infraestructura para que las vacas accedan al alimento ofrecido (Moraga, 2000).

Por tal razón, una herramienta precisa que tiene el productor para garantizar la buena salud y evitar factores que la puedan perjudicar la salud y el bienestar animal, es lograr una paulatina adaptación del rumen a las dietas de alta densidad energética y proteica que se ofrecen en la lactancia temprana, maximizar la recuperación del consumo voluntario deprimido durante el periparto y tener en cuenta que la suplementación de micronutrientes durante el parto (Villanueva, 2014).

## 2. Planteamiento del problema

Actualmente la creciente exigencia que se ejerce sobre las vacas lecheras para lograr altas producciones, hace que varíen los componentes de manejo en sus diferentes etapas de producción y son los detonantes para la mayoría de desórdenes metabólicos, lo que conlleva pérdidas para el productor (Villanueva, 2014).

Las pérdidas económicas por disminución en la producción de leche, disminución en las ganancias por producción de leche de mala calidad y el impacto en los problemas reproductivos en fincas dedicadas a la producción de leche requieren hatos sanos con parámetros óptimos de producción de leche. Es importante mencionar, que el origen de las enfermedades y su propagación tienen un efecto importante sobre la salud de los animales, lo que representa un efecto negativo en el proceso de producción, razón por la cual es necesario buscar y encontrar las causas para prevenirlas o evitarlas (Andrade, Caro y Dallos, 2014). Así mismo se observa que los factores que afectan la producción de leche son casos aislados que no se estudian en su totalidad a menos que afecte a gran parte de la población. Cuando se observan cambios en las etapas de producción y reproducción, en la dinámica de consumo de los bovinos, y en el comportamiento de los mismos, es posible predecir enfermedades que afectan la ganadería y que están estrechamente relacionadas con la oferta alimenticia, balance nutricional, lugares no aptos para el pastoreo (producción de agentes tóxicos en el suelo, pastizal no adecuado para el ganado, producción de claudicaciones y otras lesiones, plagas etc.) (Parra, et al., 2016).

Cabe señalar que se observa una relación directa del pastoreo, calidad forrajes, concentrados, suplementos alimenticios, etc., debido a que son factores fundamentales para la alta producción de leche. Es necesario que los animales tengan un manejo nutricional adecuado, ya que esto puede afectarlos en su salud, bienestar y consecuente a esto, bajar la producción de leche y por ende afectar la rentabilidad del productor. (Mendoza y Ricalde, 2016).

Llegados a este punto nos preguntamos ¿Cuáles son las principales enfermedades metabólicas reportadas en Colombia en los últimos diez años? Teniendo en cuenta los problemas mencionados asociados a la presencia de este tipo de patologías, es conveniente llevar a cabo una investigación que proporcione información carente de estudio en el país, propiciando el progreso de la producción del ganado lechero en Colombia.

### 3. Justificación

La industria lechera, vista como una unidad económica en el país, es aquella donde el ganadero combina varios factores, tales como el manejo del ganado (mano de obra), la tierra, los animales y la tecnología para transformar el producto inicial en litros de leche (Ángel y Hernández., 2013). En Colombia, el sector ganadero es responsable de aproximadamente un 3.6% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional. La actividad ganadera representa el 20% del PIB agropecuario y el 53% del PIB pecuario, siendo una de las actividades productivas más importantes dentro del sector agropecuario del país (Sossa y Barahona, 2014).

Según la FAO 2018 (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) el consumo de leche para el año 2019 en Colombia tuvo un aumento del 92%, siendo el año con mayor consumo y demanda de producción láctea. (FAO, 2018). En los últimos años se observa un incremento en el consumo per cápita de leche, según los informes de la FEDEGAN (2019) en el año 2010 se registró un consumo de 139 litros y se vio un aumento para los años 2016-2019 de un total de 158 litros al año por persona.

FEDEGAN para el 2019 reportó un total de 27.234.027 bovinos en el país, contando ganado de leche, carne y doble propósito (FEDEGAN, 2020). Según FEDEGAN La producción lechera nacional proviene de 40% de razas Bovinas de doble propósito (producción de carne y leche) como Pardo Suizo, Normando y Cebú, a las que pertenece 95% del total de la población de bovinos en el país (Quintero, 2011). En Colombia se estiman en una población de vacas dedicadas a la lechería especializada y al doble propósito en 1,4 y 8,4 millones de cabezas, que producen 2,771 y 3,749 millones de litros, respectivamente; esto equivale al 42,5% y 57,7% de la producción nacional para cada sector. La ganadería intensiva del país está asociada a la cercanía a grandes ciudades y su presión productiva debido al elevado costo de la tierra, que hace que los sistemas sean más intensivos en carga (animales por unidad de área) (Morales y Ortiz, 2018).

Según datos de Proexport (2011), el volumen total de producción en Colombia pasó de dos mil millones de litros en 1979 a seis mil quinientos millones en 2010, con una tasa de crecimiento promedio de 3.5%. Este crecimiento ha sido resultado del mejoramiento productivo de la ganadería de leche, esencialmente, a través de la importación de material genético de las razas Holstein y la Jersey, de la nutrición y del desarrollo tecnológico de los hatos con la introducción del ordeño mecánico, la fertilización de los pastos, la renovación de praderas y la suplementación alimenticia; lo que da a entender la importancia productiva que trae el tener un buen manejo en los hatos (Barrios, et al., 2016). Y por el contrario, cuando no hay un manejo adecuado los problemas de la salud del rebaño tienen un enorme impacto sobre la rentabilidad de las explotaciones, debido fundamentalmente a que incrementan los costos veterinarios, merman la producción, y por supuesto, la eficacia reproductiva se resiente. Cualquier animal que sufra un desorden metabólico, por un mal manejo o deficiencias en la alimentación durante el periodo de transición, va a tener una importante repercusión en la fase productiva, de tal manera que va a disminuir la cantidad de leche producida, entre 4 y 8 litros durante el pico de producción (Muiño, et al., 2013)

Teniendo en cuenta la información presentada, es necesario resaltar la importancia de realizar un análisis retrospectivo de estas enfermedades metabólicas presentadas en la ganadería de leche con el fin de identificarlas de manera oportuna, para establecer las posibles recomendaciones y contribuir en el progreso de las ganaderías lecheras de Colombia.

## 4. Objetivos

### 4.1 Objetivo general

Desarrollar un análisis retrospectivo de los últimos 10 años de las principales enfermedades metabólicas reportadas en vacas lecheras en Colombia.

### 4.2 Objetivos específicos

- Realizar una revisión bibliográfica de las principales enfermedades metabólicas que han afectado al ganado lechero en Colombia durante los últimos 10 años tales como la acidosis ruminal, cetosis, hipocalcemia, entre otras.
- Consultar prevalencia de las enfermedades metabólicas del ganado lechero en las diferentes regiones de Colombia, mediante revisiones bibliográficas.
- Identificar métodos de prevención y diagnóstico de las principales enfermedades metabólicas que afectan la ganadería de leche en Colombia.

## **5. Marco teórico**

### **5.1 Metabolismo**

El metabolismo es el conjunto de transformaciones y procesos químicos por los cuales se renuevan las diversas sustancias que forman parte del organismo. (Humanes y Cogolludo, 2012) Sin embargo en ocasiones el organismo sufre de enfermedades o desórdenes metabólicos que afectan de manera negativa la salud y producción del ganado (Saborío, 2015).

Para lograr entender a profundidad estas enfermedades primero debemos conocer algunos procesos fisiológicos importantes en la especie bovina como lo son:

#### **5.1.1 El período transitorio (PT)**

Para las vacas lecheras comprende desde las 3 semanas previas al parto, hasta las 3 semanas posteriores a este. Durante este período ocurren cambios fisiológicos, metabólicos y nutricionales que determinarán el éxito productivo y reproductivo de la vaca en la siguiente lactancia. Durante este período la vaca lechera se ve enfrentada a los mayores cambios fisiológicos, debido a su próxima preparación para a la síntesis y secreción de calostro, el parto y la posterior producción de leche, momentos que la enfrentan a un fuerte estrés nutricional y metabólico, asociado al manejo y ambiente donde se realiza este período (Sepúlveda y Wittwer, 2017).

Este al ser un momento donde se presentan gran parte de los problemas metabólicos, es de vital importancia ya que pueden socavar todas las expectativas de producción durante la lactancia, lo que da como resultado un impacto económico significativo para las granjas lecheras (Alvarenga, et al., 2015).

Las vacas lecheras en pastoreo de las regiones tropicales de gran altitud en Colombia están expuestas a condiciones ambientales que aumentan sus necesidades energéticas (tierras de

gran altitud, áreas frías montañosas, topografía ondulada, alta humedad, alta radiación solar, menor disponibilidad de oxígeno, lluvias consecutivas y estaciones secas). Además de las condiciones ambientales, los ajustes al régimen de alimentación durante el período de transición no forman parte del manejo nutricional general de las vacas. En consecuencia, estudios previos han reportado manejos desconocidos del período de transición en más del 70% de los hatos lecheros colombianos (Vallejo, et al., 2020).

En estas condiciones, cumplir con el requerimiento de energía alimentaria de la vaca es difícil y aumenta el riesgo de balance energético negativo (Carulla y Ortega, 2016); predisponiendo a la aparición de trastornos metabólicos (“fiebre de la leche”, cetosis, desplazamiento de abomaso, etc.) que ocurren generalmente en las dos primeras semanas de lactancia, y el riesgo se prolonga hasta treinta días tras el parto (Martínez, 2007).

### **5.1.2 El balance energético negativo (BEN)**

La mayoría de vacas lecheras durante las primeras semanas de lactancia, soportan sin desarrollar enfermedades peri-partales durante el intento de adaptar su metabolismo al BEN (Gómez y Campos, 2016) sin embargo, las vacas lecheras (*Bos taurus*) de alta producción, desde el periodo preparto hasta la octava semana posparto presentan BEN no compensado, esto es debido a la disminución del consumo de materia seca en el preparto y al incremento en la demanda energética para la producción de leche en el posparto, que conlleva a una movilización lipídica para suplir sus requerimientos energéticos (Cardoso, 2008).

“La incidencia de problemas alimentarios, nutricionales y metabólicos es cada vez mayor en hatos lecheros, así como la aparición de problemas sanitarios, productivos y reproductivos asociados a los mismos.” (Correa y Carulla, 2009).

## **5.2 Enfermedades metabólicas**

Los trastornos metabólicos que afectan al rumiante en el periodo de transición son múltiples y se hallan condicionados por desequilibrios homeostáticos. La depresión del consumo, los cambios endocrinos y la creciente producción láctea modifican la redistribución de nutrientes y llevan al animal a modificaciones metabólicas, situación que cuando no es adecuada o rápidamente corregida produce severos desbalances fisiológicos (Hernández, et al., 2011).

Las enfermedades metabólicas presentes en la ganadería lechera son:

### **5.2.1 Acidosis Ruminal**

La acidosis ruminal puede originarse algunos días post parto cuando la vaca lechera es suplementada con raciones ricas en carbohidratos rápidamente fermentables (azúcares, almidón) para minimizar el BEN o cuando la vaca alcanza su máximo nivel de consumo voluntario de alimento. Esta fermentación microbiana del alimento produce principalmente los ácidos grasos volátiles [AGV] y, en menor medida, el ácido láctico (AL), desencadenantes de la disminución del pH ruminal (Bretschneider, 2016).

La exposición prolongada a un pH ruminal bajo produce una acidosis sistémica que impone un estrés crónico sobre los mecanismos fisiológicos del animal y la capacidad de mantener el equilibrio ácido-base (Jaramillo, et al., 2017). La disminución del pH ruminal podría también ocasionar problemas adicionales, secuelas que incluyen hipocalcemias, polioencefalomalacias, deterioro de vísceras, abscesos hepáticos y cambios en la morfología de la pared ruminal; además de considerarse como la mayor causa predisponente de laminitis convirtiéndose en un evento transcendental que repercute en la longevidad de las vacas lecheras (Granja, et al., 2012).

### 5.2.1.2 Signos

Al inicio del cuadro, los animales presentan poca coordinación o incoordinación al caminar, depresión y anorexia. Se produce aumento de la temperatura corporal, pulso y frecuencia respiratoria. Avanzado el cuadro, los animales afectados presentan hipotermia e hipoventilación. Se observa hipomotilidad o atonía ruminal, con presencia de timpanismo. Las heces en un inicio son más blandas, cambiando su consistencia a líquidas y espumosas, de color claro y de mal olor. Los animales presentan deshidratación severa y progresiva, la que evoluciona dentro de 24 a 48 horas de iniciado el cuadro de diarrea. La anuria es un hallazgo frecuente (Noro y Sepúlveda, 2010). Así mismo, se observa disminución del porcentaje de grasa en la leche, la claudicación (causada por laminitis secundaria), la hepatitis abscedativa y la neumonía tromboembólica son hallazgos frecuentes. (Bouda, et al., 1997).

### 5.2.1.3 Clasificación

#### **Acidosis aguda:**

Se debe a un consumo excesivo de carbohidratos rápidamente fermentables que resulta en una caída súbita del pH, debido al aumento rápido en la concentración de ácido láctico a nivel ruminal. En el rumen hay bacterias formadoras y utilizadoras de este ácido evitando la caída del pH. Sin embargo, en muchos casos, este mecanismo no logra compensar. Normalmente, la ARA (Acidosis ruminal aguda) va acompañada de acidosis metabólica (Bretschneider G, 2016).

#### **Acidosis subaguda:**

Esta acidosis afecta la ingesta de materia seca, la producción de leche, la micro flora ruminal y la digestión; además la acidosis ruminal subaguda (SARA) se caracteriza porque es una entidad que desencadena la producción de lipopolisacáridos debido a la muerte de bacterias gram negativas (debido a la disminución del pH ruminal durante tres o más horas) posteriores a una dieta rica en carbohidratos no estructurales, causando de

esta manera implicaciones importantes a nivel local y sistémico. En los cuadros de SARA son evidenciados valores de pH iguales o inferiores a 5,5. (Gómez, et al., 2014).

#### **5.2.1.4 Diagnóstico**

Es realizado con la información de ingesta de alimentos ricos en carbohidratos, hallazgos clínicos y exámenes de laboratorio, como análisis de líquido ruminal, orina y heces (Noro y Sepúlveda, 2010). Para establecer un diagnóstico definitivo se debe confirmar que el pH ruminal es un pH bajo. En condiciones de campo se puede extraer líquido ruminal vía esofágica o a través de una rumenocentesis. El líquido ruminal extraído vía esofágica puede contaminarse con saliva y el valor del pH suele ser erróneo, en estos casos se recomienda descartar los primeros 200 ml del líquido (Devant, 2011).

La rumenocentesis implica, insertar una aguja calibre 16 de 4 pulgadas de largo en el rumen y aspirar 1 ml de líquido ruminal. Luego se hace uso de un medidor de pH de campo; el proceso causa un estrés leve, se realiza sin anestesia local y no afecta la ingesta de materia seca ni la producción de leche. Las tiras de papel no son adecuadas, porque el color del líquido ruminal puede interferir con la interpretación del cambio de color en la tira. El tamaño mínimo de la muestra es de 12 animales, si 3 o más de las 12 vacas analizadas tienen un pH ruminal  $\leq 5,5$ , entonces se considera que el grupo tiene un alto riesgo de SARA y se debe modificar la dieta (Garrett, 2017).

#### **5.2.1.5 Prevención y tratamiento**

La prevención y tratamiento de las acidosis incluye la elaboración de raciones seguras y/o la inclusión de aditivos que ayuden a combatir el descenso del pH ruminal. En cuanto a aditivos a nivel práctico se usan dos productos químicos para combatir la acidosis ruminal: el óxido de magnesio (alcalinizante) y el bicarbonato (tampón). En ocasiones la bentonita, usada principalmente como coadyuvante de la granulación, puede ayudar a combatir la acidosis pues puede absorber parte de los ácidos grasos volátiles a nivel ruminal. Otro

método es mediante la eliminación de *Streptococcus bovis* (el principal responsable de la producción de ácido láctico al principio de la acidosis) (Bach, 2002).

#### **5.2.1.6 Desplazamiento de abomaso**

El insuficiente aporte de fibra efectiva en la dieta de vacas lecheras, producen cambios en la fisiología digestiva del rumen que favorecen la acumulación de ácidos grasos volátiles (AGV) en el abomaso lo que lleva a una disminución de la contracción abomasal, posterior atonía y desplazamiento de éste (Granja, et al., 2012). La atonía de la musculatura lisa abomasal reduce la tasa de vaciado del bolo hacia duodeno. El gas formado y los líquidos se acumulan, ocasionando distensión del órgano que predispone a su desplazamiento, los signos clínicos habituales incluyen falta de apetito, malestar de la vaca y una caída repentina de la producción de leche. La falta de tono puede deberse también a hipocalcemia, debido al descenso en la concentración de calcio plasmático que reduce la contractibilidad muscular abomasal. (Martínez, 2007).

#### **5.2.2 .Cetosis**

La cetosis bovina es una enfermedad asociada a la acumulación de cuerpos cetónicos en la sangre, frecuentemente presentada en vacas condicionadas al parto que reciben dietas bajas en precursores de glucosa (Correa y Carulla, 2009), ésta puede ser dada por cambios abruptos en el metabolismo energético, consumo de alimento bajo o con pocos nutrientes esenciales en las semanas previas al parto, balance energético negativo, aumento de requerimientos nutricionales para producir calostro y leche, esta enfermedad metabólica tiene un impacto importante sobre la producción láctea, un mayor riesgo de descarte temprano, mayor predisposición a otras enfermedades del periparto y un efecto negativo sobre la eficiencia reproductiva. (Garzón y Espinosa, 2018).

En una situación de déficit energético, los animales sufren alteraciones metabólicas que consisten en la activación de la gluconeogénesis y la movilización de las reservas lipídicas, que se da principalmente como ácidos grasos no esterificados (NEFA), así, salen del

adipocito grandes cantidades de NEFA, y allí mismo en el hígado son distribuidos por lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) con el fin de ser oxidados a acetyl-CoA en la mayoría de tejidos. Igualmente es llevada a cabo una extensa síntesis de triglicéridos. (Osorio y Vinazco, 2010).

Al haber un mayor ingreso de NEFA a la mitocondria se producirán cuerpos cetónicos, Beta-hidroxibutirato ( $\beta$ HB), acetoacetato (AcAc) y acetona (Ac), los cuales son una fuente de energía en los bovinos adultos. A su vez, cuando su producción excede la capacidad del organismo para utilizarlos, sus concentraciones se incrementan produciendo cetosis, esta puede darse de manera subclínica o clínica (Cucunubo, et al., 2013).

#### **5.2.2.2 Signos:**

Los signos de la cetosis sub clínica son generalmente, una elevada concentración de cuerpos cetónicos circulantes en ausencia de síntomas clínicos, algunos casos se puede dar un descenso discreto en la producción de leche (2-3 litros diarios); Mientras que los signos de la cetosis clínica son pérdida de apetito (concentrado), disminución de la producción de leche, rápida pérdida de condición corporal, somnolencia, aliento con olor dulce. (Pastor y Cebrián, 2002).

#### **5.2.2.3 Diagnostico**

El diagnóstico y monitoreo de esta patología se realiza mediante la determinación de cuerpos cetónicos en muestras de sangre, leche y orina. La determinación de otros metabolitos como ácidos grasos no esterificados, son útiles como biomarcadores de BEN (Pastor y Cebrián, 2002). La determinación de  $\beta$ HB plasmático es considerada la prueba de oro para el diagnóstico de cetosis subclínica, sobre todo cuando se presenta concentraciones plasmáticas de  $\beta$ HB  $> 1,4$  mmol/, mientras que para el caso de la cetosis clínica cuando la concentración de  $\beta$ HB es  $> 2,2$  mmol/ L; a su vez, existen otras pruebas diagnósticas como la de Rothera que determina acetoacetato en muestras de orina y aparatos electrónicos de mano para la detección de concentraciones plasmáticas de  $\beta$ HB con una sensibilidad y especificidad de 100% (Noro y Strieder, 2012).

#### **5.2.2.4 Tratamiento**

Los cuadros clínicos de cetosis deben ser tratados inmediatamente con suministro de glucosa endovenosa (500 ml de solución al 40%), la cual produce una mejora inmediata y temporaria. (Lama, 2013). Entre otras opciones de tratamiento, se encuentra la administración de propilenglicol, ya que en el rumen se transformará en ácido propiónico que posteriormente será absorbido produciendo glucosa en el hígado, hay que administrarlo una o dos veces al día en una cantidad de cuarto a medio litro cada vez por vía oral. Y por último la inyección de un corticoide, el más común es usar dexametasona, eleva el nivel de glucosa en sangre pero su efecto más eficaz es la supresión de la producción láctea, generando menos demanda de glucosa, no olvidar el efecto inmunosupresor de los corticoides (González, 2013).

#### **5.2.2.5 Prevención**

Lo ideal para reducir la incidencia de cetosis sería el recambio de animales viejos, minimizar el BEN mediante una dieta adecuada a las necesidades de inicio de lactancia, Realizar un periodo de transición adecuado y con alimentación apropiada. (Garzón y Espinosa, 2018).

La movilización excesiva de lípidos se puede prevenir con diferentes estrategias como la reducción de los niveles sanguíneos de ácidos grasos no esterificados (NEFA). El uso profiláctico de aditivos como el propilenglicol, aumentan la concentración de propionato ruminal, estimulan la insulina y disminuyen la lipólisis resultando en un mejor estado energético en las vacas lecheras. Otros de estos aditivos se conocen como grasas protegidas o grasas de "derivación", esta estrategia nutricional consiste en usar ácidos grasos que provienen de la dieta y son utilizados por los tejidos extra hepáticos, a diferencia de los NEFA que se metabolizan en el hígado. Por lo tanto, la movilización de lípidos sería menos intensa y tendría un efecto menos negativo sobre el metabolismo hepático (García, et al., 2011).

### 5.2.3 Fiebre de leche o hipocalcemia

La hipocalcemia puerperal, fiebre de la leche o paresia puerperal es una enfermedad metabólica-nutricional caracterizada por un momentáneo desequilibrio en la regulación de la concentración del calcio (Ca) en sangre durante el parto, no siendo verdaderamente una deficiencia del mineral, también se presenta hipocalcemia fisiológica al momento del parto. Esta enfermedad se presenta cuando el uso de Ca en la reserva sanguínea, excede el ingreso de calcio absorbido del intestino y el movilizado por el hueso (Cesar D, 2016), se presenta en ganado lechero de alta producción y se ha asociado a dietas ricas en K y Na o deficiencia de azufre. (Correa H y Carulla J, 2009).

La disminución de los niveles de Ca en sangre afecta a la contracción muscular, al metabolismo energético y a la función inmunitaria. Esto podría explicar el incremento del riesgo que tienen las vacas con hipocalcemia de padecer otras enfermedades como cetosis, desplazamiento de abomaso (DA), metritis, retención de placenta, descenso del éxito reproductivo e incremento del riesgo de eliminación del hato (Miranda, et al., 2020) .La enfermedad ocasiona grandes pérdidas económicas en las explotaciones lecheras, fundamentalmente debido al costo de los tratamientos, las muertes y las complicaciones secundarias (Martínez M, 2018).

Cabe destacar que a pesar de que la gravedad de la enfermedad es mayor en los casos clínicos, los casos subclínicos también son importantes porque (1) son mucho más frecuentes, (2) no se pueden diagnosticar fácilmente y (3) pueden afectar la longevidad y productividad de la vaca .Se asume comúnmente que las vacas lecheras experimentan hipocalcemia subclínica cuando el Ca sérico total es  $<2.0$  mmol/L (8.0 mg / dL) e hipocalcemia clínica cuando los niveles de Ca sérico son  $<1.5$  mmol/L (6.0 mg / dL) (Rodríguez, Aris y Bach ,2017).

### 5.2.3.2 Signos:

Los signos clínicos de la hipocalcemia dependen de la severidad del déficit de Calcio circulante en la sangre. Para su diferenciación, se describen 3 fases o etapas con diferente sintomatología, como se expresa en la tabla 1.

*Tabla 1 Signos clínicos de hipocalcemia*

<i>Signos clínicos de la hipocalcemia</i>		
<i>Fase 1</i>	<i>Fase 2</i>	<i>Fase 3</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>-El animal manifiesta incoordinación motora y temblores musculares.</li> <li>-El animal trata de no moverse y no come.</li> <li>-El animal se muestra inestable y nervioso.</li> <li>-Se produce una elevación transitoria de la temperatura Corporal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Se caracteriza por estar decúbito esternal.</li> <li>-El animal se presenta deprimido torciendo la cabeza como mirándose el flanco.</li> <li>-La tetania de los miembros ha desaparecido, pero presenta parálisis flácida.</li> <li>-El hocico está seco, las extremidades frías y la temperatura rectal ha disminuido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Muestra un estado de coma con decúbito lateral.</li> <li>-El animal no puede levantarse y se produce un meteorismo secundario.</li> <li>-Muerte por insuficiencia respiratoria</li> </ul>

*Fuente (Lizárraga R, 2020)*

Si conjuntamente existe una hipomagnesemia el animal mantiene el cuadro de tetania e hiperexcitabilidad en todas las etapas. (Perna R, 2009).

### 5.2.3.3 Diagnostico

Toma de sangre: Los niveles sanguíneos normales de calcio en vacas lecheras fluctúan entre 8,60 y 9,63 mg/dl, cuando el calcio en el plasma está por debajo de estos límites considerados normales se presenta los signos clínicos característicos de esta enfermedad (Albornoz, Albornoz , Morales y Fidalgo, 2016).La medición sérica de Ca se puede

realizar por la técnica de espectrofotometría mediante la cual es posible determinar la identidad y la concentración de componentes disueltos en la muestra la ventaja sobre otros métodos es la rapidez, precisión, versatilidad, facilidad de uso y eficiente en costo (Quiroga, 2013).

Otra manera de medirlo es mediante una prueba semicuantitativa: El test se realiza utilizando un tubo de ensayo con 0.8 ml de una solución de EDTA suficiente para quelar todo el calcio presente en 2 ml de sangre con una concentración inferior a 1.5 mmol/l. Cuando en este tubo se colocan 2 ml de sangre de una vaca en estudio, es necesario asegurar la adecuada homogenización del reactivo con la sangre y después de 30 minutos, a temperatura ambiente, se observa si se ha producido coagulación. Si no hay coagulación en la muestra se considera que las concentraciones de calcio son inferiores a 1.5 mmol/l y se debe realizar tratamiento con calcio (Contreras y Phil, 1998).

#### **5.2.3.4 Tratamiento**

Administrar sales de borogluconato de calcio vía intravenosa, aunque se debe tener cuidado en la velocidad de administración ya que por esta vía la respuesta es mucho más rápida. Otra opción es administrar primeramente de forma intravenosa y luego continuar con la administración por vía subcutánea. Se debe realizar en las primeras etapas del cuadro clínico para más efectividad (Cesar D, 2016).

La administración de borogluconato cálcico en solución debe ser al 20 o 30%, a la dosis de un gramo de Ca por cada 45 kg de peso. El éxito en la terapia clínica está directamente relacionado con la dosis de calcio administrada; en la administración de Ca vía subcutánea no se debe administrar más de 75 ml por punto de aplicación, ya que puede conducir a necrosis tisular. Se sabe que el  $\text{Ca}^{++}$  es cardiotóxico y la administración debe realizarse durante 20 minutos, acompañado de auscultación cardíaca. En la mayoría de las vacas, se produce la recuperación inmediata o dentro de las 2 horas posteriores al tratamiento y en algunos casos debe tratarse una segunda vez. Se dice que el retorno a la homeostasis del calcio ocurre en aproximadamente 2 a 3 días (Fabris, et al., 2021).

### **5.2.3.5 Prevención**

La prevención de la hipocalcemia se puede lograr a través la administración de dietas bajas en calcio en el periodo de transición de la vaca lechera (3 semanas preparto a 3 semanas postparto) (Amaral D, 2017). La restricción de Ca provoca que se estimule la secreción de PTH que a su vez estimula la reabsorción osteoclástica del hueso y la producción renal de 1,25-dihidroxitamina D. Esto incrementa el flujo de Ca del hueso y el intestino está listo para absorber Ca de forma eficiente una vez esté disponible en la ración de lactación (Miranda, et al., 2020).

Otra forma de prevención es la formulación de dietas con un balance catión-anión (DCAD) negativo durante el preparto, esta se basa en incluir sales aniónicas (como cloruros y sulfatos) a la dieta, induciendo un estado moderado de acidosis metabólica, lo que conlleva una acidificación de la sangre, produciendo el estímulo para la remoción del Ca y del P de los tejidos óseos, ayudando de esta manera a mantener los niveles de Ca sanguíneo necesarios en el periodo postparto (Mercado y Tereso, 2014).

### **5.2.4 Hipomagnesemia**

La hipomagnesemia o tetania, es un desorden metabólico, que se produce por una disminución de la concentración plasmática de Mg (Sepúlveda P. y Wittwer F, 2017), está asociada un mal manejo nutricional en dietas ricas en K y N y moderadas o bajas en Mg. La falta de Mg en la dieta de los bovinos y especialmente en vacas al comienzo de la lactancia, produce pérdidas de producción debida a la mortandad de animales (Mufarrege D, 2012)

El magnesio se absorbe en los rumiantes especialmente a nivel ruminal, aunque también se absorbe en el retículo y en el omaso. La absorción de este mineral se ve afectada por la fuente del mismo, la concentración de potasio, calcio, grasas, sulfatos, citrato y ácido transaconítico en la dieta (Sánchez J, 2000).

#### **5.2.4.1 Signos**

Sobreaguda: ataxia, convulsiones, pedaleo y muerte pueden observarse antes de las 24 horas (Álvarez, et al, 2018).

Aguda: incoordinación, temblores, respuesta exagerada a los ruidos y al tacto, inquietud, agresividad, que pueden durar hasta 10 – 12 días. Generalmente, los bovinos pueden encontrarse en un estado de hipomagnesemia subclínica y necesitan una causa desencadenante para pasar bruscamente a la presentación aguda del desbalance. Esa situación lleva a la muerte súbita de los animales, sin causa aparente (Álvarez, et al, 2018).

Hipomagnesemia crónica: El Mg plasmático puede disminuir por una ingesta insuficiente del mineral, lo que puede causar una hipomagnesemia crónica subclínica, donde se puede constatar una menor ganancia de peso, menor producción de leche o algunas dificultades en el parto. Esta presentación clínica es difícil de detectar, además el incremento del trabajo físico, trabajo de parto prolongado o un movimiento excesivo de los animales en el corral de encierre, pueden provocar la presentación clínica del desbalance de Mg (Kirincich, et al., 2019)

#### **5.2.4.2 Diagnostico**

El diagnóstico presuntivo de hipomagnesemia en el bovino se establece en base a la historia clínica: indicará el estado nutricional del rodeo, suplementación y las características de la misma en cuanto a dosis y concentración de minerales. Los signos clínicos mencionados anteriormente pueden igualmente orientar al Veterinario (Machado, 2010).

En cuanto al diagnóstico de laboratorio la hipomagnesemia puede ser subclínica, con Mg plasmático entre 0,41-0,82 o 0,7-0,8 mmol / L, y clínica, con una concentración promedio de 0,21 mmol / L; La concentración de Mg en el humor vítreo es de 0,84 a 0,90 mmol / L de Mg, esta concentración es estable hasta aproximadamente 48 h post mórtem, por lo que

puede usarse en el diagnóstico post mórtem de hipomagnesemia. En presencia de trastornos minerales, es importante evaluar no solo los niveles de Mg sino también de Ca, porque en general ambos minerales son bajos en sangre (Doncel, et al., 2019).

#### **5.2.4.3 Tratamiento**

El tratamiento a aplicar a un animal caído con síntomas de hipomagnesemia, es recurrir a una fuente de Mg inyectable, teniendo en cuenta que sólo elevará la magnesemia durante 24-48 horas, por lo que inmediatamente se deberá asegurar un nuevo aporte de Mg por vía oral (óxido de Mg). También es necesario suministrar una fuente de energía, precursores de la gluconeogénesis o glucosa por vía parenteral, para favorecer la absorción de Mg (Cseh S, 2017), debe reaccionar rápidamente a la presentación de estos signos, debido a que el animal podría morir en cuestión de horas (Mufarrege D, 2012).

Varios autores han obtenido resultados satisfactorios, utilizando sales de Ca y Mg combinadas. Se deben administrar lentamente, por vía intravenosa; en un volumen aproximado a 500 ml de una solución que puede contener: borogluconato de calcio al 25% e hipofosfito de magnesio al 5% o cloruro de calcio al 3,5% y cloruro de magnesio al 1,5% (Álvarez, et al., 2018).

#### **5.2.4.4 Prevención**

Deben adoptarse algunas prácticas para incrementar el consumo de magnesio. Las prácticas de alimentación tendientes a prevenir la hipomagnesemia recomiendan el suministro de magnesio por medio del agua de bebida, en los alimentos balanceados, en bloques o suplementos minerales o mediante la utilización de ionóforos, los cuales incrementan la absorción de este mineral en aproximadamente 10 % (Sánchez, 2000).

El Mg debe ser suministrado al animal con la dieta, exclusivamente por vía oral y en las épocas de mayores requerimientos. El uso de inyectables carece de valor preventivo, ya que el bovino no tiene capacidad para almacenar el exceso de Mg y lo elimina rápidamente

por orina. Los requerimientos totales son de 30 g/día de Mg para un animal adulto; otra opción es agregar 1,5 g de cloruro de magnesio por litro de agua en los bebederos cuando se dispone de aguas de buena calidad (Cseh S, 2017).

### **5.2.5 Hemoglobinuria puerperal**

La hemoglobinuria posparto es una enfermedad metabólica asociada a carencia de fósforo, cobre o selenio que se presenta como brotes esporádicos. La enfermedad es observada en vacas entre 7 a 45 días posterior al parto y hasta un 50% de las vacas pueden presentar signos evidentes de la enfermedad, se relata una mayor presentación en vacas de 2 a 3 años de edad. Dentro de los factores etiológicos esta la carencia de cobre que provoca una menor actividad de la enzima superóxido dismutasa, la cual protege los eritrocitos del daño oxidativo (Noro y Wittwer, 2011).

La enfermedad también está asociada con hipofosfatemia prolongada que es considerada la causa más importante de la hemoglobinuria, el P es un macroelemento esencial para la mantención del metabolismo energético de los eritrocitos, glucólisis, formación de adenosina 5'-trifosfato, y también para el mantenimiento de las membranas celulares de los eritrocitos. Los requerimientos de fósforo del ganado varían según la etapa de crecimiento, lactancia y gestación; la lactancia temprana a menudo se asocia con disminuciones de hasta un 35% en las concentraciones medias de fósforo sérico del rebaño desde el parto hasta el pico de lactancia (Thompson y Badger, 1999). El fósforo inorgánico sérico bajo (0.5 y 1.5 mg / dL) es un hallazgo frecuente en vacas con hemoglobinuria posparto, esta correlacionado con las altas demandas de la lactación (MAHMUT, et al., 2009).

#### **5.2.5.1 Signos**

La hemoglobinuria es a menudo el signo clínico premonitorio antes de la anemia aguda regenerativa, depresión, inapetencia o disminución en la producción de leche. Debido a la

anemia se puede desarrollar membranas mucosas pálidas o en algunos casos ictericas; también se presenta taquicardia, taquipnea, vacas débiles o en recumbencia y pica; las heces pueden ser oscuras, firmes o fétidas con diarrea. La fiebre e intensa sed son características variables. La forma aguda (3-5 días) puede terminar en muerte o recuperación de los animales (2-8 semanas) donde su condición corporal y producción de leche aumentara de manera lenta (Macwilliams, et al., 1982).

#### **5.2.5.2 Diagnostico**

Se toma muestra de sangre puede ser de la vena yugular con EDTA, se puede realizar un hemograma completo, bioquímica sanguínea (Ca, P Mg, proteínas totales, ALT, AST, ALP, albumina, glucosa) (Ok et al, 2009) .Se observara la alteración en la hemoglobina, un elevado porcentaje de eritrocitos con corpúsculos de Heinz, una respuesta regenerativa identificada por la presencia de anisocitosis, macrocitosis con policromasia, reticulocitosis y eritrocitos nucleados en la sangre periférica. En el frotis sanguíneo se pueden observar que sobre el 50% de los eritrocitos circulantes son esferocitos y los corpúsculos de Heinz pueden presentarse entre 1 al 50% de los eritrocitos. Igualmente se puede observar la disminución en los niveles de fosforo (Noro y Wittwer, 2011).

Antecedentes de pica, parto reciente, orina color café también ayudan a llegar al diagnóstico de hemoglobinuria posparto, la cual debe ser confirmada por los hallazgos de laboratorio y la respuesta al tratamiento (Macías, et al., 2018).

#### **5.2.5.3 Tratamiento y prevención**

En caso de sospecha de hemoglobinuria posparto, el tratamiento a instaurar requiere transfusión de sangre en animales gravemente afectados (como mínimo 5 litros para una vaca de 550 kg de peso), y fósforo inorgánico intravenoso (Muñoz, Schang y Chiapparrone, 2019). Se puede realizar un tratamiento por vía intravenosa con 4 a 5 gramos de una mezcla de fosfatos disódico /monosódico 1/3 en una solución de fructosa 15%, sorbitol 7%, glucosa 12% en un volumen total de 400 ml, terapéutica recomendada

ante casos de HPP; se administra además flunixin meglumine y protector hepático diariamente durante 5 días; la utilización de dextrosa junto a las sales minerales parenterales se considera importante para que el P se incorpore al medio intracelular rápidamente ( Macías, et al., 2018).

Otra opción que se puede tomar en cuenta es hacer uso de Tonofosfan 30 ml, vía intravenosa durante 3 días, un multivitamínico durante 5 días y la corrección de la dieta con la incorporación de fosfato dicálcico (sal de alta biodisponibilidad) 60 g por vía oral durante 15 días (Umar, et al., 2014)

### **5.2.6 Síndrome de la vaca gorda**

El síndrome de la vaca gorda o síndrome de movilización de grasa del ganado bovino que han parido recientemente; ocurre con frecuencia en vacas con alimentación forzada, es decir que se les administra un exceso de alimento durante la lactancia para aumentar la producción de leche (Villanueva, 2014). Es una enfermedad metabólica que afecta a las vacas al inicio de la lactancia, debido a un déficit de energía, que el organismo trata de compensar movilizando grasa de los depósitos; la movilización excesiva produce infiltración de grasa en diferentes órganos y tejidos, alterando su función (Contreras y Phil, 1998). La condición corporal (CC) al momento del parto es considerado un factor que predispone ya que las vacas gordas y con CC media desarrollan más fácilmente dicha enfermedad (Osario, et al., 2012). El proceso de movilización de grasas se inicia algunas semanas previas al parto, sin embargo, la expresión patológica más severa se observa frecuentemente en la segunda semana de lactancia, en donde la infiltración de grasa en el hígado puede ser de 20% o más (Contreras y Phil, 1998).

#### **5.2.6.1 Signos**

La hipoglucemia es un signo razonablemente compatible con la cetosis primaria y el síndrome de la vaca gorda en bovinos (Sayaverde, 2019). La vaca presenta una serie de adaptaciones metabólicas previo al inicio a la lactancia; encontrando dentro de estas una

intensa movilización de grasa como consecuencia de un déficit energético, producido por una disminución en el consumo voluntario de la materia seca, el crecimiento fetal, el crecimiento de la glándula mamaria y el inicio en la preparación para la lactancia. Lo que con lleva a la hipocolesterolemia, entre otros (Vega, 2021).

#### **5.2.6.2 Diagnostico**

El diagnóstico más preciso es realizable mediante una biopsia hepática, para medir el porcentaje de grasa del hígado, ya sea por métodos químicos, histológicos o la prueba de flotación en soluciones de sulfato de cobre (Contreras y Phil, 1998).

#### **5.2.6.3 Tratamiento**

El tratamiento se basa en administración de glucosa, calcio y sales de magnesio vía parenteral, también se administra glucocorticoides, vitamina B12 y cobalto, pero la respuesta a este no es buena. Se requiere un tratamiento intensivo para corregir los efectos fisiopatológicos, es necesaria la perfusión intravenosa continua de una solución electrolítica glucosada y la administración de líquido ruminal (5-10 litros) de vacas estables y normales para estimular el apetito en las afectadas. (Ovando, 2010).

#### **5.2.6.4 Prevención**

Lo importante de la prevención es evitar vacas demasiado gordas en el parto y optimizar el consumo de alimentos energéticos después del parto, evitar el engrasamiento en las vacas al final de la gestación y lograr al parto una condición corporal 3-3.5. En el postparto es necesario equilibrar el balance energético para evitar la pérdida excesiva de peso. Ello requiere aumentar la densidad energética de la ración, para que la vaca con poco apetito logre ingerir la energía que requiere y disminuir la pérdida de condición corporal y proporcionar alimentos de buena calidad, con una adecuada cantidad de proteína degradable y no degradable a nivel ruminal, para permitir una adecuada actividad microbiana y absorción de aminoácidos esenciales a nivel del intestino. (Contreras y Phil, 1998).

### **5.2.7 Síndrome de la vaca caída**

El término síndrome de la vaca caída se utiliza en los casos donde la vaca se encuentra en posición de cubito esternal por más de 12 horas, contando con la capacidad de beber y comer, junto a un estado de alerta (Simões, 2015). Existen muchas causas que puedan conducir al desarrollo de este síndrome entre ellos se encuentran endotoxemia, la parálisis postparto, fracturas y luxaciones, trastornos metabólicos siendo los más importantes la hipocalcemia, hipomagnesemia, síndrome de la vaca gorda, lactoacidosis ruminal aguda, siendo la hipocalcemia la más común (Souza, 2018).

#### **5.2.7.2 Signos**

En el caso más frecuente las vacas afectadas no se pueden levantar, o no hacen esfuerzos por levantarse, pero la mayoría si lo hace, aunque son incapaces de extender completamente las extremidades posteriores y elevar el tercio posterior más de unos centímetros del suelo.(Ramírez, 2016) Son frecuentes las complicaciones en este síndrome, comúnmente se presentan mastitis por coliformes, úlceras de decúbito, especialmente en las salientes óseas de las articulaciones del corvejón y del codo y lesiones traumáticas alrededor de la tuberosidad coxal producidas por las cuerdas.( Souza, 2018).

#### **5.2.7.3 Tratamiento**

Se recomienda el uso de soluciones que contengan potasio, calcio, magnesio y fósforo, junto con una fluidoterapia por vía oral o parenteral indicada cuando no pueden beber una cantidad normal de agua. (Ramírez, 2016) Además se debe proporcionar una cama lo más cómoda posible y un entorno seco, proporcionarle comida y agua, cambiar de postura frecuentemente con el fin de evitar necrosis isquémicas, administrar analgésicos debido a que las lesiones musculares son muy dolorosas (Simões, 2015).

## **6. Metodología**

En el presente trabajo se realizó una revisión de literatura mediante la metodología de revisión sistemática, haciendo uso de investigaciones realizadas en años anteriores, las cuales permitieron la identificación de las principales enfermedades metabólicas que afectan la ganadería de leche en Colombia.

Es un estudio cualitativo bajo la modalidad transversal descriptiva donde se utilizaron fuentes bibliográficas en inglés y español como artículos científicos, revistas, tesis, reportes o boletines, entidades gubernamentales.

### **6.1. Materiales.**

- Bases de datos científicas como Scielo, Dialnet, Springer, Pubmed, Science Direct, DOAJ, Sage, entre otras.
- Buscadores específicos en internet como Google scholar, etc.
- Libros de medicina veterinaria
- Literatura gris
- Memorias y boletines
- Artículos de revistas científicas y revisión de divulgación

### **6.2. Búsqueda y revisión.**

Se efectuó una búsqueda y revisión de literatura sobre las enfermedades metabólicas que afectan la ganadería de leche en Colombia, luego se indagó toda la información a la que se tuvo acceso a través de las bases de datos, buscadores de internet específicos teniendo en cuenta las palabras que nos guiarán a la búsqueda, las cuales son: metabolismo del bovino, trastornos metabólicos, periodo de transición, hipocalcemia, hipomagnesemia, cetosis y acidosis ruminal.

Se utilizó Mendeley como gestor bibliográfico para facilitar el proceso de construcción del documento, ya que nos ayudó a organizar de forma correcta la bibliografía utilizada en el trabajo.

Se tuvo en cuenta los siguientes pasos para la elaboración de una revisión sistemática establecidos en la metodología de Egger and Smith, 2001.

## **6.2.1 Definición de los criterios de inclusión y exclusión de bibliografía**

### **6.2.1.1 Tipo de estudios**

Estudios descriptivos, estudios observacionales descriptivos: casos y controles, reportes de las principales enfermedades metabólicas que han afectado la ganadería de leche en Colombia en los últimos 10 años, trabajos de investigación por tesis o búsquedas rutinarias en revistas o entidades sanitarias y de control.

### **6.2.1.2 Tipos de medidas de resultados**

Reportes de prevalencias y ocurrencia de enfermedades metabólicas que afectan la ganadería de leche en Colombia en un periodo de 10 años, adquiridos en trabajos de investigación (trabajos de grados, artículos, revistas, etc.) o por búsquedas rutinarias en entidades sanitarias y de control.

### **6.2.1.3 Localización de los estudios**

Revisión de trabajos de grado de diferentes universidades. Búsqueda electrónica o manual de artículos en revistas, boletines, reportes de entidades sanitarias y de control, instituciones privadas o gubernamentales. Consulta de expertos en el tema y empleo de términos de búsqueda específico.

### **6.2.2 Evaluación de la calidad de los estudios**

Se evaluaron la calidad de los estudios con la intervención de varios observadores (tutor y estudiantes que trabajan en el proyecto).

### **6.2.3 Extracción de datos**

Se aplicaron criterios de inclusión a todos los artículos reportes potenciales. Los siguientes datos fueron tenidos en cuenta en cada estudio: año de publicación, el autor, el idioma, la revista, reportes de enfermedades metabólicas que ha afectado la ganadería de leche en Colombia en un periodo de 10 años, lugar y año donde se realizó el estudio y signos de enfermedad encontrados.

### **6.2.4 Criterios de exclusión**

Se aplicaron criterios de exclusión a los artículos encontrados, tales como:

- Año de publicación desde el año 2011 al 2021.
- Duplicación de los estudios
- Pertinencia de los reportes encontrados
- Reportes de enfermedades metabólicas en Colombia con reporte de número de animales afectados.

## 7. Resultados

Los resultados obtenidos de la investigación son:

### 7.1 Cetosis

*Tabla 2 Reporte de casos y estudios de cetosis realizados en Colombia*

Año de publicación	Autor	Revista de publicación	Región de Colombia donde se realizó el estudio	Año que se realizó el estudio	Tipo de muestra tomada	Método de diagnóstico	Tamaño de la muestra	Prevalencia reportada
2018	Garzón y Oliver	CES medicina veterinaria y zootecnia	Caldas y Altiplano Cundiboyacense	2018	Sangre	Concentración por espectrofotometría de $\beta$ HB en suero	150 bovinos en 10 hatos	6% cetosis clínica y 42% cetosis subclínica
2019	Tobón, Jaramillo y Munera	Repositorio digital universidad CES	Santa rosa de osos, Antioquia	2018	leche	Concentración de $\beta$ HB	42 bovinos en un hatos	Cetosis subclínica de 28.6%
2015	Sepúlveda y Rendón	Universidad tecnológica de Pereira	Pereira	2015	orina	Concentración de acetoacetato	30 bovinos en un hatos	Cetosis subclínica de 23.3%
2020	Leal, Mann, Martens, Velasco, Ceballos, Puerto Gómez y McArt	Medicina veterinaria preventiva	Antioquia, Caldas y Cundinamarca	2018	Sangre	Concentración de $\beta$ HB	880 bovinos en 56 hatos	Cetosis subclínica Antioquia 2.5%, Caldas 4% y Cundinamarca 10.2%
2021	Huertas, Olivera y Zambrano	Fondo editorial biogénesis UdeA	Ubaté-Cundinamarca	2020	Leche	Concentración de $\beta$ HB	53 bovinos	5.6% cetosis clínica y 17.8% subclínica

2016	Fonseca y Patarroyo	Repositorio institucional UCC	Santander	2015	Sangre	Concentración de $\beta$ HB	21 bovinos 1 hatos	Subclínica: 29% preparto, 67% posparto y 38% en lactancia
2018	Brunner, Groeger, Canelas, Bruckmaier y Gross	Translational animal Science	Colombia	2013	Sangre	Concentración de $\beta$ HB	791 bovinos en 79 hatos	Cetosis subclínica 8.3%
2020	Huertas, Guzmán, Palacio, Zambrano y Olivera	Revista MVZ Córdoba	Antioquia, Boyacá, Caldas y Cundinamarca	2014	Sangre	Concentración de $\beta$ HB	1149 bovinos en 110 hatos	cetosis clínica 0.6% y cetosis subclínica 7.3%
2016	García, Campos y Giraldo	Rev. colombiana de ciencia animal	Palmira, Valle	2016	Sangre y orina	Concentración sanguínea de $\beta$ -hidroxibutirato y acetoacetato	21 bovinos 1 hatos	Cetosis subclínica: 42,9% en T1, 28,6% en T2 y 0% en T3
2017	Villa-Arcila, Duque-Madrid, Sánchez-Arias, Rodríguez Lecompte, Ratto, Sánchez y Ceballos-Márquez	Livestock Science	Manizales y Caldas	2013	Sangre	Concentración sanguínea de $\beta$ -hidroxibutirato	193 bovinos en 5 hatos	Cetosis clínica 8,3%

Fuente: Propia, 2021

En la tabla 2 se describe algunos estudios realizados con datos completos y sus respectivos resultados dependiendo de la zona donde se llevó a cabo el estudio.

La incidencia de cetosis en Colombia se ha reportado en varios estudios, por ejemplo García et al., 2016 en Palmira (Valle del Cauca) para determinar la incidencia de cetosis subclínica se realizó un experimento donde 21 animales fueron seleccionados y se

distribuyeron en 3 grupos experimentales de 7 vacas cada uno: T1 como grupo control sin suplementación adicional; T2 con un suplemento yodo y T3 con un suplemento polimineral conformado por calcio, fósforo, selenio, zinc y yodo, y adicionalmente se suministró un compuesto polivitamínico de vitaminas del complejo B. La incidencia de cetosis subclínica fue de 71,4% en T1, 57,1% en T2 y 71,4% en T3, sin embargo, cuando se tuvieron en cuenta únicamente los animales que presentaron valores superiores a 1,4 mmol/L, la incidencia de cetosis fue de 42,9% en T1, 28,6% en T2 y 0% en T3.

Posteriormente en otro estudio realizado por Garzón en el 2018, en la meseta andina Cundiboyacense, se seleccionaron 150 vacas de 10 hatos, durante la última semana antes del parto y las cuatro primeras semanas postparto, donde se reportó una incidencia de 25.33% de cetosis subclínica y 3.33% cetosis clínica, datos reunidos mediante el análisis de la concentración  $\beta$ HB en sangre, en este estudio también se menciona que en dos municipios del departamento de Caldas, se reportó una incidencia de cetosis del 12%; posteriormente Vallejo et al., 2020 en la ciudad de Pasto, reportó que el riesgo de incidencia de cetosis subclínica fue del 46,2%, y esta variabilidad dependió de las características de la dieta, período en el que se tomaron las muestras, y la sensibilidad y especificidad de la prueba empleada.

Por otro lado la prevalencia de cetosis se ha reportado en algunos estudios como en un estudio realizado por Sepúlveda y Rendón en el 2015, en Pereira en un hato de 30 bovinos se reportó una prevalencia de cetosis subclínica del 23,3%, a estos se les midió la concentración de acetoacetato en la orina; al siguiente año en una investigación realizada por Fonseca y Patarroyo en el 2016, en Santander, se seleccionaron 21 vacas a las que se les hizo un seguimiento de la presentación de cetosis subclínica, esta se manifestó en el 29% de los animales en el preparto, 67% en el postparto y 38% en el periodo de lactancia, a estas se les midió la concentración de  $\beta$ HB en sangre; En otro estudio hecho por villa et al., publicado en el 2017, se diseñó un estudio prospectivo en cinco hatos lecheros de Manizales y Villamaria (Caldas) en el 2013, en donde 2 semanas después del parto 16 de 193 vacas evaluadas (8,3%) tenían una concentración sérica de BHB  $\geq 1.2$  mmol / L en

sangre, compatible con hipercetonemia. Luego Garzón y Oliver en el 2018 publicaron un estudio realizado en el altiplano Cundiboyacense de 150 bovinos de 10 hatos, se reportó una prevalencia del 6% de cetosis clínica y 42% de cetosis subclínica después de medir su concentración de  $\beta$ HB en sangre; En otro estudio, realizado por Tobón, et al., publicado en el 2019 en Santa Rosa de Osos, Antioquia, en donde se seleccionaron 42 vacas Holstein con partos entre mayo y noviembre de 2018, se encontró una prevalencia de cetosis subclínica de 28.6%, luego de medirse la Concentración de  $\beta$ HB en leche; En otro estudio del 2018, hecho por Leal et al., publicado en el 2020, sobre concentraciones de  $\beta$ -hidroxibutirato en sangre y estrategias de manejo de la lactancia temprana, a 880 bovinos en 56 hatos, en las regiones de Antioquia (26) , Caldas (17) y Cundinamarca (13) ,evaluó la prevalencia de hipercetonemia como el número de muestras con concentración de BHB  $\geq 1.2$  mmol / L, que arrojó los siguientes resultados: en Antioquia se presentó en 6 de las fincas con prevalencia del 2.5% (14 vacas) ;en Caldas se presentó en 2 de las fincas con prevalencia del 4% (5 vacas) y en Cundinamarca se presentó en 4 de las fincas con prevalencia del 10.2 % (21 vacas). Resultados relevantes que concuerda con otro estudio hecho por Brunner et al, publicado en el 2018, y realizado entre junio de 2011 y septiembre de 2013 en 12 países del mundo, en Colombia se evaluaron 791 bovinos de 79 hatos, les evaluaron la concentración de  $\beta$ HB en sangre, y se informó que la prevalencia de cetosis subclínica entre los 2 -21 días posparto fue del 8.3%.

En otro estudio realizado por Huertas et al, en el 2020, a 1149 bovinos vacas entre 7-15 días posparto de 110 hatos lecheros de los departamentos de Antioquia (52), Boyacá (5), Caldas (3) y Cundinamarca (50), se evaluó la concentración de  $\beta$ HB en sangre, mostrando resultados de prevalencia del 0.6% de cetosis clínica y del 7.3% cetosis subclínica; Huertas et al, publico un estudio en el 2021 en Ubaté, donde seleccionaron a 53 bovinos a los que se les midió la Concentración de  $\beta$ -hidroxibutirato en leche, dando como resultado una prevalencia del 5.6% para cetosis clínica y 17.8% para cetosis subclínica

## 7.2 Acidosis ruminal

Tabla 3 Reporte de casos y estudios de acidosis ruminal realizados en Colombia

Año de publicación	Autor	Revista de publicación	Región de Colombia donde se realizó el estudio	Año que se realizó el estudio	Tipo de muestra tomada	Método de diagnóstico	Tamaño de la muestra	Prevalencia reportada
2020	Vallejo, Sabogal, Vélez y Estrada	Medicina veterinaria preventiva	Antioquia	2018-2019	Estudio cohorte	Evaluación clínica	280 vacas de 7 hatos	ARA: 3.2%
2017	Angarita, Cucunubo y Cárdenas	Repositorio Universidad Antonio Nariño	Altiplano Cundiboyacense	2015	Líquido ruminal	pH ruminal	44 vacas, 5 fincas	SARA: 47%
2021	Garzón, Oliver y Castañeda	Revista Brasileña de investigaciones veterinarias	Bogotá	2005-2013	pH, gasometría y electrolitos	PH sangre	31 bovinos de un hato (24 hembras)	ARA: 3.22%
2020	Vallejo, Reyes, VanLeeuwen y Estrada	Heliyon	Pasto	2015	Líquido ruminal	pH ruminal	249 bovinos 29 hatos	SARA: 23%

Fuente: Propia, 2021

En la tabla 3 se describe algunos estudios realizados con datos completos y sus respectivos resultados dependiendo de la zona donde se llevó a cabo el estudio.

Un estudio realizado por Angarita, Cucunubo y Cárdenas en el 2017, en el Altiplano Cundiboyacense para determinar la presencia de SARA (Acidosis ruminal subclínica) mediante la medición del pH ruminal en vacas de pastoreo, se evaluaron 44 vacas de 5 fincas, clasificadas en dos grupos: vacas de lactancia temprana y animales en pico de lactancia, dio como resultado presencia de SARA en 47% (21/44) de los animales, la

mayor representación fue en las vacas en pico de lactancia (32), contra vacas en lactancia temprana (12); Posteriormente un estudio realizado por vallejo et al., en el 2020, en la ciudad de pasto, donde se midió el pH ruminal de 249 bovinos de 29 hatos, mostraron resultados de incidencia de acidosis ruminal subaguda o subclínica del 23,3%, además de que se encontró una ocurrencia concomitante de cetosis subclínica y SARA en 5.2% de las vacas del estudio; Otro estudio realizado por Vallejo et al., en el mismo año en Antioquia, sobre enfermedades uterinas posparto, de 280 animales de 7 hatos en las que se realizaron como prueba diagnósticas, muestras de corte, se descartaron a 9 vacas debido a que presentaban acidosis ruminal con úlcera de abomaso lo que equivale al 3.2% de los animales; Valor similar al encontrado en otro estudio realizado Garzón et al, en el 2021, en el hospital animal de la universidad nacional en Bogotá, donde a 31 vacas se les midió el pH de la sangre y se presentó acidosis ruminal en 1 animal (3.2%).

Además, en un estudio realizado en Cogua (Cundinamarca) donde se indujo acidosis ruminal de manera experimental en terneros entre 2-10 días de edad se encontró que 9 de 11 (82%) de los animales presentaron la enfermedad (Baquero Johann, 2015).

### 7.3 Hipocalcemia

*Tabla 4 Reporte de casos y estudios de hipocalcemia realizados en Colombia*

Año de publicación	Autor	Revista de publicación	Región de Colombia donde se realizó el estudio	Año que se realizó el estudio	Tipo de muestra tomada	Método de diagnóstico	Tamaño de la muestra	Prevalencia reportada
2019	Brunner , Groeger Raposo , Bruckmaier y Gross	Translation al Animal Science	Colombia	2013	Sangre	Concentración de calcio	791 bovinos en 79 Hatos	1.5%
2020	Huertas, Guzmán, Palacio,	Revista MVZ Córdoba	Antioquía, Boyacá,	2019	Sangre	Concentración	1149 bovinos de 110 hatos	1.2%

Año de publicación	Autor	Revista de publicación	Región de Colombia donde se realizó el estudio	Año que se realizó el estudio	Tipo de muestra tomada	Método de diagnóstico	Tamaño de la muestra	Prevalencia reportada
	Varón y Ángel		Caldas y Cundinamarca			sanguínea de Calcio		
2020	Leal, Mann, Martens, Velasco, Ceballos, Puerto y McArt	Medicina veterinaria preventiva	Antioquia, Caldas y Cundinamarca	2018	Sangre	Concentración sérica de Calcio	880 vacas de 56 hatos	Antioquia 100% de fincas, Caldas 94.1% de fincas y Cundinamarca 100% fincas
2020	Vallejo, Arango, Reyes y Maldonado	Medicina veterinaria preventiva	Antioquia	2018-2019	Sangre	Concentración sérica de Calcio	248 vacas de 7 hatos	10.8%

En la tabla 4 se describe algunos estudios realizados con datos completos y sus respectivos resultados dependiendo de la zona donde se llevó a cabo el estudio.

Un estudio hecho por Brunner et al, publicado en el 2018 y realizado entre junio de 2011 y septiembre de 2013 en 12 países del mundo, se informa que la prevalencia de hipocalcemia en Colombia entre los 2 -21 días posparto fue del 1.5%, estos resultados obtenidos de la evaluación de 791 bovinos en 79 hatos a los que se le midió el calcio en sangre; Otro estudio elaborado por Huertas et al, en el 2020, presentó valores similares, también se evaluó la concentración de calcio en sangre de 1149 bovinos en 110 hatos lecheros de los departamentos de Antioquia (52), Boyacá (5), Caldas (3) y Cundinamarca (50), estos bovinos estaban entre 7-15 días posparto donde la prevalencia fiebre de leche fue del 1.2% ; En una investigación realizada por Leal et al, publicada en el 2020, ejecutada en el 2018 a 880 vacas de 56 hatos se les midió la concentración sérica de calcio en sangre en las regiones de Antioquia (26), Caldas (17) y Cundinamarca (13), la presentación de hipocalcemia se dio de la siguiente manera: en Antioquia se presentó en 26 fincas (100%), en Caldas se presentó en 16 fincas (94.1%) y en Cundinamarca en 13

fincas (100%); desafortunadamente no se indica el número de animales afectados en cada hato, pero nos da algunos datos de la afectación de la enfermedad en la ganadería lechera en Colombia.

En otro estudio, realizado por Vallejo et al., 2020 en Antioquia en un estudio sobre enfermedades uterinas posparto, se reportó que 27 de 248 vacas estudiadas presentaban concentraciones de Ca <7.9 mg/dl en sangre, lo que equivale que el 10.8% de animales presentaba hipocalcemia.

#### 7.4 Síndrome de vaca caída

*Tabla 5 Casos y estudios de síndrome de vaca caída realizados en Colombia*

Año de publicación	Autor	Revista de publicación	Región de Colombia donde se realizó el estudio	Año que se realizó el estudio	Tipo de muestra tomada	Método de diagnóstico	Tamaño de la muestra	Prevalencia reportada
2017	Vallejo, Benavides, Morillo, Astaiza y Chaves	CES medicina veterinaria y zootecnia	Pasto	2017	Estudio de cohorte	signos relacionados sin alteraciones osteomusculares	736 bovinos en 47 hatos	9.9%
2020	Vallejo, Arango, Reyes y Maldonado	Medicina veterinaria preventiva	Antioquía	2018-2019	Estudio de cohorte	Evaluación clínica	280 bovinos de 7 hatos	1.8%

Fuente propia (2021)

En la tabla 5 se describe algunos estudios realizados con datos completos y sus respectivos resultados dependiendo de la zona donde se llevó a cabo el estudio.

Con base a los estudios realizados en distintos lugares de Colombia podemos observar que según Vallejo et al., en el 2020, en Antioquia reportó enfermedades uterinas posparto, en donde de 280 animales a evaluar descartaron a 5 ya que presentaban síndrome de vaca

caída lo que equivale al 1.8% de los animales. Mientras que en el 2017, los mismos autores en la ciudad de pasto realizaron otro estudio sobre el efecto de las enfermedades en posparto temprano sobre el intervalo parto concepción; se evaluaron en total a 736 animales de 47 sistemas de producción, de los cuales 374 eran vacas expuestas a enfermedad durante el posparto, donde se indica que la incidencia en este caso del síndrome de vaca caída fue del 9.9%, lo que equivale a 37 de las vacas evaluadas.

## 8. Discusión

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos por la investigación realizada sobre las enfermedades metabólicas y su presencia en el ganado bovino lechero en Colombia en los últimos 10 años, podemos manifestar que entre las afecciones metabólicas más relevantes se encuentran: La cetosis, acidosis ruminal, hipocalcemia o fiebre de leche, hipomagnesemia, hemoglobinuria puerperal, síndrome de la vaca caída y síndrome de la vaca gorda, siendo las tres primeras aquellas que cuentan con más estudios y reportes en el país.

### Cetosis

La cetosis fue la patología con el mayor número de estudios encontrados (10 trabajos), en un lapso de tiempo comprendido entre 2013-2020, siendo la mayoría realizados principalmente en la zona andina entre Cundinamarca, Antioquia y Boyacá. Los estudios encontrados sobre cetosis reportaron una prevalencia del 0.6% (Huertas et al., 2020) hasta 6% (Garzón y Oliver, 2018) en su forma clínica y del 2.5 % (Leal et al.,2018) al 67 % (Fonseca y Patarroyo,2016) en la forma subclínica; además como dato adicional se encontraron reportes de incidencia de esta patología del 25.3% hasta 71.4% para cetosis subclínica y 3.33% hasta 42.9% para cetosis clínica (García et al., 2016; Garzón, 2018).

La medición de  $\beta$ HB (Beta-hidroxibutirato) en sangre fue el método diagnóstico más usado, aunque también se reportó la medición de acetoacetato en orina en dos estudios (García, campos y Giraldo, 2016 en Palmira) y (Sepúlveda y Rendón ,2015 en Pereira); de la misma manera se mencionó la medición de  $\beta$ HB en leche en otros dos trabajos (Tobón, Jaramillo y Munera, 2019 en Antioquia) y (Huertas, Olivera y Zambrano, 2021 en Cundinamarca).

La medición de  $\beta$ HB en suero o en sangre en un laboratorio es el método de detección estándar de oro (Reyes, 2019). La extracción de sangre para la determinación de BHB puede ser realizada tanto de la vena coccígea como de la yugular. Las diferentes técnicas

para determinar el BHB en sangre ya han sido revisadas por algunos autores siendo la técnica de elección la espectrofotometría. Debido a la dificultad que conlleva extraer sangre a los animales y al ser una técnica invasiva, se han desarrollado otras pruebas para el diagnóstico de cetosis, las cuales determinan cuerpos cetónicos de forma cualitativa y/o cuantitativa en leche u orina (Enjalbert y col., 2001).

La evaluación de cuerpos cetónicos en orina también puede ser utilizada para el diagnóstico de cetosis subclínica, el fundamento de la técnica es que vacas con BEN y cetosis subclínica, demuestran una excreción urinaria de BHB mayor que vacas metabólicamente sanas (Cucunubo y col., 2013). La presencia de cuerpos cetónicos en orina puede ser medida semicuantitativamente a través de tiras reactivas Ketostix® y tabletas Acetest™. (Dotti y Fernández, 2020).

### **Acidosis ruminal**

Esta patología cuenta con cuatro reportes de prevalencia dentro de la literatura analizada, los estudios se llevaron a cabo principalmente en el altiplano Cundiboyacense, Antioquia y pasto entre 2015-2019, arrojando valores de prevalencia entre 3.2% y 47% y siendo la prueba de diagnóstico más utilizada la medición del pH ruminal, a excepción de dos estudios donde en uno usaron la evaluación clínica para llegar al diagnóstico (Vallejo, Sabogal y Vélez, 2020) y en el otro la medición de pH de la sangre (Garzón, Oliver y Castañeda, 2021).

La principal prueba diagnóstica utilizada en Colombia según los estudios, fue la medición del pH del líquido ruminal, según los reportes, a nivel internacional también se realiza esta prueba diagnóstica en países como Dinamarca, Alemania o EE.UU, es importante mencionar que el pH ruminal puede variar de un día a otro y de la hora del día dentro de una manada (Contreras y Noro 2010). Puede realizarse a través del líquido recolectado por la sonda ororuminal, sin embargo puede estar contaminado por saliva y por lo tanto tener un pH considerablemente más alto. Mediante rumenocentesis el resultado es más sensible

que el líquido ruminal recolectado por vía oral para diagnosticar un pH ruminal bajo. Posteriormente, se puede utilizar un medidor de pH de campo para determinar el pH del fluido, el cual se debe calibrar con tampones de pH 4 y pH 7. El tamaño mínimo de la muestra para la evaluación del pH ruminal es de 12 animales por dieta (Garrett, 2017).

Mientras en una revista Norteamericana se habla que la evaluación de la población microbiana puede ser útil para determinar la causa de la enfermedad, puede medirse usando una prueba de reducción con azul de metileno. Para realizar la prueba, se deben mezclar 0,5 ml de azul de metileno al 0,03% con 10 ml de líquido ruminal fresco. Se debe medir el tiempo que tarda la muestra en aclarar el color azul a un control emparejado. La reducción prolongada de más de 10 minutos es indicativa de microflora inactiva (Dusty y Nagy, 2017). Prueba que si bien no se realizó en los estudios citados podría en algunos casos ser de gran ayuda para llegar al diagnóstico de esta enfermedad en los hatos lecheros de Colombia.

En China se describe de manera experimental la medición del pH del rumen continuamente mediante cánulas o fistulas ruminales, utilizando sondas de pH permanentes que se colocan en el saco ventral del rumen (Zhao, Liu, Li, Guan, Wang, Yuan, Sun, Wang y Li, 2018). Igualmente se habla en Francia sobre unos sensores de pH específico en el rumen para monitorear el pH ruminal de las vacas cada 15 minutos (Farm bolus) (Wagner, Antoine, Mialon, Lardy, Silberberg, Koko y Veissier, 2020).

### **Hipocalcemia**

Los cuatro estudios epidemiológicos sobre fiebre de leche encontrados en la literatura se realizaron en el altiplano Cundiboyacense, Antioquia y Caldas entre 2013 y 2019, arrojando valores de prevalencia del 1.2% al 10.8%, donde incluso en un estudio se reportó en el 100% de fincas muestreadas de Cundinamarca y Caldas (Leal et al, 2020), en los trabajos citados sobre esta enfermedad en el país, se tiene en cuenta como única prueba al momento de diagnosticar la fiebre de leche, la concentración sérica de Calcio.

Igualmente se puede ver que en países como Costa Rica y Brasil el proceso de diagnóstico es similar, se toma la muestra de sangre de los vasos sanguíneos coccígeos, se centrifuga y se separa el suero, los contenidos de calcio se determinan por espectrofotometría de absorción atómica, utilizando un espectrofotómetro (Perkin Elmer Analyst 800, Autoanalyzer CM 200, Wiener Lab, Argentina, espectrómetro semiautomático, etc.) pero igual que en Colombia el Ca sérico de menos de 2,0 mmol (8 mg/dl) se utiliza para definir a las vacas como positivas para hipocalcemia subclínica y un valor inferior a 1,4 mmol (5,5 mg/dl) para hipocalcemia clínica (Saborío, Sánchez y Vargas, 2017) (Gonçalves, Cardoso, Guagnini, Reyes y González, 2015).

Mientras en México se habla en un estudio sobre el uso del método colorimétrico (Randox, Crumlin, Reino Unido) adicional a la espectrofotometría (Salgado, et al., 2014), método que también se nombra en otro estudio en Brasil, método colorimétrico con reacción arsenazo (cartucho de reactivo CA Flex®; Siemens), donde el calcio reacciona con arsenazo III (reactivo) dando un complejo de color azul que se mide fotocolorimétricamente (Libardi, et al., 2020).

Igualmente es de resaltar el perfil metabólico, el cual se define como “el conjunto de determinaciones de laboratorio y analitos que permiten la caracterización de un individuo o grupo de ellos y tiene por objeto aportar una ayuda clínica para estudiar la naturaleza de los trastornos metabólicos, valorar el estatus nutricional y reflejar la dinámica metabólica”. Este perfil nos permitirá evaluar la condición metabólica nutricional de un grupo de animales, diagnosticar la presencia de trastornos metabólicos en un rebaño, mantener un control del balance y condición sanitaria del rebaño e incluso servir de instrumento de evaluación metabólica en ensayos (Caivinagua, 2012).

### **Síndrome de vaca caída**

La prevalencia de esta patología se reportó únicamente en dos estudios uno realizado en Pasto y el otro en Antioquia, evaluando la frecuencia de presentación entre 2017 y 2019,

arrojando valores entre 1.8% (Vallejo et al., 2020) y 9.9%, siendo el único método diagnóstico usado en estos trabajos la evaluación clínica, diferenciando de alteraciones osteomusculares que pudieran confundirse al momento de diagnosticar esta patología (Vallejo et al., 2017).

Lamentablemente para el resto de enfermedades metabólicas no se encontraron estudios de prevalencia o incidencia en Colombia, lo que deja una preocupación acerca de la importancia que se le está dando a este grupo de enfermedades que afecta recurrentemente al ganado lechero.

### **Principales departamentos con reportes de patologías**

Siendo los departamentos de Antioquia, Caquetá, Meta, Casanare, Córdoba, Santander, Cundinamarca, Magdalena y Cesar, los que tienen la mayor concentración de ganado bovino (ICA 2020), es pertinente que en estos se realicen estudios de las enfermedades metabólicas que afecten la producción láctea del ganado bovino; Pues los departamentos en los que más se encontraron estudios respecto a estas patologías fueron Antioquia, Cundinamarca, Nariño, Caldas y Córdoba; Siendo Antioquia, Cundinamarca y Córdoba los únicos departamentos de aquellos que presentan la mayor densidad de ganado en presentar estudios al respecto.

### **Recomendaciones para la prevención de enfermedades metabólicas**

Durante el período de transición la vaca lechera debe adaptarse a cambios metabólicos y fisiológicos provocados al pasar de un estado de preñez y sin producción de leche a un estado de vaca "vacía" y a producir grandes cantidades de leche. La adaptación a estos cambios hormonales, metabólicos y digestivos es crucial para comenzar y mantener una lactancia adecuada. Por lo tanto, es de vital importancia para la explotación lechera controlar estas afecciones metabólicas y reducir su incidencia debido a que tienen un fuerte impacto sobre la estabilidad del sistema lechero (Frias, et al., 2011).

Las buenas directrices de manejo nutricional para prevenir las enfermedades metabólicas incluyen: alimentar con una ración balanceada en energía, proteína, fibra, vitaminas y minerales; agrupar vacas de acuerdo a su producción y ajustar la condición corporal durante la lactancia, mantener una condición corporal de 3-3-5, proporcionar espacios de esparcimiento a las vacas secas, mantener un equilibrio forraje-concentrado en la ración total después del parto para maximizar el consumo y evitar trastornos digestivos (cetosis, acidosis, etc.) en la adaptación a la ración de máxima de producción de leche; alimentar con heno, ensilado de heno o pasto para secar a las vacas con la finalidad de disminuir el consumo de calcio y evitar la hipocalcemia y mantener un intervalo entre partos entre 12-13 meses para evitar largos periodos secos proporcionando buena salud y nutrición, además de buenas prácticas reproductivas (Castillo, et al., 2017).

### **Cetosis**

En casos específicos como la cetosis, la movilización excesiva de lípidos se puede prevenir con diferentes estrategias como la reducción de los niveles sanguíneos de ácidos grasos no esterificados (NEFA). El uso profiláctico de aditivos que pueden aumentar la concentración de propionato ruminal, como el propilenglicol, se ha asociado con la estimulación de la insulina y la disminución de la lipólisis resultando en un mejor estado energético en las vacas lecheras. Otros de estos aditivos se conocen como grasas protegidas o grasas de "derivación", esta estrategia nutricional consiste en la utilización de ácidos grasos que provienen de la dieta y son utilizados por los tejidos extra hepáticos, a diferencia de los NEFA que se metabolizan en el hígado. Por lo tanto, la movilización de lípidos sería menos intensa y tendría un efecto menos negativo sobre el metabolismo hepático (García et al, 2011).

### **Hipocalcemia**

La forma tradicional de prevenir la hipocalcemia ha sido limitar la ingesta de calcio durante el período cercano a la seca, cuando el consumo de calcio se limita antes del parto,

la vaca comienza a ajustar su metabolismo liberando calcio de sus huesos, e incrementando la absorción intestinal, en un esfuerzo para mantener circulando los niveles de calcio en sangre. Este ajuste deja a la vaca más capacitada para llegar a las grandes demandas de la producción de leche. La otra manera es con productos que favorecen la movilización del calcio, que son derivados de la vitamina D, los que deben ser inyectados en un período muy preciso antes del parto. Lamentablemente la predicción de la fecha de parto es muy poco eficiente, los productos a inyectar son caros o son de difícil disponibilidad (Tello ,2014).

Otra forma de prevención es la formulación de dietas con un balance catión-anión (DCAD) negativo durante el parto, esta se basa en incluir sales aniónicas (como cloruros y sulfatos) a la dieta, induciendo un estado moderado de acidosis metabólica, lo que conlleva una acidificación de la sangre, produciendo el estímulo para la remoción del Ca y del P de los tejidos óseos, ayudando de esta manera a mantener los niveles de Ca sanguíneo necesarios en el periodo postparto. (Mercado y Tereso, 2014).

### **Acidosis ruminal**

Respecto a la acidosis ruminal se ha recomendado el uso de sustancias buffer agregadas a las raciones como suplemento de entre el 0.5-2.5% como el bicarbonato de sodio, carbonato disódico, óxido de magnesio, carbonato de potasio y piedra caliza anhidra; También se pueden agregar aditivos zootécnicos como las levaduras en (5g/día) que estimulan de manera selectiva bacterias consumidoras de lactato; El uso de antioxidantes o vitamina E; En cuanto a la alimentación se recomienda que tenga una concentración de fibra del 31% en su dieta con partículas un poco grandes de forraje para promover la rumia.(Jaramillo et al, 2017).

## 6. Conclusiones

En el presente trabajo se hace evidente la falta de estudios, reportes e información de las principales enfermedades metabólicas en vacas lecheras en las diferentes regiones de Colombia, lo que dificulta saber con certeza la frecuencia de presentación, aspecto que se puede ver reflejado en el proceso de producción del día a día de los hatos lecheros del país.

De acuerdo al análisis realizado la cetosis, acidosis ruminal e hipocalcemia son las patologías metabólicas del ganado lechero que cuentan con más estudios realizados en el país durante los últimos 10 años, siendo el altiplano Cundiboyacense el lugar donde se llevaron a cabo la mayoría de los estudios. La prevalencia de estas enfermedades varía dependiendo del departamento donde se realiza el estudio, la cantidad de animales evaluados y el manejo y nutrición durante el ciclo productivo que maneja cada hato.

El valor máximo de prevalencia reportado para las principales enfermedades metabólicas en el ganado lechero fue del 67 % en caso de la cetosis, 10.8% en la hipocalcemia y 47% en la acidosis ruminal; siendo la presentación subclínica de estas patologías la más frecuente; Esto hace evidente la escasa importancia que se le ha dado a estas patologías durante la última década, factores a tener en cuenta pues perjudican la ganadería lechera, debido a la pérdida de capital por la disminución de producción de leche, los gastos agregados por tratamientos, además del deterioro de la salud animal, siendo estas situaciones prevenibles cuando se implementan prácticas de buen manejo y nutrición animal y durante el periodo de transición.

Los métodos diagnósticos más usados en Colombia para las principales enfermedades metabólicas fueron: La concentración sérica de calcio

(hipocalcemia), medición del pH ruminal (acidosis ruminal) y la concentración en sangre de BHB (cetosis).

### **Recomendaciones para futuros trabajos**

Se debe considerar a futuro realizar estudios de las enfermedades metabólicas del ganado lechero, sobre todo, en los departamentos con la mayor densidad poblacional de ganado que nos permitan conocer con certeza la prevalencia de estas patologías en el país. No hay muchos autores o artículos en Colombia que hablen sobre estas enfermedades metabólicas en vacas lecheras, la información citada en cuanto a datos como definiciones, signología, diagnóstico, tratamiento y prevención, proviene en su mayoría de artículos escritos en otros países.

Es necesario promover la realización de estudios sobre enfermedades metabólicas en Colombia además de incentivar el reporte de los casos, ya que al haber un espectro más amplio de esta información en el país, se lograra entender mejor la naturaleza de estas patologías y el impacto que causan en la producción de lechera del país.

## 7. Bibliografía

- Albornoz L., Albornoz J.P., Morales M. y Fidalgo Álvarez Luis Eusebio (2016). Hipocalcemia Puerperal Bovina: Revisión. *Veterinaria (Montevideo)*, ISSN 0376-4362, Vol. 52, N°. 201-204, págs. 29-39.  
<http://www.revistasmvu.com.uy/index.php/smvu/article/view/112/58>
- Alvarenga, Emerson A., Moreira, Gustavo HFA, Facury Filho, Elias J., Leme, Fabíola OP, Coelho, Sandra G., Molina, Lívio R., Lima, Juliana AM y Carvalho, Antônio U. (2015). Evaluación del perfil metabólico de las vacas Holstein durante el período de transición. *Investigación veterinaria brasileña*, 35 (3), 281-290.  
<https://dx.doi.org/10.1590/S0100-736X2015000300012>
- Álvarez M., Berisso R, Quiroga M (2018) .Síndrome Tetanizante Magnesio dependiente en bovinos de carne. Tesis de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.  
<https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/handle/123456789/1679>
- Amaral D. (2017) Hipocalcemia subclínica o fiebre de la leche en vacas lecheras Recuperado de: [http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion\\_mineral/287-Hipocalcemia\\_subclinica.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/287-Hipocalcemia_subclinica.pdf)
- Andrade R, Caro Z, Dallos A. (2014) Prevalencia de mastitis subclínica bovina y su etiología infecciosa en fincas lecheras del altiplano boyacense (Colombia) *Revista Científica*, vol. XXIV, núm. 4. Recuperado de: <http://clacso.redalyc.org/pdf/959/95931404001.pdf>
- Angarita Fredy, Cucunubo Luis y Cárdenas Diana (2017). Diagnóstico de acidosis ruminal subaguda en vacas lecheras en pastoreo en cinco fincas localizadas en el Altiplano Cundiboyacense, Colombia. *Rev. Colombiana de Ciencias Pecuarias*; 30.  
<https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:IR6UjbZKsVIJ:https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/download/330570/20786897/+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=co>
- Ángel Martha y Hernández Dursun (2013). Análisis de competitividad del sector lechero: caso aplicado al norte de Antioquia, Colombia. recuperado de:

file:///C:/Users/Asus/Documents/Archivos%20tesis/Analysis\_of\_competitiveness\_of.PDF

- Astaíza Juan, Muñoz Martha, Benavides Carmenza, Vallejo Darío y Chaves Carlos (2017). Caracterización técnica y productiva de los sistemas de producción lechera del valle de Sibundoy, Putumayo (Colombia). *Rev. Med. Vet. N° 34: 31-43*. <http://www.scielo.org.co/pdf/rmv/n34s1/0122-9354-rmv-34-s1-00031.pdf>
- Bach, A. (2002). Trastornos ruminales en el vacuno lechero: un enfoque práctico. XVIII. *Curso de Especialización Avances en Nutrición y Alimentación Animal. FEDNA. México.* [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/103-trastornos\\_ruminales\\_lechero.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/103-trastornos_ruminales_lechero.pdf)
- Baquero Johann (2015). Evaluación del estado ácido-base en terneros con acidosis ruminal inducida experimentalmente: Aplicación de dos modelos de diagnóstico. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Medicina, Departamento de Ciencias Fisiológicas. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/55558>
- Barrios D, Restrepo-Escobar F. y Cerón M. (2016). Antecedentes sobre gestión tecnológica como estrategia de competitividad en el sector lechero colombiano. *Livestock Research for Rural Development. Volume 28, Article #125*. <http://www.lrrd28/7/barr28125.html>
- Bouda Jan, Martínez Paasch Leopoldo y Yabuta Osorio Adolfo (1997). desarrollo y empleo del método de diagnóstico preventivo de los trastornos ruminales y metabólicos en bovinos. *Vet Mex. 28(03), 189-195*. <https://www.medigraphic.com/pdfs/vetmex/vm-1997/vm973c.pdf>
- Bretschneider G. (2016). Acidosis Ruminal en el Ganado Lechero. Bol. Tec. INTA-Rafaela, Argentina. [http://rafaela.inta.gov.ar/info/documentos/nutrición/acidosis\\_ruminal\\_2009.pdf](http://rafaela.inta.gov.ar/info/documentos/nutrición/acidosis_ruminal_2009.pdf)
- Brunner, N., Groeger, S., Canelas Raposo, J., Bruckmaier, RM y Gross, JJ (2018). Prevalencia de cetosis subclínica y enfermedades de producción en vacas lecheras en América Central y del Sur, África, Asia, Australia, Nueva Zelanda y Europa del Este. *Ciencia animal traslacional, 3 (1), 84–92*. <https://doi.org/10.1093/tas/txy102>

- Caivinagua, A. (2012). Perfil metabólico energético en ganado lechero, Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/441/1/TESIS.pdf>
- Cardoso, F. (2008). Indicadores hematológicos, bioquímicos e ruminais no diagnóstico do deslocamento de abomaso à esquerda em vacas leiteiras do Sul do Brasil. *Pesq. agropec. bras., Brasília, V. 43, N°1, pág.141-147.* <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/7970/4729>
- Carulla Juan E. y Ortega E. (2016). Sistemas de producción lechera en Colombia: retos y oportunidades. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. Volumen 24(2), 83-87.* [https://www.researchgate.net/profile/Juan\\_Carulla/publication/317017699\\_Sistemas\\_de\\_produccion\\_lechera\\_en\\_Colombia\\_Retos\\_y\\_oportunidades/links/591f4086a6fdcc4443ee17b4/Sistemas-de-produccion-lechera-en-Colombia-Retos-y-oportunidades.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Juan_Carulla/publication/317017699_Sistemas_de_produccion_lechera_en_Colombia_Retos_y_oportunidades/links/591f4086a6fdcc4443ee17b4/Sistemas-de-produccion-lechera-en-Colombia-Retos-y-oportunidades.pdf)
- Castillo, Clark, Domínguez y Kononoff (2017). Dairy cow health and metabolic disease relative to nutritional factors. *Nebguide, Nebraska extension, índice: animal agriculture, animal diseases.* <https://extensionpublications.unl.edu/assets/pdf/g1743s.pdf>
- Cesar D. (2016). Hipocalcemia puerperal, instituto plan agropecuario. [https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R96/R96\\_32.htm](https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R96/R96_32.htm)
- Correa H y Carulla J. (2009). Relación entre nutrición y salud en hatos lecheros. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, vol. 56, núm. III, pag. 273-290.* <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=407639221011>
- Cseh S. (2017) Hipomagnesemia en bovinos para carne: Como prevenirla: engormix. Recuperado de: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/hipomagnesemia-bovinos-carne-como-t41181.htm>
- Contreras P y Noro M. (2010). Rumen: morfofisiología, trastornos y modulación de la actividad fermentativa. *Revista consorcio lechero la cadena láctea de Chile edición 3.* [https://consorciolechero.cl/chile/documentos/publicaciones/rumen\\_web.pdf](https://consorciolechero.cl/chile/documentos/publicaciones/rumen_web.pdf)

- Contreras, P.A. y Phil, M. 1998. Síndrome de movilización grasa en vaca lecheras al inicio de la lactancia y sus efectos en salud y producción de los rebaños. Instituto de Ciencias Clínicas Veterinarias, Universidad Austral de Chile recuperado de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-732X1998000200002](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X1998000200002)
- Cucunubo Luis G, Strieder-Barboza C., Wittwer F. y Noro M. (2013). Diagnóstico de cetosis subclínica y balance energético negativo en vacas lecheras mediante el uso de muestras de sangre, orina y leche. *Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XXIII, N° 2, 111 - 119, 2013.* <https://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/15782/15755>
- Devant María (2011). Acidosis Ruminal y Timpanismo: ¿Qué sabemos realmente? (I). *Cria y salud: Revista de medicina veterinaria, Vol. # 38; pag 56-63.* [http://axonveterinaria.net/web\\_axoncomunicacion/criaysalud/37/cys\\_37\\_56-63\\_Acidosis\\_Ruminal\\_Timpanismo\\_I.pdf](http://axonveterinaria.net/web_axoncomunicacion/criaysalud/37/cys_37_56-63_Acidosis_Ruminal_Timpanismo_I.pdf)
- Díaz Olga, Orjuela Jaime, Ortiz Jorge, Patiño Adriana, Linares Carolina y González Pedro (2011). Colombia, Sanidad animal 2009. Publicación del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. <https://www.ica.gov.co/getattachment/7b0e7f6a-4c43-4dff-be39-ab9f4d1b0e0a/2009.aspx>
- Doncel Benjamín, Capelesso Alsiane, Giannitti Federico, Cajarville Cecilia, Macías-Rioseco Melissa, Silveira Caroline, A. Costa Ricardo y Riet-Correa Franklin (2019). Hypomagnesemia in dairy cattle in Uruguay. *Pesquisa Veterinária Brasileira, 39 (8), 564-572.* [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-736X2019000800564&lang=es#aff3](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-736X2019000800564&lang=es#aff3)
- Dotti, N y Fernández, S (2020). Validación de métodos de diagnóstico de cetosis subclínica, durante el posparto de vacas lecheras. Recuperado de: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/28083/1/FV-34253.pdf>

- Dusty y Nagy (2017). Diagnostic Approach to Forestomach Diseases. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, Volume 33, Issue 3, Pages 441-450*. <https://ezproxy.uan.edu.co:2052/science/article/pii/S0749072017300555>
- Egger, M. y Smith, G. (2001). Principles of and procedures for systematic reviews. *Systematic reviews in health care: Meta-analysis in context* (pp. 23-42), second edition.  
[https://books.google.com.co/books?id=UoEbCgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Systematic+reviews+in+health+care.+Meta-analysis+in+context&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjJ7srdva\\_pAhULUt8KHZI7DlkQ6AEIJzAA" \l](https://books.google.com.co/books?id=UoEbCgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Systematic+reviews+in+health+care.+Meta-analysis+in+context&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjJ7srdva_pAhULUt8KHZI7DlkQ6AEIJzAA)  
"v=onepage&q=Systematic%20reviews%20in%20health%20care.%20Meta-analysis%20in%20context&f=false
- Enjalbert, F; Nicot, M; Bayourthe, C; Moncoulon, R; (2001). Ketone bodies in milk and blood of dairy cows: relationship between concentrations and utilization for detection of subclinical ketosis. *Journal Dairy Science*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11286410/>
- Fabris Luan Henrique, Marchioro Júlia y Libardi Ramella Keli Daiane Cristina (2021). Aspectos epidemiológicos, clínicos, patológicos, diagnóstico, profilaxis y tratamiento de la hipocalcemia en bovinos: revisión. *Revista PUBVET, Vol. 15, núm. 02, pág. 162*. <https://www.pubvet.com.br/artigo/7741/aspectos-epidemioloacutegicos-cliacutenicos-patoloacutegicos-diagnoacutestico-profilaxia-e-tratamento-da-hipocalcemia-em-bovinos-revisatildeo>
- FEDEGAN (2020). Documento 001 inventario bovino. Recuperado de <https://www.fedegan.org.co/estadisticas/general>
- Fonseca Carlos y Patarroyo Elkin (2016). Indicadores Metabólicos Y Productivos De Vacas Mestizas En Periodo De Transición, En Condiciones De Trópico Bajo colombiano. Universidad Cooperativa De Colombia, facultad de medicina veterinaria y zootecnia. [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/295/1/Fonseca%20%26%20Patarroyo%202016\\_INDICADORES%20METAB%c3%93LICOS%20Y%20P](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/295/1/Fonseca%20%26%20Patarroyo%202016_INDICADORES%20METAB%c3%93LICOS%20Y%20P)

RODUCTIVOS%20DE%20VACAS%20MESTIZAS%20EN%20PERIODO%20DE%20TRANSICI%3%93N%2c%20EN%20CONDICIONES~1.pdf

- Frias, M, Landi, H, Montes, D, & Palma Parodi, F. (2011). Análisis comparativo de la salud y costo en el período vaca parida en rodeos lecheros. *InVet*, 13(2), 17-23.[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1668-34982011000200002&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-34982011000200002&lng=es&tlng=es)
- García K., Campos R. y Giraldo L. (2016). Suplementación vitamínica y mineral como estrategia para reducir la incidencia de cetosis bovina en el trópico bajo. *Revista Colombiana De Ciencia Animal - RECIA*, 8(2), 204-213.<https://doi.org/10.24188/recia.v8.n2.2016.188>
- García, Cardoso, Campos, Thedy y González (2011). Metabolic evaluation of dairy cows submitted to three different strategies to decrease the effects of negative energy balance in early postpartum. *Animal Morphophysiology, Pesq. Vet. Bras.* 31 (suppl 1).  
<https://www.scielo.br/j/pvb/a/rBVMQFVNbpmfkZwnZYbNZqq/?lang=en>
- Garrett R. Oetzel (2017). Diagnóstico y tratamiento de la acidosis ruminal subaguda en hatos lecheros. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice; Volume 33, Issue 3, páginas 463-480.*  
<https://ezproxy.uan.edu.co:2052/science/article/pii/S0749072017300579#!>
- Garzón Audor A. (2018). Incidencia y Prevalencia de la cetosis clínica y subclínica en vacas lecheras durante el postparto temprano en el Altiplano Cundiboyacense. Universidad Nacional de Colombia; Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Salud Animal Bogotá, Colombia.  
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/64148/Tesis%20Cetosis%20%20Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Garzón Audor Adriana y Oliver Espinosa Olimpo J. (2018). Incidencia y prevalencia de cetosis clínica y subclínica en ganado en pastoreo en el altiplano Cundiboyacense, Colombia. *Rev. CES Med. Zootec.* 2018; Vol. 13 (2): 121-136.  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1900-96072018000200121](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-96072018000200121)

- Garzón Adriana y Oliver Olimpo (2019). Incidence and risk factors for ketosis in grazing dairy cattle in the cundi-boyacencian Andean plateau, Colombia. *Tropical animal health and production*, 51(6):1481-1497. [https://www.researchgate.net/publication/330856336\\_Incidence\\_and\\_risk\\_factors\\_for\\_ketosis\\_in\\_grazing\\_dairy\\_cattle\\_in\\_the\\_Cundi-Boyacencian\\_Andean\\_plateau\\_Colombia](https://www.researchgate.net/publication/330856336_Incidence_and_risk_factors_for_ketosis_in_grazing_dairy_cattle_in_the_Cundi-Boyacencian_Andean_plateau_Colombia)
- Garzón A., Oliver O. y Castañeda R. (2021). Acid base disorders in hospitalized cattle. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 57(1), e159837. <https://www.revistas.usp.br/bjvras/article/view/159837>
- Gómez L y Campos R. (2016) Control del balance energético negativo y comportamiento productivo y metabólico en vacas doble propósito bajo suplementación energética.
- Gómez Luis Miguel, Posada Sandra Lucía y Olivera, Martha. (2014). Acidosis ruminal subaguda y carbohidratos no estructurales: un modelo de estudio en inmunología nutricional. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 9 (2), 295-9306. Recuperado el 09 de febrero de 2020, de [https://pdfs.semanticscholar.org/b9ef/73730652fe19660d8bd17e1ccfdcc8309d2.pdf?\\_ga=2.190966307.826224301.1588896235-1602921975.1587946002](https://pdfs.semanticscholar.org/b9ef/73730652fe19660d8bd17e1ccfdcc8309d2.pdf?_ga=2.190966307.826224301.1588896235-1602921975.1587946002)
- Gonçalves, Cardoso, Guagnini, Reyes y González (2015). Administration of early post-partum orlan drench in dairy cows: effect on metabolic profile. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 62(3), 10-17. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v62n3.54937>
- González J. (2000) Hipomagnesemia. Un desbalance metabólico subestimado en la producción de ganado lechero en costa rica. *Nutrición Animal Tropical*, Vol. 6, N° 1. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5166276>
- González Juan (2013). Las vacas morían... de cetosis. *Frisona Española N° 194*, pág. 98-100. <http://www.revistafrisona.com/LinkClick.aspx?fileticket=iwInqVkWY20%3D&tabid=249&portalid=0&mid=477>
- Granja Y., Ribeiro C., Toro D., Rivera L., Machado M. y Manrique A. (2012) Acidosis ruminal en bovinos lecheros: implicaciones sobre la producción y la salud

animal .*REDVET*, vol. 13, núm. 4, pp. 1-11.  
<https://www.redalyc.org/pdf/636/63623403009.pdf>

- Hernández, E., Gaona, R., y Patiño, L. (2011). Comportamiento metabólico en el periparto de vacas Hartón del Valle, bajo condiciones de trópico bajo. *Acta Agronómica*, 60(1), 13-26.  
[https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta\\_agronomica/article/view/21154](https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/21154)
- Huertas-Molina, O., Guzmán-Carazo, V., Palacio-Baena, L., Zambrano-Varón, J., & Olivera-Ángel, M. (2020). Concentraciones séricas de Beta-hidroxibutirato y su asociación con enfermedades posparto en bovinos de leche. *Revista MVZ Córdoba*, 25(3), e1821.  
<https://revistamvz.unicordoba.edu.co/article/view/e1821>
- Huertas Molina Oscar, Olivera Ángel Martha y Zambrano Varón Jorge Luis (2021). Hipercetonemia y la evaluación de los niveles de Beta-hidroxibutirato (BHB) y Acetona (Ac) en leche. Universidad de Antioquia, La lactancia vista desde múltiples enfoques. Segunda parte: métodos, interpretación de resultados y costos de producción de leche, capítulo 6.  
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/biogenesis/article/view/345365>
- Humanes A. y Cogolludo E. (2019). El metabolismo. *Valoración de la condición física e intervención en accidentes*, unidad 7: pág. 123.  
[https://books.google.com.co/books/about/Valoraci%C3%B3n\\_de\\_la\\_condici%C3%B3n\\_f%C3%ADsica\\_e\\_i.html?id=quKfDwAAQBAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.co/books/about/Valoraci%C3%B3n_de_la_condici%C3%B3n_f%C3%ADsica_e_i.html?id=quKfDwAAQBAJ&redir_esc=y)
- ICA. (2020). Censo Pecuario año 2020.  
<https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018.aspx>
- Jaramillo-López, Esaúl, Itzá-Ortiz, Mateo F., Peraza-Mercado, Gwendolyne, & Carrera-Chávez, José M. (2017). Ruminal acidosis: strategies for its control. *Austral journal of veterinary sciences*, 49(3), 139-148.  
<https://dx.doi.org/10.4067/S0719-81322017000300139>
- Kirincich Romina, Gual Fernando y Quiroga Miguel (2019). Estrategias para la prevención de la hipomagnesemia en rodeos de cría, mediante el uso de suplementos por vía oral. *Facultad de Ciencias Veterinarias –UNCPBA*.

[https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/2130/KIRIN\\_CICH%2C%20ROMINA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/2130/KIRIN_CICH%2C%20ROMINA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Lama J. (2013). Monitoreo de cetosis bovina o acetonemia. *Revista de cooprinsem edición* (119).  
<http://cooprinsem.cl/home/pdf/cooprinforma/cooprinforma119.pdf>.
- Leal Yepes Francisco, Mann Sabine, Martens Elizabeth, Velasco-Bolaños Juan, Ceballos-Márquez Alejandro, Puerto Sergio, Gómez Miguel y McArt Jessica (2020). Concentraciones de  $\beta$ -hidroxibutirato en sangre y estrategias de manejo de la lactancia temprana en granjas lecheras basadas en pasturas en Colombia. *Medicina veterinaria preventiva, Volumen 174, 104855*.  
<https://ezproxy.uan.edu.co:2052/science/article/pii/S0167587719303551#bib0035>
- Libardi, Cucunubo, Constantino, Marques y Naylor (2020). Effects of postpartum treatment with oral calcium formate on serum calcium, serum metabolites, and the occurrence of diseases at the beginning of lactation of high-producing dairy cows. *Preventive Veterinary Medicine, Volume 185, 105180*.  
<https://ezproxy.uan.edu.co:2052/science/article/pii/S0167587720308643#sec0005>
- Lizárraga, Raúl (2020). Deficiencias de calcio y magnesio en bovinos – Revisión bibliográfica. Repositorio institucional de la universidad nacional de la plata.  
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/101129>
- Londoño C. y Cardona H. (2011). Estado del arte de los recursos para el desarrollo en Antioquia. *Revista de Ciencias Estratégicas 19(25): 35–54*.  
<https://revistas.upb.edu.co/index.php/cienciasestrategicas/article/view/1102/1301>
- Machado A. (2010). Hipomagnesemia: aporte para encarar su diagnóstico, reconocimiento de sus formas de presentación su tratamiento racional en bovinos" recuperado de : <https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/handle/123456789/1777>
- Macías, Mació, Sticotti, Fernández, De Luca, Winter y Magnano (2018). Hemoglobinuria postparto asociada a Hipofosfatemia en un tambo bovino en la Provincia de Córdoba. *Revista Científica FAV-UNRC Ab Intus 1 (1): 116-125*.

[http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:CEs5EDt2vY EJ:www.a yv.unrc.edu.ar/ojs/index.php/Ab\\_Intus/article/download/59/19/+&cd=3&hl=es& ct=clnk&gl=co](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:CEs5EDt2vY EJ:www.a yv.unrc.edu.ar/ojs/index.php/Ab_Intus/article/download/59/19/+&cd=3&hl=es& ct=clnk&gl=co)

- Macwilliams, Searcy y Bellamy (1982). Hemoglobinuria posparto bovina: una revisión de literatura. *La revue veterinaire canadienne*, 23 (11), 309–312. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1790234/?page=2>
- Mahmut Ok, Guzelbektes, H., Sen, I., Coskun, A. y Ozturk, AS (2009). Hemoglobinuria posparto en tres vacas lecheras. Reporte de un caso. *Bull Vet Inst. Pulawy*, 53 (3), 421-423. [https://www.researchgate.net/profile/Hasan-Guzelbektes-2/publication/286014306\\_Post-parturient\\_haemoglobinuria\\_in\\_three\\_dairy\\_cows\\_A\\_case\\_report/links/5698d4ae08aea2d743771dee/Post-parturient-haemoglobinuria-in-three-dairy-cows-A-case-report.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Hasan-Guzelbektes-2/publication/286014306_Post-parturient_haemoglobinuria_in_three_dairy_cows_A_case_report/links/5698d4ae08aea2d743771dee/Post-parturient-haemoglobinuria-in-three-dairy-cows-A-case-report.pdf)
- Martínez M. (2018) Hipocalcemia en vacas Recuperado de: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/hipocalcemia\\_en\\_vacas\\_martinez.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/hipocalcemia_en_vacas_martinez.pdf)
- Mendoza G.y Ricalde R. (2016). Alimentación de ganado bovino con dietas altas en grano. Segunda edición <http://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/Bovinos.pdf>
- Mercado F y Tereso J. (2014). hipocalcemia: nuevas alternativas de prevención mediante la alimentación. 12° Congreso Internacional de MVZ Especialistas en Bovinos de la Comarca Lagunera. [http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion\\_mineral/217-hipocalcemia.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/217-hipocalcemia.pdf)
- Miranda, M., Pérez I., y Rigueira L. (2020). Importancia de una buena prevención y control de la hipocalcemia subclínica. *Revista Albéitar*, 238, págs. 10-14. <https://ezproxy.uan.edu.co:2177/vetmedresource/FullTextPDF/2020/20203549903.pdf>
- Moraga, B. L. (2000). Enfermedades metabólicas del bovino. *Monografías de Medicina Veterinaria. Volumen 20 N° 1*. <https://web.uchile.cl/vignette/monografiasveterinaria/monografiasveterinaria.uchi>

le.cl/CDA/mon\_vet\_seccion/0,1419,SCID%253D18401%2526ISID%253D442,00.html

- Morales-Vallecilla, F. y Ortiz-Grisales, S. (2018). Productividad y eficiencia de ganaderías lecheras especializadas en el Valle del Cauca (Colombia). *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 65 (3), 252-268. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/remezvez/article/view/76463>
- Mufarrege D. (2012) Tetania de los pastos, deficiencia de magnesio. *Revista fertilizar N°22*, pág. 29-32. <https://fertilizar.org.ar/subida/revistas/22.pdf>
- Muiño R, Hernández J, Chapel J, Castillo C, López M, Pereira V, Vázquez P, Abuelo A, Díaz F y Benedito J. (2013). Desórdenes metabólicos en la vaca lechera de alta producción (VLAP). Departamento de Patología Animal Facultad de Veterinaria, Universidad de Santiago de Compostela. [https://www.ufrgs.br/lacvet/site/wp-content/uploads/2018/06/Desordenes metabolicos\\_VLAP.pdf](https://www.ufrgs.br/lacvet/site/wp-content/uploads/2018/06/Desordenes_metabolicos_VLAP.pdf).
- Muñoz, Schang y Chiapparrone (2019). Descripción clínica y patológica de un caso compatible con Hemoglobinuria Bacilar. Facultad de Ciencias Veterinarias – UNCPBA. <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/2248/Mu%C3%B1oz%20Juan%20Pablo.PDF?sequence=1&isAllowed=y>
- Noro Mírela y Sepúlveda Pilar (2010). Acidosis y alcalosis ruminal. Instituto de Ciencias Clínicas Veterinarias, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile. <https://ganaderiasos.com/wp-content/uploads/2019/10/ACIDOSIS-Y-ALCALOSIS-RUMINAL-.pdf>
- Noro M y Strieder C. (2012). Cetosis en rebaños lecheros presentación y control. Universidad Austral de Chile. <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/sp/article/view/96>
- Noro M. y Wittwer F. (2011). Hemoglobinuria posparto en vacas de tres rebaños lecheros de la región del Bío-Bío, Chile. *Rev.MVZ Córdoba* 16(3):2785-2792. <http://www.scielo.org.co/pdf/mvz/v16n3/v16n3a15.pdf>

- OCDEC-FAO Perspectivas agrícolas 2019-2018 (2019)  
fao.org/3/ca4076es/CA4076ES.pdf
- Osorio J. Y Vinazco J. (2010). El metabolismo lipídico bovino y su relación con la dieta, condición corporal, estado productivo y patologías asociadas. *Biosalud, Volumen 9 No. 2, págs. 56 – 66*. <http://www.Scielo.org.co/pdf/biosa/v9n2/v9n2a07.pdf>
- Osario J, Suarez Y y Pérez J. (2012). Validación de la fórmula de friedewald para la determinación del perfil lipídico en bovinos. *Biosalud vol.11 no.2* Recuperado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1657-95502012000200008](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-95502012000200008)
- Ovando Abenamar (2010). Hígado graso en bovino lechero, Universidad autónoma agraria Antonio Narro, Monografía.<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3051/ABENAMAR%20ALTUNAR%20OVANDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Parra J, Del Campo M y Estrada G. (2016) Biomarcadores conductuales de bovinos del sistema doble propósito. *Revista MVZ Córdoba Volumen 22*. <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/revistamvz/article/view/936>
- Pastor J y Cebrián L. (2002) Cetosis Bovina origen diagnóstico y tratamiento. *Revista Mundo ganadero*, pag 28-33 [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf\\_mg/mg\\_2002\\_142\\_28\\_32.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_mg/mg_2002_142_28_32.pdf)
- Perna R. (2009). Manejo clínico de síndrome de vaca caída. *Patologías de origen metabólico*, pag 10-11; *Editorial Inter-Médica S.A.I.C.I* [http://www.intermedica.com.ar/media/mconnect\\_uploadfiles/p/e/perna.pdf](http://www.intermedica.com.ar/media/mconnect_uploadfiles/p/e/perna.pdf)
- Proexport Colombia. (2011). Sector Lácteo en Colombia. Bogotá: Autor. Recuperado: <http://portugalcolombia.com/media/Perfil-Lacteo-Colombia.pdf>
- Quintero Elizabeth (2011) Evaluación y desarrollo del sector lácteo en Colombia desde la perspectiva desde el eslabón primario (producción). Recuperado de: [file:///C:/Users/Asus/Documents/Archivos%20tesis/Cadena\\_lactea.pdf](file:///C:/Users/Asus/Documents/Archivos%20tesis/Cadena_lactea.pdf)

- Quiroga P. (2013) Evaluación de la sensibilidad y especificidad de una técnica de campo para diagnóstico de hipocalcemia en vacas preparto y postparto en la finca arbusto del municipio de Siachoque (Boyacá). Fundación universitaria Juan De Castellanos, Facultad de ciencias agrarias Tunja. [https://issuu.com/medicinaveterinariajdc/docs/evaluaci\\_\\_n\\_de\\_la\\_sensibilidad\\_y\\_es/36](https://issuu.com/medicinaveterinariajdc/docs/evaluaci__n_de_la_sensibilidad_y_es/36)
- Ramírez V. Nicolás. (2016). Síndrome de vaca caída. *Agrovet Market Animal Health*. <https://www.agrovetmarket.com/en/animal-health-research/pdf-download/sindrome-de-vaca-caida#:~:text=Una%20vaca%20ca%C3%ADda%20es%20un,espinal%20o%20de%20una%20extremidad.>
- Reyes, K (2019) Comparación de dos métodos diagnósticos para cetosis en bovinos lecheros mediante el análisis de muestras de sangre y orina en la hacienda Miraflores bajo N° 4, recuperado de: <http://dspace.udla.edu.ec/jspui/bitstream/33000/11611/1/UDLA-EC-TMVZ-2019-29.pdf>
- Rodríguez, Aris y Bach (2017). Asociaciones entre hipocalcemia subclínica y enfermedades posparto en vacas lecheras. *Revista de ciencia láctea; Volumen 100, Número 9, páginas 7427-7434.* <https://ezproxy.uan.edu.co:2052/science/article/pii/S0022030217306331>
- Rodríguez N, López A y Echeverri J. (2012) Efecto del Polimorfismo del Interferón 6 del Gen LTF Bovino con Algunas Enfermedades de Alta Incidencia en la Producción Lechera. *Revista Facultad Nacional de Agronomía – Medellín*, recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/1799/179924340014.pdf>
- Saborío-Montero, A. (2015). Enfermedades metabólicas y su impacto en la productividad del ganado lechero. *Nutrition Animal Tropical*, 9(3), 32-40. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/nutrianimal/article/view/22281>
- Saborío A., Sánchez J. y Vargas 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*, 41(2), 7-16.  
<https://dx.doi.org/10.15517/rac.v41i2.31354>

- Salgado, Bouda, Aparicio, Doubek y Velásquez (2014). Effect of prostaglandin F2 $\alpha$  administration during the first postpartum hours on the serum calcium concentration of dairy cows. *Veterinaria México OA*, 1(2).  
<https://doi.org/10.21753/vmoa.1.2.337>
- Sayaverde C. (2019) Perfil metabólico y riesgo de enfermedades de la producción en vacas lecheras en etapa de transición Recuperado de  
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3813/PERFIL%20METAB%20c3%93LICO%20Y%20RIESGO%20DE%20ENFERMEDADES%20DE%20LA%20PRODUCCI%c3%93N%20%20EN%20VACAS%20LECHERAS%20EN%20ETAPA%20DE%20TRANSI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sepúlveda Sara y Rendón Mateo (2015). Frecuencia de cetosis subclínica en vacas de la hacienda Asturias en la vereda el aguacate del municipio de Pereira. Universidad Tecnológica De Pereira, Trabajo de grado, Programa Medicina Veterinaria y Zootecnia.  
<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/5585/6360896S479.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sepúlveda P. y Wittwer F. (2017). Periodo de transición importancia en la salud y bienestar de vacas lecheras. AUCh Universidad austral de Chile; pag 7-10.  
<https://www.consorciolechero.cl/industria-lactea/wp-content/uploads/2017/11/periodo-de-transicion.pdf>
- Simões João. (2015). Síndrome da vaca caída: etiofisiopatologia e o seu manejo. universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro V. Porto, Portugal. *Jornadas de Medicina Veterinária ICBAS*. [https://www.researchgate.net/profile/Joao-Simoes-18/publication/285523144\\_Sindrome\\_da\\_vaca\\_caída\\_etiofisiopatologia\\_e\\_o\\_seu\\_manejo/links/565ec0bb08ae1ef92983e6dc/Sindrome-da-vaca-caída-etiofisiopatologia-e-o-seu-manejo.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Joao-Simoes-18/publication/285523144_Sindrome_da_vaca_caída_etiofisiopatologia_e_o_seu_manejo/links/565ec0bb08ae1ef92983e6dc/Sindrome-da-vaca-caída-etiofisiopatologia-e-o-seu-manejo.pdf)
- Sossa, C., Barahona, R., (2014) .Comportamiento productivo de novillos de pastoreo en trópico de altura con y sin suplementación energética. *Rev. Med Vet*

*Zoot.* 62(1), enero – junio 2015: 67-80. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmvz/v62n1/v62n1a06.pdf>

- Souza Alves Teresa. (2018). Síndrome da vaca caída: revisão de literatura e relato de caso. Universidade De Brasília. [https://bdm.unb.br/bitstream/10483/22418/1/2018\\_TeresaSouzaAlves\\_tcc.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/22418/1/2018_TeresaSouzaAlves_tcc.pdf)
- Tello Celso (2014). Prevención de enfermedades metabólicas en vacas lecheras. Universidad nacional de Cajamarca, Facultad de ciencias veterinarias. <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/346/T%20L73%20T277%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Thompson y. Badger (1999). Outbreak of post-parturient haemoglobinuria in an autumn calving dairy herd. *New Zealand Veterinary Journal*, 47:5, 180-183. <https://doi.org/10.1080/00480169.1999.36139>
- Tobón J., Jaramillo E. y Múnera O. (2019). Cetosis: factores asociados, efecto en la producción, calidad de la leche y relación con días abiertos en vacas Holstein en pastoreo de una granja en el municipio de Santa Rosa de Osos, Antioquia, Colombia. *Repositorio Digital - Universidad CES, Tesis de Posgrado, Maestría en Salud y Producción Bovina*. <http://repository.ces.edu.co/handle/10946/4170>
- Umar, Balaji y Rani (2014). Acute post parturient haemoglobinuria in a cross bred dairy cow. *International Journal of Agricultural Sciences & Veterinary Medicine*, ISSN: 2320-3730; Vol.2, No. 3; pag. 1-3. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=70E860D8E7E1059BA01E1DCEA8AB5386?doi=10.1.1.740.7093&rep=rep1&type=pdf>
- Vallejo Timarán Darío, Arango Sabogal J., Reyes Vélez Julián y Maldonado Estrada Juan (2020). Las enfermedades uterinas posparto afectan negativamente el tiempo de gestación en vacas lecheras en pastoreo de rebaños tropicales de gran altitud. *Preventive Veterinary Medicine; Volume 185*. <https://ezproxy.uan.edu.co:2052/science/article/pii/S0167587720308862#bib0245>
- Vallejo Timarán, Darío Antonio, Benavides Melo, Carmenza Janeth, Morillo Patiño, Diana Patricia, Astaíza Martínez, Juan Manuel, & Chaves Velásquez,

- Carlos Alberto. (2017). Efecto de las enfermedades en posparto temprano sobre el intervalo parto concepción: estudio de cohorte en vacas lecheras de Pasto, Colombia. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 12(1), 33-43. <https://doi.org/10.21615/cesmvz.12.1.3>
- Vallejo-Timarán Darío, Reyes-Vélez Julián, Van Leeuwen John, Maldonado-Estrada Juan y Astaiza-Martínez Juan (2020). Incidencia y efectos de la acidosis ruminal subaguda y la cetosis subclínica con respecto al anestro posparto en vacas lecheras en pastoreo. *Revista Heliyon: cellpress*, Vol. 6, N° 4. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844020305570>
  - Vásquez J F, E Loaiza y M Olivera A (2010). Factores de riesgo asociados a enfermedad y su efecto sobre la reproducción de vacas lecheras en pastoreo en el trópico alto Colombiano. *Livestock Research for Rural Development* 22 (11) 2010. <http://www.lrrd.org/lrrd22/11/vasq22209.htm>
  - Vega Roger. (2021) Perfil metabólico energético de vacas Brown swiss en relación al número de partos, condición corporal y nivel de producción. Universidad Nacional Del Altiplano de Puno, Perú. [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/15629/Chambi\\_Vega\\_Roger\\_William.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/15629/Chambi_Vega_Roger_William.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
  - Villa-Arcila, Duque-Madrid, Sánchez-Arias, Rodríguez-Lecompte, Ratto, Sánchez y Ceballos-Márquez (2017). La concentración de butirato antes y después del parto no está asociada con las probabilidades de mastitis subclínica en vacas lecheras en pastoreo. *Livestock Science*, Volume 198, páginas 195-200. <https://ezproxy.uan.edu.co:2052/science/article/pii/S1871141317300677#bib27>
  - Villanueva Tallo Celso (2014). Prevención de enfermedades metabólicas en vacas lecheras. Universidad nacional de Cajamarca facultad de ciencias veterinarias. <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/unc/346/t%20173%20t277%202014.pdf?sequence=1&isallowed=y>
  - Wagner, Antoine, Mialon, Lardy, Silberberg, Koko y Veissier (2020). Machine learning to detect behavioural anomalies in dairy cows under subacute ruminal

acidosis. *Computers and Electronics in Agriculture*, Volume 170, 105233.  
<https://ezproxy.uan.edu.co:2052/science/article/pii/S0168169919314905#s0010>

- Zhao, Liu, Li, Guan, Wang, Yuan, Sun, Wang y Li (2018). Inflammatory mechanism of Rumenitis in dairy cows with subacute ruminal acidosis. *BMC Vet Res.* 2018; 14: 135. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5909223/>