



UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

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

MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

TEMA:

“Alteraciones del metabolismo energético en bovinos lecheros según
revisión bibliográfica”

AUTORA:

Mayda Lorena Rodríguez Pilco

TUTORA:

Dra. Sara Susana Sánchez Morán MSc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2022

RESUMEN

Esta revisión bibliográfica analiza las alteraciones del metabolismo energético en bovinos lecheros, los trastornos metabólicos influyen en la lactancia, desempeño de la fertilidad y salud en general en las vacas, siendo comúnmente alrededor del parto y se relacionan con la transición de periodo seco a la lactancia. Aunque constantemente se mejora la nutrición y el manejo de las vacas durante la transición, los trastornos metabólicos constituyen un importante riesgo debido a la exigencia sobre la genética de alta producción. Las conclusiones determinan trastornos que afectan a las vacas lecheras durante el primer mes después del parto, entre los cuales los más frecuentes e importantes son: acidosis, cetosis, hígado graso, desplazamiento de cuajar, hipocalcemia, síndrome de vaca caída, laminitis, retención de placenta, metritis y mastitis; las vacas a pastoreo con alta condición corporal presentan un balance energético con cetosis y resistencia insulínica y las vacas con altas concentraciones plasmáticas en el periodo de transición preparto poseen mayor riesgo de hiperglucemia; las rutas bioquímicas del metabolismo energético de origen hepático, que oxidan y sintetizan los nutrientes permiten a la vaca lechera afrontar los altos requerimientos energéticos durante el periodo de transición, mediante el aumento de la gluconeogénesis y la beta oxidación. Pero cuando hay un desequilibrio entre estas dos rutas, por un exceso en la lipólisis o por la falta de sustratos gluconeogénicos, se presentan cetosis e hígado graso, el retorno a un balance energético positivo con la consecuente recuperación de la condición corporal, se alcanza en la quinta semana de lactancia.

Palabras claves: Alteraciones, Metabolismo, Transición, Vacas Lecheras.

SUMMARY

The present bibliographic review analyzes the alterations of energy metabolism in dairy cattle according to the bibliographic review. Metabolic disorders influence lactation, fertility performance and general health in cows, most commonly around calving and related to the transition from dry period to lactation. Although the nutrition and management of cows during the transition are constantly being improved, metabolic disorders are a major risk due to the demand placed on genetics to produce more milk. The conclusions determine that there are several disorders that affect dairy cows during the first month after calving, among which the most frequent and important are the following: acidosis, ketosis, fatty liver, displacement of curdling, hypocalcemia, downer cow syndrome, laminitis, retained placenta, metritis and mastitis; grazing cows with high body condition have an energy balance with ketosis and insulin resistance and cows with high plasma concentrations in the prepartum transition period have a higher risk of hyperglycemia; the biochemical pathways of energy metabolism of hepatic origin, which oxidize and synthesize nutrients, allow the dairy cow to meet the high energy requirements during the transition period, by increasing gluconeogenesis and beta oxidation. But when there is an imbalance between these two routes, mainly due to an excess in lipolysis or due to a lack of gluconeogenic substrates, metabolic alterations such as ketosis and fatty liver occur and a return to a positive energy balance with the consequent recovery of body condition, is reached after the fifth week of lactation.

Keywords: alterations, metabolism, transition, dairy cows.

CONTENIDO

RESUMEN	ii
SUMMARY	iii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
MARCO METODOLÓGICO	3
1.1. Definición del tema caso de estudio	3
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos	4
1.5. Fundamentación teórica	4
1.6. Hipótesis	16
1.7. Metodología de la investigación	16
CAPÍTULO II	17
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	17
2.1. Desarrollo del caso.....	17
2.2. Situaciones detectadas (hallazgo)	17
2.3. Soluciones planteadas	18
2.4. Conclusiones.....	19
2.5. Recomendaciones.....	20
BIBLIOGRAFÍA.....	21

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades metabólicas son enfermedades causadas por un desequilibrio entre los elementos que ingresan al cuerpo, su metabolismo y la salida. Se presentan de manera clínica o subclínica manifestando un factor de riesgo de enfermedades del sistema locomotor, digestivo, reproductivo y mamario. Alterando de esta manera la respuesta inmunológica e incrementando la duración y gravedad en cuadros infecciosos del sistema mamario y reproductivo (Padilla 2016).

En los hatos ganaderos la creciente presión de las dietas para lograr altas producciones han provocado trastornos metabólicos ocasionando pérdidas por disminución sobre todo en la industria lechera ya que juegan un papel importante desde el punto de vista en el rendimiento de los bovinos incrementando también los días abiertos y por consiguiente problemas reproductivos, el manejo energético en los componentes de las dietas producen perturbación de los procesos metabólicos.

Estos ocurren debido a su anatomía compleja, funciones intestinales y altas presiones de producción, pero los rumiantes pueden prevenir enfermedades mediante un buen manejo de la alimentación. La mayoría de ellos no son defectos menores, suelen estar determinados por la historia nutricional del animal, condición física, capacidad productiva, dieta y alguna predisposición genética (Veneciano *et al.*, 2014).

Las enfermedades metabólicas en rumiantes no son contagiosas o regresivas, pero su incidencia puede aumentar con la edad y ninguna se debe a errores congénitos del metabolismo altamente específicos, a pesar de las diferencias entre razas todas se deben al manejo nutricional.

El estrés puede llevar a problemas de metabolismo para reducir la resistencia de las vacas lecheras y el daño a los trabajos del sistema inmunológico. Si no se evitan estas enfermedades, hay consecuencias costosas en los campos

de reproducción, producción de leche y recursos humanos. En algunos casos, hubo pérdidas debido a las muertes hasta el 20-25% reportado a lo largo del año, así como otros costos relevantes, como los resultados de estas enfermedades (Castillo *et al.*, 2017).

La necesidad de satisfacer la demanda de alimentos de origen animal de la población y aumento rentabilidad de las explotaciones ganaderas ha fomentado la selección de especies para su máximo beneficio. Dentro de estos, las vacas ocupan un lugar importante, para incrementar su producción se han utilizado diversos procesos, tales como: selección genética, nuevos sistemas de alimentación, procedimientos de manejo y uso de biotecnología.

Cuando aumenta la producción por vaca, se trabaja con individuos seleccionados cuyas adaptaciones orgánicas les permiten ser productivos pero son más susceptibles a enfermedades debido al metabolismo alterado que resulta de una mayor actividad con demandas de mayores niveles de producción. En las hembras bovinas, el metabolismo energético, proteico y mineral cambia con frecuencia, la mayoría de estas se presentan más o menos al rededor del parto y se relacionan con la transición de periodo seco la lactancia, este aumento en la producción conduce a una alta frecuencia y gravedad de las manifestaciones de enfermedades metabólicas o de producción que resultan de un desequilibrio de los nutrientes que ingresan al cuerpo (Albornoz *et al.*, 2016).

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del tema caso de estudio

El presente documento detalla las alteraciones del metabolismo energético en bovinos lecheros según revisión bibliográfica.

Las fases críticas se sitúan en el periparto, las últimas semanas de la fase de vaca seca y las primeras semanas en el post parto, estas semanas llamadas "de transición", es crucial el manejo alimentario, referido a los aportes de insumos alterando la función hepática disminuyendo la capacidad gluconeogénesis, contar con las condiciones de infraestructura como disponibilidad de corrales para separar grupos y adecuado espacio de comederos para que las vacas accedan al alimento ofrecido.

1.2. Planteamiento del problema

En la actualidad las enfermedades metabólicas en el ganado bovino se presentan con mucha frecuencia afectando la producción de leche de una forma que puede disminuir de un 10% hasta un 25 %, ocasionando pérdidas en pequeños y grandes ganaderos, siendo indispensable conocer y mencionar las enfermedades de tipo metabólicas que afecta a los bovinos para así lograr que la salud y producción no se vea afectada.

1.3. Justificación

La revisión bibliográfica confirmó que las alteraciones metabólicas en bovinos lecheros se presentan por el inadecuado manejo de la alimentación, ocasionando disminución en la producción de leche además, provocan un desbalance energético negativo, pérdida de la condición corporal y síndrome del hígado graso.

La eficiencia del sistema está sustentada en tres pilares fundamentales: Sanidad animal, Alimentación, Genética. Un animal sano responde a sus necesidades productivas haciendo rentable la explotación, razón por la que es importante abordar el conocimiento de las alteraciones metabólicas más frecuente que impactaran en el estado de salud o la productividad de los sistemas ganaderos, especialmente el sistema de producción de leche, permitiendo ejecutarse las acciones de medicina preventiva y curativa para minimizar sus efectos.

1.4. Objetivos

General

Determinar las alteraciones del metabolismo energético en los bovinos lecheros mediante una investigación documental.

Específicos

1. Describir las causas frecuentes de las alteraciones del metabolismo energético en bovinos lecheros.
2. Identificar de forma selectiva información escrita respecto a las estrategias de prevención de las alteraciones del metabolismo energético considerando el correcto manejo productivo de hatos lecheros.

1.5. Fundamentación teórica

Los bovinos son rumiantes herbívoros que se caracterizan por tener una digestión fermentativa microbiana, estos microorganismos utilizan los carbohidratos estructurales celulosa, hemicelulosa y de los carbohidratos no estructurales como son los almidones y azúcares. Por lo que estos carbohidratos junto con el nitrógeno no proteico y proteína verdadera del forraje permite a los microorganismos proliferar y producir ácidos grasos volátiles (AGV) como el acetato y butirato que son precursores lipogénicos y

propionato como precursor glucogénico (Vera *et al.* 2017).

En la dieta algunos almidones son capaces de sobrepasar la digestión microbiana, siendo absorbidos en el duodeno, constituyendo otra fuente de glucosa para el rumiante, sin embargo esta no es suficiente para suplir las necesidades energéticas es por eso que el hígado hace gluconeogénesis a partir de propionato y de glicerol proveniente del tejido adiposo durante la lipólisis (Márquez *et al.* 2014).

El propionato en el hígado es el principal determinante de la síntesis de glucosa y a medida que éste disminuye, la importancia de otros sustratos glucogénicos como el lactato, aminoácidos y glicerol aumenta. El glicerol, puede provenir de la hidrólisis que hacen los microorganismos ruminales a los triglicéridos consumidos en la dieta, el cual es transformado en propionato o de la movilización de reservas corporales desde el tejido adiposo, algunos órganos como los riñones y el corazón, el sistema músculo esquelético, tejido adiposo y la glándula mamaria, utilizan como fuente de energía ácidos grasos, los cuales se forman a partir de acetato y betahidroxibutirato derivado de la hidroxilación del butirato en el epitelio ruminal (Márquez *et al.* 2014).

(Márquez *et al.* 2014) menciona que la movilización de la grasa corporal se produce a través de la liberación de AGL (-ácidos grasos libres) que proceden, en general, de la hidrólisis de los triglicéridos del tejido adiposo en el torrente sanguíneo, para ser transportados al hígado por la albúmina sérica. Los AGL, pueden ser convertidos por los peroxisomas y por la mitocondria a través de la beta-oxidación en Acetil CoA. Este último se combina con el ácido oxalacético y entra en el ciclo de Krebs para producir ATP.

El metabolismo de las grasas compite con la gluconeogénesis porque ambas reacciones seriales necesitan oxalacetato, debido a que, si no hay suficiente oxalacetato disponible por la falta de precursores glucogénicos (propionato, acetato, glicerol, o aminoácidos) o por la gran demanda de glucosa necesaria

para la síntesis láctea, el Acetil CoA no puede ser introducido en el ciclo de Krebs y por tanto ser convertido a cuerpos cetónicos (CC): acetona, acetoacetato, B-hidroxibutirato (Duque *et al.* 2014).

(Duque *et al.* 2014).menciona que los CC son una importante fuente de energía durante al ayuno, la lactación o la preñez, pero pueden alterar el estado metabólico cuando su concentración excede 0,4 mmol/L. Esto explica, la acumulación de triglicéridos (TG) que conlleva al síndrome de hígado graso alterando la función hepática incluyendo la disminución de la capacidad para y gluconeogénesis, la glucosa es el primer representante del metabolismo energético en el organismo animal todos los tejidos requieren de un mínimo de glucosa, pero para otros esta es imprescindible como el cerebro, eritrocitos y glándula mamaria.

El balance energético negativo obliga a la vaca a realizar un ajuste metabólico que se caracteriza por la movilización de sus reservas (lípidos corporales) y por el aumento de la concentración plasmática de ácidos grasos libres (AGL), que bajo condiciones normales son oxidados en el ciclo de Krebs; pero, debido al déficit energético en este período, se oxidan en forma incompleta y se transforman en cuerpos cetónicos (Valderrama 2019).

El periodo de transición en bovinos ha sido definido como la fase crítica en que la vaca próxima al parto, desde tres semanas antes del mismo hasta tres semanas después, cambia sus patrones metabólicos y se readapta para enfrentar las nuevas condiciones de lactancia; se considera es el periodo más sensible a las deficiencias energéticas por los profundos cambios endocrinos, metabólicos y homeostáticos que se dan en el animal, en el paso de un estado de preñez no lactante (vaca preparto) a un estado de no preñez y lactante (vaca postparto), los que constituyen un reto homeostático y homeorrético (Albújar 2019).

En las hembras bovinas el metabolismo energético frecuentemente se ve alterado, ya que para mantener la glicemia y producir lactosa en la glándula mamaria, dependen casi exclusivamente de la glucosa formada en el hígado

Angeli 2020).

Corea *et al.* (2018) comentan que el periodo de transición constituye una etapa de profundos cambios metabólicos y endocrinos que generan un desafío fisiológico en el final de la gestación y el inicio de la lactancia. Para establecer estrategias que disminuyan la presentación o severidad de las enfermedades metabólicas y su impacto en el desempeño reproductivo, es necesario conocer los mecanismos bioquímicos que son afectados, principalmente sobre el metabolismo energético y lipídico que estimulan rutas compensatorias como la gluconeogénesis.

Corea *et al.* (2018) afirma que la genética moderna ha logrado la selección de vacas con alta capacidad de producción de leche por lactancia, sin embargo, esta selección generó desajustes homeostáticos en el periodo de transición lo cual ha conllevado a la presentación de desórdenes metabólicos y fallas reproductivas, que inciden negativamente en la rentabilidad de los sistemas lecheros

Las pérdidas de energía en heces se pueden reducir al aumentar el consumo de energía digestible y al mejorar las prácticas de manejo nutricional. La más sencilla es formular equilibradamente los nutrientes en función de los requerimientos del animal energía, proteína degradable en rumen, materia orgánica fermentada, y suministro de minerales traza. La otra opción la constituyen los aditivos, que en futuro podrán tener un gran impacto, tales como las enzimas exógenas desarrolladas con procesos biotecnológicos, que permitirán aumentar la capacidad de digestión de la pared celular, almidón y la disponibilidad de otros nutrientes como el fósforo ligado al ácido fítico (Mendoza *et al.* 2008).

Campos *et al.* (2017) argumenta que el costo energético para lograr la adaptación a temperaturas y humedades críticas se refleja en problemas nutricionales y enfermedades metabólicas que elevan los costos de producción y generan menor volumen de leche por lactancia. Los grupos raciales llamados especializados son de origen *Bos taurus* y generalmente

se han importado de Europa o Estados Unidos.

Además, esos drásticos cambios hormonales presentados durante el período de transición sumados a la depresión de consumo de materia seca, modifican sustancialmente el aporte de energía al animal, de modo que se genera un alto riesgo de no lograr la compensación de la homeostasis energética y aumentar el balance energético negativo lo cual se relaciona con la disminución en las concentraciones de estradiol quien a su vez depende de mecanismos estereidogénicos para su síntesis. Por consiguiente, la mayor demanda de nutrientes en el inicio de la lactancia, unida al menor ingreso de los mismos, llevan al animal a un balance energético negativo, que será el principal disturbio fisiológico en vacas lecheras (Campos *et al.* 2018).

Dado que la lactancia es ontogénicamente prioritaria, la síntesis láctea modificará la priorización metabólica de la energía, llevando progresivamente a la vaca a un balance energético negativo del cual se derivarán en el corto plazo una serie de alteraciones metabólicas como cetosis, hígado graso, desplazamiento de abomaso entre otras, que se agudizan en los animales considerados de alta producción aquellos que usan como energía neta para lactancia, el equivalente al 70% de la energía total consumida (Campos *et al.* 2018).

De acuerdo a Campos *et al.* (2018) en la lactancia, la vaca presenta el pico de producción entre los 30 y 60 días después del parto, simultáneamente el útero está en involución y el ovario retorna a la ciclicidad estral, lo cual puede implicar un conflicto entre estos procesos, particularmente si los cambios homeorréticos que ocurren en la lactancia temprana están desequilibrados y la vaca experimenta balance energético negativo (BEN), enfermedades metabólicas o ambos.

Valderrama (2019) describe que uno de los cambios fisiológicos que experimenta el animal al acercarse la lactancia es el aumento en sus requerimientos energéticos, los que pueden incrementarse hasta un 23%

durante el último mes preparto, además, durante este tiempo el consumo de alimentos disminuye hasta un 30%, conduciendo a la vaca a un balance energético negativo que empieza desde un mes preparto, se acentúa en la primera semana postparto y se puede extender hasta la séptima semana postparto.

El aumento en la producción lechera ha traído como consecuencia un aumento en la incidencia de enfermedades metabólicas, conocidas como enfermedades de la producción. Así, en rebaños con una elevada producción por lactancia la incidencia de parálisis puerperal hipocalcémica puede incrementarse hasta un 50% y los casos de desplazamiento del abomaso pueden alcanzar el doble de los observados en rebaños con producciones bajas; igualmente, la fertilidad se ve disminuida al elevarse la producción de leche, observándose un aumento en los casos de distocias, retención de placenta, abortos, infecciones uterinas y enfermedad ovárica quística (Contreras *et al.* 2016).

Todas las alteraciones de la homeostasis en el animal con el fin de aumentar la producción de leche, conllevan a un aumento en la incidencia de dichas enfermedades, lo que se ve agravado por la disminución en el consumo de materia seca (CMS) al inicio de la lactancia (Contreras *et al.* 2016).

Contreras (2016) determina que la adaptación para que las vías glucogénicas puedan responder con eficiencia a las demandas de la lactancia, se inicia al final de la gestación, con cambios hormonales que permiten almacenar una adecuada cantidad de grasas, glucógeno hepático y reservas de aminoácidos, para que cuando ocurra el parto estén disponibles y puedan satisfacer los requerimientos de la lactancia.

Por otra parte, la disminución en la concentración de glucosa, derivada del bajo consumo de materia seca durante el periodo de transición genera hipoinsulinemia, la cual conlleva a la movilización de energía, principalmente hacia la glándula mamaria para sintetizar lactosa, 72 g de glucosa por litro de leche producido, situación que promueve además la gluconeogénesis

hepática (hasta 4 kg de glucosa al día) y actúa como un desencadenante de la lipólisis masiva, ésta última para producir sustratos susceptibles de ser fuente energética a través de la beta-oxidación, en un intento metabólico de buscar fuentes energética alternas y corregir el BEN , dado que mientras se mantenga un BEN crítico (usualmente en las primeras tres semanas postparto), la respuesta tisular a la acción hormonal, favorecerá la lipólisis inhibiendo la lipogénesis, lo que causa aumento de ácidos grasos no esterificados (NEFA) y beta-hidroxibutirato (BHB) en sangre (Campos *et al.* 2018).

El aumento en la movilización grasa resulta en un aumento de la captación y reesterificación hepática de AGL en forma de triacilgliceroles, y debido a que los rumiantes sufren una disminución en la liberación de dichos triacilgliceroles en forma de lipoproteínas de muy baja densidad, se produce una acumulación de lípidos en el hígado en los primeros días después del parto para desaparecer progresivamente a medida que avanza la lactancia, la que puede alcanzar hasta un 17% del peso del hígado; considerando que valores superiores disminuyen la capacidad funcional de los hepatocitos, la vaca está propensa a la presentación de enfermedades metabólicas postparto. Además, una elevada concentración de AGL es un factor de alto riesgo para distocias, retención de placenta, cetosis, desplazamiento del abomaso y mastitis en el período postparto (Valderrama 2019).

Para Campos *et al.* (2018), se conoce que la alteración del metabolismo lipídico juega un papel importante en la patogénesis de muchas enfermedades en animales incluyendo cetosis, diabetes y resistencia insulínica. Así mismo, la función hepática es un punto central para el metabolismo y se torna especialmente crítica en el período de transición; durante esta etapa, una vaca lechera promedio moviliza 60 kg de grasa corporal y 20 a 25 kg de proteína corporal.

La causa más frecuente de deficiencias de energía se encuentra asociada a una ingesta insuficiente de alimentos, ya sea por falta de aporte o limitaciones del consumo voluntario. Esta situación se puede presentar al

emplear forrajes con escasa cantidad de materia seca, que producen repleción ruminal, sin cubrir los requerimientos, trastornos digestivos que alteren la absorción, disminución del apetito o alimentos de mala calidad, con escasa digestibilidad o mal balanceados, también el estrés del parto, los desbalances hormonales y una combinación de estos factores pueden provocar el déficit de energía (Salado y Roskopf 2020).

Angeli (2020) expone que el aumento de la producción de los individuos induce una mayor frecuencia e intensidad de presentación de las enfermedades llamadas enfermedades metabólicas o enfermedades de la producción, provocadas por un desequilibrio entre los nutrientes que ingresan al organismo, su metabolismo y los egresos a través de las heces, orina, leche, feto.

Con relación al grupo de producción los valores de glucosa en el nivel inferior lo presentaron los animales en inicio de lactancia (2,54 mmol/l) lo cual refleja el Balance Energético Negativo (BEN) que animales de alta producción exhiben para soportar la lactancia, el mayor valor se presentó en animales en crecimiento (novillas) que por el tipo de demanda fisiológica y las especiales condiciones de fermentación ruminal, donde la suplementación con carbohidratos es alta en los grupos de producción y no en novillas (Campos *et al.* 2017).

La misma fuente indica que las concentraciones de BHB, en el grupo de inicio de lactancia (0,77 mmol/l) confirman la movilización de tejido adiposo en respuesta al déficit energético. Con respecto al colesterol el valor más bajo lo presentó el grupo de animales en período seco (1,98 mmol/l) explicado por la tendencia del animal a mantener síntesis de lípidos como tejido de reserva, disminuyendo la formación de colesterol cuya demanda no es alta en dicho período fisiológico (Campos *et al.* 2017).

Lamentablemente la mayoría de estas enfermedades son de difícil percepción, sin embargo actúan limitando la producción de las especies de un modo persistente y disminuyendo la rentabilidad de la empresa pecuaria,

una de las enfermedades derivadas de las altas exigencias productivas es el Síndrome de Movilización Grasa (SMG) (Angeli 2020).

El mayor valor se presentó en el grupo de animales de final de lactancia, lo cual se explica por la circulación de colesterol como precursor de síntesis de hormonas esferoidales requeridas para el mantenimiento de la preñez (síntesis de progesterona por la placenta) (Campos *et al.* 2017).

El Síndrome de Movilización Grasa 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 (Salado y Roskopf 2020).

El hígado juega un papel clave en la coordinación del flujo de nutrientes para abastecer las necesidades de la preñez y la lactancia, es muy frecuente que en la lactancia temprana dada las crecientes necesidades nutricionales por parte de la glándula mamaria, los cambios hormonales y la disminución del consumo de alimento, las vacas de alta producción entren en un estado de balance energético negativo que va acompañado por una gran movilización de ácidos grasos no esterificado (NEFAS) desde el tejido adiposo hacia el hígado y hacia el resto de los tejidos para satisfacer las demandas energéticas (Vera *et al.* 2017).

Cucunubo *et al.* (2016) mencionan que en los sistemas de pastoreo, donde la ingesta de materia seca (MS) es típicamente *ad libitum*, frecuentemente se observan vacas *Bos taurus* con alta condición corporal (CC) en el parto. Es conocido que una CC óptima en relación a la etapa de la lactancia previene la presentación de enfermedades y pérdidas en la producción láctea.

En este período de inicio de lactancia, la situación metabólica hormonal es caracterizada por un estado de balance energético negativo que se expresa en hipoglicemia e hipoinsulinemia; además, por concentraciones

relativamente altas de hormonas lipolíticas, tales como la hormona del crecimiento, el lactógeno placentario y la prolactina lo que establece un balance metabólico-hormonal que favorece la movilización de grasas desde los depósitos (Contreras 2016).

La síntesis de leche en la glándula mamaria depende de que reciba las proporciones y cantidades adecuadas de nutrientes, las hembras bovinas en el inicio de la lactancia deben coordinar su metabolismo para hacer frente al enorme aumento en la demanda de nutrientes y particularmente de glucosa producida en el hígado, además de la excesiva movilización de ácidos grasos no esterificados NEFAS desde el tejido adiposo lo que presenta grandes desafíos para la función hepática (Cavestany *et al.* 2016).

En esta condición las hormonas lipolíticas determinan que la capacidad de movilización de grasas de los tejidos de depósitos sea óptima, para lo cual provocan la activación por fosforilación mediada por AMPc, de una lipasa hormonosensible para triglicéridos, que se encuentra en el tejido graso, la que paulatinamente los transforma en diglicéridos; posteriormente las hidrolasas específicas de diglicéridos y monoglicéridos liberan ácidos grasos y glicerol. Los ácidos grasos son transportados en el torrente sanguíneo unidos a albúminas específicas y el glicerol parece ser transportado tal cual en solución (Contreras 2016).

Por lo tanto, la comprensión del metabolismo energético en ésta etapa es muy importante, ya que permite identificar puntos de partida para la modulación de éstos procesos. Por ello, la investigación a nivel mundial está siendo orientada hacia uso de grasas protegidas en rumen con el fin de mejorar la producción, la reproducción y la calidad de la leche cambiando la composición de la grasa láctea para hacerla más saludable (Cavestany *et al.* 2016).

La tasa de producción de propionato y otros AGV está directamente relacionada con el consumo del sustrato fermentable donde la síntesis de propionato es especialmente favorecida por la fermentación de los

almidones por las bacterias amilolíticas (Vera *et al.* 2017).

Las pérdidas económicas de los sistemas lecheros debidas a desbalances metabólicos están relacionadas con un inadecuado manejo en el periodo de transición, predisponiendo a la presentación de trastornos de salud que se reflejan en pérdidas en la producción de leche, eficiencia productiva y bienestar animal (Noro y Barboza 2016).

Esto podría minimizar el balance energético negativo, prevenir desórdenes metabólicos, disminuir la pérdida de condición corporal, lo que finalmente conduciría a mejorar el desempeño en la lactancia, calidad composicional de la leche y la reproducción. Sin embargo, son necesarios más estudios que involucren no sólo la respuesta productiva y reproductiva de las vacas de leche sino también indicadores del metabolismo energético y de funcionamiento hepático en el animal, por ser indispensable la salud de los mismos (Duque *et al.* 2014).

Cucunubo *et al.* (2016) explica que el desequilibrio en los mecanismos de adaptación metabólica durante el período de transición y lactancia temprana interfiere en la homeostasis corporal, y también predispone a la presentación de cetosis. De modo general, la cetosis se clasifica en tipo I y tipo II, debido a una escasez de precursores o a un bloqueo en la capacidad gluconeogénica frente a la demanda energética, respectivamente. La cetosis tipo I se presenta entre la tercera y sexta semana de lactancia debido a la gran demanda energética cursando con hipoglucemia, hipoinsulinemia y altas concentraciones circulantes de cuerpos cetónicos (acetoacetato, -hidroxibutirato [HB] y acetona).

Las fallas en los mecanismos de adaptación metabólica en el periodo de transición y lactancia temprana están directamente asociadas con las altas tasas de movilización de lípidos, que predisponen la presentación de cetosis. La cetosis es una enfermedad metabólica que afecta a las vacas lecheras de alta producción láctea, asociada con el balance energético negativo (Noro y Barboza 2016).

Las vacas lecheras al final de la gestación y al inicio de la lactancia cursan con un balance energético negativo (BEN) asociado a la disminución en la ingesta de MS y al incremento en la demanda energética. Vacas con CC mayor a 4,0 (1-5) presentan un menor consumo de MS tres semanas antes del parto comparado a vacas flacas (menor a 3,0) o con moderada CC (3,0-3,75). Las vacas obesas disminuyen hasta un 40% la ingesta de MS a los tres días previos al parto, estimulando la movilización de lípidos (Cucunubo *et al.* 2016).

La cetosis se clasifica en dos tipos, según los trastornos metabólicos que las caracterizan: tipo hipoglucémica-hipoinsulinémica, y tipo II hiperglucémica-hiperinsulinémica; ambos tipos pueden ser controlados y prevenidos por medio de estrategias de manejo, dieta y aditivos durante diferentes etapas de la lactancia. La falta de diagnóstico y de prevención del balance energético negativo y de la cetosis genera pérdidas productivas por la alta presentación de enfermedades, bajas tasas reproductivas, recurso humano, tratamiento y descarte precoz de animales en el rebaño (Noro y Barboza 2016).

Por otro lado, la cetosis tipo II se presenta alrededor del parto debido al BEN y a la movilización del tejido adiposo; vacas obesas son las más susceptibles debido a la mayor depresión en el consumo de MS en el periparto. La cetosis tipo II generalmente cursa con hiperinsulinemia e hiperglucemia transitorias, infiltración hepática de lípidos y resistencia a insulina; con concentraciones de cuerpos cetónicos no tan altas como en la cetosis tipo I15 (Cucunubo *et al.* 2016).

Debido a que en sistemas de pastoreo hay cambios en la disponibilidad y composición de la pradera durante el año y que vacas lecheras con diferentes reservas energéticas alrededor del parto presentan un comportamiento de ingestión heterogéneo, la hipótesis es que vacas con alta condición corporal preparto producirían diferentes respuestas metabólicas durante el período de transición y lactancia temprana predisponiendo a la presentación de resistencia a insulina (Barboza *et al.* 2014).

Retomar las condiciones fisiológicas involucra una compleja integración de señales endocrinas y metabólicas centrales al eje somatotrófico que regula el fraccionamiento de energía, y al eje gonadotrófico que estimula la función reproductiva. Los desafíos para atender dichas situaciones son rigurosos y generan una descompensación marcada en el animal, que no siempre logra regular y superar en forma adecuada afectando su metabolismo y comportamiento productivo (Albújar 2019).

1.6. Hipótesis

Ho= alteraciones del metabolismo energético en bovinos lecheros según revisión bibliográfica.

Ha= alteraciones del metabolismo energético en bovinos lecheros según revisión bibliográfica.

1.7. Metodología de la investigación

Para el desarrollo de la presente investigación se recopiló información de textos, revistas, bibliotecas virtuales y artículos científicos que mejoren la redacción del documento.

La información obtenida fue parafraseada, resumida y analizada en función de las alteraciones frecuentes del metabolismo energético de los bovinos sustentado en una revisión bibliográfica.

CAPÍTULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

La presente revisión bibliográfica analiza las alteraciones del metabolismo energético en bovinos lecheros según revisión bibliográfica.

Los trastornos metabólicos influyen en la lactancia, el despeño de la fertilidad y la salud en general en las vacas, siendo comúnmente alrededor del parto y se relacionan con la transición de periodo seco a la lactancia. Aunque constantemente se mejora la nutrición y el manejo de las vacas durante la transición, los trastornos metabólicos constituyen un importante riesgo debido a la exigencia sobre la genética para que se produzca mayor cantidad de leche.

2.2. Situaciones detectadas (hallazgo)

Mediante el desarrollo investigativo se ha podido detectar que durante el periodo de transición se requiere de una alimentación adecuada para evitar alteraciones del balance energético negativo, ya que produce una movilización de tejidos corporales, pérdida de peso y cambios en la condición corporal de las vacas lecheras.

Esta situación se puede presentar al emplear forrajes con escasa cantidad de materia seca, que producen replesión ruminal, sin cubrir los requerimientos. trastornos digestivos que alteren la absorción, disminución del apetito o alimentos de mala calidad, con escasa digestibilidad o mal balanceados, también el estrés del parto, los desbalances hormonales y una combinación de estos factores pueden provocar el déficit de energía (Salado y Roskopf 2020).

El ganado lechero al inicio de la lactancia presentan cambios bioquímicos bruscos entonces el organismo busca una adaptación metabólica y hormonal que mantenga la producción de leche ocupando las reservas energéticas del mismo

estos cambios son reflejados en algunos metabolitos sanguíneos, principalmente colesterol, butiratos y AGL, ya que son indicadores confiables del balance energético y nutricional de la vaca lechera al inicio de la lactancia.

Un incremento de 1 kg de consumo de MS durante el parto da como resultado un mayor consumo durante el próximo posparto equivalente a 0,86 kgs por día, el concentrado de pre-parto debe contener 25-45% de granos en base a MS o un 70% de los granos de la ración de producción y ofrecerse a razón de 1% del peso corporal, asegurar el consumo de 10 a 13 kg MS de alimento palatable de buena calidad.

En estudios realizados fuera del país describe que una alternativa es determinar AGL o butiratos en las semanas previas al parto y antes de la sexta semana postparto además, se han realizado investigaciones con respecto al balance de energía en bovinos pero no se conoce a ciencia cierta cuáles son las variaciones del mismo en los períodos pre, peri y postparto vacas mantenidas bajo las condiciones de pastoreo y suplementación (Ceballos *et al.* 2016).

La producción de leche en los ecosistemas tropicales ha sido un continuo desafío debido a los desbalances alimenticios, condiciones ambientales, sanitarias y la poca rusticidad de las razas especializadas en la producción de leche sin embargo, la sobrealimentación también es un hallazgo que conduce a un desequilibrio nutricional (Campos *et al.* 2017).

2.3. Soluciones planteadas

Establecer análisis que conduzcan balance energético en las vacas para prevenir desequilibrios metabólicos y nutricionales en el ganado lechero en el periodo comprendido entre un mes antes del parto y hasta la sexta semana post parto, periodo en el cual la vaca está más exigida nutricional y metabólicamente para mantener la lactancia y donde es más propensa a obtener enfermedades metabólicas.

Desarrollar estrategias como proporcionar alimento balanceado incluso en las épocas de escases ya que son momentos más críticos para la producción de leche y por consiguiente evitaremos que los animales entren en estrés manteniendo la nutrición correctamente toda la época del año

Control y prevención que muestran los riesgos de trastornos metabólicos que afectan a las vacas al momento del secado y durante el periodo de transición.

El manejo nutricional es fundamental para mantener los procesos de metabolismo de energía en los sistemas de producción lechera ya que existen alternativas de manejo y uso del alimento correctamente con el fin de obtener una condición corporal eficiente.

2.4. Conclusiones

Con lo obtenido durante la revisión bibliográfica podemos concluir que:

- Las alteraciones metabólicas en los hatos lecheros se deben básicamente al resultado de un balance energético negativo a partir del periodo de transición. Al incorporar concentrados en las dietas, se previene el efecto negativo que pueda tener sobre la digestión de las fibras en el rumen, evitamos posibles daños de los microorganismos de esta manera evadimos la hidrogenación en el rumen.
- Al momento que se presenta un desbalance energético las vacas lecheras tienden a presentar trastornos que afectan durante el primer mes después del parto por lo que es importante mencionar como: acidosis, cetosis, hígado graso, desplazamiento del cuajar, hipocalcemia, síndrome de vaca caída, laminitis, retención de placenta, metritis y mastitis.
- El manejo nutricional es una de las estrategias de gran importancia en los hatos lecheros, el uso correcto de nutrientes acorde a las necesidades del animal energía, proteínas hidrolizadas en rumen, materia orgánica

fermentable, aporte de oligoelementos obtendremos hatos lecheros sin problemas de desbalances energéticos, por eso es recomendable agregar grasas a la dieta de tal forma que se pueda reducir la concentración de ácidos grasos y prevenir la cetosis con una buena nutrición.

2.5. Recomendaciones

En relación con la información mencionada en las conclusiones es necesario tomar en cuenta que:

- Se recomienda mantener una dieta balanceada en los hatos lecheros durante toda la etapa de producción con el fin de prevenir alteraciones que afectan el metabolismo y de esta manera reducir el balance energético negativo sin embargo, hembras bovinas desde 14 – 21 días antes del parto hasta 12 – 21 post parto mantener la condición corporal aportando un alimento palatable y que aporten suficiente nutrientes para evitar reducción en el consumo.
- Promover el uso de grasas protegidas y pastoreo adecuado para aumentar la energía en la lactancia temprana en ganado bovino de leche además, suministrar concentrados para suplir las deficiencias de los forrajes.

BIBLIOGRAFÍA

- Albornoz, L; Albornoz, JP; Morales, M y Fidalgo, LE. 2016. Hipocalcemia Puerperal Bovina. Revisión. *Veterinaria (Montev.)* Vol.52, n.201, pp.4-4.
- Albújar Sayaverde, C. S. 2019. Perfil metabólico y riesgo de enfermedades de la producción en vacas lecheras en etapa de transición.
- Angeli, E. 2020. Relación entre el metabolismo hepático y la reproducción en vacas lecheras de alta producción durante el Período de Transición.
- Barboza, C. S., Cucunubo, L. G., Smulders, J. P., Wittwer, F., Noro, M. 2014. Indicadores energéticos de vacas lecheras a pastoreo en período de transición y lactancia temprana con alta o moderada condición corporal preparto. *Revista Científica*, 24(1), 73-82.
- Campos, R., Cubillos, C., & Rodas, Á. G. 2017. Indicadores metabólicos en razas lecheras especializadas en condiciones tropicales en Colombia. *Acta Agronómica*, 56(2), 85-92.
- Campos, R., Orozco, A. C., Burbano, G. L. Z., & Cordoba, P. A. O. 2018. Alteraciones bioquímicas y metabólicas en el período de transición en vacas lecheras. *RIAA*, 9(2), 11.
- Castillo-López, E., Clark, K., Domínguez-Ordóñez, M., Kononoff, P. 2017. Salud y enfermedades metabólicas relacionados con factores nutricionales en vacas lecheras. Índice: Animal Agriculture, Animal Diseases. La Junta de Regentes de la Universidad de Nebraska. Universidad de Nebraska–Lincoln. Pag. 9
- Cavestany, D., La Manna, A., Mendoza, A. F., Albanell, F., Belassi, S., Olariaga, F., Silva, A. 2016. Efecto de diferentes dietas durante el periodo de transición (PT) sobre la producción y calidad de leche y el inicio de la actividad ovárica de vacas lecheras en pastoreo. *Jornada Técnica de Lechería*, 9.
- Ceballos, A., Gómez, P. M., Vélez, M. L., Villa, N. A., & López, L. F. 2016. Variación de los indicadores bioquímicos del balance de energía según el estado productivo en bovinos lecheros de Manizales, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 15(1), 13-25.
- Contreras, P. A. 2016. Síndrome de movilización grasa en vacas lecheras al inicio de la lactancia y sus efectos en salud y producción de los rebaños. *Archivos de medicina veterinaria*, 30(2), 17-27.

- Contreras, P. A., Valenzuela, L., Wittwer, F., & Böhmwald, H. 2016. Desbalances metabólicos nutricionales más frecuentes en rebaños de pequeños productores de leche, Valdivia-Chile. *Arch Med Vet*, 28, 39-50.
- Corea-Guillén, E. E., Alvarado-Panameño, J. F., Leyton-Barrientos, L. V. 2018. Efecto del cambio en la condición corporal, raza y número de partos en el desempeño reproductivo de vacas lecheras. *agronomía mesoamericana*, 19(2), 251-259.
- Cucunubo, L. G., Strieder-Barboza, C., Wittwer, F., & Noro, M. 2016. Diagnóstico de cetosis subclínica y balance energético negativo en vacas lecheras mediante el uso de muestras de sangre, orina y leche. *Revista científica*, 23(2), 111-119.
- Duque Quintero, M., Olivera, M., & Rosero Noguera, R. 2014. Metabolismo energético en vacas durante la lactancia temprana y el efecto de la suplementación con grasa protegida. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 24(1), 74-82.
- Marquez, A. C., Villa, N. A., Bohórquez, A., Quiceno, J., Jaramillo, M., Giraldo, G. 2014. Análisis de los resultados de perfiles metabólicos en lecherías del trópico alto del eje cafetero colombiano. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 15(1), 26-35.
- Noro, M., & Barboza, C. S. 2016. Cetosis en rebaños lecheros. *Spei Domus*, 8(17).
- Padilla Rodríguez, R. 2016. Perfiles metabólicos en bovinos especializados en producción de leche de la raza Holstein, en la zona del Volcán Poás: determinación en valores.
- Ramírez, L. 2017. Manipulación del metabolismo energético de los rumiantes en los trópicos: opciones para mejorar la producción y la calidad de la carne y leche. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(1), 43-53.
- Salado, E. E., & Roskopf Perez, P. M. 2020. *Enfermedades del período de transición en vacas lecheras: monitoreo y prevención*. Estación Experimental Agropecuaria Rafaela, INTA.
- Valderrama Lagos, F. A. 2019. La energía y su importancia en el desempeño reproductivo de vacas lecheras.
- Veneciano, J. H., Frasinelli, C. A., & San Luis, I. N. T. A. 2014. Cría y recría de bovinos. *Sitio argentino de Producción Animal. Ed HJ Casagrande. p, 50*.
- Vera, J. K., Briceño, E. G., Ruiz, A., Mayo, R., Ayala, A. J., Aguilar, C. F.,

Mendoza-Martinez, Gd; Plata-Perez, Fx; Espinosa-Cervantes, R Lara-Bueno, A.2008. Manejo nutricional para mejorar la eficiencia de utilización de la energía en bovinos. *Universidad y ciencia* [online]. 2008, vol.24, n.1.