

Indicadores metabólicos del estatus nutricional en vacas lecheras¹

En las últimas décadas el aumento de la demanda de productos de origen animal como la leche, de la mano con los avances en genética y nutrición, ha hecho que los sistemas lecheros se intensifiquen hasta su nivel máximo, lo que ha conllevado a tener que aumentar la presión de producción sobre las vacas lecheras. Consecuentemente, estas mejoras a nivel de selección genética para razas lecheras especializadas *Bos taurus*, ha significado un reto a nivel fisiológico para mantener la homeostasis en condiciones de trópico. En el trópico, las altas temperaturas y la alta humedad son los principales factores que pueden condicionar el balance interno del animal, pues generan una alta demanda de nutrientes por todos los mecanismos de adaptación implicados en este proceso, lo que bajo condiciones extremas se puede ver reflejado en problemas metabólicos. Estos trastornos pueden ser causados por déficit o exceso de algunos nutrientes críticos que pueden ser aportados al animal en la dieta.

En un segundo plano, los trastornos se pueden atribuir a deficiencias en las reacciones enzimáticas u hormonales que no logran regular estos niveles hasta un rango óptimo. Hasta cierto punto es posible controlar la aparición de problemas metabólicos en los animales por medio del manejo técnico que se haga en la dieta suministrada y también por medio de medidas preventivas con compuestos que favorecen las reacciones enzimáticas y hormonales.

Las vacas lecheras cuentan con etapas críticas dentro del ciclo productivo, condicionadas por el estado fisiológico, su balance energético, mineral, catión-anión e hidroelectrolítico. El objetivo de esta revisión es establecer qué indicadores metabólicos son más relevantes para evaluar dentro de los sistemas productivos, para cada etapa crítica dentro de la vida productiva de la vaca.

De forma práctica se consideran como etapas diferenciadas en la vida productiva de la vaca lechera la fase inicial de la lactancia, la fase final de lactancia y el período seco. Otros autores consideran que los períodos más diferenciales en el ciclo productivos son el parto, posparto y la lactancia (Fonseca y Patarroyo, 2016). En ambos casos todos ellos determinan los requerimientos nutricionales del animal, y por lo tanto influyen de manera directa sobre las apariciones de trastornos metabólicos comunes en cada etapa. Además, de la etapa del ciclo productivo en que se encuentra el animal, la

¹ Jiménez, A.F., Restrepo, G.J. Indicadores metabólicos del status nutricional em vacas lecheras. Seminario presentado en el curso “Fundamentos bioquímicos de los trastornos metabólicos”. Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 2017. 6p.

raza también influye de manera significativa en la aparición de problemas metabólicos, pues los animales de origen *Bos taurus* pueden estar menos adaptados a los ecosistemas tropicales (Campos et al., 2007).

Una forma clínica y cuantitativa de detectar problemas a nivel metabólico, es con la consecución de indicadores metabólicos por medio de muestras sanguíneas (perfil metabólico). Estos indicadores pueden ser de gran utilidad para diagnosticar o prevenir trastornos asociados a un tipo específico de nutriente. Por lo tanto se tienen indicadores del metabolismo energético, mineral, proteico y nitrogenado, y, además de estos, pueden ser de gran ayuda los indicadores de función hepática, que pueden favorecer un diagnóstico más acertado. Los niveles sanguíneos de glucosa, beta-hidroxibutirato (BHB) y colesterol, así como una adecuada evaluación del puntaje de condición corporal son considerados buenos indicadores del estatus energético en bovinos (Campos, 1998). La glucosa representa la primera línea del nivel de energía basal, el colesterol representa las reservas reales para la síntesis de hormonas sexuales y el BHB representa la movilización de lípidos. La condición corporal, a su vez, es una excelente herramienta en la evaluación de las reservas lipídicas (Campos et al., 2004).

Una de las etapas más críticas en términos metabólicos dentro del ciclo productivo de las razas lecheras es el período de transición, considerado como aquel periodo que transcurre desde tres semanas antes del parto hasta tres o cuatro semanas después del parto, donde el animal pasa de una etapa de descanso (vaca seca), donde no produce leche, al parto, donde comenzará con una producción intensiva. Este período se caracteriza por una disminución del consumo de alimento (Elizondo, 2007), cuya recuperación se produce de una a dos semanas después del parto. Esta caída del consumo de alimento genera un desbalance nutricional entre los requerimientos nutricionales y los nutrientes consumidos, ocasionando principalmente un balance energético negativo en el inicio de la lactancia, representado en disminución de la glucemia o aumento en la producción de cuerpos cetónicos.

Durante las 2-4 últimas semanas de gestación, se produce un aumento sustancial de las necesidades energéticas, debido al desarrollo fetal y a la síntesis de calostro. Esta situación está acompañada de una disminución en la ingestión de materia seca. Estas dos circunstancias son, con frecuencia, responsables del desarrollo de un balance energético negativo que se inicia unas semanas antes del parto. Por tal motivo es indispensable verificar los niveles de glucosa en sangre durante esta etapa. La glucosa en sangre es un indicador metabólico utilizado para evaluar momentos puntuales (como respuesta al consumo o al ayuno prolongado). Los valores de referencia en bovinos están entre 45 y 75 mg/dL (2,5-4,2 mmol/L), valores bajos comparados con los valores referenciales en monogástricos, debido al metabolismo de los rumiantes que obliga al sistema a usar la vía

gluconeogénica constantemente, por el poco aporte de carbohidratos solubles por parte de los microorganismos ruminales. Si se encuentra a un rumiante con glucosa sanguínea abajo de 45 mg/dL, se habla de hipoglucemia, que bajo condiciones prolongadas puede producir una cetosis, producto de la movilización y la oxidación de reservas. La cetosis se diagnostica cuando se encuentra una alta producción de cuerpos cetónicos como el BHB y la acetona, los cuales podrían ser utilizados como fuente de energía por algunas células especializadas como las neuronas y en menor medida el músculo cardíaco. La forma más práctica de medir glucosa en sangre es por medio de un glucómetro automático comercial, con el cual se pincha al animal, se extrae una gota de sangre y este arroja el resultado inmediatamente. Algunos autores (Campos et al., 2004) reportaron en un estudio, donde se evaluó el perfil metabólico en vacas nativas colombianas, valores de glucosa dentro del rango propuesto como valor de referencia para todas las razas criollas colombianas, al igual que para siete diferentes razas de origen *Bos taurus* y *Bos indicus* e incluyendo criollas, situándose en todos los casos lo más cercano al límite inferior del valor de referencia y asociado en todos los casos a deficiencias de energía en la ración, bien como por disminución del consumo o baja calidad del alimento suministrado. En ambos estudios concluyeron para este metabolito poca confianza para diagnóstico del balance energético al asociarlo con la evaluación de condición corporal, debido a su alto control homeostático. Al detectar un nivel deficiente de glucosa en sangre, es indispensable evaluar el consumo y la calidad del alimento suministrado, ya que las deficiencias energéticas prolongas predisponen a la cetosis, trastorno de mayor incidencia entre las semanas 2 y 8 pos-parto.

Las vacas afectadas de cetosis clínica son mayoritariamente buenas productoras y con buena condición corporal. Lo primero que se observa es una abrupta reducción de la producción, un aumento del contenido de grasa en leche, depresión en el consumo y una importante pérdida de peso. La presencia de cetonemia, acetonuria y la medición de cuerpos cetónicos en leche han sido tradicionalmente las metodologías más comunes para diagnosticar la enfermedad, pero la más confiable es la prueba del BHB, el cuerpo cetónico más producido y más estable, ideal para diagnósticos subclínicos en los hatos. Se puede considerar que una vaca es negativa a cetosis subclínica cuando los niveles de BHB en leche son menores a 1,0 mmol/L, sospechosas con niveles de 1,2 a 1,4 mmol/L y positivas con valores mayores a 1,5 mmol/L. La incidencia de cetosis clínica, con valores mayores a 3,0 mmol/L, en las explotaciones actuales suele ser relativamente baja, por debajo del 5% (Bach, 2014).

Las necesidades de proteína para la gestación son relativamente poco importantes hasta los dos últimos meses de gestación, cuando los requerimientos se incrementan en forma exponencial. Este aumento de requerimientos de proteína tiene su origen en el crecimiento del feto y en las semanas

previas al parto, en la síntesis de calostro. La capacidad de movilizar proteína es mucho más limitada que la de movilizar energía y puede agotarse antes o al inicio de la lactación. Una vez agotadas las reservas proteicas, la falta de proteína limita la producción de leche y la síntesis de inmunoglobulinas, por lo que la competencia inmunitaria se ve comprometida. El resultado de ello es una mayor predisposición a la aparición de patologías pos-parto y producciones limitadas. Uno de los subproductos más importante en el metabolismo de proteínas es la urea. La proteína que la vaca no utiliza para su mantenimiento y producción, se descompone en amoníaco, que es muy tóxico para las células, convirtiéndose en urea en el hígado que entra en el flujo sanguíneo y que bien puede reciclarse en el rumen o excretarse en la orina. Cuando se produce urea, esta se difunde en todos tejidos del cuerpo de la vaca y aparece en la leche. Las concentraciones de urea en leche son similares a las de la sangre, por ende puede ser usado como indicador de problemas potenciales en la alimentación de las vacas. El exceso de urea refleja excesiva proteína bruta en la dieta o bajo nivel de carbohidratos no fibrosos degradables en el rumen. Estos carbohidratos, generalmente almidón y otros azúcares, son poco disponibles cuando se da poco grano o mal procesado, por ejemplo silo de maíz con grano duro. Entre los factores que influyen en la concentración de la urea en leche se incluyen: la ingestión de proteína total, la proteínagradable en el rumen, la energía, el agua, el funcionamiento del hígado, y la excreción de orina. El nivel alto de urea en el útero es tóxico al espermatozoide y a los embriones lo que puede causar infertilidad. Así mismo, parece que excesivos niveles de proteína en la ración están relacionados con caídas en los porcentajes de gestación por inseminación. Los altos niveles de urea en sangre, parece que reducen la eficacia del sistema inmunitario de la vaca y, por tanto presenta mayor disposición a enfermedades (Rodríguez y Vázquez, 2000). Se recomienda hacer muestreos representativos en épocas críticas con intervalos de cada 4 meses. En promedio, el rebaño debe estar en 250 a 380 mg/kg de urea en leche y un promedio individual de vacas de 170 a 540 mg/kg. La desviación estándar para muestras individuales en la media del rebaño debe ser de 8 mg/kg, o sea, el 40% de las vacas no deben de estar 16 mg/kg por encima o debajo de la media del rebaño.

Al igual que en el metabolismo energético y proteico, es necesario mantener un balance mineral adecuado, manteniendo cada elemento dentro de un rango. Para el ganado bovino es crítico el calcio (Ca) debido a la alta incidencia de hipocalcemia en los hatos lecheros. La hipocalcemia es un trastorno metabólico que aparece frecuentemente debido al cambio severo en requerimientos de Ca por animales especializados en producir altos volúmenes cuando comienzan a lactar; al hacer el balance entre Ca disponible y el requerido, se tiene que una vaca que produce 30 L de leche/día requiere 36 g de Ca, mientras que su nivel estable en sangre es de aproximadamente 3 g, equivalente a 10 mg/dL en 20 L de plasma. Según González et al. (2012), se considera hipocalcemia cuando el nivel de Ca en plasma es menor que 6,5 mg/dL, la cual se presenta generalmente en la primera semana de

lactación en vacas de alta producción de leche y siendo más común con mayor número de lactaciones y en animales de la raza Jersey. Comúnmente la hipocalcemia es llamada síndrome de la vaca caída, pues esta supresión del mecanismo de movilización de Ca desde el hueso impide la contracción de músculos estriados de las extremidades, por lo que es característico en la etapa final del trastorno observar al animal en decúbito esternal en posición de auto-auscultación, lo que puede también conllevar a timpanismo ruminal e hipotermia por disminución en la movilidad. En el trabajo de Campos et al. (2007), se encontraron valores con diferencia significativa para vacas lecheras de siete diferentes razas y en diferentes etapas de producción en condiciones tropicales. Por otro lado, además del valor individual del Ca en sangre, siempre se consideró importante conocer su relación con el fósforo (P), la cual teóricamente es de 2:1. Sin embargo, trabajos recientes indican que esto es solo un marco conceptual y que alteraciones en dicha relación no afectan los comportamientos productivos de los animales. Entre los animales analizados por Campos et al (2007), los menores valores para Ca y P corresponden a la raza Holstein, posiblemente por la mayor producción de leche. Esta situación puede ser una de las causas de la mayor incidencia de hipocalcemia en esta raza.

En términos prácticos, los hatos lecheros en Colombia deben establecer un plan de muestreo estratégico para evaluar la condición metabólica de sus vacas de forma periódica, para así poder diseñar un manejo profiláctico donde se evite al máximo la incidencia de trastornos metabólicos. Existen actualmente otras alternativas en términos de indicadores que favorecen el diagnóstico de la condición metabólica más precisa pero son poco accesibles para los productores.

Referencias

- Bach, A. 2014. Consecuencias de la cetosis subclínica en la vaca lechera y cómo detectarla y prevenirla. *Albéitar Informativo Veterinario*, junio 2014.
- Campos, R. 1998. Valores de referencia para algunos metabolitos de importancia en los procesos de homeostasis del ganado lechero en el Valle del Cauca. Informe de Promoción. Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia.
- Campos, R., Carreño, E., González, F. 2004. Perfil metabólico de vacas nativas colombianas. *Revista Orinoquia* v. 8, p. 32-41.
- Campos R., Cubillos C., Rodas A. 2007. Indicadores metabólicos en razas lecheras especializadas en condiciones tropicales en Colombia. *Acta Agronomica* v. 56, p. 85-92.
- Fonseca C., Patarroyo E. 2016. Indicadores metabólicos y productivos de vacas mestizas en período de transición en condiciones de trópico bajo colombiano. Trabajo de grado, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Cooperativa de Colombia, Bucaramanga.
- González, F.H.D., Correa, M.N., Castellote, J.L.B., Silva, S.C. 2012. Transtornos metabólicos de los animales domésticos. 2ª. ed. Pelotas: Editora Universitária UFPel, 469p.
- Rodríguez A., Vásquez, O. 2000. El análisis de urea en leche como indicador del balance nutritivo de la alimentación de las vacas. Centro de Investigacions Agrarias Mabegondo, Instituto Lácteo Gandeiro Galego.
- Vega A. G. 2009. Alimentación preventiva de la vaca en transición. South Dakota State University / College of Agriculture & Biological Sciences, USDA. January, Dairy Science, 4 p.