

Análisis de los resultados de perfiles metabólicos en lecherías del trópico alto del eje cafetero colombiano

Alejandro Ceballos², MVZ, MSc; Néstor A Villa², MVZ, MSc; Alfredo Bohórquez³, MVZ, MSc; Jaime Quiceno³, MVZ; Martín Jaramillo², MVZ; Graciela Giraldo³, Bact.

²Departamento de Salud Animal, Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia; ³CORPOICA, Manizales, Colombia.*

(Recibido: 16 julio, 2001; aceptado: 28 septiembre, 2001)

Resumen

Con el objeto de establecer valores de referencia para diferentes variables bioquímicas sanguíneas en vacas productoras de leche, se tomaron 5 mL de suero durante junio de 1998 y septiembre de 1999 a diferentes grupos de bovinos lecheros en 13 predios del trópico alto de la zona cafetera colombiana (4-6° LN y 75-76° LO). Se analizaron por colorimetría o cinética la concentración de hemoglobina (Hb), proteínas totales y fraccionadas, urea, colesterol, fósforo (P), magnesio (Mg), glutatión peroxidasa (GSH-Px) y aspartato aminotransferasa (AST). Los resultados fueron analizados mediante estadística descriptiva y análisis de varianza, fijando el intervalo de confianza al 95%. El promedio y la desviación estándar encontradas fueron Hb: 11,1±1,5 g/dL, proteínas totales: 77±12 g/L, albúmina: 32±7 g/L, globulinas: 45±13 g/L, urea: 7,3±4,1 mmol/L, colesterol: 3,2±1,0 mmol/L, P: 1,9±0,7 mmol/L, Mg: 1,0±0,3 mmol/L, GSH-Px: 179±99 mmol/L, y AST: 78±28 mmol/L. Las alteraciones más frecuentes fueron la fosfatemia alta, y la disminución en las concentraciones de urea, Mg y la actividad de GSH-Px. Los valores obtenidos difieren a los reportados nacional e internacionalmente, observándose valores mayores para la concentración de urea, fósforo, magnesio y la actividad de AST, y disminuidos para la concentración de colesterol.

Palabras clave: bovinos, metabolismo, metabolitos, química sanguínea.

Introducción

Los rebaños lecheros colombianos han presentado un aumento sostenido en la producción de leche, con un crecimiento anual promedio en la producción para el período 1978-1996, cercano al 5,9%, donde las lecherías especializadas participan con el 52% del total de leche producida. Fenómeno que ha sido observado en otros países dado el progreso en la selección y mejoramiento genético y en el manejo de la alimentación.

El aumento en la producción de leche trae un aumento en el riesgo de presentación de las

enfermedades de la producción o enfermedades metabólicas (15). Así, se ha visto en rebaños con una elevada producción lechera el aumento en la incidencia de parálisis puerperal hipocalcémica hasta un 50% y los casos de desplazamiento del abomaso pueden alcanzar el doble de los observados en rebaños con producciones menores (4, 13).

El éxito en el logro de producciones lecheras elevadas depende de la interacción entre factores como el manejo, sanidad, genética y nutrición; ésta última, y el adecuado manejo de la alimentación, son tal vez los factores que más inciden para la prevención

* Dirección para solicitar reimpresos

o presentación de las afecciones descritas. Una correcta evaluación diagnóstica nutricional está basada en el análisis en conjunto de los registros disponibles, la evaluación de las instalaciones y animales, el análisis de la ración y la realización de perfiles metabólicos (5).

Los perfiles metabólicos se desarrollaron hace aproximadamente 30 años en Inglaterra (5), donde un simple análisis de sangre que incluya los sustratos adecuados, le permitirá al Médico Veterinario obtener la mayor cantidad de información relacionada con la nutrición y sanidad, y determinar la presencia o no de factores de riesgo que puedan incidir en el desempeño productivo del rebaño. El uso de los perfiles metabólicos en el análisis de situación en rebaños lecheros con problemas metabólicos o nutricionales, puede contribuir a aumentar los ingresos hasta en US\$2000 por rebaño. Sin embargo, el perfil por sí solo no representa la mejoría productiva y nutricional, debe establecerse todo un cambio en las diferentes condiciones en el rebaño que conducirán finalmente al aumento de la productividad.

Los perfiles metabólicos permiten caracterizar las vías metabólicas de un individuo o un grupo de ellos, permitiendo así tener un acercamiento a las características de la ración consumida, ya que el estado de estas vías puede verse afectado por los desequilibrios en el ingreso, egreso o biotransformación de los ingredientes de la ración consumida por los animales (20).

En Colombia se han realizado algunas investigaciones en perfiles metabólicos en bovinos, principalmente en ganado *Bos indicus*, específicamente Brahman (20) y en algunas ganaderías especializadas en lechería ubicadas en clima cálido (1); obteniéndose como resultado que los valores encontrados son similares a los reportados en otros países; no obstante, no se conoce cuáles serían los valores de referencia para los bovinos de lecherías especializadas localizadas en las zonas altas del eje cafetero colombiano.

El objetivo del presente estudio fue determinar los valores de referencia actualizados para las variables sanguíneas de uso rutinario en perfiles metabólicos y obtener la frecuencia de grupos, según la localización geográfica y el estado productivo, con valores promedio fuera del intervalo de confianza en rebaños lecheros del trópico alto del eje cafetero colombiano.

Materiales y métodos

En la zona alta del eje cafetero de los departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda en Colombia, la que se encuentra comprendida entre 4 y 6 grados de latitud norte y entre 75 y 76 grados de longitud oeste, se seleccionaron trece rebaños lecheros según su localización, sistema productivo y masa ganadera. Los predios se encontraban localizados por encima de 2000 msnm, en una zona con características climáticas determinadas por una convergencia intertropical que determina dos épocas de verano y dos épocas de lluvia, con una temperatura promedio entre 15 y 17°C, una humedad relativa superior al 80% y una pluviosidad promedio entre 1500 y 2000 mm/año.

El sistema productivo de los rebaños seleccionados se clasificaba en lechería especializada en pastoreo intensivo más suplementación, lechería especializada en pastoreo extensivo mejorado y ciclo completo en pastoreo extensivo mejorado (18), las razas bovinas predominantes eran Holstein y Normando. En el área destinada a la ganadería predominaban las gramíneas como especie forrajera, encontrando principalmente los pastos: Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), Azul Orchoro (*Bromus catharticus*), Falsapoa (*Holcus lanatus*) y Riqueza (*Anthoxantum odoratum*), cuya utilización estaba basada en el pastoreo directo o rotacional. La suplementación con alimentos concentrados comerciales sólo se realizaba en cinco de los predios seleccionados, la que se hacía según el nivel productivo de la vaca fluctuando en proporciones de 4,5 a 6,0 kilos de leche por kilo de concentrado. En todos los predios se suministraban sales mineralizadas y agua *ad libitum*.

En cada una de las fincas se seleccionaron cuatro grupos de animales conformados por 5 a 7 novillas entre 18 y 30 meses de edad, 5 a 7 vacas preparto (alta gestación y no lactantes), 5 a 7 vacas en el inicio de la lactancia (menos de 60 días postparto) y 5 a 7 vacas en el último tercio de lactancia. De cada animal se obtuvieron entre 5 y 10 ml de sangre con EDTA y entre 5 y 10 ml de sangre sin anticoagulante mediante venopunción coccígea empleando el sistema de tubos al vacío. Las muestras fueron llevadas dentro de 24 horas al Laboratorio de Patología Clínica Veterinaria de la Universidad de Caldas.

Inicialmente se determinó la concentración de hemoglobina mediante el método de la

cianometahemoglobina; posteriormente, se preparó un 1 ml de hemolizado de la muestra de sangre conservándolo a -20°C para determinar la actividad de glutatión peroxidasa (GSH-Px; EC 1.11.1.9) (7).

Las muestras tomadas sin anticoagulante fueron centrifugadas a 3000 rpm para separar el suero, posteriormente se envasaron en tubos de reacción debidamente rotuladas y se conservaron a -20°C hasta su posterior análisis. Las variables determinadas, los métodos de laboratorio y las unidades en las que se expresan los resultados, se describen en la tabla 1. Para las diferentes determinaciones se emplearon juegos de reactivos comerciales.

La exactitud y la precisión para la determinación de GSH-Px se controló mediante la utilización de un hemolizado control con valores conocidos (Ransel Control®. Laboratorios Randox, Irlanda del Norte) y para cada una de las demás técnicas se empleó un suero bovino control (Multisuero Control Bovino®. Laboratorios Randox, Irlanda del Norte).

También se determinó la producción diaria de leche (kg/día) para las vacas en el inicio de la lactancia y al final de la misma mediante pesaje diario, para lo que se emplearon los datos obtenidos en los registros de producción de leche.

Inicialmente se determinó el tipo de distribución de los datos (17). Se obtuvieron el rango y las estimadas promedio (\bar{x}) y desviación estándar (DE), asimismo se obtuvo el intervalo de confianza (IC) al 95% y el coeficiente de variación (CV) para cada

una de las variables analizadas (22). El rango de referencia fue determinado, empleando un intervalo de confianza del 95% (22), se utilizó la siguiente ecuación:

$$IC_{\bar{x}} = \bar{x} + 2\delta_{\bar{x}}$$

Para las variables cuya distribución fue no paramétrica, se empleó el método de los percentiles, fijando como límite inferior el percentil 2,5 y como límite superior el percentil 97,5 (11).

La comparación entre grupos se hizo mediante un análisis de varianza, estableciendo si existían diferencias entre los grupos con una prueba de comparación múltiple de Tukey, se fijó un nivel de significancia $p < 0.05$ (24). Para las variables que presentaron una distribución no paramétrica se empleó una prueba de Kruskal-Wallis para la comparación entre grupos, estableciendo las diferencias mediante una prueba de comparación múltiple de Dunn, para lo cual se fijó el mismo nivel de significancia (24). La comparación entre grupos para establecer si existían diferencias entre grupos para la producción de leche, se obtuvieron mediante una prueba de Mann-Whitney, fijando como nivel de significancia $p < 0.05$ (24).

Se obtuvo la frecuencia de presentación de grupos con valores promedio bajo o sobre el intervalo de confianza obtenido para cada variable analizada (IC del 95%). Además, se obtuvo la frecuencia de grupos con valores de GSH-Px inferiores a 60 U/g Hb, valor que ha sido definido como compatible con una deficiencia de selenio (7).

Tabla 1. Variables sanguíneas analizadas, unidades y método analítico.

Variable	Método
Hemoglobina (g/dL)	Cianometahemoglobina
Proteínas totales (g/L)	Biuret
Albúmina (g/L)	Verde de bromocresol
Globulinas (g/L)	Diferencia
Urea (mmol/L)	Enzimático cinético
Colesterol (mmol/L)	Enzimático de punto final
Fósforo (mmol/L)	Molibdato/vanadato
Magnesio (mmol/L)	Magnesio calmagita
Glutatión peroxidasa (GSH-Px; EC 1.11.1.9) (U/g Hb)	Cinético compuesto
Aspartato aminotransferasa (AST; EC 2.6.1.1) (U/L)	Cinético según IFCC a 37°C

Resultados

El rango, el promedio (x), la desviación estándar (DE) y el intervalo de confianza (IC, 95%), así como el coeficiente de variación (CV) para la concentración de hemoglobina, proteínas totales, albúmina, globulinas, urea, colesterol, fósforo, magnesio, GSH-Px y AST, obtenidos en el análisis de perfiles metabólicos en 49 grupos de animales en rebaños lecheros del trópico alto de la zona cafetera colombiana, se presentan en la tabla 2.

Se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los grupos para algunas de las variables analizadas, con los valores más altos en proteínas totales, globulinas y colesterol para las vacas en el final de la lactancia, mientras que los valores más bajos en proteínas totales y globulinas fueron encontrados en las novillas, y el colesterol fue más bajo en las vacas preparto (Tabla 3).

Las alteraciones más comúnmente encontradas fueron una alta concentración de hemoglobina, proteínas totales, globulinas, fósforo, y una concentración de urea y la actividad de GSH-Px, inferiores al límite del IC (véase Figura 1).

Se observó que las vacas en el inicio de la lactancia (menos de 60 días postparto) presentaron con mayor frecuencia valores bajo el límite del intervalo de confianza para la concentración de urea, magnesio y GSH-Px (véase Figura 2). También se observaron algunos grupos de vacas en el final de la lactancia con valores promedio bajos para urea y GSH-Px, y en las novillas se encontró la mayor frecuencia de grupos con valores promedio bajos para la actividad de GSH-Px (véase Figura 2).

Las vacas en el inicio de la lactancia (menos de 60 días postparto) presentaron con mayor frecuencia valores sobre el límite del intervalo de confianza para la concentración de hemoglobina, fósforo y magnesio (véase Figura 3). En las vacas preparto se observó una mayor frecuencia de valores sobre el límite superior para proteínas totales y globulinas, y se encontraron grupos de novillas con concentraciones de fósforo superiores al límite de confianza (véase Figura 3).

Se encontró una correlación positiva entre la producción de leche y la concentración de colesterol ($r = -0,26$; $p < 0,05$).

Tabla 2. Número de datos (n), rango, valor promedio (x), desviación estándar (DE), intervalo de confianza (IC) y coeficiente de variación (CV) para las variables sanguíneas analizadas en los perfiles metabólicos de 49 grupos de bovinos de rebaños lecheros del trópico alto de la zona cafetera colombiana.

Variable	n	Rango	$\bar{x} \pm DE$	IC (95%)	CV (%)
Hemoglobina (g/dL)	158	8,0 - 15,0	11,1 \pm 1,5	8,2 - 14,0	13
Proteínas totales (g/L) ¹	213	43 - 129	77 \pm 12	59 - 104	15
Albúmina (g/L)	238	20 - 56	32 \pm 7	19 - 45	20
Globulinas (g/L)	236	20 - 92	45 \pm 13	20 - 70	28
Urea (mmol/L) ¹	223	1 - 34	7,3 \pm 4,1	1,7 - 17,0	56
Colesterol (mmol/L) ¹	238	1,1 - 5,9	3,2 \pm 1,0	1,5 - 5,3	32
Fósforo (mmol/L)	237	0,8 - 5,2	1,9 \pm 0,7	0,5 - 3,3	37
Magnesio (mmol/L)	192	0,2 - 1,8	1,0 \pm 0,3	0,5 - 1,6	27
GSH-Px (U/g Hb)	125	2 - 474	179 \pm 99	1 - 363	51
AST (U/L) ¹	222	20 - 152	78 \pm 28	28 - 134	36

¹ IC obtenido mediante los percentiles 2,5 y 97,5.

Tabla 3. Valor promedio y desviación estándar para las variables sanguíneas analizadas en perfiles metabólicos de diferentes grupos productivos de bovinos de 13 rebaños lecheros del trópico alto de la zona cafetera colombiana.

Variable	Novillas	Preparto	Inicio de lactancia	Final de lactancia
Hemoglobina (g/dL)	11,5 ± 1,3	11,0 ± 1,3	10,9 ± 1,7	11,0 ± 1,3
Proteínas totales (g/L) ¹	75 ± 10 ^a	78 ± 15 ^{ab}	77 ± 11 ^{ab}	80 ± 1 ^b
Albumina (g/L)	32 ± 7	32 ± 7	32 ± 5	32 ± 7
Globulinas (g/L) ¹	42 ± 10 ^a	45 ± 15 ^{ab}	46 ± 12 ^{ab}	49 ± 13 ^b
Urea (mmol/L)	6,7 ± 3,5	7,8 ± 4,0	7,4 ± 4,9	7,3 ± 3,8
Colesterol (mmol/L) ¹	2,9 ± 0,8 ^{ac}	2,6 ± 0,7 ^c	3,3 ± 1,1 ^a	3,9 ± 0,9 ^b
Fósforo (mmol/L)	2,0 ± 0,8	1,8 ± 0,6	1,9 ± 0,8	1,9 ± 0,6
Magnesio (mmol/L)	1,0 ± 0,2	1,0 ± 0,3	1,0 ± 0,3	1,0 ± 0,2
GSH-Px (U/g Hb)	179 ± 137	190 ± 64	175 ± 88	175 ± 78
AST (U/L)	75 ± 26	78 ± 27	78 ± 26	81 ± 33
Producción láctea (kg/día) ¹			13,5 ± 7,0 ^a	8,8 ± 5,0 ^b

¹ Letras diferentes indican diferencias entre columnas (p<0.05).

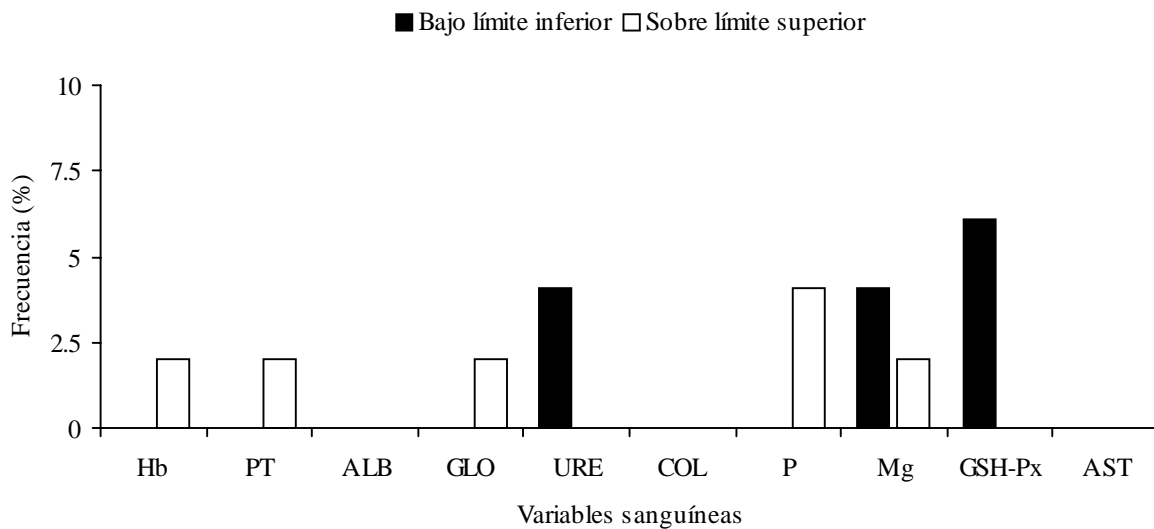


Figura 1. Frecuencia de grupos con valores promedio bajo o sobre el intervalo de confianza (95%) para las variables analizadas en 49 perfiles metabólicos de rebaños lecheros del trópico alto de la zona cafetera colombiana.

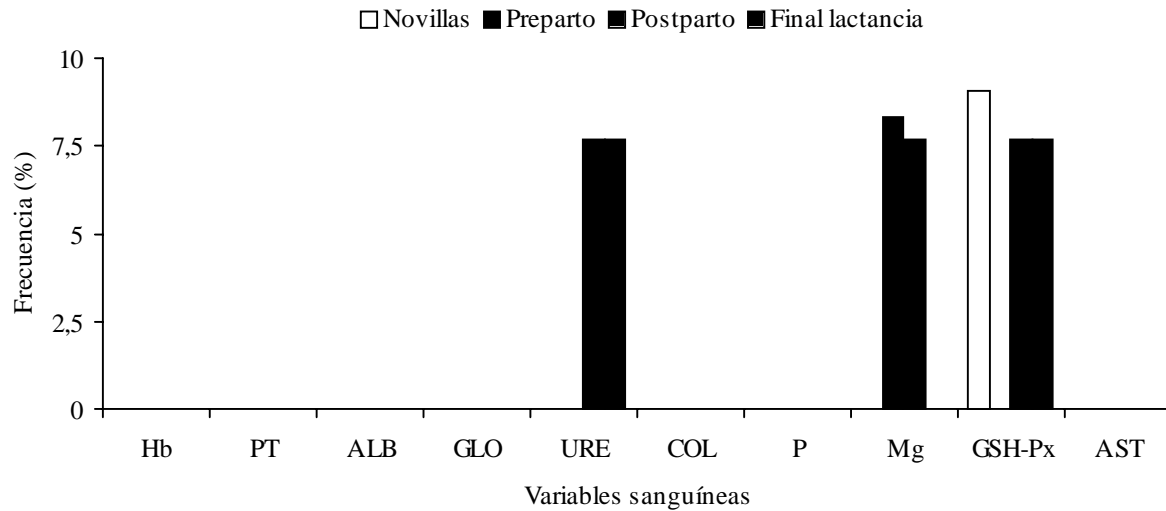


Figura 2. Frecuencia de grupos con valores promedio bajo el intervalo de confianza (95%) para las variables analizadas en perfiles metabólicos de 13 rebaños lecheros del trópico alto de la zona cafetera colombiana y distribuidos según el estado productivo.

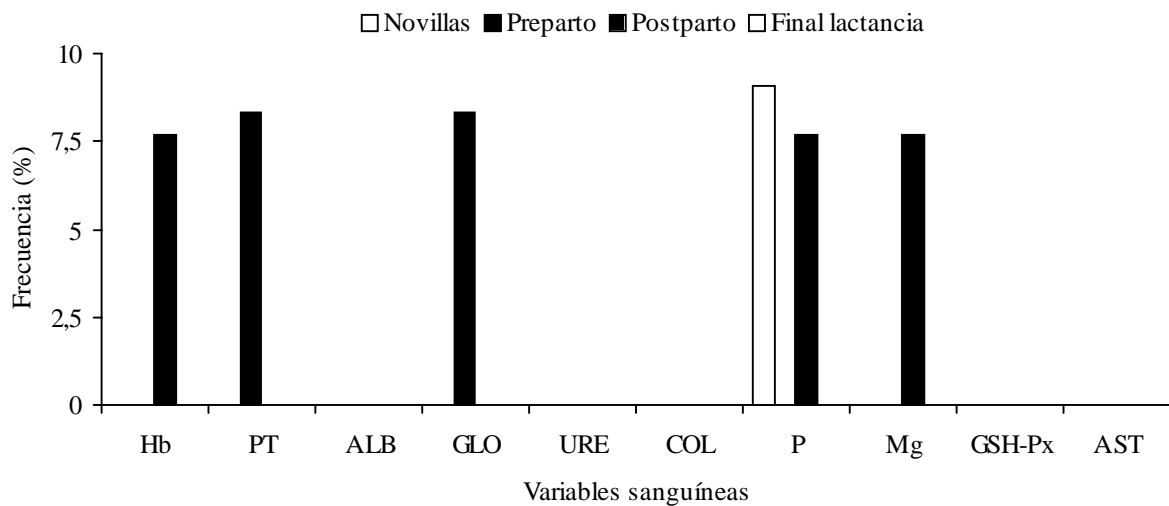


Figura 3. Frecuencia de grupos con valores promedio sobre el intervalo de confianza (95%) para las variables analizadas en perfiles metabólicos de 13 rebaños lecheros del trópico alto de la zona cafetera colombiana y distribuidos según el estado productivo.

Discusión

No se presentaron diferencias notorias con los reportados en otros estudios en cuanto a la concentración de proteínas totales y fraccionadas (3, 12). No obstante, se puede observar que los valores promedio obtenidos para urea, fósforo, magnesio y AST son mayores que los reportados en otros estudios (1, 14), alcanzando variaciones hasta un 60%, especialmente en la urea en sangre. La colesterolemia

fue inferior al promedio reportado en otros estudios (1,14), encontrándose reportes de valores promedio hasta un 32% mayores a los observados en este estudio.

Los coeficientes de variación fueron diferentes a los señalados en la literatura, observándose en este estudio mayor variación en los resultados. Lo anterior pone en evidencia las variaciones que se pueden presentar por un manejo nutricional diferente al

observado en los rebaños lecheros de este estudio, a la producción de leche, al estado productivo de los animales y a los cambios climáticos, entre otros factores (21). Cabe señalar que en la zona alta del eje cafetero colombiano se encuentran sistemas de manejo productivo diferentes, no sólo en predios dentro de la misma zona sino con otros países (18).

Las diferencias observadas entre los grupos para algunas de las variables analizadas, concuerda con los resultados de otros estudios, donde se han reportado diferencias según el estado productivo de los animales, que obedecen principalmente a cambios en la alimentación según el estado fisiológico (3). No debe descartarse también que las variaciones se deban al estado fisiológico del animal, ya que en la medida que avanza la lactancia los requerimientos nutricionales son menores por causa de la menor producción de leche observada al final de la lactancia (véase Tabla 3), pudiendo presentarse un balance positivo para algunos nutrientes, como energía, entre otros, dando lugar a una mayor concentración de colesterol (3,21).

Los valores más bajos para la concentración de colesterol ($P < 0,05$) observados en el parto, han sido reportados en otros estudios (1, 14). La vaca presenta una serie de adaptaciones metabólicas previo al inicio a la lactancia; encontrando dentro de estas una intensa movilización grasa como consecuencia de un déficit energético, producido por una disminución en el consumo voluntario de materia seca, el crecimiento fetal, el crecimiento de la glándula mamaria y el inicio en la preparación para la lactancia (2, 21), lo que conlleva a la hipocolesterolemia, entre otros (19).

Al aumentar el consumo de materia seca postparto, la colesterolemia aumenta; pero, presentó una correlación negativa con la cantidad de leche producida, lo que refleja una mayor exigencia energética impuesta por el aumento en la producción de leche. Un requerimiento nutricional más bajo al disminuir la producción de leche, favoreció una colesterolemia más alta en las vacas al final de la lactancia (véase Tabla 3).

La alta concentración de hemoglobina, proteínas totales, globulinas, fósforo, y la baja concentración de urea y GSH-Px (véase Figura 1) según los IC obtenidos, son coincidentes con otros reportes. Se ha encontrado una frecuencia similar de grupos con

valores elevados para la concentración de hemoglobina, proteínas totales, globulinas y fósforo (23). También se ha señalado que es frecuente observar grupos con valores bajos para la actividad de GSH-Px, aumentando el número de animales afectados según la época del año y en especial cuando la disponibilidad de selenio en la ración es baja (7).

En las vacas en el inicio de la lactancia se presentaron con mayor frecuencia valores bajo el límite del intervalo de confianza para la concentración de urea, magnesio y GSH-Px (véase Figura 2). Las vacas en el final de la lactancia presentaron valores bajos para urea y GSH-Px, y en las novillas tuvieron la mayor frecuencia de grupos con valores bajos para la actividad de GSH-Px (véase Figura 2). En otros estudios también se ha observado una disminución en la concentración de estas variables en las vacas que están iniciando la lactancia (menos de 8 semanas postparto), reportándose una frecuencia de valores bajo el límite de confianza cercana al 3% y al 5% para urea y magnesio, respectivamente (14). Se ha encontrado en otros estudios un aumento en la frecuencia de grupos de vacas postparto con valores de magnesio bajo el límite de referencia que puede alcanzar hasta un 8% (23).

La concentración sanguínea de urea está relacionada con el consumo de proteína en la ración, en especial proteína degradable y el contenido de nitrógeno no proteico (NNP) (19, 21). La disminución en la urea estaría en relación con un bajo consumo de proteína en la ración, descartándose su disminución por hepatopatías, ya que la actividad de AST en sangre se encontró dentro del intervalo de confianza definido como referencia (16, 19).

En el inicio de la lactancia también se ha reportado una baja en la concentración de magnesio, pudiendo observarse desde el parto por un consumo inadecuado de este mineral; en algunos países la incidencia regional puede alcanzar hasta un 38% (10). La hipomagnesemia se produce por la pérdida que impone la producción de leche, el aporte escaso en la ración, la interacción con otros minerales y la movilización grasa como consecuencia de un balance energético negativo, entre otros factores (9, 23).

En el sur de Chile se ha observado que la frecuencia de vacas en el inicio de la lactancia con valores bajos para la actividad de GSH-Px puede

alcanzar un 14,5%, aumentando durante la época de primavera (7). En este estudio la frecuencia de vacas al inicio de la lactancia con una baja actividad de GSH-Px fue sólo del 8%, requiriéndose la realización de estudios posteriores para conocer qué sucede al aumentar el número de grupos estudiados, en otras épocas del año y en otras regiones del país. La baja actividad de GSH-Px es una condición que se repite en los grupos de novillas y en las vacas al final de la lactancia (véase Figura 2).

Lo anterior es el reflejo de una disminución en el consumo de selenio, ya que existe una relación directa entre el aporte del mineral en la ración y la actividad de la GSH-Px en sangre (8), encontrándose que en los grupos de animales con mayores requerimientos nutricionales es más probable que se presente una baja actividad de la enzima (6, 7).

Al iniciarse la lactancia, las vacas presentaron con mayor frecuencia valores sobre el intervalo de confianza para la concentración de hemoglobina, fósforo y magnesio (véase figura 3). En las vacas preparto se observó una mayor frecuencia de valores elevados para proteínas totales y globulinas, y las novillas mostraron concentraciones de fósforo de superiores al límite de confianza (véase figura 3).

La concentración de hemoglobina es indicador del balance proteico de la ración (16), en vacas mantenidas en pastoreo y suplementadas, la concentración de hemoglobina es superior a la de vacas con una alimentación de menor calidad. En este estudio, una mayor concentración de hemoglobina en los grupos de vacas en el inicio de la lactancia es el reflejo del consumo de una ración mejor balanceada y acorde a los requerimientos nutricionales para el período.

Otros estudios han reportado que una concentración de fósforo y magnesio aumentada puede afectar hasta un 4% de los grupos de vacas en diferente estado productivo, siendo más frecuente observar valores aumentados las vacas hacia el final de la lactancia (14). Lo anterior difiere con los resultados de este estudio donde los valores promedio para fósforo y magnesio por encima del intervalo de confianza, afectaron principalmente las novillas y las vacas al inicio de la lactancia.

La concentración de fósforo y magnesio en la sangre refleja el consumo en la ración (19). Pese a la presencia de mecanismos homeostáticos que regulan el metabolismo del fósforo en el organismo, éste puede aumentar en sangre cuando el consumo es superior al requerimiento nutricional (5, 16). Hasta el momento no se ha demostrado que la concentración sérica de magnesio esté regulada bajo estricto control hormonal, por lo que la concentración sanguínea para este mineral depende del aporte en la ración (10). Es de esperar que la concentración alta de estos minerales obedezca a un consumo mayor al requerimiento nutricional según el estado productivo. A este respecto, la fosfatemia se ve favorecida por el uso excesivo de fertilizantes con un alto contenido de fósforo, causando en algunos de los predios una concentración foliar de fósforo alta, así como una baja relación calcio:fósforo (datos sin publicar).

La alta concentración de proteínas observada en las vacas preparto obedece principalmente al aumento en la concentración de globulinas, ya que éstas son su principal fuente de variación (11). Una hiperglobulinemia se debe a la presencia de infecciones inespecíficas que ocurren comúnmente en el inicio de la lactancia (14,16), lo que difiere con los resultados de este estudio donde las vacas preparto fueron el grupo más afectado.

Los valores observados son diferentes a los reportados por la literatura nacional e internacional; las vacas localizadas en el trópico alto de la zona cafetera colombiana, presentaron en promedio una concentración de urea, fósforo y magnesio, mayor a lo reportado por la literatura, mientras que la concentración de colesterol es inferior a la señalada en otros estudios. En algunos de los grupos se observó un aumento en la concentración de fósforo y una disminución en la concentración de urea, magnesio y la actividad de GSH-Px, convirtiéndose en los hallazgos más relevantes dentro de los grupos estudiados. La concentración de proteínas totales, globulinas y colesterol es diferente según el estado productivo de los animales, donde las vacas al inicio de la lactancia presentan con mayor frecuencia hipocolesterolemia y al final de la lactancia, hiperproteinemia.

Se ha atribuido a las diferencias genotípicas, en el manejo y en la alimentación, las variaciones en los valores para los diferentes metabolitos estudiados.

Agradecimientos

Proyecto financiado por la Vicerrectoría de Investigaciones y Postgrados de la Universidad de Caldas y CORPOICA, Manizales.

Summary

Appraisal of the results of metabolic profile tests on dairy herds located in upper coffee lands from Colombia

To get the reference values for the concentration of different metabolites in serum of dairy cows, serum samples (5 mL) were taken from 4 groups (heifers, dry cows, early lactating cows, cows at the end of lactation) of 5 animals each in 13 dairy herds from the upper coffee lands (4-6° LN y 75-76° LO) in Colombia, during 1998 and 1999. Colorimetric and kinetic methods were used to analyze hemoglobin (Hb), total proteins, albumin, globulines, urea, cholesterol, phosphorus (P), magnesium (Mg), glutathione peroxidase (GSH-Px), and aspartate aminotransferase (AST). The results were analyzed by descriptive statistic and analysis of variance, the confidence interval was set at 95%. The mean and standard deviation were Hb: 11.1±1.5 g/dL, total proteins: 77±12 g/L, albumin: 32±7 g/L, globulines: 45±13 g/L, urea: 7.3±4.1 mmol/L, cholesterol: 3.2±1.0 mmol/L, P: 1.9±0.7 mmol/L, Mg: 1.0±0.3 mmol/L, GSH-Px: 179±99 mmol/L, and AST: 78±28 mmol/L. A phosphorus concentration above the confidence interval, and a concentration of urea, and Mg and an activity of GSH-Px below the confidence interval were the most prevalent alterations. The obtained values were different from those described by national and international reports for dairy cattle.

Key words: *blood chemistry, dairy cattle, metabolism, metabolites.*

Referencias

- Andrade N, Rivera MG, Torres G. Estudio de un perfil metabólico patrón en ganado de leche de clima cálido, un mes antes del parto y en tres etapas de lactancia. *Conciencia* 1998; 2: 2-12.
- Bell AW. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *J Anim Sci* 1995; 73: 2804-2819.
- Calamari L, Bertoni G, Maianti MG, Cappa V. Sull'utilità di nuovi parametri ematochimici nella valutazione del profilo metabolico delle lattifere. *Zoot. Nutri. anim.* 1989; 15: 191-210.
- Ceballos A. El perfil metabólico para el diagnóstico de las alteraciones nutrición - fertilidad en rebaños lecheros. *Despertar Lechero* 1996; 13: 7-23.
- Ceballos A. El perfil metabólico y su uso para establecer desbalances nutricionales en bovinos lecheros. Primer Seminario Internacional en Reproducción y Metabolismo de la Vaca Lechera, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia, 1998.
- Ceballos A, Wittwer F. Metabolismo del selenio en rumiantes. *Arch Med Vet* 1998; 28: 5-18.
- Ceballos A, Wittwer F, Contreras PA, Böhmwald H. Actividad sanguínea de glutatión peroxidasa en rebaños lecheros a pastoreo: variación según edad y época del año. *Arch Med Vet* 1998; 30: 13-22.
- Ceballos A, Wittwer F, Contreras PA, Quiroz E, Böhmwald H. Actividad de glutatión peroxidasa en bovinos lecheros a pastoreo correlacionada con la concentración sanguínea y plasmática de selenio. *Pesquisa Agrop Bras* 1999; 34: 2331-2338.
- Contreras PA. Tetania hipomagnesémica en bovinos y procedimientos para su prevención en rebaños. XXV Jornadas Uruguayas de Buiatría y IX Congreso Latinoamericano de Buiatría, Paysandú, Uruguay, 1997.
- Corbellini CN. Etiopatogenia y control de hipocalcemia e hipomagnesemia en vacas lecheras. Seminario Internacional Sobre Deficiências Minerais em Rumiantes, Porto Alegre, Brasil, 1998.
- Kaneko, JJ, Harvey JW, BRUSS ML. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 5th ed, San Diego Academic Press, 1997. 932p.
- Kolver ES, MacMillan KL. Variation in selected blood plasma constituents during the post-partum and breeding periods in dairy cows. *New Zeal Vet J* 1994; 42: 161-166.
- McClure TJ. Nutritional and metabolic infertility in the cow. Wallingford, CAB International, 1994. 128p.
- Oyarzún JL. Análisis de los resultados de perfiles metabólicos obtenidos de rebaños lecheros en el sur de Chile, 1986-1996. Tesis de pregrado, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, 1997.

15. Payne JM. Metabolic and nutritional diseases of cattle. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 1989. 149p.
16. Payne JM, Payne S. The metabolic profile test. Oxford University Press, 1987. 179p.
17. Pearson ES, Stephens MA. The ratio of range to standard deviation in the same normal sample. *Biométrica* 1964; 51: 484-487.
18. Rivera B, Vargas JE, Arcila CP, Márquez R, Pérez JF y col. Propuesta para la clasificación de sistemas de producción de leche: El caso de la zona de influencia de Manizales. *Rev Sist Prod* 1999; 10: 83-103.
19. Sommer H. The role of metabolic profile test in the control of cattle feeding. *Magyar Állatorvosok Lapja* 1995; 10: 714-717.
20. Villa NA, Ceballos A, Cerón D, Serna CA. Valores bioquímicos sanguíneos en hembras Brahman bajo condiciones de pastoreo. *Pesquisa Agrop Bras* 1999; 34: 2339-2343.
21. Webster J. Understanding the dairy cow. 2^d ed, Oxford, Blackwell Scientific Publications, 1993. 374p.
22. Weisbrot IM. Statistics for the clinical laboratory. Philadelphia, JB Lippincot Company, 1985. 198p.
23. Wittwer F, Böhmwald H, Contreras PA, Filoza J. Análisis de los resultados de perfiles metabólicos obtenidos en rebaños lecheros de Chile. *Arch Med Vet* 1987, 19: 35-45.
24. Zar JH. Biostatistical analysis. 3^d ed, Upper Saddle River, Prentice Hall, 1996. 662p.