

## Efecto de la suplementación de ensilajes sobre perfiles metabólicos en cabras lactantes

Oswaldo Bedoya Mejía<sup>1</sup>, Fredy Arenas Sánchez<sup>2</sup>, Ricardo Rosero Noguera<sup>3</sup>, Sandra Posada Ochoa<sup>4</sup>.

### ■ Resumen

**Introducción:** Los sistemas de producción con caprinos en Colombia han tenido un importante desarrollo en los últimos años, mostrando un mejoramiento en los niveles de producción mediante la utilización de animales de mayor mérito genético, lo cual exige una mejora sustancial en el manejo nutricional de los apriscos. **Materiales y métodos:** Quince cabras de las razas Saanen y alpinas fueron evaluadas durante tres períodos de una lactancia de noventa días, así: P1: 10 días post parto; P2: 60 días post parto, y P3: 90 días post parto, con el fin de conocer las concentraciones plasmáticas de los principales metabolitos indicadores del metabolismo energético y proteico de animales alimentados con diferentes tipos de ensilaje. Para ello las cabras fueron asignadas aleatoriamente en tres corrales donde recibieron diferentes tipos de silo (maíz, sorgo y girasol). **Resultados y discusión:** Los indicadores del metabolismo energético presentaron en todas las dietas un aumento en sus concentraciones a medida que transcurría la lactancia, a excepción de la glucosa que se mantuvo muy constante durante los tres períodos, al igual que las concentraciones de albúmina, BUN y ALT. **Conclusiones:** La etapa de lactancia determina en gran medida las concentraciones de los metabolitos indicadores de energía, debido al aumento en los niveles de producción por parte de los animales y a la movilización de las reservas corporales; sin embargo, es necesario aumentar estos estudios para conocer el efecto de las dietas y de la etapa de producción en los apriscos de nuestro país.

**Palabras clave:** albúmina, ALT, BUN, lactancia, metabolismo.

<sup>1</sup> Artículo derivado del Proyecto: "Utilización de recursos forrajeros frescos y ensilados y su impacto sobre la industria láctea caprina". Trabajo realizado durante los años 2008-2010. Proyecto financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de la República de Colombia –MADR–, en convenio con la Asociación de Caprinoovinocultores de Antioquia –ASOCABRA– y la Universidad de Antioquia

<sup>2</sup> Industrial pecuario, MSc, docente Coordinador Corporación Universitaria Lasallista, Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias.

<sup>3</sup> Zootecnista, MSc. Docente Corporación Universitaria Lasallista, Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias, Grupo de Investigación en Ciencias Animales –GRICA universidad de Antioquia.

<sup>4</sup> Zootecnista, Esp, MSc, PhD, docente Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Agrarias, Grupo de Investigación en Ciencias Animales –GRICA–, Universidad de Antioquia

Correspondencia: osbedoya@lasallistadocentes.edu.co



## Effect of silage supplementation on metabolic profiles in lactating goats

### Abstract

#### ■ Abstract

**Introduction:** Production systems for goats in Colombia have had an important development in recent years, increasing production levels by the use of animals with a higher genetic merit, which demands a better nutritional management of folds. **Materials and methods:** Fifteen Saanen and alpine goats were evaluated during three periods of a 90 days lactation: P1: 10 days after birth; P2: 60 days after birth and P3: 90 days after birth, aiming to determine the plasmatic concentrations of the main metabolites that indicate the energetic and protein metabolism of animals fed with several silage types. With that objective, goats were assigned randomly in three corrals in which they were fed different silage types (corn, sorghum and sunflower). **Results and discussion:** The indicators of the energetic metabolism had, in all of the diets, an increase in their concentrations as lactation progressed, except the glucose, which kept constant concentrations during the three periods. The same happened to albumin, BUN and ALT concentrations. **Conclusions:** Lactation stage is very important to determine the concentrations of the metabolites that indicate energy, due to the increase of the production levels by the animals and the mobilization of body reserves. It is necessary to increase these studies, anyway, to know the effect of diets and the fold production stage in our country.

**Key words:** Albumin, ALT, BUN, lactation, metabolism.

## Efeito da suplementação de silagem sobre perfis metabólicos em cabras lactantes

#### ■ Resumo

**Introdução:** Os sistemas de produção com caprinos na Colômbia tiveram um importante desenvolvimento nos últimos anos, mostrando um melhoramento nos níveis de produção mediante a utilização de animais de maior mérito genético, o qual exige uma melhora substancial no manejo nutricional dos apriscos. **Materiais e métodos:** Quinze cabras das raças Saanen e alpinas foram avaliadas durante três períodos de uma lactância de noventa dias, assim: P1: 10 dias pós-parto; P2: 60 dias pós parto, e P3: 90 dias pós parto, com o fim de conhecer as concentrações plasmáticas dos principais metabólitos indicadores do metabolismo energético e protéico de animais alimentados com diferentes tipos de silagem. Para isso as cabras foram atribuídas aleatoriamente em três pátios onde receberam diferentes tipos de silo (milho, sorgo e girassol). **Resultados e discussão:** Os indicadores do metabolismo energético apresentaram em todas as dietas um aumento em suas concentrações à medida que decorria a lactância, a exceção da glicose que se manteve muito constante durante os três períodos, ao igual que as concentrações de albumina, BUN e ALT. **Conclusões:** A etapa de lactância determina em grande parte as concentrações dos metabólitos indicadores de energia, devido ao aumento nos níveis de produção por parte dos animais e à mobilização das reservas corporais; no entanto, é necessário aumentar estes estudos para conhecer o efeito das dietas e da etapa de produção nos apriscos de nosso país.

**Palavras importantes:** albumina, ALT, BUN,

lactancia, metabolismo.

## ■ Introducción

Los sistemas de producción con caprinos en el departamento de Antioquia se caracterizan por utilizar los modelos de semi-estabulación y estabulación completa, en los cuales se pretende aumentar la capacidad de carga y el nivel de producción haciendo uso de bajas extensiones de tierra; sin embargo, estos sistemas requieren de un manejo especializado que permita garantizar a los animales unas condiciones óptimas para su desarrollo productivo y reproductivo.

En este sentido se ha evidenciado que uno de los principales problemas que se presentan al estabular las cabras es el componente nutricional, el cual afecta de diferentes maneras la capacidad productiva de los animales y, por ende, los niveles de rentabilidad del sector caprinocultor. Por esta razón, se viene insistiendo en la necesidad de conocer la respuesta de los animales a las diferentes dietas utilizadas en los sistemas caprinos, y una de las alternativas para evaluar el estatus nutricional de los animales es la implementación del perfil metabólico; mediante esta prueba es posible evidenciar y evaluar la respuesta que cada animal tiene ante una dieta particular, así como los posibles problemas de origen metabólico que estén o puedan estar presentes en el aprisco.

En Colombia la utilización de los perfiles metabólicos en cabras no ha sido una práctica constante entre los productores, posiblemente por el desconocimiento de la técnica o por la falta de información sobre valores de referencia que puedan ser utilizados para comparar el estatus de sus animales, ya que la información disponible sobre metabolitos sanguíneos en caprinos viene generalmente de países como Brasil, Uruguay y Chile, con condiciones ambientales y de manejo un poco distintas a las nuestras. Por todas estas

razones el objetivo de este trabajo es evaluar la concentración de metabolitos sanguíneos en cabras lecheras estabuladas durante tres períodos específicos en el departamento de Antioquia (Colombia).

## ■ Materiales y métodos

**Ubicación:** El trabajo se realizó en la hacienda El Progreso, propiedad de la Universidad de Antioquia, ubicada en el municipio de Barbosa a una altura de 1.350 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio de 24° centígrados, una humedad relativa del 70% y una precipitación anual de 1.800 mm, por lo que se ubica en una zona de vida bosque húmedo premontano (bh-PM), de acuerdo con la clasificación de Holdridge (IDEAM, 2001).

**Animales y manejo:** Se evaluaron 15 cabras de las razas Saneen y Alpina en segundo parto con un peso promedio de  $60 \pm 5$  Kilos. Los animales fueron asignados aleatoriamente en tres corrales donde se les suministraban tres tipos de silo, de tal forma que se obtenían tres tratamientos: silo de maíz (T1), silo de sorgo (T2) y silo de girasol (T3). En todos los corrales se suministraba una dieta base a partir de maralfalfa y botón de oro, correspondientes al 60% de la ración total que se ofrecía por día, y el tratamiento representaba el 30%. Para garantizar que el consumo era ad libitum, se pesaba diariamente el alimento ofrecido y rechazado, asegurando un diez por ciento de desperdicio de cada componente de la dieta. Adicionalmente, cada animal recibía 500 gr de un concentrado comercial, el cual era suministrado en partes iguales durante los dos ordeños (07:00 a. m. y 15:00 p. m.).

**Períodos y variables evaluadas:** Las muestras para los perfiles metabólicos se tomaron en tres períodos distintos durante una lactancia de tres meses (3 meses). Los momentos seleccionados fueron: a los diez días post parto (P1), a los



sesenta días post parto (P2) y a los noventa días de lactancia (P3), con el fin de evaluar el comportamiento de cada uno de los metabolitos a lo largo del tiempo. Para ello los animales fueron sangrados durante el ordeño de la mañana mediante venopunción yugular, utilizando tubos al vacío sin anticoagulante. Las muestras fueron transportadas a temperatura de refrigeración hasta el laboratorio Syngamia de la Universidad de Antioquia, donde fueron centrifugadas a 2.800 rpm por quince minutos para la obtención del suero, el cual fue congelado a  $-20^{\circ}\text{C}$  para su posterior análisis al final de la recolección, (Castañeda-Gutiérrez et al., 2009) donde mediante técnicas enzimáticas colorimétricas específicas se analizaron beta-hidroxibutirato (kit comercial Wako Pure, Chemical Industries USA, Inc., Dallas, TX), con un coeficiente de variación intraensayo de 7,24% y un coeficiente interensayo de 5,10%, colesterol (técnica de colesterol oxidasa), albúmina (método verde de bromocresol), BUN (por la técnica de ureasa), alanina-aminotransferasa (ALT) (técnica de Reitman e Frankel) y triglicéridos (TG). La precisión de cada determinación se monitoreó usando una muestra de suero comercial de referencia. La glucosa se determinó inmediatamente se muestreaba el animal utilizando un glucómetro Contour TS de Bayer®.

Para determinar la calidad nutricional de la dieta suministrada a los animales, muestras del alimento ofrecido y rechazado fueron tomadas y congeladas cada quince días a  $-20^{\circ}\text{C}$  para, al finalizar el período, obtener un pool de las muestras recolectadas. Las muestras fueron secadas a  $60^{\circ}\text{C}$  en una estufa de ventilación forzada, molidas posteriormente a 1 mm y analizadas para determinar sus concentraciones de materia seca (MS), energía bruta (EB), proteína bruta (PB) (AOAC, 1990), fibra en detergente neutro (FDN) y fibra en detergente ácido (FDA) (Van Soest, 1982).

### **Análisis estadístico:**

Se realizó un análisis descriptivo exploratorio de tipo unidimensional por tratamiento y período a lo largo del tiempo, para conocer las media y la desviación estándar de los metabolitos glucosa, colesterol, triglicéridos, betahidroxibutirato, BUN, albúmina y ALT.

### **Resultados:**

La composición nutricional de la dieta y la de cada uno de sus componentes se observa en la tabla 1.

**Tabla 1.** Composición química de las dietas experimentales e ingredientes.

ÍTEM	T1	T2	T3	MARALFALFA	BOTÓN DE ORO	SILO DE MAIZ	SILO DE SORGO	SILO DE GIRASOL	CONCENTRADO COMERCIAL
Maralfalfa (%)	40	40	40	-	-	-	-	-	-
Botón de oro (%)	20	20	20	-	-	-	-	-	-
Silo de maiz (%)	30	-	-	-	-	-	-	-	-
Silo de sorgo (%)	-	30	-	-	-	-	-	-	-
Silo de girasol (%)	-	-	30	-	-	-	-	-	-
Concentrado (%)	8,5	8,5	8,5	-	-	-	-	-	-
Sal mineral (%)	1,5	1,5	1,5	-	-	-	-	-	-
PB (%)	9,298	9,19	10,405	6,81	15,8	6,28	5,92	9,97	18
FDN (%)	60,302	61,907	56,813	78,32	40,23	65,51	70,86	53,88	15
FDA (%)	41,996	42,413	43,199	58,26	30,45	40,59	41,98	44,6	5
Cenizas (%)	9,016	9,277	10,696	10,5	11,28	5,7	6,57	11,3	10
Calcio (%)	-	-	-	0,73	1,41	0,56	0,73	1,8	-
Fósforo (%)	-	-	-	0,55	1,27	0,69	0,42	0,84	-
EB (Kcal/Kg)	3869,23	3914,83	3785,825	3874	3916	3896	4048	3618	4325

**T1:** Silo de Maíz + maralfalfa + botón de oro  
**T2:** Silo de sorgo + maralfalfa + botón de oro

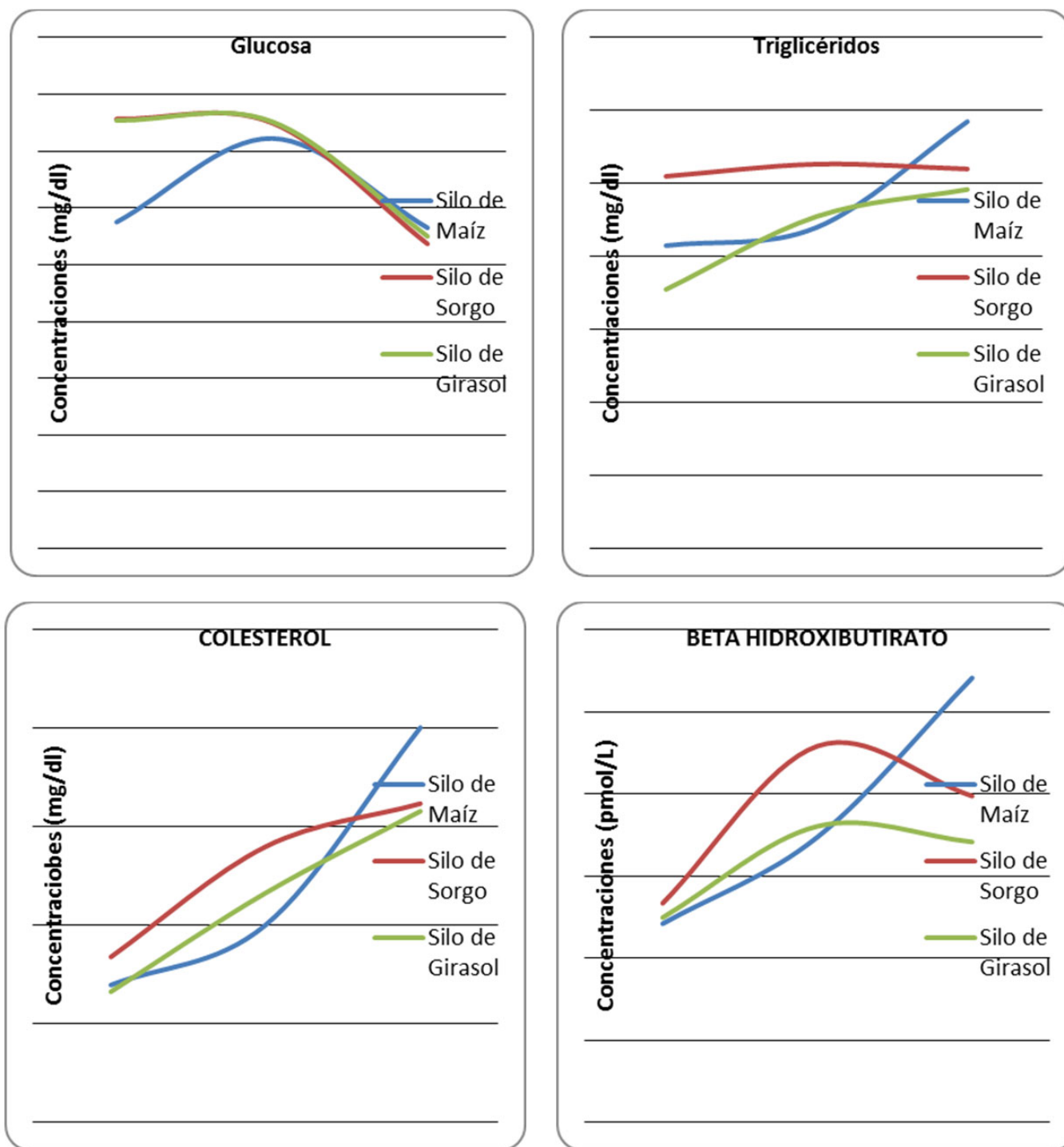
**T3:** Silo de girasol + maralfalfa + botón de oro



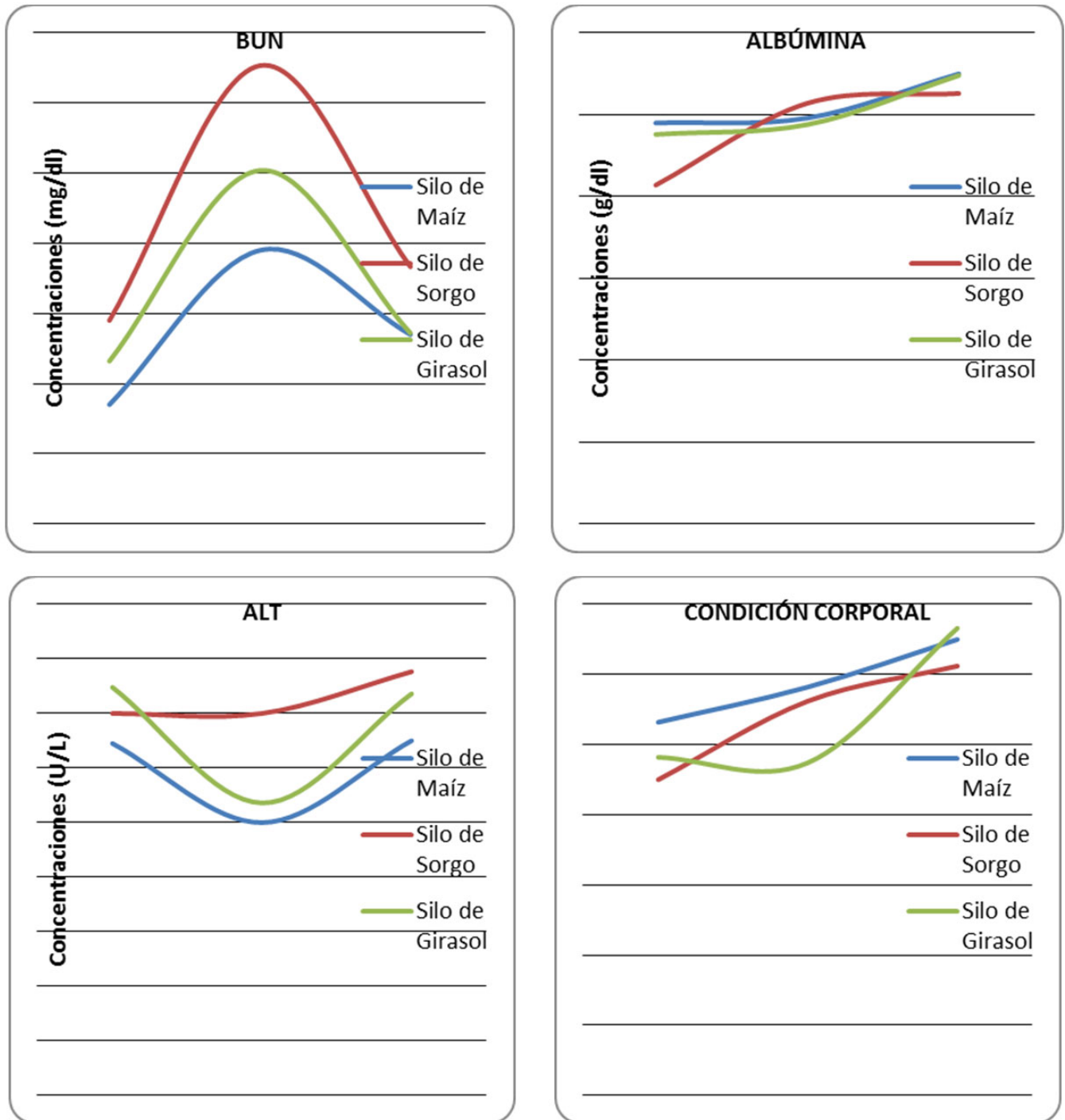
Los valores promedio y la desviación estándar de los metabolitos evaluados se encuentran en la tabla 2.

**Tabla 2.** Valores promedio y desviación estándar de metabolitos en cabras lecheras alimentadas con silo de maíz (T1), silo de sorgo (T2) y silo de girasol (T3) durante tres períodos: (P1) 10 días postparto, (P2) 60 días postparto y (P3) 90 días postparto.

PARÁMETRO	TRATAMIENTO	PERÍODOS			Valores de Referencia
		P1	P2	P3	
Glucosa (mg/dl)	T1	57,50 ± 28,64	72,25 ± 7,80	56,50 ± 1,73	54-93
	T2	75,67 ± 8,47	75 ± 8,41	53,67 ± 4,22	
	T3	75,4 ± 4,15	75,2 ± 5,63	55 ± 4,41	
Colesterol (mg/dl)	T1	69,75 ± 2,36	100,25 ± 11,30	200,5 ± 27,16	63-108
	T2	84 ± 18,06	140 ± 26,34	161,83 ± 32,18	
	T3	66,33 ± 25,69	116,5 ± 35,14	158 ± 52,71	
β- hidroxibutirato	T1	2,42 ± 0,6	3,47 ± 0,6	5,41 ± 0,4	6-7
	T2	2,67 ± 0,8	4,58 ± 0,9	3,97 ± 0,6	
	T3	2,49 ± 0,5	3,60 ± 0,2	3,41 ± 0,2	
Triglicéridos (mg/dl)	T1	20,75 ± 2,87	22 ± 3,61	29,25 ± 6,75	10-29
	T2	25,50 ± 14,70	26,33 ± 6,34	26 ± 5,21	
	T3	17,75 ± 1,25	22,75 ± 6,70	24,6 ± 3,36	
VLDL	T1	4,25 ± 0,50	4,67 ± 0,58	6 ± 1,41	6-7
	T2	5 ± 3,03	5,33 ± 1,36	5,17 ± 1,16	
	T3	4 ± 0,81	4,75 ± 1,5	5 ± 0,70	
BUN (mg/dl)	T1	8,5 ± 0,58	19,5 ± 2,52	13,5 ± 5,8	10-21
	T2	14,5 ± 4,03	32,67 ± 4,67	18,33 ± 6,68	
	T3	11,6 ± 1,81	25,2 ± 6,01	13,6 ± 3,91	
ALT (U/L)	T1	32,25 ± 3,77	25 ± 6,98	32,5 ± 19,44	23-44
	T2	35 ± 7,21	35 ± 14,04	38,83 ± 10,59	
	T3	37,4 ± 18,75	26,8 ± 9,57	36,8 ± 19,12	
Albumina (g/dl)	T1	2,45 ± 0,13	2,48 ± 0,49	2,75 ± 0,19	2,8 - 3,8
	T2	2,07 ± 0,40	2,57 ± 0,24	2,63 ± 0,21	
	T3	2,38 ± 0,33	2,44 ± 0,19	2,74 ± 0,15	



**Figura 1a.** Cambios en los diferentes metabolitos y en la condición corporal en los momentos de evaluación de cada uno de las dietas



**Figura 1b.** Cambios en los diferentes metabolitos y en la condición corporal en los momentos de evaluación de cada uno de las dietas

## ■ Discusión

**Indicadores del metabolismo energético:** Los niveles de glucosa, colesterol, triglicéridos y  $\beta$ -hidroxibutirato actúan como indicadores del metabolismo energético de los animales. En este sentido González, F; Wittwer, F y Contreras, P, (2000); Grande, P y Tadeu, G (2008) afirman que la glucosa es el componente de mayor importancia en el metabolismo energético, ya que todos los tejidos demandan un mínimo de glucosa para su funcionamiento, especialmente el cerebro, los eritrocitos y la glándula mamaria. Los niveles de glucosa en el organismo son regulados por medio de la interacción entre diferentes hormonas, como la insulina y el glucagón; la primera estimula la captación de glucosa por los tejidos, y la segunda potencia la degradación del glicógeno como promotor de la gluconeogénesis. Por otro lado, la somatotropina controla la oxidación tisular de glucosa evitando que la presencia de insulina inhiba la gluconeogénesis hepática, garantizando glucosa disponible para la glándula mamaria (Ceballos, A y Andaur, M, 1999).

Para este trabajo el período tuvo un efecto directo sobre la concentración de glucosa, siendo mayor a los 60 días post parto, posiblemente porque los animales se encontraban en el pico de producción, donde demandan mayor cantidad de energía para sostener el volumen de leche; asimismo, los niveles de glucosa fueron mayores en los animales alimentados con sorgo, lo cual podría deberse a un mayor consumo de este forraje y, por tanto, un mayor aporte energético en la dieta.

Sin embargo, la concentración de glucosa durante los primeros 10 días post parto encontrada en este trabajo es superior a lo reportado por Varas, M; Ricarte, R y Chagra, E (2007), de 3,22 mmol/L, y a lo largo de la lactancia son valores más altos que los reportados por Pires, L; Teixeira, M; Domingos, J; Valerio, V; Da Silva, L. y Fróes,

A. (2009), con 52,35 mg/dL. A diferencia de lo esperado, la cantidad de glucosa al principio de la lactancia no fue exigua, posiblemente por un exitoso período seco con un valioso consumo de materia seca y la alta concentración de ácidos grasos volátiles en rumen.

El colesterol es un esteroide precursor de las hormonas esteroideas, corticoesteroides, vitamina D y ácidos biliares, y hace parte estructural de las lipoproteínas. En el aspecto nutricional su determinación ha sido relacionada con el exceso de grasa en la dieta y con deficiencias de tipo energético, así como con posibles problemas en el hígado (Álvarez, J. 2001); en este sentido Ceballos y Andaur<sup>4</sup> afirman que la determinación de AST debe hacerse cuando los niveles de colesterol en los rumiantes se encuentren por fuera del rango normal. Por otro lado, el consumo de alimento, en especial la parte fibrosa del mismo y el balance energético del animal, son los factores que más afectan las concentraciones de colesterol, el cual es sintetizado mayormente en el nivel hepático a partir del acetilCoA proveniente del ácido acético del rumen.

Los niveles de colesterol encontrados en este trabajo para los últimos dos períodos son similares a lo reportado por Alavarse, Z (2003) con 134 mg/dL; Ríos C; Marín M.; Catafaul, M. y Wittwer, F. (2006), con 3,17 mmol/L y Pires et al. (2009), de 122,6 mg/dL, pero por encima de lo reportado por Varas et al. (2007) con 1,54 mmol/L. Estas diferencias pueden deberse a los sistemas de alimentación utilizados, así como a las razas caprinas evaluadas en cada trabajo. Sin embargo, el aumento que se presenta en este trabajo a medida que transcurre la lactancia concuerda con lo reportado por Rúas, J. ; TORRES, C. y Borges, L. (2000), aunque trabajando con ganado bovino.

Los triglicéridos plasmáticos son precursores de los ácidos grasos de cadena larga de la leche



y son tomados junto con el valor de VLDL como un indicativo de movilización de reservas corporales en rumiantes sometidos a un alto gasto energético; su concentración varía según la etapa de la lactancia debido a su utilización por la glándula mamaria (Álvarez, 2001; González et al., 2000). Los niveles encontrados en este trabajo son superiores a los reportados por Varas et al. (2007) al inicio de la lactancia. Esta diferencia puede deberse principalmente al nivel de producción de los animales evaluados. De igual forma, un aumento en la concentración de triglicéridos a lo largo de la lactancia puede estar indicando una alta movilización de las reservas lipídicas de las cabras, buscando suplir el déficit energético por la disminución de glucosa y el aumento en la producción de leche.

El betahidroxibutirato es un cuerpo cetónico formado en el hígado a partir de la oxidación incompleta de los ácidos grasos libres, y es precursor cualquier molécula que sea susceptible de transformarse en un ácido graso, como glucosa, lactato, glicerol. Este cuerpo cetónico puede ser utilizado como una fuente energética para la síntesis de la grasa en la leche y para la actividad de algunos tejidos (González et al., 2000).

Los valores encontrados en este trabajo demuestran una tendencia a aumentar la concentración de betahidroxibutirato a medida que pasa la lactancia, lo cual puede deberse a la pérdida de condición corporal por parte de los animales y el intento de suplir la energía necesaria para la producción de leche a partir de la movilización de reservas corporales. Sin embargo, en los trabajos realizados por Ríos et al. (2006) y Pires et al. (2009), no se observa un aumento tan significativo en las concentraciones de este metabolito al transcurrir la lactancia.

**Indicadores del metabolismo proteico:** El nitrógeno ureico en sangre o, por su terminología en inglés, Blood Ureic Nitrogen (BUN) es el mayor

producto al finalizar el metabolismo proteico de los rumiantes, y su alta concentración es un indicativo de la limitada utilización del nitrógeno presente en la dieta, lo cual puede relacionarse directamente con la cantidad de energía consumida por los animales y utilizada por los microorganismos ruminales para la formación de proteína microbiana (Álvarez, 2001). Los valores encontrados en este trabajo muestran un aumento en las concentraciones de BUN durante el período 2 (60 días de lactancia) pero una disminución en el P3 (90 días de lactancia). Este comportamiento podría deberse a la llegada de los animales al pico de lactancia durante el segundo período, lo cual aumenta los requerimientos de energía y el consumo de alimento; por lo tanto, una dieta rica en nitrógeno (N) pero pobre en energía durante esta etapa podría afectar las concentraciones de nitrógeno en sangre; por otra parte, los bajos valores encontrados durante el inicio de la lactancia pueden deberse, en parte, al poco consumo de proteína en la dieta, y por lo tanto es posible que se produzca, por una parte, una deficiencia de nitrógeno degradable en el rumen y, por otra parte, que los animales utilicen las reservas de urea sanguínea y entren en un balance negativo de N provocado por la degradación de los tejidos corporales, con el propósito de proporcionar el N requerido para la síntesis de proteína microbiana, en forma de urea (Kadzere, C y Charama, T, 1993); no obstante, para este trabajo es importante decir que los valores encontrados se presentan en el interior de los rangos normales descritos por la *Guía de referencia veterinaria* de Ortho Clinical Diagnostics.

La albúmina es la proteína más abundante en la sangre, por lo tanto, su concentración es un indicativo del estado proteico de los animales. Los valores encontrados para este trabajo fueron muy constantes durante los tres períodos de la lactancia, así como entre las diferentes dietas, lo cual puede estar demostrando una regulación adecuada del metabolismo proteico. En este

sentido las concentraciones de albúmina para este trabajo coinciden con las reportadas por Sobral, S. (2008) de 2,945 g/dL para cabras de la raza Saanen.

**Indicador de funcionamiento hepático:** Las células hepáticas producen la enzima Alanina Amino-Transferasa (ALT). Las concentraciones de ALT aumentan cuando las células hepáticas están dañadas o se están muriendo. A concentraciones de ALT más elevadas, mayor muerte celular o inflamación del hígado puede estar ocurriendo. En este sentido, las concentraciones de la enzima pueden utilizarse como indicativos de la salud hepática de los animales, lo cual guarda una estrecha relación con el nivel nutricional. Los valores encontrados en este trabajo mostraron un comportamiento similar para las concentraciones de ALT durante el transcurso de la lactancia, y se encontraron en los rangos indicados para pequeños ruminantes descritos por la *Guía de referencia veterinaria* de Ortho Clinical Diagnostics (Jhonson y Jhonson).

Sobral, S. (2008) utilizó la determinación de aspartato amino-transferasa (AST) para evaluar el comportamiento hepático en cabras lecheras, y encontró valores que son mucho más altos pero que están en el rango normal para esa enzima.

**Consideraciones finales:** La implementación de los perfiles metabólicos en los sistemas de producción caprinos es una excelente herramienta para conocer y evaluar el estatus nutricional de los animales; sin embargo, en nuestro país falta realizar más investigaciones que permitan conocer con mayor certeza el comportamiento de cada uno de los metabolitos durante las diferentes fases de la lactancia, las cuales intervienen directamente sobre las concentraciones plasmáticas de cada uno de ellos.

Para este trabajo se ha determinado que los mayores cambios en las concentraciones

plasmáticas de los metabolitos ocurrió para los indicadores del metabolismo energético, lo cual puede explicarse desde la movilización de reservas corporales para cumplir con los requerimientos de energía necesarios durante la lactancia.

## ■ Agradecimientos

Agradecimiento al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de la República de Colombia por la financiación de esta investigación.

## ■ Referencias

Alavarse, Z. (2003). Desempenho e qualidade do leite de cabras Saanen alimentadas com diferentes relações volumoso:concentrado, no pré-parto e lactação. Dissertação apresentada para obtenção do título de mestre em Zootecnia. Universidade Estadual de Maringá. Centro de ciências agrárias.

Álvarez, J. L. (2001). Bioquímica nutricional y metabólica del bovino en el trópico. Ed. Universidad de Antioquia, Pp. 201, Medellín.

Ceballos, A. y Andaur, M. (1999). Indicadores bioquímicos sanguíneos de los desequilibrios energéticos en ganado lechero. II Seminario Internacional en Reproducción y Metabolismo de la Vaca Lechera, Universidad de Caldas, Manizales.

González, F.; Wittwer, F. y Contreras, P. (2000). Perfil metabólico em ruminantes. seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

Grande, P. y Tadeu, G. (2008). O uso do perfil metabólico na nutrição de vacas leiteras (en línea). Consultado 10 abril 2008. Disponible en:



<http://www.nupel.uem.br/perfilmetabolico-vacas.pdf>

Kadzere, C. y Charama, T. (1993). Effects of dietary inclusion of crushed whole soybeans on blood serum parameters in goats. *Small Rumin. Res.* 11, 11-16.

Pires, L.; Teixeira, M.; Domingos, J.; Valerio, V.; Da Silva, L. y Fróes A. (2009). Condición corporal ao parto e perfil metabólico de cabras alpinas no início da lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia.* v.38, n.10, pp. 2007-2014.

Ríos C.; Marín M.; Catafaul, M y Wittwer F. (2006). Concentraciones sanguíneas de  $\beta$ -hidroxibutirato, NEFA, colesterol y urea en cabras lecheras de tres rebaños con sistemas intensivos de producción y su relación con el balance nutricional. *Arch. Med. Vet.* 38, n.º 1

Ruas, J.; Torres, C. y Borges, L. (2000). Efeito da Suplementação protéica a pasto sobre eficiência

reprodutiva e concentrações sanguíneas de colesterol, glicose e uréia, em vacas Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia.* v.29, n.º 6, pp.2043-2000

Sobral, S. (2008). Efeito da suplementação lipídica sobre desempenho e perfil metabólico de cabras Saanen em lactação. Dissertação apresentada para obtenção do título de mestre em Zootecnia. Universidade Federal de Campina Grande. Centro de saúde e tecnologia rural.

Van Soest, P. (1982). *Nutritional Ecology of the Ruminant.* Corvallis, Oregon, O&B, pp. 374.

Varas M; Ricarte, R; y Chagra E. (2007). Concentraciones de metabolitos sanguíneos en cabras criollas con sistemas extensivos de producción en el SO de La Rioja, Argentina. APPA - ALPA - Cusco, Perú.