

NIVELES DE UREA, FÓSFORO, GLUCOSA E INSULINA DE VACAS EN ORDEÑO SUPLEMENTADAS CON CONCENTRADO EN UN SISTEMA DE *Panicum maximum* Y *Leucaena leucocephala*

Urea, Phosphorus, Glucose and Insulin Contents of Lactating Cows Supplemented with Concentrate in a *Panicum maximum* and *Leucaena leucocephala* System

Rosa Razz y Tyrone Clavero

Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. Apdo 15098. Maracaibo 4005. Venezuela. E-mail: rosarazz@hotmail.com

RESUMEN

Veinticuatro vacas doble propósito, pastoreando *Panicum maximum* y *Leucaena leucocephala* en una finca comercial ubicada en el noroeste de Venezuela, fueron suplementadas con concentrado para determinar el efecto de éste sobre los contenidos de urea, fósforo, insulina y glucosa sanguínea. Los tratamientos evaluados fueron: pastoreo en *Panicum* + 1 h/d de *Leucaena* (T1), pastoreo en *Panicum* + 1 h/d de *Leucaena* + 1 kg concentrado/vaca/d (T2), pastoreo en *Panicum* + 1 h/d de *Leucaena* + 2 kg concentrado/vaca/d (T3), utilizándose un diseño experimental completamente aleatorizado con ocho repeticiones. Los resultados obtenidos mostraron efectos significativos ($P < 0,05$) de la suplementación sobre los contenidos de urea y fósforo, pero no influyeron ($P > 0,05$) sobre la insulina y glucosa sanguínea. Los mayores contenidos de fósforo se observaron en T2 y T3 (4,23 y 4,29 mg/dL, respectivamente), mientras que, el menor valor de urea se registró en T3 (14,83 mg/dL).

Palabras clave: Perfil sanguíneo, suplementación, bovinos.

ABSTRACT

Twenty four dual-purpose cows grazing *Panicum maximum* and *Leucaena leucocephala* in a commercial farm located in the northwest of Venezuela, were supplemented with concentrate to evaluate its effect on urea, phosphorus, insulin and glucose contents. The treatments evaluated were: grazing in *P. maximum* + 1 h/d of *Leucaena* (T1), grazing in *P. maximum* + 1 h/d of *Leucaena* + 1 kg concentrate/cow/d (T2) and grazing in *P. maximum* + 1 h/d of *Leucaena* + 2 kg concentrate/cow/d

(T3). The study was realized in a completely randomized design with eight replications. The results showed significant effects ($P < 0.05$) of supplementation on urea and phosphorus contents, but there were not effect on insulin and glucose. The highest contents of phosphorus was observed in T2 and T3 (4.23 and 4.29 mg/dL, respectively), while, the lowest value of urea was observed in T3 (14.83 mg/dL).

Key words: Blood profile, supplementation, bovine.

INTRODUCCIÓN

Las concentraciones de metabolitos sanguíneos representan un índice integrado de la adecuada suplencia de nutrientes con relación a la utilización de los mismos, la cual es independiente del estado fisiológico y permite una indicación inmediata del estado nutricional puntual en el tiempo. Las pruebas del perfil metabólico han sido utilizadas para evaluar la adecuada nutrición de dietas en vacas lecheras durante la lactancia y la concentración de algunos metabolitos, se utilizan para determinar los requerimientos suplementarios de energía [19].

Uno de los indicadores más promisorios es el nivel de urea en sangre, el cual refleja el balance entre la proteína degradable y la energía fermentable en el rumen [10]. Asimismo, los minerales juegan un papel importante en la utilización de los nutrientes y en diferentes funciones bioquímicas relacionadas a la producción y reproducción [8]. En este sentido, el fósforo (P) interviene en la estructura y función de células vivas. Es un componente integral de ácidos nucleicos, nucleótidos, fosfolípidos, proteínas y de muchas coenzimas. Estos compuestos intervienen en la división celular y crecimiento, en el transporte y metabolismo de grasas y en la absorción y utilización de carbohidratos, ácidos grasos y proteínas [12].

En cuanto a la glucosa, ésta puede ser utilizada como fuente de energía para las células, como unidades de edificación de la galactosa y subsecuentemente lactosa, o como fuente de glicerol necesario para la síntesis de grasa [1].

El perfil metabólico sanguíneo aporta gran cantidad de información relacionada con la nutrición y sanidad animal, además permite determinar factores de riesgo, tales como desbalances nutricionales, que pudieran incidir en el desempeño productivo y reproductivo del rebaño bovino.

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de la suplementación con concentrado sobre algunos metabolitos sanguíneos de vacas doble propósito, que pastoreaban *Panicum maximum* y *Leucaena leucocephala*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ubicación del Área Experimental

La fase experimental de la investigación se desarrolló en una finca comercial, ubicada en el noroeste de Venezuela, estado Zulia (10° 15' latitud norte y 72° 40' longitud oeste). La zona bajo estudio está caracterizada como bosque seco tropical, con precipitaciones promedio de 1100 mm/año y una temperatura media anual de 29 °C, a una altitud de 100 msnm [7].

El suelo está clasificado taxonómicamente como *Typic haplustult*, con una textura franco arenosa, con pH ácido (6,44), bajos contenidos de materia orgánica (0,76%), fósforo (4,49 ppm), potasio (0,11 me/100 g) y calcio (1,60 me/100 g) y valores medio de magnesio (1,69 me/100 g).

Manejo de los Animales

Se utilizaron 24 vacas en ordeño mestizas, las cuales se agruparon de acuerdo a la producción de leche; número de partos (2 a 10) y tiempo de lactancia (1 a 3 meses). Los animales se mantuvieron bajo pastoreo, consumiendo pasto guinea (*Panicum maximum*). Antes del ordeño de la tarde dos grupos de animales se suplementaron con concentrado comercial de acuerdo al tratamiento y luego del ordeño de la tarde los animales entraron durante 1 h/día al banco de *L. leucocephala*. La composición química de la leucaena, el pasto guinea y el concentrado comercial se muestran en la TABLA I.

Tratamientos

Se conformaron tres grupos de animales y los diferentes niveles de suplementación se muestran en la TABLA II.

Variables en Estudio

Antes de la suplementación, se realizó un muestreo a cada animal para determinar los niveles de urea, glucosa, insulina y fósforo y determinar los cambios de estos metabolitos a través de toda la lactancia. En ayunas, de cada vaca se obtuvieron muestras de sangre de la vena yugular cada dos me-

TABLA I
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA *L. leucocephala*, *P. maximum* Y CONCENTRADO COMERCIAL

Componente	<i>Leucaena</i>	<i>Panicum</i>	Concentrado
Proteína cruda (%)	22,47	11,54	17,0
Grasa cruda (%)	–	–	2,50
FDN (%)	29,19	62,89	
FDA (%)	21,49	40,22	12,0*
Lignina (%)	8,87	6,81	–

FDN = Fibra detergente neutra. FDA = Fibra detergente ácida.
* Fibra bruta.

TABLA II
TRATAMIENTOS DE SUPLEMENTACIÓN

Tratamientos	n*	Descripción
T1	8	Pastoreo en <i>P. maximum</i> (P) + 1 h/día en leucaena (L)
T2	8	P + L + 1 kg concentrado (17% PC)
T3	8	P + L + 2 kg concentrado (17% PC)

*= número de observaciones.

ses durante el tiempo de evaluación (7 meses), para determinar los metabolitos sanguíneos mencionados. Las muestras de sangre fueron centrifugadas inmediatamente a 4000 rpm durante 10 minutos para la separación del plasma y suero, éste último se refrigeró para su posterior análisis, de acuerdo a lo sugerido por Hess y col. [13]. La urea se determinó a través del método GLDH completamente enzimático para determinaciones cinéticas [25], la glucosa mediante la técnica de glucosa oxidasa (enzimático-colorimétrico), la insulina por el método del test de Elecsys Insulina por electroquimioluminiscencia [18] y el fósforo por colorimetría [11].

Análisis Estadístico

Los resultados obtenidos se analizaron a través del paquete estadístico SAS [24], por el procedimiento General Linear Model (GLM) y para la separación de medias se utilizó la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza no mostró influencia significativa ($P < 0,05$) de la suplementación sobre los niveles sobre los contenidos de insulina y glucosa.

Los valores promedios de insulina y glucosa fueron 0,71 UI/mL y 52,05 mg/dL, respectivamente (TABLA III). Los niveles de glucosa se encuentran dentro del rango normal (40-80 mg/dL) reportados para bovinos adultos [22]. Al comparar los

TABLA III
METABOLITOS SANGUÍNEOS EN VACAS SUPLEMENTADAS CON CONCENTRADO PASTOREANDO *Panicum maximum*
Y *L. leucocephala*

Tratamientos	Insulina (μ UI/mL)	Glucosa	Fósforo mg/dL	Urea
<i>Panicum</i> (P) + <i>Leucaena</i> (L)	0,82 \pm 1,09	53,33 \pm 11,3	3,73 ^b \pm 0,82	17,84 ^a \pm 8,55
P + L + 1 kg concentrado	0,80 \pm 1,03	52,50 \pm 12,0	4,23 ^a \pm 1,39	17,33 ^a \pm 9,47
P + L + 2 kg concentrado	0,70 \pm 0,93	50,43 \pm 7,85	4,29 ^a \pm 0,83	14,83 ^b \pm 8,88
Valores Iniciales	0,22	48,63	3,84	22,77

Medias con distintas letras en la misma columna difieren significativamente ($P < 0,05$).

niveles de insulina y glucosa al inicio y al final del ensayo, se puede observar que existió un incremento de los niveles de ambas variables producto de la suplementación, debido a una mayor suplencia de carbohidratos no estructurales o solubles a través del suplemento.

Al inicio del ensayo, se observó un desbalance energético-proteico demostrado por los altos valores de urea y bajos niveles de glucosa en sangre, debido a que la glucosa es un nutriente esencial para vacas preñadas y en lactancia, cuando se suministran dietas bajas en glucosa los rumiantes acuden a la gluconeogénesis para completar los requerimientos en glucosa, utilizando preferiblemente propionato como precursor en la producción de glucosa endógena en el hígado. Bach [4] señaló que un balance energético negativo se caracteriza por niveles sanguíneos elevados de hormonas de crecimiento y ácidos grasos no esterificados y niveles sanguíneos bajos del factor de crecimiento similar a la insulina tipo I (IGF-I), insulina y glucosa. Bajo estas condiciones, los mecanismos de regulación homeorrética (acción de distribuir la energía disponible hacia las distintas funciones metabólicas) establecen la prioridad de utilización de nutrientes hacia la producción láctea por encima de la función reproductiva. Los resultados obtenidos en esta investigación demuestran que el nivel de nutrientes suministrados a todos los animales fue adecuado para obtener un balance positivo en energía y proteína.

Aún cuando no se registraron diferencias significativas ($P > 0,05$) entre los diferentes tratamientos, los valores absolutos presentan una tendencia en la disminución de la insulina y glucosa a medida que se incrementaron los niveles de concentrado.

Knaus y col. [15] mencionaron que al utilizar suplementos con proteína sobrepasante, como la proporcionada por la leucaena; puede esperarse un incremento de la glucosa por efecto indirecto en el aumento en la proporción de precursores glucogénicos. Asimismo, la insulina y el factor de crecimiento ligado a la insulina son afectados por el estatus energético [9], disminuyendo las concentraciones de éstos con balances energéticos negativos.

Los resultados obtenidos en esta investigación coinciden con los observados por Andrade de Sabogal y col. [2], López y

col. [16] y Chapa y col. [5] utilizando diferentes niveles y tipos de proteína en la dieta.

El contenido de fósforo sanguíneo fue influenciado significativamente ($P < 0,05$) por los diferentes tratamientos de suplementación (TABLA III). Observándose que los valores de este mineral fueron superiores en aquellos animales que consumieron leucaena y concentrado, siendo estadísticamente diferente ($P < 0,05$) al valor obtenido en el tratamiento de solo leucaena, el cuál es inferior al rango (4-6 mg/dL) considerado como normal [21]. El fósforo juega un papel fisiológico vital en el metabolismo, tanto animal como de la microflora del tracto digestivo, particularmente de los rumiantes [23]. Esto debido a que las funciones de este mineral se asocian con la formación y mantenimiento del tejido óseo y muscular, la producción de leche, la utilización del alimento, el mantenimiento de la ósmosis y el equilibrio ácido-básico, el metabolismo de los aminoácidos, la construcción de proteínas y la activación de enzimas.

En el material comestible (hojas y tallos finos) de leucaena se han reportado contenidos de P entre 0,21 [21] y 0,23 % [6], siendo inferiores a los niveles críticos (0,25 %) señalados por McDowell y col. [17]. Los niveles de P en esta leguminosa no satisfacen los requerimientos mínimos en vacas lactantes, reflejándose en la disminución de su concentración en sangre. Además, Andrade de Sabogal y col. [2] encontraron una respuesta significativa en los niveles de P en sangre cuando suplementaron con concentrado comercial, atribuyendo la respuesta a la suplementación mineral a través del concentrado, favoreciendo los contenidos de macro elementos en sangre.

La suplementación afectó significativamente ($P < 0,05$) el contenido de urea en sangre. Los máximos valores se obtuvieron cuando los animales se suplementaron con solo leucaena y con leucaena y 1 kg de concentrado, no existiendo diferencias significativas ($P > 0,05$) entre ellos pero si con respecto al consumo de 2 kg de concentrado. Respuestas similares fueron obtenidas por Hussain y Cheeke [14], quienes observaron una disminución significativa en la concentración de urea en sangre a medida que incrementaron los niveles de concentrado en la dieta cuando utilizaron harina de soya como suplemento proteico. Disminuciones de los niveles de urea están asociadas a una mayor tasa de preñez y a menores pérdidas embrionarias tempranas antes del reconocimiento de la preñez [20].

Cuando el consumo de proteína degradable es alto, o el consumo de carbohidratos degradables es bajo, el nivel de amonio en el rumen aumenta y sobrepasa la cantidad que pueden utilizar las bacterias; cuando existe exceso de amonio, el pasa al hígado a través de la sangre, donde es transformado y eliminado, y trae como consecuencia un incremento de los niveles de urea en la sangre [3]. Los resultados obtenidos en esta investigación reflejan que las diferentes estrategias de suplementación mantienen un equilibrio del balance entre la proteína degradable y la energía fermentable en el rumen y claramente indica que los microorganismos utilizan mejor el NH₃-N en presencia de energía de fácil fermentación presente en el concentrado produciendo una mayor cantidad de proteína y energía microbiana en el animal huésped, lo que trae como consecuencia que los niveles de urea obtenidos están dentro de los rangos de referencia (6-22 mg/dL) reportados para bovinos adultos [22].

Esta respuesta coincide con lo señalado por Hess y col. [13] quienes indicaron que uno de los factores que determinan los niveles de urea en la sangre es la dieta que se le suministra al animal y el grado de degradabilidad de la proteína a nivel ruminal. Asimismo, sugieren que el contenido de urea en sangre es un buen indicador del estado de nutrición de los animales y sirve como herramienta para ajustar el suministro de proteína y energía en la dieta de vacas en sistemas de doble propósito en pastoreo.

CONCLUSIONES

El suministro de concentrado comercial mejoró las concentraciones de urea, insulina, glucosa y fósforo sanguíneo en vacas doble propósito en ordeño, de forma que los indicadores bioquímicos estudiados se mantuvieron dentro de los rangos fisiológicos para este tipo de animales lo cual garantiza resultados productivos superiores. La determinación del perfil metabólico sanguíneo es una herramienta importante para estimar el estado nutricional de los animales y de esta forma diseñar estrategias de alimentación que optimicen el potencial productivo y reproductivo de las vacas.

AGRADECIMIENTO

Al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES) de La Universidad del Zulia por el aporte financiero para la realización de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AGROBIT. Software de Gestión Agropecuaria. Estructura de la glándula mamaria. (En línea). www.agrobit.com.ar. 2004.
- [2] ANDRADE DE S., N.; RIVERA, M.G.; TORRES, G. Estudio de un perfil metabólico patrón en la leche de clima cálido, un mes antes del parto y tres diferentes etapas de lactancia. *Conciencia*. Año 1, N 2. Universidad de Tolima. (En línea). <http://www.ut.edu.co/investigacion/seriados/2/2>. 1998.
- [3] ARIAS, J.; NESTI DE A.A. Importancia de los niveles de nitrógeno ureico en leche y sangre en el ganado lechero. *Rev. Fac. Agron. LUZ*. 16: 553-561, 1999.
- [4] BACH, A. La reproducción del vacuno lechero: nutrición y fisiología. XVII Curso de Especialización FEDNA. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. (En línea). <http://www.et-sia.upm.es/fedna/capitulos/2001CAPV.pdf>. 2001.
- [5] CHAPA, A.M.; MCCORMICK, M.E.; FERNÁNDEZ, J.M.; FREUCH, D.D.; WARD, J.D.; BEATTY, J.F. Supplemental dietary protein for grazing dairy cows: reproduction, condition loss, plasma metabolites and insulin. *J. Dairy Sci.* 84(4): 908-916, 2001.
- [6] CLAVERO, T. *Leucaena leucocephala: alternativa para la alimentación animal*. Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes y Fundación Polar. Editorial Refolit. Caracas (Venezuela). 78 pp. 1998.
- [7] COMISIÓN DE PLAN NACIONAL DE APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS HIDRAÚLICOS (COPLANARH). *Atlas: Inventario Nacional de Tierras*. Región del Lago de Maracaibo, Venezuela. 91 pp, 1974.
- [8] GOWDA, N.K.; PRASAD, C.S.; ASHOK, L.B.; RAMANA, J.V. Utilization of dietary nutrients, retention and plasma level of certain minerals in crossbred dairy cows as influenced by source of mineral supplementation. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 17(2): 221-227, 2004.
- [9] GRIINARI, J.M.; MCGUIRE, M.A.; DWYER, D.A.; BAUMAN, D.E.; BARBANO, D.M.; HOUSE, W.A. The role of insulin in the regulation of milk protein synthesis in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80: 2361-2371, 1997.
- [10] HAMMOND, A.C. Update on bun and mun as a guide for protein supplementation in cattle. University of Florida. (On line). <http://www.dps.ufl.edu/pub/frns1997.pdf>. 1997.
- [11] HARRIS, W.P.; POPAT, P. Determination of the phosphorus content of lipids. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 31: 124, 1974.
- [12] HARRIS, B.; MORSE, D.; HEAD, H.H.; VAN HORN, H.H. Phosphorus nutrition and excretion by dairy animals. University of Maryland. (On line). www.inform.umd.edu. 2000.
- [13] HESS, H.D.; FLOREZ, H.; LASCANO, C.E.; BAQUERO, L.A.; BECERRA, A.; RAMOS, J. Fuentes de variación en

la composición de la leche y niveles de urea en sangre y leche en vacas en sistemas de doble propósito en el trópico bajo de Colombia. **Past. Trop.** 21(1):33-42, 1999.

- [14] HUSSAIN, I.; CHEEKE, P.R. Yucca extract and rumen nitrogen. Enclosure code SC3.3. Alltech Inc. 25 pp. 1995.
- [15] KNAUS, W.P.; BEERMANN, D.H., ROBINSON, T.F.; FOX, D.G.; FINNERTY, K.D. Effects of dietary mixture of meat and bone meal, feather meal, blood meal and fish meal on nitrogen utilization in finishing Holstein steers. **J. Anim. Sci.** 76: 1481-1487, 1998.
- [16] LÓPEZ, M.; GARMENDIA, J.; OBISPO, N. Efecto de la proteína sobrepasante de la harina de pescado sobre metabolitos sanguíneos de novillas Holstein. **Zoot. Trop.** 17(1): 19-32. 1999.
- [17] MCDOWELL, L.R.; CONRAD, J.H.; FHEMBRY, F.G. Minerales para ruminantes en pastoreo en regiones tropicales. 2^{da} Ed. USAID-CBAB. USA. p. 7, 1993.
- [18] MCGUIRE, M.A.; DWYER, D.A.; HARREL, R.J.; BAUMAN, D.E. Insulin regulates circulating insulin-like growth factors and some of their binding proteins in lactating cows. **Am. J. Physiol.** 269: E723, 1995.
- [19] PAMBU-GOLLAH, R.; CRONJE, P.B.; CASEY, N.H. An evolution for the use of blood metabolite concentrations as indicator of nutritional status in free-ranging indigenous goats. **South Afric. J. Anim. Sci.** 30(2): 115-120, 2000.
- [20] RAJALA-SCHULTZ, P.J.; SAVILLE, W.J.A.; FRAZER, G.S.; WITTUM. Association between milk urea nitrogen and fertility in Ohio dairy cows. **J. Dairy Sci.** 84(2): 482-489, 2001.
- [21] RAMANA, J.V.; PRASAD, C.S.; GOWDA, N.K.S.; RAMACHANDRA, K.S. Mineral status of soil, feed, fodder and blood plasma of animals in northern dry and northern transition zones of Karnataka. **Indian J. Dairy Sci.** 54(1): 40-46, 2001.
- [22] Research Animal Resources (RAR). Reference values for laboratory animals. University of Minnesota. (On line). [www. Ahc.umn.edu/rar/refvalues.html](http://www.Ahc.umn.edu/rar/refvalues.html). 2000.
- [23] SOTO, H.; GARMENDIA, J. Uso de fuente nacional de fósforo en la suplementación de novillas Brahman. **Zoot. Trop.** 15(2): 159-175.
- [24] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE (SAS). **User's guide**. Raleigh, North Carolina. 750 pp, 1990.
- [25] TIFFANY, T.O.; JANSEN, J.M.; BURTIS, C.A.; OVERTON, J.B.; SCOTT, C.D. Enzymatic kinetic rate and end-point analysis of substrate by use of a GEMSAEC fast analyser. **Clin. Che.** 18: 829, 1972.