

UREA O POLLINAZA COMO SUPLEMENTO PROTEICO PARA TORETES CONSUMIENDO ENSILAJE DE PULPA DE PEJIBAYE^{1*}

Carlos Arroyo^{2/**}, Augusto Rojas- Bourrillón^{**}, Rodrigo Rosales^{**}

Palabras clave: Ensilaje de pulpa de pejibaye, toretes, *Bactris gasipaes*

Keywords: Silaje, peach-palm pulp, bulls, *Bactris gasipaes*

RESUMEN

Un grupo de 24 toros, con un peso vivo de 382 kg fue aleatorizado en 3 tratamientos: 1. control, pastoreo y ensilaje de pejibaye; 2. pastoreo, ensilaje de pejibaye y pollinaza y 3. pastoreo, ensilaje de pejibaye y urea. Los animales pastoraron mezclas de gramíneas con predominancia de Gamalote (*Paspalum fasciculatum*). El ensilaje se ofreció al 1% del peso vivo y la fuente proteica en dosis de 3 g de N 100 g⁻¹ de carbohidratos fermentables provenientes del ensilaje; ambos materiales fueron ofrecidos 2 veces al día. El período experimental tuvo una duración de 122 días. Los consumos de ensilaje, pollinaza y urea estuvieron en el rango de 4-5 kg; 1-2 kg y 0,055-0,080 kg en base fresca, respectivamente. La suplementación proteica causó incrementos significativos en la ganancia de peso diaria con respecto al control (0,719 kg) contra 1,034 kg y 1,021 kg día⁻¹ de los tratamientos con pollinaza y urea, respectivamente. El peso en canal fue incrementado (P<0,05) en un 10% con respecto al control, sin cuantificarse diferencias entre las fuentes proteicas suplementadas. Se concluye que el ganado para carne puede mejorar su peso cuando se usa ensilaje de pulpa de pejibaye suplementado con urea o pollinaza

ABSTRACT

Urea or poultry litter as protein supplements for bulls fed peach-palm pulp silage (*Bactris gasipaes*). A 122 days trial was conducted with 24 bulls of 382 kg randomly assigned to three treatments: 1. grazing and peach-palm pulp silage (control); 2. grazing and peach-palm pulp silage plus poultry litter, and 3. grazing and peach-palm pulp silage plus urea. Animals grazed *Ischaemum ciliaris* and *Cynodon nlemfuensis* mixed with *Paspalum fasciculatum*. The peach-palm pulp silage was fed at 1%BW and the protein source was offered at 3 g of N 100 g⁻¹ of fermentable carbohydrate from the peach-palm. The supplement was fed twice a day. Intake of peach-palm silage, poultry litter and urea ranged between 4-5 kg; 1-2 kg and 0,055-0,080 kg as fed per animal per day during the trial, respectively. Feeding a protein supplement increased daily body gain from 0.719 of the control to 1.034 and 1.021 kg for poultry litter and urea treatment, respectively. Carcass weight was increased (P<0.05) by 10% in bulls fed the protein supplements. No differences were detected among protein-supplement treatments. It is concluded that beef cattle performance can be improved by using peach-palm pulp silage supplemented with urea or poultry litter.

1/ Recibido para su publicación el 23 de setiembre del 2003

2/ Autor para correspondencia. Correo electrónico: carroyo@cariari.ucr.ac.cr

* Proyecto financiado por el Programa UDLP NDLP-UCR-UNA y el programa de Pejibaye de la Universidad de Costa Rica.

** Centro de Investigaciones en Nutrición Animal (CI-MA) y Escuela de Zootecnia de la Facultad de Ciencias Agroalimentarias de la Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

INTRODUCCIÓN

Hio y Rojas (1996) han demostrado que el aprovechamiento de nutrimentos en un sistema de alimentación a base de pastoreo y de ensilaje de pejibaye es limitado por el bajo contenido de proteína. Esto ha sido asociado al menor aporte de nitrógeno proveniente del ensilaje de pejibaye (5-6 % de PC base seca), lo cual se ha reflejado en contenidos bajos de nitrógeno amoniacal (23 mg l⁻¹) en el rumen con consumos de 4,5 kg del ensilaje.

Satter y Slyter (1974) sugieren que niveles de 50 a 80 mg l⁻¹ de amoníaco ruminal son óptimos para maximizar la síntesis de proteína microbiana cuando no existen limitaciones de energía; sin embargo, otros estudios han indicado que el nivel mínimo de amoníaco para optimizar el consumo voluntario de forrajes bajos en nitrógeno y en digestibilidad es cerca de 200 mg l⁻¹, aunque la digestibilidad del forraje fue optimizada con concentraciones de 100 mg l⁻¹ (Boniface *et al.* 1986).

En dietas basadas en almidón el nivel óptimo de amoníaco para alcanzar una tasa máxima de fermentación estuvo por encima de 200 mg l⁻¹ (Mehrez *et al.* 1977); sin embargo, en dietas altas en granos (almidón) con un nivel de nitrógeno amoniacal por debajo del óptimo podría ser una ventaja, con el fin de hacer más lenta la tasa de fermentación de este nutrimento y evitar de esta manera, los efectos negativos de la drástica disminución de pH asociada a este tipo de dietas (Preston y Leng 1990).

El proceso fermentativo y la síntesis de proteína microbiana en el rumen es altamente dependiente del acoplamiento de amoníaco liberado y del aporte de energía proveniente de los carbohidratos de la dieta; así, limitaciones de amoníaco reducen el aprovechamiento de los otros componentes de la ración. Es ampliamente conocido los altos requerimientos de amoníaco por las bacterias celulolíticas para una adecuada degradación de los carbohidratos de la pared celular, así como para la optimización del desarrollo microbiano en dietas con aportes importantes de carbohidratos no estructurales (azúcares y almidón). Estas consideraciones son de suma importancia en dietas con pejibaye, debido al aporte de almidón, el cual no sería debidamente utilizado en la síntesis de proteína microbiana al existir un déficit de nitrógeno a nivel ruminal.

Considerando lo anterior, los bajos contenidos de amoníaco producidos con el sistema de pastoreo y ensilaje de pejibaye pueden ser mejorados incorporando fuentes ricas en nitrógeno como la urea o la pollinaza, poró, madero negro, morera y maní forrajero (Hio y Rojas 1996). Estas fuentes presentan características físicas y químicas diferentes que modifican su aprovechamiento y disponibilidad ruminal, lo que podría alterar el acoplamiento del sustrato energético del pejibaye con respecto al nitrógeno proveniente de estas fuentes. Por lo tanto, se considera necesario estudiar la incorporación de algunos de estos suplementos proteicos en un sistema de alimentación utilizando ensilaje de pejibaye y pastoreo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Alimentación y manejo

Se utilizó 24 toretes híbridos de la raza Brahman con un peso inicial de 382 kg, los cuales pastorearon 5 potreros con un área aproximada de 3,2 ha cada uno, los potreros consistieron de mezclas de Estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) y Ratana (*Ischaemum ciliaris*) con predominancia de Gamalote (*Paspalum fasciculatum*), contaron con 30 días de recuperación y 15 de ocupación. Debido a la diferencia entre potreros estos fueron rotados entre los grupos de animales. El suplemento proteico se ofreció en la mañana y en la tarde mezclado con el ensilaje de pejibaye. Los animales tuvieron libre acceso a agua, sal y minerales. El experimento tuvo una duración de 122 días. Y se realizó en la zona del trópico húmedo de Costa Rica (Guápiles).

La composición nutricional (% en base seca) de los ingredientes se presenta en el cuadro 1.

Tratamientos

Los animales fueron pesados inicialmente por 3 días consecutivos y se utilizó el peso promedio para la asignación de 3 tratamientos: un grupo control en el cual los animales tenían acceso al forraje de piso y recibían ensilaje de pejibaye y 2 tratamientos adicionales con similar manejo alimenticio pero con el suministro de una fuente proteica

degradable en rumen, la que se utilizó en dosis de 3 g de N por cada 100 g de carbohidrato fermentable proveniente del pejibaye (Preston y Leng 1990). No se consideró ningún aporte de N proveniente de los forrajes. Como fuentes proteicas se utilizó la urea y la pollinaza en cantidades diarias que variaron durante el experimento entre 0,055-0,080 kg y 1-2 kg en base fresca, respectivamente.

Las cantidades del ensilaje fueron establecidas de acuerdo a un porcentaje fijo de 1% del peso vivo de los animales y fueron ajustadas después del pesaje de los animales. El consumo varió entre 4-5 kg de material fresco por día.

Variables

Ganancias de peso y rendimiento en canal

Los animales fueron pesados cada 30 días previo al suministro del ensilaje y suplemento proteico y la ganancia de peso se calculó con respecto al peso final a los 122 días. Los animales fueron sacrificados al alcanzar un peso mínimo de 468 kg.

Diseño experimental

Para el análisis de la ganancia de peso se utilizó un diseño completamente al azar con 3 tratamientos y 8 repeticiones. Para el análisis de rendimiento en canal se varió el número de repeticiones a 7 para el control, 6 para la pollinaza y 6 para la urea, debido a que no todos los animales habían alcanzado el peso adecuado al momento del sacrificio. Se utilizó la prueba de Duncan para la discriminación de posibles diferencias entre medias. Los análisis fueron realizados con el paquete estadístico SAS (1985).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El comportamiento productivo de los toros alimentados con las diferentes dietas se presenta en el cuadro 2, donde se aprecia un efecto beneficioso de la suplementación proteica con incrementos adicionales de 0,315 kg y 0,302 kg diarios en los animales suplementados con la pollinaza y la urea, respectivamente, con respecto al control.

Cuadro 1. Características nutricionales de los materiales evaluados (Base seca).

Material	Materia seca %	Proteína cruda %	Extracto etéreo %	Fibra detergente neutro %	Carbohidratos no estructurales %	Ceniza %
Forraje	15	10	2,5	67	6	-
Ensilaje de pejibaye ¹	42,4	5,18	16,03	14,50	61	3,3
Pollinaza	83,5	17,8	-	61,3	-	-

¹ El ensilaje de pejibaye fue almacenado en silo de montón durante 4 meses

Cuadro 2. Ganancia de peso y rendimiento en canal de toros alimentados con ensilaje de pulpa de pejibaye suplementado con una fuente proteica.

Parámetro	Control	Fuente proteica		DE
		Pollinaza	Urea	
Ganancia de peso 112 días	0,719 ^b	1,034 ^a	1,021 ^a	0,198
Incremento con respecto al control (%)	---	43,82	42	
Peso en canal	261,49 ^b	289,83 ^a	285,87 ^a	20,13
Incremento con respecto al control (%)	---	10,84	9,32	
Rendimiento en canal (%)	58,00 ^a	58,98 ^a	57,33 ^a	1,53

DE: desviación estándar

a,b,c: Cifras con diferente letra difieren significativamente.

El suministro del ensilaje de pejibaye sin la adición del suplemento proteico es capaz de mantener ganancias de peso aceptables pero menores a las informadas de $0,828 \text{ kg día}^{-1}$ para animales bajo pastoreo con suplementación de pollinaza y suplemento líquido en la zona (Vargas y Hernández 1994). Aparentemente el suministro del ensilaje permite compensar el déficit energético que caracteriza a los forrajes tropicales (Sánchez y Soto 1993), debido al contenido importante de carbohidratos no estructurales (CNE) y de lípidos en el ensilaje (61 y 16,03%, respectivamente).

A pesar de esto, pareciera que existe un déficit de componentes nitrogenados para maximizar la utilización ruminal de la fracción de carbohidratos no estructurales del pejibaye. A este respecto, el pejibaye ha sido clasificado como un material altamente degradable en rumen, con valores de 90% de degradabilidad de la materia seca y un tiempo medio de 10,04 horas (Rojas-Bourrillón *et al.* 1991), el cual requiere de una fuente apropiada de nitrógeno que se acople a la disponibilidad de energía proveniente del pejibaye. Un adecuado acoplamiento de sustratos trae como consecuencia un incremento en la eficiencia de producción de proteína microbial por unidad de alimento fermentado en el rumen (Van Soest y Rymph 1992), lo cual se asociaría a una mejoría en la relación P/E (proteína/energía) en el animal (Leng 1990). Considerando la similitud de la degradabilidad del almidón presente en el pejibaye con otras fuentes como la cebada y el banano, se considera que este material posee poco valor como almidón sobrepasante (Rojas-Bourrillón *et al.* 1991), aunque estimulante de la síntesis microbial. La respuesta observada en este experimento se relaciona con estudios realizados *in vitro*, donde se ha determinado que el almidón es la mejor fuente de carbohidratos para la utilización de nitrógeno no proteico (NNP) en la síntesis de proteína microbial. Esto se debe a una hidrólisis más lenta en comparación con los azúcares solubles, lo que permite un suministro continuo de energía y de estructuras carbonadas para la síntesis de proteína microbial (Mills *et al.* 1942). También se ha observado un efecto sobre la disminución en la actividad de la ureasa (Rodríguez y Preston 1969), resultando en concentraciones de amonio

ruminal más bajas y adecuadas a la capacidad de síntesis de los microorganismos. Además, la suplementación con almidón ha sido relacionada con una disminución en el pH ruminal, a una mayor producción de ácidos grasos volátiles (AGV), con altos contenidos de ácido propiónico -factor gluconeogénico promotor de ganancias de peso y producción de leche- (Preston y Leng 1992).

Esta mejoría en la respuesta animal estaría también relacionada con el consumo de lípidos proveniente del pejibaye, lo que representa un aporte importante de energía para el animal. Se estima un consumo de $0,272\text{-}0,340 \text{ kg}$ diarios de lípidos suplementados mediante el consumo del ensilaje.

Aunque no se cuantificó el consumo de forraje, los resultados encontrados sugieren que los niveles de ensilaje ofrecidos no causaron alteraciones negativas en el ambiente ruminal, como para que disminuyera la funcionalidad de las bacterias celulolíticas, lo que reduciría la tasa de digestión de los forrajes. Así una disminución en la digestión de forrajes estaría asociada a una disminución en el pH ruminal, causada por la mayor producción de AGV durante la rápida fermentación de los carbohidratos, donde la depresión en pH depende de la capacidad alcalinizante del rumen, el tipo y cantidad de carbohidrato consumido y las prácticas alimenticias (Dixón 1986).

No se observó diferencias marcadas entre la urea y la pollinaza ($0,013 \text{ kg día}^{-1}$) debido a que ambas fuentes aportan sustratos nitrogenados a nivel ruminal; sin embargo la escogencia de uno de estos suplementos se relacionaría con los costos ($\$0,70$ por kg de N de la urea contra $\$1,84$ por kg de N de la pollinaza), la disponibilidad, presión ambiental, desarrollo de sistemas sostenibles (eliminación de residuos contra combustibles fósiles) y facilidad de uso.

Una mayor ingestión de nutrientes aprovechables, un posible incremento en sustratos gluconeogénicos (Preston y Leng 1992), así como una mejoría en el balance de P/E relacionado con reducciones en calor metabólico, y el mejoramiento del valor metabólico de la dieta (Leng 1990), podrían ser los factores responsables de la respuesta positiva cuantificada al suplementar el ensilaje de pejibaye con una fuente proteica soluble en rumen.

En conclusión, la ganancia de peso de los toros en pastoreo es un indicativo del potencial del ensilaje de pejibaye, suplementado con fuentes de nitrógeno no proteico, para el desarrollo de sistemas sostenibles de producción ganadera para el trópico. La escogencia entre la urea o pollinaza como fuente de proteína cruda dependería de la disponibilidad, facilidad de manejo, presión ambiental y costo.

LITERATURA CITADA

- BONIFACE A.M., MURRAY R.M., HOGAN J.P. 1986. Optimum level of ammonia in the rumen liquor of cattle fed tropical pasture hay. Proceedings of the Australian Society of Animal Production 16: 151-154.
- DIXON R.M. 1986. Increasing in digestible energy intake of ruminants given fibrous diets using concentrate supplements. *In*: Dixon, R.M. Ruminant feeding system utilizing fibrous agricultural residues. Camberra, Australia. p. 59.
- HIO S., ROJAS-BOURRILLÓN A. 1996. Parámetros ruminales y degradabilidad de forrajes en toretes consumiendo ensilaje de fruto de pejibaye (*Bactris gasipaes*). *Agronomía Costarricense* 20 (2): 159-165.
- LENG R.A. 1990. Factors affecting the utilization of poor quality forages by ruminants particularly under tropical conditions. *Nutrition Research Reviews* 3:277-303.
- MEHREZ A. Z., ORSKOV E.R., McDONALD I. 1977. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. *British Journal of Nutrition* 38:437-443.
- MILLS R.C., BOOTH A.N., BOHSTEDT G., HART E.B. 1942. The utilization of urea by ruminants its influence by the presence of starch in the ration. *I. Dairy Sci.* 25 (11): 925-929.
- PRESTON T.R., LENG R.A. 1990. Adecuando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. Cali, Colombia, Circulo Impresores. 313 p.
- RODRÍGUEZ V., PRESTON T.R. 1969. El valor relativo de la miel fina y el maíz con proteína verdadera o NNP para la producción de leche. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* 3 (2): 155-163.
- ROJAS-BOURRILLÓN A., ROJAS Q., BOSCHINI C. 1991. Efecto del procesamiento sobre la degradabilidad de la materia seca del fruto integral de pejibaye (*Bactris gasipaes* HBK). *In*: Mora Urpi J. eds. IV Congreso Internacional sobre Biología, Agronomía e Industrialización del Pijuayo. Iquitos, Perú. p. 481.
- SANCHEZ J.M., SOTO H. 1993. Estimated values of net energy for lactation of tropical pastures. *J. Dairy Sci.* 76 (Suppl 1): 218.
- SATTER L.D., SLYTER L.L. 1979. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production *in vitro*. *British Journal of Nutrition* 32, 194-208.
- VAN SOEST P.J., RYMPH M.B. 1992. Carbohydrate and protein fractions in dairy feeds. California Nutrition Conference, California EE.UU. 47 p.
- VARGAS E., HERNÁNDEZ J. 1994. Suplementación de novillos de carne con concentrado líquido (Nutrophos[®]) y pollinaza (sin publicar).
- SAS. 1985. User Guide: Statistics, Versión 5ed 1985, SAS Inst. INC. Cary NC.