

## SUPLEMENTACION DE BOVINOS CON BANANO VERDE. IV. EFECTO SOBRE ALGUNOS PARAMETROS DE FERMENTACION RUMINAL<sup>1/\*</sup>

Edwin Pérez \*\*  
Manuel E. Ruiz \*\*  
Danilo Pezo \*\*

### ABSTRACT

**Green bananas as a supplement for cattle. IV. Effect on some rumen fermentation parameters.** Six rumen fistulated steers were used to measure the effect of supplementing with increasing levels of green bananas (0.0, 0.4, 0.8, 1.2, 1.6 and 2.0 kg of banana dry matter (DM)/100 kg of bodyweight/day) on rumen fluid pH, volatile fatty acids (VFA) concentration and molar proportions of acetic, propionic and butyric acids. Bananas were used as an energy supplement to a basal diet composed by sugarcane tops offered *ad libitum* and a protein supplement. Rumen pH decreased linearly as the banana intake increased. Total VFA's concentrations were not affected by the treatments, but butyric acid proportions were raised with decreased levels of acetic acid. The propionic acid molar proportions were maintained high and constant throughout the experiment, regardless of treatment.

### INTRODUCCION

En trabajos previos (Medina, 1980; San Martín *et al.*, 1983a y Pérez *et al.*, 1990) se mostró que la suplementación de bovinos con niveles elevados de banano verde (almidón) provoca descensos en la degradabilidad ruminal de la pared celular de materiales fibrosos y de la materia seca (MS) del banano. Esto es debido a que el ingreso de almidón en exceso produce un ambiente retículo-ruminal desfavorable para la fermentación de MS (almidón y fibra), incrementos en la tasa de pasaje de la ingesta o alguna combinación de

ambos factores (Wheeler *et al.*, 1975; Wheeler, 1980). Los cambios más relevantes asociados a la suplementación con altos niveles de almidón consisten en descensos del pH ruminal (Mackie *et al.*, 1978) y aumentos en las proporciones molares del ácido propiónico a expensas del acético (Sutton, 1980). La información aquí presentada, complementaria al trabajo que le antecede (Pérez *et al.*, 1990), tuvo como objetivo medir los cambios ocurridos en el pH ruminal, ácidos grasos volátiles (AGV) y sus fracciones molares por efecto de la ingestión de niveles crecientes de banano verde.

### MATERIALES Y METODOS

#### Animales, manejo y tratamientos

Se usaron 6 novillos con fístula ruminal permanente con pesos promedio de 325 kg y edades entre 24 y 30 meses (Pérez *et al.*, 1990), que consumieron punta de caña (*Saccharum officinarum*)

<sup>1/</sup> Recibido para publicación el 18 de julio de 1989.

\* Financiado en parte por el International Development Research Centre (IDRC), Ottawa, Canadá. Los dos primeros artículos de esta serie fueron publicados en la revista Producción Animal Tropical (República Dominicana).

\*\* Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica.

*ad libitum* y un suplemento proteico constituido por un 60% del N aportado por urea y un 40% por harina de carne y hueso. La cantidad de suplemento proteico ofrecida varió en función del consumo de los otros ingredientes de la ración para que todos los novillos consumieran 325 g de proteína cruda por cada 100 kg de peso vivo (PV)/día. Se usó melaza de caña como vehículo del suplemento, a razón de 150 g por cada 100 kg de PV/día. Los consumos de banano observados durante el período en el que se efectuaron las mediciones que aquí se describen fueron 0, 0,4; 0,8; 1,2; 1,23 y 1,6 kg MS/100 kg de PV/día, los cuales correspondieron al 0, 21, 36, 51, 55 y 71% de la MS total consumida.

**Determinación de parámetros de la fermentación ruminal**

Los diferentes parámetros estudiados se midieron mediante 9 muestreos a través de 24 h. El pH del líquido ruminal se midió por lectura directa en el potenciómetro. La determinación de los AGV totales y sus fracciones molares se realizó sobre muestras de licor ruminal tratadas con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1N como preservante. Los AGV totales se estimaron mediante destilación por vapor y titulación. Las fracciones molares de los ácidos acético, propiónico y butírico se determinaron por cromatografía de gases.

**RESULTADOS**

**pH ruminal**

En el Cuadro 1 se observa que los valores del pH ruminal de animales que consumían niveles crecientes de banano verde fueron significativamente diferentes (P<0,01). Conforme se incrementa el consumo de almidón la acidez del medio

Cuadro 1. Efecto del consumo de niveles crecientes de banano verde sobre el pH del líquido ruminal de bovinos.

Consumo de banano verde kg de MS/100 kg de PV	pH ruminal prom±d.e.
0,00	6,6±0,2
0,40	6,4±0,3
0,80	6,3±0,5
1,20	6,0±0,6
1,23	6,4±0,3
1,60	5,9±0,5

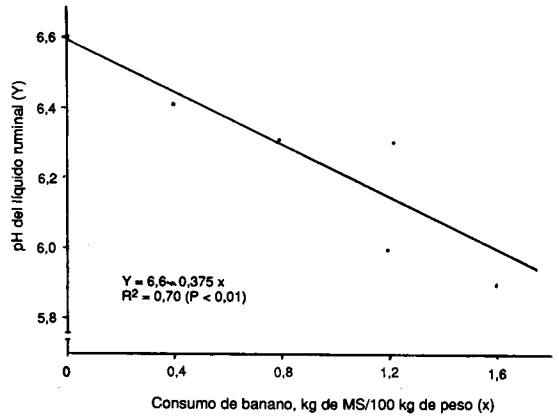


Fig. 1. pH del líquido ruminal de bovinos en función del consumo de banano verde.

ruminal aumenta (Figura 1). Las desviaciones estándar, que indican las variaciones entre las horas de muestreo, fueron bajas.

**Concentración de AGV y sus proporciones molares**

La suplementación con niveles crecientes de banano no afectó la concentración de los AGV en el líquido ruminal. Se obtuvo, para las dietas aquí estudiadas, un valor medio de 97,4 meq/L de licor ruminal.

Las fracciones molares de los ácidos acético, propiónico y butírico se observan en el Cuadro 2. Las proporciones de acético y butírico variaron significativamente en función del banano consumido, mientras que el propiónico se mantuvo constante (35%±3). Se detectó una correlación negativa (r=-0,81) entre las fracciones molares de los ácidos acético y butírico, lo que indica que en raciones basadas en punta de caña el ácido butírico aumenta a expensas del acético conforme se incrementa el nivel de banano suplementario.

**DISCUSION**

La disminución del pH rumino-reticular producida por la suplementación con banano verde (Figura 1) es atribuida, tal como lo demuestran diversos autores (Galyean *et al.*, 1979; Mackie *et al.*, 1978; Reid *et al.*, 1957) al consumo de cantidades crecientes de almidón, principal fracción química del banano. El consumo de un material rápidamente fermentable debe producir

Cuadro 2. Efecto del consumo de niveles crecientes del banano verde sobre la concentración ruminal de ácidos grasos volátiles (AGV) y sus proporciones molares (promedios $\pm$ desviaciones estándar).

Consumo de banano kg MS/100 kg PV	Total de AGV meq/L	AGV, % molar		
		Acido acético	Acido propiónico	Acido butírico
0,00	94 $\pm$ 20	53 $\pm$ 10	37 $\pm$ 10	5 $\pm$ 1
0,40	95 $\pm$ 17	54 $\pm$ 9	37 $\pm$ 11	9 $\pm$ 2
0,801	96 $\pm$ 22	53 $\pm$ 8	34 $\pm$ 12	12 $\pm$ 4
1,20	108 $\pm$ 20	56 $\pm$ 7	29 $\pm$ 10	14 $\pm$ 4
1,23	94 $\pm$ 17	54 $\pm$ 6	34 $\pm$ 9	13 $\pm$ 3
1,60	98 $\pm$ 26	44 $\pm$ 8	37 $\pm$ 13	20 $\pm$ 6

incrementos en la producción de ácidos grasos volátiles (Sutton, 1980) lo que causa una acidificación del medio. Esta acidificación fue menor a la esperada debido posiblemente a que la urea presente en el suplemento proteico tuvo algún efecto sobre el control del pH y a que posiblemente los taninos presentes en la cáscara del banano verde tuvieron un efecto depresor sobre la fermentación microbiana (Van Soest, P.J. 1989. Comunicación personal).

La aparente contradicción de obtener descensos en el pH ruminal no asociados con aumentos significativos en la concentración de los AGV puede ser explicada porque:

- la acidez del medio favorece la absorción de los AGV (Van Soest, 1982);
- es de esperar que el consumo de niveles crecientes de banano y la consecuente disminución del consumo de punta de caña (San Martín *et al.*, 1983b), promuevan aumentos progresivos en la tasa de flujo del líquido ruminal y por ello el escape creciente de los AGV hacia el tracto posterior;
- que el banano verde fresco se fermenta en el rumen de forma más regularizada que otras fuentes de almidón (Pérez *et al.*, 1990; Poncet, 1973) y
- Sutton y Morant, citados por Sutton (1979) indican que en raciones altas de carbohidratos rápidamente fermentables no se observa una estrecha relación entre la producción y concentración de los AGV en el rumen, lo cual sí ocurre en dietas basadas en forrajes.

Tal como se observa en el Cuadro 2 la proporción molar del ácido propiónico no varió al aumentar el consumo de banano verde, ocurriendo un aumento del butírico a expensas del acético. La poca variación detectada en la concentración del

ácido propiónico (34,6 $\pm$ 3,0) para una gama tan amplia de niveles de consumo de banano (de 0 a 73,5% de la MS total) parece explicarse por el hecho de que si bien niveles altos de almidón producen incrementos en la proporción molar del propiónico (Murphy *et al.*, 1982; Sutton, 1980), también provocarían incrementos en la tasa de flujo del líquido ruminal, lo que reduce la proporción molar del mismo ácido (Harrison *et al.*, 1975; Hodgson y Thomas, 1975). En consecuencia la resultante sería la anulación de un efecto con el otro. Además, debe destacarse que para todas las dietas las concentraciones relativas del propiónico fueron muy elevadas. Church (1975), en una revisión sobre el efecto de la dieta sobre las proporciones molares de los AGV en el rumen resume 69 observaciones para bovinos, de las cuales en 21 ocasiones se señalan proporciones molares de propiónico superiores al 30%, coincidiendo todas ellas con el consumo de niveles altos de almidón.

Una observación atípica es la alta proporción del ácido propiónico observada en el tratamiento en el que sólo se ofrecía punta de caña y el suplemento proteico; sin embargo cabe mencionar que la punta de caña contiene una proporción de carbohidratos no estructurales significativamente mayor que el promedio para pastos tropicales (25 y 7%, respectivamente) (Preston y Leng, 1980; Smith, 1973). Por ello, Preston y Leng (1980) aseveran que dietas basadas en caña de azúcar presentan por lo general proporciones altas (25 a 35%) de propionato.

La disminución de las proporciones molares de ácido acético ocurre cuando el consumo de fibra disminuye (Ørskov y McDonald, 1979), situación que se dio en el presente estudio debido a los consumos crecientes de banano asociados con menores consumos de punta de caña.

Se concluye que en dietas cuyo forraje base es punta de caña la concentración de los AGV en el rumen no es afectada por consumos crecientes de banano verde pero sí ocurre un aumento en la acidez del medio. Se produce además un patrón de fermentación típico de dietas altas en carbohidratos solubles, con 1/3 de los AGV totales como propiónico con reducciones en la proporción de acético a expensas del butírico al aumentarse el nivel de banano.

### RESUMEN

Se efectuaron mediciones de pH, concentración de ácidos grasos volátiles (AGV) y fracciones molares de los ácidos acético, propiónico y butírico en el líquido ruminal de novillos alimentados con niveles crecientes de banano verde. Los consumos de banano fueron 0; 0,4; 0,8; 1,2; 1,26 y 1,6 kg de materia seca de banano por cada 100 kg de peso vivo/día. Los animales consumieron además punta de caña de azúcar *ad libitum* y un suplemento proteico. El pH ruminal descendió linealmente al incrementarse el consumo de banano. Los AGV presentes en el líquido ruminal no se afectaron por efecto de la suplementación, pero la proporción de butírico se incrementó con una consecuente disminución del acético. El propiónico mantuvo niveles altos y constantes para todos los tratamientos.

### LITERATURA CITADA

- CHURCH, D.C. 1975. Digestive physiology and nutrition of ruminants; digestive physiology. 2 ed. Corvallis, Oregon, O & B. v.1, 350 p.
- GALYEAN, M.L.; WAGNER, D.G.; OWENS, F.N. 1979. Level of feed intake and site and extent of digestion of high concentrate diets by steers. *Journal of Animal Science* 49(1):199-203.
- HARRISON, D.G.; VEEVER, D.E.; THOMSON, D.J.; OSBOURN, D.F. 1975. Manipulation of rumen fermentation in sheep by increasing the rate of flow of water from the rumen. *Journal of Agricultural Science* 85(1):93-101.
- HODGSON, J.C.; THOMAS, P.C. 1975. A relationship between the molar proportion of propionic acid and the clearance rate of the liquid phase in the rumen of the sheep. *British Journal of Nutrition* 33(3):447-456.
- MACKIE, R.T. *et al.* 1978. Microbiological changes in the rumen during the stepwise adaptation of sheep to high concentrate diets. *Journal of Agricultural Science* 90(2):241-254.
- MEDINA, R. 1980. Tasas de digestión y digestibilidad potencial ruminal de materiales fibrosos en función de niveles de almidón suplementario. Tesis Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 69 p.
- MURPHY, M.R.; BALDWIN, R.L.; KOONG, L.J. 1982. Estimations of steichiometric parameters of rumen fermentation of roughage and concentrate diets. *Journal of Animal Science* 55(2):4411-4421.
- ØRSKOV, E.R.; McDONALD, I. 1979. Utilization of volatile fatty acids for maintenance and for energy retention. *In* Energy metabolism. Ed. by L.E. Mount. Butterworths, London. p. 147-150.
- PEREZ, E.; RUIZ, M.E.; PEZO, D. 1990. Suplementación de bovinos con banano verde. III. Efecto sobre la degradación ruminal del banano. *Agronomía Costarricense* 14(1):
- PONCET, C. 1973. Utilization digestive comparée de l'orge, de la banana verte et de la banana ensilée chez la chèvre. *Annales de Biologie Animale Biochimie et Biophysique* 13(4):699-796.
- PRESTON, T.R.; LENG, R.A. 1980. Utilization of tropical feeds by ruminants. *In* Digestive physiology and metabolism in ruminants. Ed. by Y. Ruckebush and P. Thivend. Westport, United States, AVI. p. 621-640.
- REID, R.L.; HOGAN, J.P.; BRIGGS, P.K. 1957. The effect of diet on individual volatile fatty acids in the rumen of sheep, with particular reference to the effect of low pH and adaptation on high starch diets. *Australian Journal of Agricultural Research* 8(6):691-710.
- SAN MARTIN, F.; PEZO, D.; RUIZ, M.E.; VOHNOUT, K.; LI PUN, H.H. 1983a. Supplementation of cattle with green banana. I. Effect on digestion parameters of the fibre in sugarcane tops. *Producción Animal Tropical (República Dominicana)* 8:215-222.
- SAN MARTIN, F.; PEZO, D.; RUIZ, M.E.; VOHNOUT, K.; LI PUN, H.H. 1983b. Supplementation of cattle with green banana. II. Effect on the intake of sugarcane tops. *Producción Animal Tropical (República Dominicana)* 8:223-229.
- SMITH, D. 1973. The non-structural carbohydrates. *In* Chemistry and biochemistry of herbage. Ed. by G.W. Butler and R.W. Bailey. London, Academic Press. p. 105-155.
- SUTTON, J.D. 1979. Carbohydrate fermentation in the rumen; variations on a theme. *Proceedings of the Nutrition Society* 38(3):275-281.
- SUTTON, J.D. 1980. Digestion and end-products formation in the rumen from production rations. *In* Digestive physiology and metabolism in ruminants. Ed. by Y

Ruckebush and P. Thivend. Westport, United States, AVI. p. 271-290.

VAN SOEST, P.J. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. Corvallis, Oregon, O & B. 374 p.

WHEELER, W.E.; NOLLER, C.H.; COPPOCK, C.E. 1975. Effect of forage to concentrate ratio in complete

feeds and feed intake on digestion of starch by dairy cows. *Journal of Dairy Science* 58(12):1902-1906.

WHEELER, W.E. 1980. Gastrointestinal tract pH environment and the influence of buffering materials on the performance of ruminants. *Journal of Animal Science* 51(1):224-235.