

SUPLEMENTACION DE BOVINOS CON BANANO VERDE. III. EFECTO SOBRE LA DEGRADACION RUMINAL DEL BANANO¹/*

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

ABSTRACT

Green bananas as a supplement for cattle. III. Effect on bananas' rumen degradation. 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 dry matter (DM) per 100 kg of bodyweight per day) on its own dry matter degradability. Bananas were used as an energy supplement to a basal diet composed by sugarcane tops offered *ad libitum* and a protein supplement. Dacron bags containing 4 to 5 g of green bananas (on a DM basis) were incubated in the rumen for 8 different periods (2, 4, 6, 8, 12, 19, 24 and 40 hours) as a means of measuring degradation rates. Supplementing green bananas at around 20% of the total DM intake promoted the fastest rumen degradation of the banana's dry matter.

INTRODUCCION

El banano verde de rechazo (*Musa acuminata* cv. *Cavendish*) es un material cuya disponibilidad para alimentación animal se estima en el 15-20% de la cosecha anual de los países productores (Ruiz, 1980). Su composición química lo clasifica como un suplemento energético alto en humedad y bajo en proteína y fibra (Le Dividich *et al.*, 1976). El almidón (70% de su materia seca) es uno de los carbohidratos con mayor contenido de energía (Morrison, 1979) y los bovinos pueden degradarlo por fermentación microbial en el retículo-rumen o en el intestino grueso, además de poseer mecanismos enzimáticos específicos para

su digestión (Waldo, 1973). Wheeler *et al.* (1975) y Wheeler (1980) afirman que la suplementación de bovinos con niveles elevados de almidón provoca una disminución en la digestión ruminal de materia seca debido a un incremento en la tasa de pasaje, a un ambiente retículo-ruminal desfavorable para la fermentación de almidones y fibra, o a una combinación de ambos. Entre los factores que afectan la degradación ruminal de almidón se mencionan la fuente (Waldo, 1973; Ørskov *et al.*, 1969) y el nivel de consumo (Galyean *et al.*, 1979; Russell *et al.*, 1981). El presente experimento se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de la suplementación con niveles crecientes de banano verde sobre la degradabilidad y tasa de degradación ruminal de la materia seca de banano.

1/ 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.

MATERIALES Y METODOS

Animales y su manejo

Se usaron 6 novillos con fístula ruminal permanente con pesos promedio de 325 kg y edades

entre 24 y 30 meses. Los animales se mantuvieron en corrales individuales techados de 32 m² cada uno; fueron desparasitados externa e internamente y adaptados a las dietas experimentales por 2 meses como paso previo a la fase de recolección de información.

Tratamientos

Los animales consumieron punta de caña (*Saccharum officinarum*) *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 PV/día. Los niveles de banano verde ofrecidos fueron 0, 0,4; 0,8; 1,2; 1,6 y 2 kg MS/100 kg PV/día, cuyos consumos representaron el 0, 19, 33, 46, 54 y 73% de la materia seca (MS) total consumida. En los 2 niveles de banano ofrecido más elevados (1,6 y 2 kg MS/100 kg PV/día) existió rechazo, siendo los consumos resultantes de 1,26 y 1,78 kg MS/100 kg PV/día.

Determinación de la degradación del banano

Para la medición de la degradación ruminal de la materia seca del banano (DMSB) se aplicó la técnica de digestión ruminal utilizando bolsas de dacrón, ampliamente descrita por Ørskov *et al.* (1980) y Mehrez y Ørskov (1977). Los tiempos de incubación utilizados fueron: 2, 4, 6, 8, 12, 19, 24 y 48 horas. El banano se cortó en trozos de 20 a 40 mm que luego se homogenizaron durante 30 seg en una licuadora doméstica a baja velocidad, de manera que no se formara un material de consistencia pastosa. La cantidad de banano fresco introducido a las bolsas se calculó de manera que suministrara de 4 a 5 g de MS. Se usaron duplicados para todos los tiempos de incubación. Los valores de DMSB fueron corregidos por ingreso y salida de partículas de las bolsas (Playne *et al.*, 1978).

Parámetros de digestión

La DMSB en función del tiempo de degradación a nivel ruminal fue descrita por la función

$$DMSB_i = 1/(A + B e^{-ct})$$

donde:

DMSB = degradabilidad acumulativa de la MS de banano, para cada nivel ofrecido, % ($i = 1, 2, \dots, 6$)
 1/A = degradabilidad potencial de la MS, %
 1/A+B = degradabilidad inicial de la MS, %
 c = tasa de aceleración de la degradación de la MS (cambios en la velocidad de degradación)
 t = tiempo de degradación, horas.

Se estimó además el tiempo de digestión media de la MS de banano, definido como tiempo al que se degrada el 50% de la MS potencialmente digerible.

Las variaciones en la degradabilidad acumulada de la MS, tasa de aceleración y tiempo medio de digestión de la MS en función de los niveles de banano consumidos, se analizaron mediante modelos de regresión.

RESULTADOS

La Figura 1 describe la degradabilidad acumulativa de la MS de banano para los diferentes niveles de consumo, en función del tiempo de fermentación. Se observa que la degradación a $t=0$, valor que corresponde a la fracción de MS soluble, varía de 3 a 6% con un valor medio de 4,6. Se muestra además que la suplementación con banano verde hasta el nivel de 18,9% de la MS consumida induce a una mayor degradación ruminal de sí misma que a niveles superiores.

La degradabilidad potencial mostró un valor de 91% (Cuadro 1) notándose muy poca variación debida al consumo de banano. En la Figura 1 se ilustra que, a excepción del nivel de banano de 73,5%, todas las curvas presentaron una asintotización evidente a las 48 horas o menos de permanencia del material en el rumen.

El tiempo de digestión media de la MS de banano ($t/2$), definido como el tiempo requerido para que se degrade el 50% de la MS potencialmente digerible, se observa en la Figura 2. El $t/2$ disminuyó conforme aumenta el consumo de banano hasta que constituyó el 23,5% del total de la MS consumida, situación en la que el tiempo de incubación fue de 14,6 h. A niveles superiores aumentó el tiempo necesario para alcanzar el $t/2$.

La Figura 3 ilustra que la tasa de aceleración de la degradación de la MS del banano aumenta conforme se incrementó su consumo hasta alcanzar su máximo cuando el banano constituye el 14% del total de la MS consumida.

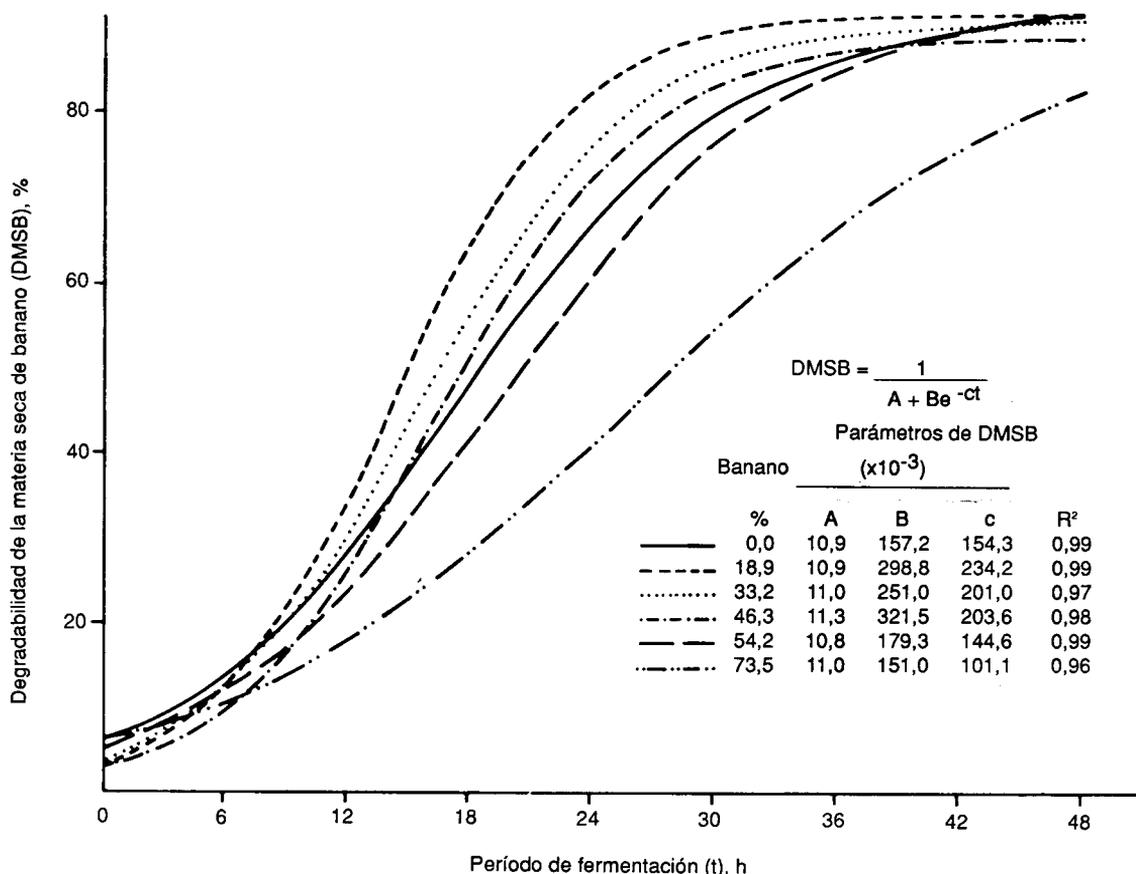


Fig.1. Degradabilidad acumulada de la materia seca de banano en función del período de fermentación ruminal según el nivel de banano suplementario.

Cuadro 1. Degradabilidad potencial ruminal de banano verde, en función del nivel de banano suplementario.

Consumo de banano verde		Degradabilidad potencial
% MS total	kg MS/100 kg PV	
0,0	0,00	91,5
18,9	0,40	91,5
33,2	0,80	90,8
46,3	1,20	88,7
54,2	1,26	92,8
73,5	1,78	90,9

DISCUSION

Los datos de degradabilidad acumulada de la MS del banano (Figura 1) muestran que la suplementación con niveles de banano superiores al 19% de la MS total consumida disminuye su

degradación ruminal. El valor mínimo de *t*/2 (Figura 2) logrado cuando el banano representa el 23,5% de la ración, y la tasa máxima de digestión de la MS del banano alcanzada cuando éste constituyó el 14% de la dieta (Figura 3), permiten definir un límite de consumo de banano en el que ocurre la más rápida degradación ruminal del banano. Precisamente dentro de estos límites San Martín *et al.* (1983) encontró que la suplementación con banano no causaba un efecto detrimental sobre la digestión de la punta de caña.

En el Cuadro 2 se resumen resultados de la degradación ruminal *in situ* de algunos suplementos energéticos ricos en almidón usados en el trópico. En ellos el *t*/2 se definió como el período al que se digería el 50% de la MS total y no el 50% de la MS potencialmente digerible (usado en este trabajo). Por ello, y para efectos comparativos, se

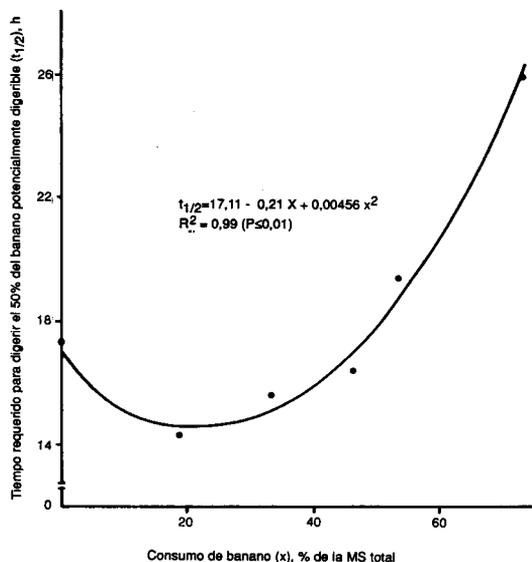


Fig. 2. Tiempo de digestión media de la materia seca de banano en función de la proporción de banano verde consumido.

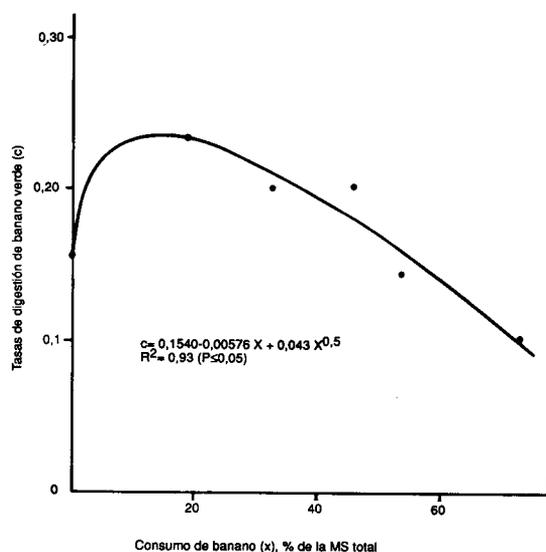


Fig. 3. Tasas de digestión de banano verde (MS) en función de la proporción de banano verde consumido.

muestran en el Cuadro 3 los $t/2$ observados en el presente experimento expresados de las dos formas antes descritas. Al comparar la información obtenida con la recopilación del Cuadro 2, se observa que la degradación ruminal de harinas de frutos de musáceas (plátano y banano) es más rápida que la observada en el material fresco (6,5 y 8,5 contra 19 h). Estas variaciones son, sin duda, debidas a un aumento en la superficie expuesta al ataque de la población microbiana en los materiales molidos, y a que el secado puede aumentar también su disponibilidad. Se observa así el alto grado de influencia que tiene el procesamiento sobre la digestión microbiana de una misma fuente de almidón (Hale, 1973). Los $t/2$ de otras fuentes de almidón (también como harinas) presentan valores similares a los encontrados en este trabajo con material fresco de banano.

A pesar de que el escape de banano de la fermentación ruminal no fue cuantificado, observaciones de la composición y consistencia de las heces de los novillos mostraron que consumos crecientes estuvieron asociados con una mayor excreción del material y una consistencia más líquida de la excreta. La presencia de banano en las heces necesariamente indicaría que parte del banano consumido escapó a la degradación microbiana y enzimática en el sistema digestivo de los novillos. Esta hipótesis se basa en hallazgos con otras fuentes de almidón que muestran que ocurre

una disminución de su degradación ruminal al incrementarse su consumo (Karr *et al.*, 1966; Russell *et al.*, 1981 y Waldo *et al.*, 1971) además de disminuirse su digestión enzimática en el intestino delgado (Galyean *et al.*, 1979; Tucker *et al.*, 1968). Debe recordarse que los rumiantes en general tienen una menor capacidad amilolítica que los no rumiantes, debido a procesos adaptativos congruentes con las características de sus raciones normales (Galyean *et al.*, 1979 y Tucker *et al.*, 1968). Las Figuras 2 y 3 muestran que niveles de banano superiores a alrededor de un 20% de la MS consumida tienen un efecto depresivo sobre la velocidad de digestión ruminal de banano y por ello, pueden haber contribuido a un escape creciente del material.

Se concluye que la suplementación de bovinos con niveles de banano verde de alrededor del 20% de la MS total consumida promueven una degradación ruminal más rápida de su materia seca. Es importante destacar que otro trabajo (San Martín *et al.*, 1983) indica que este nivel es el adecuado para obtener una buena digestión de forrajes.

RESUMEN

Se utilizaron 6 novillos fistulados al rumen con el objetivo de medir el efecto de la suplemen-

Cuadro 2. Tiempos de digestión media (degradación del 50% de la MS total) de varias fuentes de almidón de origen tropical.

Fuente	Tiempo de degradación media	Referencia
Harina de yuca ^a	17,1	Deville <i>et al.</i> ; 1980
Harina de plátano ^b	6,5	Santana y Hovell, 1979
Harina de yuca ^b	14,3	Santana y Hovell, 1979
Harina de maíz ^b	15,8	Santana y Hovell, 1979
Afrecho de trigo ^b	27,4	Santana y Hovell, 1979
Pulidura de arroz ^b	20,1	Santana y Hovell, 1979
Granos de arroz ^c	17,0	Rowe <i>et al.</i> , 1979
Harina de banano ^d	8,5	Perez <i>et al.</i> , 1990

^a dietas a base de bagazo de caña, melaza y urea

^b dietas a base de caña de azúcar, melaza-urea y afrecho de trigo

^c dietas a base de forraje de yuca, melaza-urea y granos de arroz

^d dietas de punta de caña, banano verde y urea-melaza.

Cuadro 3. Tiempo de digestión media de banano verde fresco, en función del nivel de banano suplementario.

Consumo de banano verde		Tiempo de digestión media	
% MS total	kg MS/100 kg PV	A	B
0,0	0,00	17,3	18,5
18,9	0,40	14,1	14,9
33,2	0,80	15,6	16,6
46,3	1,20	16,5	17,7
54,2	1,26	19,4	20,5
73,5	1,78	25,9	27,9

A=tiempo al que se degrada el 50% de la materia seca potencialmente digerible, h.

B=tiempo al que se degrada el 50% de la materia seca total, h.

tación con niveles crecientes de banano verde sobre la degradabilidad de su materia seca en el rumen. Los animales, con peso y edad promedio de 325 kg y 27 meses, se asignaron al azar a 6 tratamientos que consistían en ofrecer diferentes niveles de banano verde (0, 0,4; 0,8; 1,2; 1,6 y 2 kg de materia seca de banano por cada 100 kg de peso vivo/día) como suplemento de una dieta basal compuesta por punta de caña de azúcar *a d libitum* y un suplemento proteico. La técnica empleada para la determinación de la degradación ruminal del banano en cada nivel de suplementación fue la de la digestión en el rumen usando bolsas de dacrón. Las muestras de banano

fresco se incubaron durante 8 diferentes períodos (2, 4, 6, 8, 12, 19, 24 y 48 horas). Niveles de banano suplementario de alrededor del 20% de la materia seca total consumida promovieron la más rápida y eficiente degradación ruminal de su materia seca.

LITERATURA CITADA

- DEVILLE, J.; FIGON, C.; EMMANUEL, S. 1980. Comparación de la degradabilidad de algunos alimentos por medio de la técnica de la bolsa de fibra artificial. *Producción Animal Tropical* (República Dominicana) 5(1):54-57.
- 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.
- HALE, W.H. 1973. Influence of processing on the utilization of grains (starch) by ruminants. *Journal of Animal Science* 37(4):1075-1081.
- KARR, M.R.; LITTLE, C.O.; MITCHELL, G.E. 1966. Starch disappearance from different segments of the digestive tract of steers. *Journal of Animal Science* 25(3):652-654.
- LE DIVIDICH, J.; GEOFFROY, F.; CANOPE, I.; CHENOST, M. 1976. Using waste bananas as animal feed. *World Animal Review* 20:22-30.
- MEHREZ, A.Z.; ØRSKOV, E.R. 1977. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *Journal of Agricultural Science* 88(3):645-650.
- MORRISON, I.M. 1979. Carbohydrate chemistry and rumen digestion. *Proceedings of the Nutrition Society* 38(3):269-274.
- ØRSKOV, E.R.; FRASER, C.; KAY, R.N.B. 1969. Dietary factors influencing the digestion of starch in the rumen and small and large intestine of early weaned lambs. *British Journal of Nutrition* 23(2):217-226.
- ØRSKOV, E.R.; HOVELL, DeB.F.D.; MOULD, F. 1980. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. *Producción Animal Tropical* (República Dominicana) 5(2):195-213.
- PLAYNE, M.J.; KHUMNUALTHONG, W.; ECHEVARRIA, M.J. 1978. Factors affecting the digestion of oesophageal fistula samples and hay samples in nylon bags in the rumen of cattle. *Journal of Agricultural Science* 90(1):193-204.
- ROWE, J.B.; RAVELO, G.; BORDAS, F.; PRESTON, T.R. 1979. La digestión del arroz proporcionado como

- suplemento en una dieta basada en melaza. *Producción Animal Tropical (República Dominicana)* 4(3):250-255.
- RUIZ, M.E. 1980. Uso de subproductos en la alimentación animal. *In Técnicas modernas de la producción animal en el trópico*. Ed. por H. Muñoz y C. León-Velarde. Simposio EXPICA 80. Tegucigalpa, Honduras. p. 150-169.
- RUSSELL, J.R.; YOUNG, A.W.; JORGENSEN, N.A. 1981. Effect of dietary corn starch intake on ruminal, small intestinal and large intestinal starch digestion in cattle. *Journal of Animal Science* 52(5):1177-1182.
- SAN MARTIN, F.; PEZO, D.; RUIZ, M.E.; VOHNOUT, K.; LI PUN, H.H. 1983. 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.
- SANTANA, A.; HOVELL, DeB.F.D. 1979. Estudio sobre la digestión de diversas fuentes de almidón utilizando la técnica de bolsas en vivo. *Producción Animal Tropical (República Dominicana)* 4(1):106-107.
- TUCKER, R.E.; MITCHELL, G.E.; LITTLE, C.O. 1968. Ruminal and post-ruminal starch digestion in sheep. *Journal of Animal Science* 27(3):824-826.
- VAN SOEST, P.J. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. Corvallis, Oregon, O & B. 374 p.
- WALDO, D.R.; KEYS, J.E.; GORDON, C.H. 1971. Corn starch digestion in the bovine. *Journal of Animal Science* 33(2):305.
- WALDO, D.R. 1973. Extent and partition of cereal grain starch digestion in ruminants. *Journal of Animal Science* 37(4):1062-1074.
- 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.