

Utilización de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la ceba bovina. Gravedad específica *in situ* y reducción del tamaño de partículas ruminales

R. González y D. Rodríguez

Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, La Habana
Correo electrónico: rgonzalez@ica.co.cu

En un diseño cuadrado latino replicado (3 x 3), se utilizaron tres toros mestizos Holstein x Cebú, con peso vivo promedio de 480 kg, canulados en rumen, para estudiar el efecto de las raciones integrales y semiintegrales, basadas en forraje de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), en la gravedad específica funcional *in situ* (GEF) y la reducción del tamaño de partículas ruminales de raciones integrales y semiintegrales. Los tratamientos fueron: A) forraje de caña de azúcar mezclado con melaza urea (2 %) y concentrado en forma de dieta integral, B) forraje de caña de azúcar mezclado con melaza urea (2 %), oferta de concentrado en comedero dos veces al día y (C) similar a B, pero con oferta de concentrado una vez al día. Ambos tratamientos se ofrecieron como dieta semiintegral. A las 8 h de incubación, el tratamiento que consumió todos los alimentos mezclados (dieta integral) tuvo incremento ($P < 0.05$) en ganancia de GEF, con respecto a las dietas donde se ofertó el concentrado separado del forraje (semiintegrales), con valores de 1.26, 1.16 y 1.12, respectivamente, para los tratamientos descritos. Los indicadores de la reducción del tamaño de las partículas mostraron menor tiempo ($P < 0.05$) para la dieta integral con respecto a la dieta semiintegral, donde se suministra el concentrado dos veces al día. Los resultados de este trabajo demuestran que, aún con el empleo de raciones integrales y semiintegrales, no se logran respuestas importantes en la ganancia de gravedad específica funcional y la reducción del tamaño de las partículas ruminales. Se sugiere continuar investigaciones al respecto.

Palabras clave: frecuencia de suplementación, rumen, dietas integrales y semiintegrales

La utilización de raciones integrales y semiintegrales es una práctica de manejo, que entre sus principales ventajas posibilita el comportamiento productivo eficiente de los animales (Fundora *et al.* 2007 y Rodríguez *et al.* 2009). Sin embargo, estos sistemas de alimentación no han logrado incrementar los consumos de caña de azúcar.

González (1995) y González y Rodríguez (2007) informaron que los bajos consumos de forraje de caña de azúcar que realizan los bovinos se relacionan con factores asociados al rumen de índole nutricional, y de la fisiología digestiva que determinan un límite en el consumo. Los autores citados hacen referencia, específicamente, a la velocidad de recambio de la fase sólida del órgano, y concluyeron que para lograr incrementos en el consumo total de alimentos en este tipo de raciones se requiere combinar el forraje de esta gramínea con otros alimentos.

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de las raciones integrales y semiintegrales, basadas en forraje de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), en la gravedad específica funcional y en la reducción del tamaño de partículas ruminales en toros mestizos Holstein x Cebú canulados en rumen.

Materiales y Métodos

Para estudiar la gravedad específica funcional *in situ* y la reducción del tamaño de las partículas, se utilizaron tres toros mestizos Holstein x Cebú, con peso vivo promedio de 480 kg, canulados en rumen, en un diseño cuadrado latino replicado (3 x 3). Para el análisis de la gravedad específica funcional (GEF), se realizó análisis de varianza multivariado, para probar la interacción tratamiento x horario de muestreo, que fue significativa.

Posteriormente, se aplicó un diseño de parcelas divididas, donde los tratamientos correspondieron a la parcela principal, y los horarios de muestreo a las subparcelas.

Los tratamientos consistieron en: A) Forraje de caña de azúcar mezclado con melaza urea (2 %) y concentrado en forma de dieta integral, B) Forraje de caña de azúcar mezclado con melaza urea (2 %) + concentrado en comedero aparte, con oferta dos veces al día y C) similar a B, con oferta de concentrado una vez al día. En todos los tratamientos la ración estuvo constituida por una relación 73:17:10 de forraje de caña de azúcar (FCA), concentrado (CC) y melaza urea 2 % (MU), respectivamente. Cada periodo experimental tuvo una duración de 21 d, 14 d de adaptación a las raciones y 7 para toma de muestras.

Los animales se mantuvieron confinados en cubículos individuales, con comederos para los alimentos sólidos y libre acceso al agua. Los alimentos se ofertaron en cantidades por encima de 10 % del consumo, en dos frecuencias diarias, a las 8:00 am y las 4:00 pm. Los consumos de materia seca total y de FCA fueron de 9.32, 9.84 y 9.80 y de 3.72, 4.26 y 4.2, para los tratamientos donde se ofreció la dieta completa y semicompleta, con dos y una oferta al día, respectivamente.

Para la determinación de la GEF *in situ*, se incubaron en el rumen bolsas de nailon que contenían 5 g de FCA seco, con tamaño de partículas entre 2 y 2.5 mm (González y Enríquez 1997). Se emplearon tres bolsas por animal en cada horario. Los tiempos de incubación de las bolsas en el rumen fueron de 2, 4, 6 y 8 h. Una vez extraídas las bolsas del rumen, se lavaron con agua corriente y destilada para eliminar los microorganismos ruminales adheridos a las partículas.

La GEF *in situ* de las partículas incubadas y el material original se determinó según la técnica de flotación en soluciones patrón de gravedad específica, descrita por González (1995).

Para determinar el tamaño de las partículas ruminales, en cada uno de los horarios de muestreo (0, 2, 4, 6 y 8 h post oferta de los alimentos) se tomaron del rumen cinco muestras aleatorias sólidas.

Las muestras (200 g) se tamizaron húmedas, según el procedimiento descrito por Poppi *et al.* (1980). Para ello se utilizó un juego de tamices de diámetro de 4.0, 2.5, 1.25, 0.63, 0.315 y 0.16 mm, ordenados de mayor a menor. Para las muestras de heces, se prescindió del tamiz de mayor diámetro (4.0 mm).

El módulo de fineza (tamaño medio de las partículas) de las partículas ruminales se calculó por el método de la AAIA (1987). La velocidad de reducción del tamaño se determinó mediante la regresión de este contra los tiempos de muestreo y, a partir de esta se estimó el tiempo crítico para que las partículas alcanzaran tamaño de 1.3 mm.

Para el análisis estadístico de los datos, se utilizó la dócima de Duncan (1955) para determinar diferencias entre las medias.

Resultados y Discusión

Hubo interacción entre los tratamientos y los horarios de muestreo, para los valores de GEF *in situ*, alcanzados por las partículas en los diferentes tiempos de incubación (tabla 1). A las 2 y 4 h, todos los tratamientos incrementaron ($P < 0.05$) la GEF *in situ*, respecto al material no incubado (hora 0), sin diferencias entre ellos.

A las 8 h de incubación, el tratamiento con dieta integral incrementó ($P < 0.05$) su GEF con respecto a las dietas semiintegrales.

El valor óptimo de GEF, actualmente aceptado para que las partículas abandonen el rumen, está en el rango de 1.2 a 1.4 g mL⁻¹ (Delgado 1995). Aún cuando las

ganancias en GEF encontradas en nuestro trabajo son mayores que las informadas por González (1995) en raciones basadas en caña de azúcar y suplementos activadores del rumen, solo en el tratamiento en el que se ofertó la ración integral se logró alcanzar los valores referidos como óptimos.

La oferta del concentrado aparte en los otros dos tratamientos pudo provocar picos de fermentación, con mayores desprendimientos de gases que atraparon las partículas e incidieron en una lenta ganancia de GEF. De acuerdo con Hristov *et al.* (2003), esto pudiera explicar 59 % de las variaciones en la retención de las partículas sólidas en el rumen.

El tiempo crítico para las partículas ruminales fue menor ($P < 0.05$) en el tratamiento con dieta integral con respecto a la semiintegral, donde se ofertó dos veces al día el concentrado separado del alimento voluminoso. Resulto igual al tratamiento que utilizó la dieta semiintegral, donde se ofertó el concentrado una vez al día. No existieron diferencias en el tiempo crítico para los tratamientos donde se utilizó la dieta semiintegral. Tampoco las hubo entre tratamientos para el tamaño medio inicial de las partículas y la velocidad de degradación (tabla 2).

Poppi *et al.* (1980) informaron la existencia de un tamaño crítico de 1.18 mm para que las partículas abandonen el retículo rumen a través del orificio retículo omasal. En bovinos adultos este valor se estimó entre 1.3 y 1.6 mm, de acuerdo con el desarrollo del tracto digestivo de los animales y su peso vivo (César de Quiroz *et al.* 1996).

En raciones basadas en caña de azúcar, González y Enríquez (1997) informaron valores similares a los obtenidos en este estudio para el tamaño de partícula, velocidad de degradación y tiempo crítico. Esto indica que, en este tipo de ración, la forma y frecuencia de suministro tienen poco efecto y explican los consumos relativamente bajos que hacen los animales (Martín 2005). Aún con las diferencias a favor de la ración integral,

Tabla 1. Gravedad específica funcional *in situ* en toros mestizos Holstein x Cebú, alimentados con raciones basadas en caña de azúcar.

Tratamientos	Horas de incubación				EE ±
	0	2	4	8	
Forraje de caña 73 % + melaza urea 2 % (10 %) + concentrado 17 % (dieta integral)	1.0400 ^a	1.1200 ^b	1.1301 ^{bc}	1.2602 ^d	
Forraje de caña 73 % + melaza urea 2 % (10 %) (mezclado) + concentrado 17 % dos veces al día	1.0400 ^a	1.1204 ^b	1.1300 ^c	1.1600 ^c	0.0011 ^{**1} 0.0045 ^{**2}
Forraje de caña 73 % + melaza urea 2 % (10 %) (mezclado) + concentrado 17 % una vez al día	1.0400 ^a	1.1100 ^b	1.100 ^b	1.1203 ^b	

^{abc} Superíndices diferentes en la misma fila, difieren a $P < 0.05$ (Duncan 1955).

** $P < 0.001$

¹ EE de la diferencia de las horas al mismo nivel de los tratamientos.

² EE de la diferencia de las horas al mismo nivel de las horas.

Tabla 2. Cinética de la degradación de las partículas ruminales en toros mestizos Holstein x Cebú, alimentados con dietas basadas en forraje de caña de azúcar.

Tratamientos	Tamaño medio inicial de partículas, mm	Velocidad de degradación, mm.h ⁻¹	Tiempo crítico, horas
Forraje de caña 73 % + melaza urea 2 % (10 %) + concentrado 17 % (dieta integral)	3.28	0.0390	49.95 ^a
Forraje de caña 73 % + melaza urea 2 % (10 %) (mezclado) + concentrado 17 % dos veces al día	3.27	0.0375	53.02 ^b
Forraje de caña (73 %) + melaza urea 2 % (10 %) (mezclado) + concentrado 17 % una vez al día	3.31	0.0380	52.02 ^{ab}
EE ±	0.16	0.0007	0.72*

^{ab} Letras diferentes en la misma columna difieren a P < 0.05 (Duncan 1955)

* P < 0.05

basadas en la teoría del tamaño crítico, los altos valores de tiempo crítico que se observaron podrían explicar los altos tiempos de retención ruminal y los bajos consumos relativos, informados por González (1995).

Lo antes planteado podría explicar los resultados de Benvenuti *et al.* (2006), quienes encontraron que la oferta de forraje de caña de azúcar troceado a diferentes tamaños de partículas, no tuvo efecto en el consumo de los animales. Estos autores sugieren la tesis de que la GEF es el indicador más importante que se debe tener en cuenta en raciones basadas en caña de azúcar.

Los resultados de este trabajo demuestran que, aún con el empleo de raciones integrales y de diferente frecuencia de oferta del concentrado en raciones semiintegrales, no se logran respuestas importantes en la dinámica ruminal de la gravedad específica funcional y la reducción del tamaño de las partículas. Se sugiere realizar otros estudios al respecto.

Referencias

AAIA. 1987. Methods of determining of uniformly and finesees of ground feded. American Society of Agricultural Engineers. Agricultural Engineers Year Book. p. 301

Benvenuti, M.A, Pavetti, D.R, & Moreno, F.C. 2006. Efecto del tamaño de partícula de caña de azúcar y nivel de suplementación sobre el consumo y ganancia de peso de novillos en confinamiento invernal. Rev. Argentina de Producción Animal. 26:63

César de Quiroz, A., Reyes, N., Dutra de Resende, F. & Pereira, C. 1996. Tamanho medio de partícula, modulo de finaza e de uniformidad da digesta ao longo do trato gatrointestinal de rumiantes. R. Soc. Bras. Zootec. 25:125

Delgado, D.C. 1995. Comportamiento alimentario, cinetica ruminal y pasaje de nutrientes en rumiantes que consumen Saccharina. Tesis Dr. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba

Duncan, D.B.1955. Multiple range and multiple F tests. Biometrics 11:1

Fundora, O., Martín, P.C., Vera, A.M. & Hernández, J.L. 2007. Comportamiento productivo, conducta alimentaria y composición química de las canales de machos Cebú en la etapa de ceba, alimentados con caña de azúcar y

concentrados mezclados o no. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 41:31

González, R.F. 1995. Contribución al estudio de los factores que limitan el consumo de forraje de caña de azúcar integral por los bovinos. Tesis Dr. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba

González, R. & Enríquez, A.V. 1997. Nota acerca de la gravedad específica del forraje de caña de azúcar. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 31:275

González, R. & Rodríguez, D. 2007. Consumo y digestibilidad *in situ* en toros mestizos (HxC) alimentados con raciones basadas en caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). I Simposio Internacional de Producción de Rumiantes. II Congreso de Producción Animal Tropical. La Habana, Cuba. CD-ROM

Hristov, A.N., Abvenjarvi, S., McAllister, T.A. & Huhtanen, P. 2003. Composition and digestive tract retention time of ruminal particles with functional specific gravity greater or less than. J. Anim. Sci. 81:2639

Martín, P.C. 2005. El uso de la caña de azúcar para la producción de carne y leche. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 39:427

Poppi, D.P., Norton, B.W., Minson, D.J. & Hendricksen, B.C. 1980. The validity of critical size theory for particle leaving the rumen. J. Agric Sci Camb. 94:275

Rodríguez, D., Martín, P.C., Alfonso, F., Enríquez, A.V. & Sarduy, L. 2009. Efecto de la inclusión de *Pennisetum purpureum* Cuba CT-115 en el comportamiento productivo de toros mestizos Holstein alimentados con forraje de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* sp.) Rev. Cubana Cien. Agríc. 43:1

Recibido: 10 de abril de 2009



La Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA) y el Instituto de Ciencia Animal de la República de Cuba (ICA) tienen el honor de invitarlo al III Congreso Internacional de Producción Animal Tropical 2010, que se celebrará en el Palacio de las Convenciones, La Habana, Cuba del 15 al 19 noviembre de 2010 y comprende las temáticas:

Cooperativismo y desarrollo rural; Sistemas de producción animal. Indicadores de sostenibilidad y su impacto social; Biodiversidad. Relación suelo-planta–animal; Medio ambiente y tecnologías limpias; Desertificación y sequía; Economía agropecuaria; Manejo y alimentación de animales rumiantes y monogástricos de interés económico; Productividad del vacuno para producir carne; Utilización de subproductos locales y alimentación alternativa en animales rumiantes y monogástricos; Cunicultura y Cuycultura tropical en condiciones sustentables; Acuicultura sustentable y su integración a los sistemas de producción animal; Caña de azúcar y subproductos en la alimentación animal; Extensión, transferencia y adopción de tecnologías; Diagnóstico, control y medición de impacto. Estudios de casos; Reproducción y mejoramiento genético de animales rumiantes y monogástricos; Uso de pastos y forrajes de gramíneas y leguminosas. Producción de biomasa y semillas; Persistencia, estabilidad y rehabilitación de pastizales; Agroecología y sistemas ganaderos; Procesos biotecnológicos para la producción y mejoramiento del valor nutritivo de los alimentos; Manipulación de la fermentación microbiana ruminal y empleo de herramientas moleculares para el control de procesos.- Utilización digestiva de los alimentos, factores antinutricionales y su efecto en el metabolismo animal; Etnoveterinaria; Fertilidad del suelo, fertilización estratégica y reciclaje de nutrientes; Mejora varietal y evaluación de especies; Manejo integrado de plagas; Composición y calidad de la leche y la carne de animales rumiantes; Bioinformática. Informática educativa, redes, sistemas automatizados, de expertos e inteligencia artificial en el sector agropecuario; Bioestadística aplicada a la producción agropecuaria; Gestión del conocimiento y técnicas participativas en la facilitación y dirección de procesos en el sector agropecuario; Trabajo con perspectivas de género en el sector agropecuario; Sistemas de gestión de la calidad en las Ciencias Agropecuarias.

Información:

<http://www.ica.inf.cu/eventos/produccion-animal/main.asp>

email: pat2010@ica.co.cu

pat2010@acpa.co.cu