

Uso de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la ceba bovina. Consumo y recambio líquido y sólido en toros mestizos

R. González y D. Rodríguez

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

Se utilizaron tres toros mestizos Holstein x Cebú, con peso vivo promedio de 480 kg, canulados en rumen, en un diseño cuadrado latino balanceado (3 x 3), para estudiar el efecto de la frecuencia y oferta de dietas integrales y semiintegrales, basadas en forraje de caña de azúcar (FCA), en el consumo de alimento y las velocidades de recambio de la fase líquida y sólida del rumen. 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 % + el concentrado en comedero aparte, ofertado dos veces al día y C) similar a B, pero el concentrado se ofertó una vez al día. Todas las raciones estuvieron constituidas por una relación en base húmeda 73:17:10 de forraje de caña de azúcar (FCA), concentrado comercial y melaza urea 2 %, respectivamente. No se encontraron diferencias en el consumo de MS total ni FCA, con valores de 9.32, 9.86 y 9.80 kg de MS total y de 3.72, 4.26 y 4.2 kg de MS de FCA para los tratamientos A, B y C, respectivamente. La dieta integral difirió ($P < 0.05$) en el volumen, recambio y flujo líquido respecto a los otros dos tratamientos. En los indicadores de recambio de la fase sólida, solo hubo diferencias ($P < 0.05$) en el recambio, a favor de la dieta integral con respecto a las dietas semiintegrales, sin diferencias entre estas últimas. La tasa de pasaje sólida fue de 0.02 h⁻¹ para todos los tratamientos. Los resultados de este trabajo indicaron que en raciones basadas en forraje de caña de azúcar, los consumos de MS y la velocidad de recambio de las fases líquida y sólida del contenido ruminal son bajas, aun cuando se empleen raciones integrales y semiintegrales.

Palabras clave: *dietas integrales y semiintegrales, forraje de caña, recambio ruminal, consumo.*

Se acepta que el forraje de caña de azúcar, a pesar de presentar alta degradación ruminal de materia seca, tiene como limitación principal el bajo consumo que realizan los animales en las raciones donde su nivel de inclusión es alto (Fundora *et al.* 2007). Esto repercute en una baja producción de leche y carne.

González (1995) informó que los bajos consumos que realizan los bovinos de raciones basadas en forraje de caña de azúcar se relacionan con factores ruminales, de índole nutricional y con la fisiología digestiva, lo que determina un límite en su consumo. Entre estos últimos factores, este autor mencionó la velocidad de recambio de la fase sólida del órgano y concluyó que para lograr incremento en el consumo total de alimento, en este tipo de raciones, se requiere de la combinación del forraje de esta gramínea con otros alimentos.

El uso de alimentos concentrados, separado del alimento voluminoso, puede generar trastornos metabólicos (Calsamiglia *et al.* 2008), por lo que la utilización de la dieta integral permite vencer los problemas asociados al consumo de alimentos concentrados y forrajeros que se ofrecen por separado en raciones basadas en forraje de caña de azúcar, melaza urea y concentrado en forma de dietas integrales o semiintegrales (Dupchak 2004). En este sentido, Rodríguez (2004) obtuvo buenas ganancias de peso. Sin embargo, se conoce poco acerca del recambio líquido y sólido del contenido ruminal y el consumo de alimento con estas formas de manejar la alimentación.

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto del suministro de dietas integrales y semiintegrales, ofertadas una o dos veces al día, en el consumo y el recambio líquido y sólido del contenido ruminal en toros mestizos (Holstein x Cebú).

Materiales y Métodos

Se utilizaron tres toros mestizos Holstein x Cebú, con peso vivo promedio de 480 kg, canulados en rumen, en un diseño cuadrado latino replicado (3x3), para estudiar el consumo de alimento y el recambio de la fase líquida y de las partículas sólidas del rumen. Los tratamientos fueron: A) forraje de caña de azúcar (FCA) mezclado con melaza urea 2 % (MU) y concentrado (CC) en forma de dieta integral, ofertada dos veces al día B) forraje de caña de azúcar mezclado con melaza urea 2 % + el concentrado en comedero aparte ofertado dos veces al día y C) similar a B, pero el concentrado se ofertó una vez al día. En todos los tratamientos, la ración estuvo constituida por una relación 73:17:10 de FCA, CC y MU, respectivamente.

Cada período experimental tuvo una duración de 21 d, 14 de adaptación a las raciones y 7 de toma de muestras. Durante cinco días consecutivos, en cada período de recolección, se pesó la oferta y rechazo de alimentos. Diariamente se tomaron muestras de oferta y rechazo para determinar el contenido de MS según AOAC (1995). El consumo de materia seca (CMS) se estimó a partir de estos datos para las raciones y el forraje de caña de azúcar.

Para estimar los indicadores del recambio de la fase líquida ruminal se utilizó el Co-EDTA como marcador (Uden *et al.* 1980). Se suministro, por la cánula ruminal de cada animal una dosis única que contenía 25g del marcador disuelto en 250mL de agua destilada. Los muestreos del líquido ruminal se realizaron durante dos días consecutivos a las 0, 2, 4, 6, 8, 12, 16 y 24 horas pos dosificación.

La concentración de Co en las muestras de líquido ruminal se determinó por espectrofotometría de absorción

atómica (Willians *et al.* 1962). El volumen, flujo y constante de la velocidad de recambio líquido ruminal, se estimaron según la metodología propuesta por Hyden (1961).

Para la estimación de la constante de recambio de las partículas sólidas del rumen se empleó la fibra marcada con Cr (cromonor), según el procedimiento descrito por Uden *et al.* (1980), modificado por González (1995).

En una dosis única se introdujo vía cánula ruminal una cantidad de cromonor, equivalente a 5 g de cromo. Se muestrearon las heces fecales tomadas directamente del recto cada 4 h, desde las 0 hasta 60 h, y cada 8 h, a partir de las 60 hasta las 144 h desde la dosificación del marcador.

La concentración de cromo en las heces secas y se determinó por espectrofotometría de absorción atómica, según el método propuesto por Williams *et al.* (1962).

La pendiente del logaritmo de la concentración del marcador después que se alcanzó el pico de concentración, se asumió como la constante de la velocidad de recambio de las partículas sólidas ruminales (Ndoluvu y Buchanan-Smith 1985).

El análisis estadístico de los datos se realizó con el paquete estadístico Infostat 2001. En los casos necesarios, se utilizó la dócima de Duncan (1955) para determinar diferencias entre medias.

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 del 10 % del consumo, predeterminado en una prueba de observación a las 8:00 y las 16:00 h, según tratamiento.

Resultados y Discusión

No se encontraron diferencias en el CMS entre tratamientos para las raciones ni el forraje de caña de azúcar (tabla 1). Los CMS de las raciones fueron de 9.31, 9.86 y 9.8 kg para los tratamientos A, B y C, respectivamente; mientras que los forrajes de caña de azúcar representaron el 77.29, 76.78 y 76.90 del consumo total de materia seca.

Los valores encontrados para el CMS total y el forraje de caña de azúcar se encuentran en los rangos

informados por otros autores para raciones basadas en esta gramínea (González 1995, Martín 2004, Rodríguez 2004 y González y Rodríguez 2007). Un aspecto importante en estos resultados es que el empleo de raciones semiintegrales e integrales no logró incremento en el consumo de MS.

Las raciones de este tipo posibilitan un balance predeterminado en el consumo de nutrientes, debido a la mayor frecuencia de estos y a la menor posibilidad de selección del animal. Esto beneficia a la actividad microbiana y al hospedero (Palma y Rodríguez 2001 y Rodríguez 2004), y como consecuencia se esperan mayores consumos. Por otra parte, se acepta que una mayor frecuencia en el fraccionamiento del concentrado estimula a los animales a realizar mayor consumo de alimento.

Los resultados de este estudio corroboran los de numerosos trabajos realizados con esta gramínea en el área tropical, donde se obtuvieron, relativamente, bajos consumos (González 1995 y Fundora *et al.* 2007). Además, apoyan la hipótesis de la existencia de un tope fisiológico para este importante indicador del comportamiento animal, independientemente de la forma y frecuencia de alimentación.

Los buenos resultados de ganancia de peso, obtenidos cuando se suplementó con pulidura de arroz (Ferreira *et al.* 1989) y suplementos proteicos energéticos (Rodríguez 2004), sugieren que para lograr adecuados resultados productivos en raciones basadas en caña de azúcar es necesario incluir en la ración fuentes de nutrientes sobrepasantes a la degradación ruminal.

Los resultados de los indicadores relacionados con el recambio líquido ruminal se muestran en la tabla 2. Los valores del volumen total, expresados como porcentaje del peso PV, y el flujo líquido fueron mayores ($P < 0.05$) en el tratamiento donde la dieta integral se ofertó dos veces al día, y los restantes no difieren entre sí. La velocidad de recambio fue diferente ($P < 0.05$) entre tratamientos. El mayor valor le correspondió al tratamiento que recibió la ración integral, seguido de la ración semiintegral con dos ofertas al día, y por último, el menor correspondió a la ración semiintegral, en la que el concentrado se ofertó una vez al día.

Tabla 1. Consumo de materia seca total y de forraje de caña de azúcar en toros mestizos, alimentados con raciones integrales y semiintegrales

Consumo de alimento	Tratamientos			EE ±
	Forraje de caña 73 % + melaza urea 2 % (10 %) + concentrado 17 % (dieta integral)	Forraje de caña 73 % + melaza urea 2 % (10 %) (mezclado) + Concentrado 17 % dos veces al día	Forraje de caña 73 % + melaza urea 2 % (10 %) (mezclado) + concentrado 17 % una vez al día	
CMS total, kg	9.32	9.86	9.80	1.86
CMS kg/100 kg de PV ⁻¹	1.97	2.07	2.05	0.08
CMS caña, kg	3.72	4.26	4.2	1.10
CMS caña kg/ 100 kg de PV ⁻¹	0.77	0.88	0.88	0.04

Tabla 2. Indicadores del recambio líquido ruminal en toros mestizos (Holstein x Cebú), alimentados con raciones de caña de azúcar

Indicador	Tratamientos			EE ±
	Forraje de caña 73 % + melaza urea 2 % (10 %) + concentrado 17 % (dieta integral)	Forraje de caña 73 % + melaza urea 2 % (10 %) (mezclado) + Concentrado 17 % dos veces al día	Forraje de caña 73 % + melaza urea 2 % (10 %) (mezclado) + concentrado 17 % una vez al día	
Volumen, L	51.26 ^b	49.76 ^a	49.15 ^a	0.22***
Volumen, % de PV	11.39 ^b	11.05 ^a	11.02 ^a	0.05***
Velocidad de recambio, % h ⁻¹	12.41 ^c	11.30 ^b	10.90 ^a	0.09***
Flujo, L/día	112.36 ^b	105.68 ^a	108.28 ^a	1.16***

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

*** P < 0.001

Los volúmenes recambios y flujos líquidos encontrados en este trabajo, expresados en porcentaje, son similares a los informados por González (1995) para raciones en las que el forraje de caña de azúcar representó más de 80 % del consumo de materia seca y para otras gramíneas tropicales, con alto tenor de paredes celulares (Coto *et al.* 1980). Al respecto, se conoce que las mayores tasas de recambio y flujo líquido ocurren en raciones ricas en fibra (Hansson 2004, Rotger *et al.* 2006 y Suárez 2007), como sucedió en este estudio.

De acuerdo con López *et al.* (2003), las raciones de este tipo provocan mayor tiempo de rumia y, por ende, mayor flujo salivar, lo que determina volúmenes y flujos líquidos más altos que en las que los niveles de fibra son menores.

Llama la atención las diferencias entre tratamientos en el recambio y el flujo líquido, aun cuando los consumos fueron similares. Al respecto, la única explicación posible, a partir de los datos obtenidos en este experimento, es que la oferta de la ración integral dos veces al día, provocará mayor consumo de agua que en otros tratamientos. Lamentablemente, este indicador no se midió, por lo que es necesario que se tenga en cuenta en trabajos futuros.

No hubo diferencias entre tratamientos para la tasa de recambio ruminal, ni para el tiempo en el que se alcanzó la mayor concentración del marcador Cr en las heces. Sin embargo, el tiempo de retención ruminal de la fase

solida fue menor (P < 0.05) en el tratamiento donde se ofertó la dieta integral, con respecto a aquellas en las que los animales consumieron la dieta semiintegral, independientemente de la frecuencia de oferta de esta (tabla 3).

Se acepta que el recambio de las partículas sólidas del rumen es un indicador de gran importancia para esclarecer el comportamiento productivo de los animales, e incluso, establecer mejores estrategias de alimentación, especialmente en raciones basadas en alimentos que presentan, como la caña de azúcar, problemas de índole fisiológicos en el tracto digestivo.

Las bajas tasas de recambio sólido ruminal observadas en este trabajo están estrechamente relacionadas con los altos tiempos de retención de la digesta ruminal en las raciones estudiadas. Estos resultados coinciden con lo informado por González (1995). La NRC (1989) considera un valor de 0.044 h⁻¹ como promedio, para raciones basadas en forrajes tropicales de calidad regular. Estos resultados corroboran las sugerencias de que, en el caso de esta gramínea, a pesar de su alta degradabilidad de la MS, los consumos animales que se alcanzan son bajos, provocados por la baja tasa de recambio ruminal.

Los menores tiempos de retención ruminal, cuando la ración integral se ofertó dos veces al día, sugieren la posibilidad de mejorar este indicador si se aumenta la frecuencia diaria de suministro o si se incluyera, en sustitución, alguna cantidad de forrajes de mayor calidad

Tabla 3. Tasa de pasaje y tiempo de retención ruminal de partículas sólidas en toros mestizos Holstein x Cebú, alimentados con caña de azúcar

Indicadores	Tratamientos			EE ±
	Forraje de caña 73 % + melaza urea 2 % (10 %) + concentrado 17 % (dieta integral)	Forraje de caña 73 % + melaza urea 2 % (10 %) (mezclado) + Concentrado 17 % dos veces al día	Forraje de caña 73 % + melaza urea 2 % (10 %) (mezclado) + concentrado 17 % una vez al día	
Tasa de recambio, h ⁻¹	0.02	0.02	0.02	0.06
Tiempo de retención, horas	82.0 ^a	84.0 ^b	85.0 ^b	0.51*
Pico concentración, Cr horas	53.0	54.0	54.0	0.59

^{a,b} Letras diferentes en la misma fila difieren a P < 0.05 (Duncan 1955).

* P < 0.05

(González 1995). Aún así, debe señalarse que los mismos fueron altos, lo que explica los bajos consumos alcanzados. Estos aspectos deberán corroborarse en trabajos futuros en los que se estudie además, el comportamiento de indicadores importantes, relacionados con el vaciado ruminal, entre los que se encuentran la gravedad específica funcional y la reducción mecánica del tamaño de partículas (Heinrichs y Konofoff 2002, Hristov *et al.* 2003, Ellis *et al.* 2005 y García y Kalscheir 2006).

Los resultados de este trabajo indican que, en raciones basadas en forraje de caña de azúcar, los consumos de materia seca y la velocidad de recambio de las fases líquidas y sólidas del contenido ruminal son bajas, aun cuando se empleen raciones integrales y semiintegrales, y sugieren la necesidad de realizar otros trabajos que incluyan la determinación de otros indicadores relacionados con el comportamiento animal, como es el consumo de agua, para obtener mejores resultados en el uso de raciones basadas en forraje de caña de azúcar.

Referencias

- A.O.A.C. 1995. Official Method of Analysis. 16th Ed. Ass. Off. Agric. Chem. Washington, D.C.
- Calsamiglia, S., Cardozo, P.W., Ferret, A. & Bach, A. 2008. Changes in rumen microbial fermentation are due to a combined effect of type of diet and pH. *J. Anim. Sci.* 86:702
- Coto, G., Geerken, C.M., González, R. & Díaz, A. 1980. Volumen y flujos ruminal y duodenal en vacas alimentadas con forraje bermuda cruzada No. 1 (*Cynodon dactylon* Pers.) *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 14:287
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and múltiple F tests. *Biometrics* 11:1
- Dupchak, K. 2004. Feeding tips from manitoba agriculture total mixed rations for dairy cattle. *Animal Nutritionist, Animal Industry Branch, Manitoba Agriculture* (204) 945-7668. Disponible: <http://www.milk.mb.ca/Producer/tmr.htm>. Consultado: 28 de junio 2004
- Ellis, W.C., Mahlooji, M., Lascano, C.E. & Matis, J.H. 2005. Effects of size of ingestively masticated fragments of plant tissues of kinetics of digestion of NDF. *J. Anim Sci.* 83:1602.
- Ferreira, J.J., Salgado, J.G.F., Miranda, C.S. & Neto, J.M. 1989. Efeito de susticao de silagem de milho por cana de acucar na desempenho de novillos confinados. *Anais Soc Bras. Zootech.* p.163
- Fundora, O., Martín, P.C., Vera, A.M. & Hernández, J.L. 2007. Comportamiento productivo, conducta alimentaria y composición química de las canales de macho cebú en la etapa de ceba, alimentados con caña de azúcar y concentrados mezclados o no. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 41:31
- García, A. & Kalscheur, K. 2006. Tamaño de partícula y fibra efectiva en la dieta de las vacas lecheras. College of Agriculture and Biological Sciences. South Dakota State University USA. Disponible: <http://agbiopubs.sdstate.edu/articles/ExEx4033S.pdf>. Consultado: enero 2008
- 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 de Dr. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba
- Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 43, Número 2, 2009.
- 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. CD-ROM. La Habana
- Hansson, K. 2004. Comparison of the rumen pasaje rates of different forages using rate-earth markers. Department of Animal Nutrition and Management. Swedish University of Agricultural Sci. p. 32
- Heinrichs, J. & Konooff, P. 2002. Evaluating particle size of forages and TMRs using the New Penn State Forage Particle Separator. Pennsylvania State University. College of Agricultural Sciences. Cooperative Exyension DAS 02-42.
- 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 1.02. *J. Anim. Sci.* 81:2639
- Hyden, S. 1961. El empleo de sustancias de referencias y la medida del flujo en el tracto digestivo. En: *Fisiología Digestiva y Nutrición de Rumiantes*. Ed. D. Lewis. Acribia, Zaragoza.
- InfoStat. 2002. InfoStat professional. Versión 1.1 Universidad de Córdoba. Estadística y Diseño- F.C.A. Córdoba. Argentina.
- López, S., Hoovell, F. D. D., Dijkstra, J. & Francis, J. 2003. Effect of volatil faty acids supply on the absortion of water kinetics in the rumen of sheep sustained in intragastric infusion. *J. Anim. Sci.* 81: 2609
- Martín, P.C. 2004. La alimentación del ganado con caña de azúcar y sus subproductos. EDICA, La Habana, Cuba. p. 193
- Ndoluvo, L.R. & Buchanan-Smith, J.G. 1985. Utilization of poor quality roughages by seep. Effects of alfalfa supplementation of ruminal parameters fiber digestion and rate of passage from rumen. *Canadian J. Anim. Sci.* 65:693.
- NRC. 1989. Nutrients requeriments of Dairy Cows. National Research Council. Ed. National Academic Sciences. Washington, DC
- Palma, J.M. & Rodríguez, R. 2001. Desarrollo de becerros con base de caña de azúcar con asociación o sin asociación de rastrojo maíz, pollinaza y un suplemento activador de la función ruminal. ALPA. Programa General de Resúmenes. Suplemento 1:322
- Rodríguez, D. 2004. Optimización del forraje de caña de azúcar en la ceba bovina. Tesis de Maestría, Instituto de Ciencia Animal, La Habana
- Rotger, A., Ferret, A., Calsamiglia, S. & Manteca, X. 2006. *In situ* degradability of seven plant protein supplements inheifers fed high concentrate diets with different to concentrate ratio. *Animal Feed Sci. Tech.* 125:73
- Suárez, B.J., Van Reenen, C.G., Beldman, G., van Delen, J., Dijkstra, J. & Gerrits, W.J. 2007. Effects of supplementing concentrates differing in carbohydrate composiion in veal calf diets. *Animal performance and rumen fermentation characteristics.* *J. Dairy Sci.* 89:4365
- Uden, P., Colucci, P.E. & van Soest, P. 1980. Investigation of chromium, cerium and cobalt marked in digesta. Rate of passage studies. *J. Sci. Food Agric.* 31:625.
- Willians, C.H., David, D.J. & Lisma, O. 1962. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. *J. Agric Sci.* 59:381