

## 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

The effect of sugar cane particle size and supplementation level on intake and weight gain of feed lot steers

Benvenuti<sup>1</sup>, M.A., Pavetti, D.R. y Moreno, F.C.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Cerro Azul. Misiones

---

### Resumen

La condición física del alimento suministrado es un importante determinante de la dinámica ruminal que incide consecuentemente sobre el consumo. Sin embargo, la respuesta es variable y depende en cierta medida del forraje en estudio. Con el objetivo de evaluar la incidencia del tamaño de partícula y nivel de suplementación en la utilización invernal de la caña de azúcar, se desarrolló un experimento con seis tratamientos surgidos de la combinación de dos niveles de suplementación (0,5 y 1% del peso vivo animal) y tres niveles de picado de caña de azúcar (30 cm, 8 mm y 4 mm). Se utilizaron 48 terneros ( $183 \pm 15$  kg) que fueron asignados al azar a los seis tratamientos con 8 animales cada uno. Se evaluó el consumo de caña fresca (CCF) y la ganancia diaria de peso (GDP) en un periodo de 105 días. Las diferencias más importantes entre tratamientos fueron debidas al nivel de suplementación registrándose un menor CCF (10,4 vs. 12,2 kg/día) y mayor GDP (630 vs. 800 g/día) ( $p < 0,01$ ) a mayor nivel de suplementación. El tamaño de partícula fue en cambio mucho menos relevante ya que solo generó un pequeño incremento en CCF (10,7; 11,2 y 12,0 kg/día) y GDP (671, 717 y 763 g/día) ( $p > 0,01$ ) a mayor nivel de picado.

Palabras clave: ganancia diaria de peso, caña de azúcar, bovinos, suplementación, tamaño de partícula.

### Summary

The physical condition of the food supplied to animals (particle size) is a relevant determinant of the ruminal dynamics and consequently it influences intake and daily live weight gain (DLW). Nevertheless, the animal response is variable and in certain way depends on the forage under study. The purpose of this research was to study the effect of sugar cane particle size and supplementation level on forage intake and animal performance of weaning steers. The experiment consisted of six treatments integrated by two levels of supplementation (0.5 and 1% LW) and three levels of sugar cane particle size (30 cm, 8 mm and 4 mm). The measurements were fresh sugar cane intake (FSCI) and DLW. Forty eight weaning steers were used with eight animals per treatment. The major difference between treatments in terms of FSCI and DLW was caused by the level of supplementation. FSCI was

Recibido: diciembre de 2004

Aceptado: abril de 2006

1. Técnicos Area Producción Animal EEA Cerro Azul. C.C. 6 (3313) Cerro Azul, Misiones. Argentina.

lower (10.4 vs. 12.2 kg/day) and DLW was statistically higher (630 vs. 800 g/day) ( $p < 0.01$ ) at the highest supplementation level than at the lowest one. The effect of particle size on intake and animal performance was not relevant because there was only a small increment in FSCI (10.7, 11.2 y 12.0 kg/day) and DLW (671, 717 y 763 g/day) ( $p > 0.01$ ) as particle size decreased. Key words: daily liveweight gain, sugar cane, bovines, supplementation, particle size.

## Introducción

El tratamiento físico más estudiado para mejorar la utilización de forrajes es sin dudas la molienda (Berger et al., 1994). El incremento en el consumo y la ganancia de peso de los animales son las variables más consistentemente afectadas por la molienda, particularmente en forrajes de baja calidad (Berger et al., 1994). Sin embargo dicho mejoramiento en la respuesta animal es sumamente variable y depende de las características particulares del forraje (Pitroff y Kothmann, 1999).

Numerosos estudios realizados en la década del 70 indicaron que no parece haber una mejora significativa ni en el consumo (Silvestre et al., 1976; Montpellier y Preston, 1976; Montpellier y Preston, 1977; Montpellier et al., 1977) ni en la ganancia de peso de los animales (Silvestre et al., 1976; Montpellier y Preston, 1976; Montpellier et al., 1977) al reducir el tamaño de partícula de la caña de azúcar a través del picado. Dichos autores trabajaron en un rango de tamaño de partícula de entre 2 y 20 mm. Por otro lado, Lacorte et al. (1995), evaluaron un rango más amplio incluyendo caña entera, picada a machete y molida, y observaron un marcado efecto negativo en el consumo y la ganancia de peso al suministrar caña molida. Sin embargo, Lacorte et al. (1995) utilizaron caña fermentada para alimentar a los animales y concluyeron acerca de la poca conveniencia de efectuar la molienda de caña de azúcar para la alimentación animal.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto de un amplio rango de tamaño

de partículas (30 cm, 8 mm y 4 mm) en caña de azúcar fresca sobre el consumo y ganancia de peso de novillos en confinamiento con dos niveles de suplementación.

## Materiales y Métodos

El experimento fue conducido en la Estación Experimental Agropecuaria del INTA Cerro Azul, Misiones, Argentina, desde el 27 de junio al 10 de octubre de 2001.

Se utilizaron 48 terneros (cruza indefinida Brahman x Hereford o A. Angus,  $183 \pm 15$  kg de peso) que fueron asignados al azar a seis tratamientos sin repeticiones.

Los tratamientos surgieron de la combinación de tres niveles de picado de caña de azúcar integral (picado en trozos, molido grueso y fino) y dos niveles de suplementación (0,5 y 1% de suplemento base seca respecto al peso vivo animal). La suplementación estuvo constituida por un 60% de afrecho de arroz, 20% de pellet de soja y 20% de maíz molido. La ración fue suministrada dos veces al día, por la mañana y en la tarde.

Los tres tamaños de partícula de caña de azúcar evaluados se lograron a través del picado manual a machete en trozos de aproximadamente 30 cm, y del molido grueso y fino con una máquina cortapicadora utilizada en forma estática. El tamaño teórico buscado de partícula fue de 30 cm, 8 mm y 4 mm para los tratamientos de picado manual, molido grueso y fino respectivamente. La proporción buscada de partículas inferiores a 1 mm fue de 0, 15 y 30% para los tratamientos de picado manual, molido grueso y fino respectivamente.

La caña de azúcar variedad TUC 7742, adicionada con un 1,2% de urea respecto a su peso fresco, fue ofrecida ad lib al igual que el agua y el núcleo mineral.

El experimento tuvo una duración de 105 días y el consumo se determinó a través de pesadas diarias del alimento ofrecido y remanente. Cada semana se muestrearon los ingredientes del alimento ofrecido para realizar análisis de tamaño de partícula, fibra físicamente efectiva, fibra detergente neutro (FDN) y proteína bruta (PB). FDN y PB fueron determinadas por los métodos de Van Soest y Wine (1967) y Kjeldahl (AOAC, 1984) respectivamente.

La distribución del tamaño de partícula de los distintos tratamientos de picado fue determinada a través del uso de 5 tamices de 12; 5; 2; 1 y 0,5 mm respectivamente. Muestras de aproximadamente 100 g de caña fresca fueron tamizadas con agitación y suministro constante de agua en forma de lluvia para facilitar el proceso. El material retenido en cada tamiz fue secado en estufa de circulación de aire forzado a 60 °C por 48 horas. El contenido en fibra físicamente efectiva se determinó multiplicando el contenido de FDN de la ración por la proporción de partículas mayores a 1 mm de la misma.

Los animales se pesaron sin desbaste previo cada 21 días para determinar la ganancia diaria de peso. Se realizaron análisis coproparasitológicos, por la técnica de Mc Master (Roberts y O'Sullivan, 1949), de muestras de heces tomadas en cada pesada y cuando el recuento de huevos superó los 300 por gramo de heces se efectuaron desparasitaciones.

Debido a que el experimento no contó con repeticiones de tratamientos, los resultados fueron analizados por la "t" de Student para observaciones independientes, utilizando el paquete estadístico SAS.

## Resultados y Discusión

En el Cuadro 1 se presentan los resultados del consumo de caña de azúcar y ganancia diaria de peso animal. Los valores encontrados indican que el consumo de caña de azúcar tendió a aumentar con la reducción en el tamaño de partícula en los dos niveles de suplementación. Este efecto puede ser explicado por la diferente proporción de partículas inferiores a 1 mm que presentaron los distintos tratamientos de picado (0, 15 y 29% para picado en trozos, molido grueso y fino) (Cuadro 2). Las partículas inferiores a 1,18 mm tienen una mayor probabilidad de abandonar el rumen (Poppi et al., 1985) y por lo tanto cuanto mayor es el nivel de picado mayor podría ser la tasa de pasaje de la digesta a través del rumen y mayor el consumo (Berger et al., 1994). Esta misma tendencia positiva pero no significativa sobre el consumo de caña de azúcar, también fue observada por Montpellier y Preston (1976) y Montpellier et al. (1977). Por otro lado Lacorte et al. (1995), observaron un marcado efecto negativo sobre el consumo al suministrar caña de azúcar molida. En este último caso el efecto negativo sobre el consumo pudo deberse al efecto del suministro de caña de azúcar fermentada en la dieta de los animales que pudo haber afectado más al tratamiento de caña molida que al de caña entera o picada a machete. González y MacLeod (1976) observaron que el crecimiento de hongos y la producción de alcohol en caña de azúcar fermentada espontáneamente son mayores a menor tamaño de partícula. Por su parte, Alvarez et al. (1977), observaron una reducción de un 10% en el consumo de caña de azúcar molida fermentada durante 24 horas. En el presente trabajo se evitó ofrecer a los animales caña de azúcar fermentada al suministrar material fresco dos veces por día.

Cuadro 1: Efecto del tamaño de partícula de caña de azúcar sobre el consumo y ganancia de peso de novillos en confinamiento invernal con dos niveles de suplementación.

Table 1: Effect of sugar cane particle size and supplementation level on daily forage intake and liveweight gain of weaning steers.

Tratamientos <sup>1</sup>	PT 0,5%	MG 0,5%	MF 0,5%	PT 1%	MG 1%	MF 1%
Peso vivo (kg)						
Inicial	184	182	182	183	182	183
Final	246	248	252	261	266	272
GDP (g) ± DS <sup>2</sup>	592 ± 82 c	633 ± 82 c	666 ± 103 bc	749 ± 88 b	801 ± 105 ab	851 ± 94 a
Consumo (kg/día)						
Caña azúcar fresca	11,45	12,24	12,85	9,88	10,13	11,10
Urea	0,14	0,15	0,15	0,12	0,12	0,13
Afrecho de arroz	0,73	0,73	0,73	1,51	1,51	1,51
Pellet de soja	0,24	0,24	0,24	0,50	0,50	0,50
Grano de maíz	0,24	0,24	0,24	0,50	0,50	0,50
Total MS	4,99	5,26	5,47	5,62	5,71	6,04
Indice de consumo <sup>3</sup>	2,33	2,45	2,52	2,53	2,55	2,66
E.C. <sup>4</sup>	8,44	8,32	8,22	7,51	7,13	7,10

<sup>1</sup> PT = picado en trozos, MG = molido grueso, MF = molido fino, 0,5% y 1% = 0,5% y 1% de suplemento base seca respecto al peso vivo animal.

<sup>2</sup> GDP = ganancia diaria de peso, Letras diferentes indican diferencia significativa (p=0,01).

<sup>3</sup> Consumo de MS (kg/día)/100 kg PV

<sup>4</sup> E.C. = Eficiencia de conversión (Consumo de MS/GDP)

Cuadro 2: Perfil de distribución (%) de partículas de caña de azúcar según el nivel de picado.

Table 2: Sugar cane particle profile distribution (%) in chopping treatments.

Tamaño de partícula	Picado en trozos <sup>1</sup>	Molido grueso <sup>2</sup>	Molido Fino <sup>3</sup>
Mayor a 12 mm	100	27	18
Entre 5 y 12 mm	0	47	13
Entre 2 y 5 mm	0	8	21
Entre 1 y 2 mm	0	3	19
Entre 0,5 y 1 mm	0	3	8
Menor a 0,5 mm	0	12	21

<sup>1</sup> Picado manual a machete en trozos de aproximadamente 30 cm.

<sup>2 y 3</sup> Molido grueso y fino con una máquina cortapicadora utilizada en forma estática

Otra posible explicación al efecto observado por Lacorte et al. (1995) esta relacionada al concepto de fibra físicamente efectiva. Esta se define como aquella fuente de fibra de la dieta que más eficientemente estimula la rumia y la salivación (Mertens, 1997). La dieta debe contener suficiente fibra físicamente efectiva para permitir una adecuada producción de sustancias buffers a través de la saliva que neutralizan los ácidos producidos en el rumen y así evitar condiciones de acidez ruminal. Mertens (1997), sugiere que las partículas fibrosas superiores a 1,18 mm requieren ser masticadas para poder abandonar el rumen y por lo tanto son las que efectivamente estimulan la salivación. Cuando la dieta no contiene suficiente fibra físicamente efectiva puede conducir a una acidosis ruminal reduciendo la eficiencia de digestión rumi-

nal y el consumo de alimento (Mertens, 1997). La acidosis ruminal puede expresarse clínicamente a través del timpanismo, signo observado por Lacorte et al. (1995) especialmente en el tratamiento con caña molida. Debido a que en este último trabajo no se presentó información del contenido de fibra físicamente efectiva, no es posible saber cual fue la causa real de la reducción en el consumo. Mertens (1997), sugiere que la dieta debe contener al menos un 22% de fibra físicamente efectiva para mantener un pH ruminal de 6 y así evitar la acidosis. En el presente trabajo la proporción de fibra físicamente efectiva estuvo por encima del nivel crítico ya citado (Cuadro 4) siendo la caña de azúcar el ingrediente con mayor contenido en fibra (Cuadro 3), por lo que los animales no sufrieron riesgo de disturbios ruminales por dicha causa.

Cuadro 3: Composición química de los ingredientes de las dietas.  
Table 3: Chemical composition of food used in diets.

Parametros <sup>1</sup>	Caña de azúcar	Grano de maíz	Pellet de soja	Af recho de arroz
MS, %	34	85	87	88
PB, %	3	10	36	12
FDN, %	55	12	23	31

<sup>1</sup>MS = Materia seca; PB = Proteína bruta; FDN = Fibra detergente neutro

Cuadro 4: Composición química de las dietas.  
Table 4: Diet composition.

Parametros <sup>1</sup>	PT 0,5%	MG 0,5%	MF 0,5%	PT 1%	MG 1%	MF 1%
PB, %	14,1	14,1	14,1	14,7	14,6	14,6
FDN, %	48,5	48,8	49,0	43,0	43,2	43,8
FDN efectiva, %	39,2	34,5	29,1	27,9	24,6	216

<sup>1</sup>PB = Proteína bruta; FDN = Fibra detergente neutro; FDN efectiva = fibra efectiva: %PT = picado en trozos, MG = molido grueso, MF = molido fino, 0,5% y 1% = 0.5% y 1% de suplemento base seca respecto al peso vivo animal

El consumo de caña de azúcar al comienzo del ensayo fue claramente superior en los tratamientos de molido. El consumo medio durante la primer semana fue de 6,5; 8,6 y 9,6 kg de caña fresca por animal y por día para picado en trozos, molido grueso y fino respectivamente. Esta diferencia inicial se fue reduciendo con el tiempo debido a que los animales que ingirieron caña en trozos aparentemente se acostumbraron a comerla. Este incremento de dificultad de los animales en el acostumbramiento al consumo de caña entera también fue observado por Lacorte et al. (1995) y Benvenuti y Pavetti (2003).

Al igual que el consumo, la ganancia de peso parece tender a aumentar levemente a menor tamaño de partícula, aunque dicho aumento no fue significativo a bajo nivel de suplementación (Cuadro 1). Dicha tendencia positiva sobre la ganancia de peso podría ser una consecuencia del mayor consumo registrado a menor tamaño de partícula. Estos resultados concuerdan con los encontrados por Silvestre et al. (1976), Montpellier y Preston (1976) y Montpellier et al. (1977), quienes tampoco encontraron un efecto significativo del nivel de picado de caña fresca sobre la ganancia de peso. En cambio Lacorte et al. (1995), observaron un marcado efecto negativo sobre la ganancia de peso con caña de azúcar molida (722, 681 y 389 g por animal y por día en caña entera, picada a machete y molida respectivamente). Este efecto negativo del suministro de caña molida sobre la ganancia de peso animal pudo deberse, no solo al menor consumo registrado, sino también a la posible reducción en la digestibilidad de la caña si esta sufrió fermentación de los azúcares. En efecto, según Alvarez et al. (1977), la fermentación espontánea de la caña de azúcar molida puede conducir a la conversión de la mitad de los azúcares y a una consecuente reducción de la eficiencia de conversión del alimento y de la ganancia

de peso animal.

Si bien en el presente experimento no se trabajó con caña de azúcar entera, en otro ensayo (Benvenuti y Pavetti, 2003) se comparó, a bajo nivel de suplementación, el suministro de caña de azúcar fresca molida gruesa y entera. Aquí se observó un pequeño aumento en términos absolutos en el consumo de caña (9,2 vs. 8,5 kg de caña fresca por animal y por día en caña molida y entera respectivamente) y en la ganancia de peso, aunque no significativa (509 y 416 g por animal y por día en caña molida y entera respectivamente).

Así, estas diferencias iniciales en el consumo y GDP a favor de la caña molida, parecen deberse más a un efecto de acostumbramiento de naturaleza física de los animales a comer la caña entera que a diferencias en la dinámica ruminal de unos respecto a otros.

## Conclusiones

El principal efecto sobre el consumo voluntario de caña de azúcar fresca como base forrajera invernal es el nivel de suplementación. En cambio, el nivel de picado de la misma no parece afectar significativamente ni el consumo ni la ganancia de peso animal.

## Bibliografía

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists) 1984 Official methods of analysis. 14th edition. Washington, D.C.
- Alvarez, F.J., Wilson, A. and Preston, T.R. 1977. Effect of spontaneous fermentation of sugar cane on performance of zebu bulls. *Tropical Animal Production*. 4 (1): 61-64.
- Benvenuti, M.A. y Pavetti, D.R. 2003. Efecto del pastoreo directo invernal de caña de azúcar sobre la respuesta de novillos en engorde y la persistencia del cañaver. In: *Memoria Anual 2002*. INTA EEA Cerro Azul. Misiones. p. 42-43.

- Berger, L.L., Fahey Jr., G.C., Bourquin, L.D. and Titgemeyer, E.C. 1994. Modification of forage quality after harvest. In: Fahey Jr., G.C. (Ed.). Forage quality, evaluation, and utilization. Madison: American Society of Agronomy. p. 450-493.
- Gonzalez, E. and MacLeod, N.A. 1976. Spontaneous fermentation of sugar cane. *Tropical Animal Production*. 1 (2): 99-107.
- Lacorte, S.M, Martínez, P.E., Fernández, F.L., Ríos Rolón, S. y Correa, G.M. 1995. Alimentación invernal de novillos con caña de azúcar, diferentes formas de suministro. *Revista Argentina de Producción Animal. Memorias XIV Reunión ALPA - 19 Congreso AAPA*. p. 542-546.
- Mertens, D.R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of dairy science*. 80 (7): 1463-1481.
- Montpellier, F.A. and Preston, T.R. 1976. Effect on animal performance of giving sugar cane chopped finely by machine, coarsely with a machete or derinded. In: The first annual meeting of the dominicana centre for cattle research with sugar cane. *Tropical Animal Production*. 1 (1): 34.
- Montpellier, F.A. and Preston, T.R. 1977. Digestibility and voluntary intake on sugar cane diets: effects of chopping the cane stalk in particles of different sizes. *Tropical Animal Production*. 2 (1): 40-43.
- Montpellier, F.A., Valdez, R.E. and Preston, T.R. 1977. Processing of sugar cane: effect of derinding and coarseness of chopping on animal performance and rumen fermentation. *Tropical Animal Production*. 2 (2): 206-212.
- Pittroff, W. and Kothmann, M.M. 1999. Regulation of intake and diet selection by herbivores. In: Nutritional ecology of herbivores, proceedings of the Vth International Symposium on the Nutrition of Herbivores. American Society of Animal Science. p. 366-422.
- Poppi, D.P., Hendricksen, R.E. and Minson, D.J. 1985. The relative resistance to escape of leaf and stem particles from the rumen of cattle and sheep. *Journal of agricultural science*. 105 (1): 9-14.
- Roberts, F.H.S. and O'Sullivan, P.J. 1949. Methods for egg counts and larval cultures for strongyles infesting the gastro-intestinal tract of cattle. *Australian Journal of Agricultural Research*, 1: 99-103.
- Silvestre, R., MacLeod, N.A. and Preston, T.R. 1976. Animal performance and rumen fermentation with sugar cane chopped finely or coarsely. *Tropical Animal Production*. 1 (2): 107-114.
- Van Soest, P.J. and Wine, R.H. 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*. 50: 50-55.