EFFECTO DE LA ADICIÓN DE INÓCULO Y ADITIVO EN LA DIGESTIBILIDAD *in situ* DE LA MATERIA SECA DEL ENSILADO DE CAÑA DE AZÚCAR

EFFECT OF ADDING INOCULUM AND ADDITIVE IN DIGESTIBILITY *in situ* OF DRY MATTER IN SUGARCANE SILAGE

José Andrés Reyes-Gutiérrez^{1,2}, °Oziel Dante Montañez-Valdez¹, Ramón Rodríguez-Macias², Mario A. Ruíz-López², Eduardo Salcedo-Pérez², Juan Humberto Avellaneda Cevallos^{3,4}, Hugo Nolti Medina Quinteros⁴, Jorge Gustavo Quintana Zamora³

¹Centro Universitario del Sur de la Universidad de Guadalajara. Departamento de Desarrollo Regional. Avda. Enrique Arreola Silva 88, Ciudad Guzmán, Jalisco. C.P. 49000. México. Tel. +52 (341) 5752222. °montanez77@hotmail.com

²Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, km 15.5 carretera Guadalajara-Nogales, Las Agujas, Zapopan, Jalisco, México.

³Unidad de Investigación Científica y Tecnológica, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, km 7 vía Quevedo - El Empalme, C. P. 73. Mocache, Los Ríos, Ecuador.

⁴Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, km 7 vía Quevedo - El Empalme, C. P. 73. Mocache, Los Ríos, Ecuador.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la adición de un inóculo y un aditivo artesanal, sobre la degradabilidad *in situ* de la materia seca (MS) en el ensilado de caña de azúcar (ECS). Los tratamientos fueron: T1) ensilado de caña de azúcar sin inóculo ni aditivo, y T2) ensilado de caña de azúcar con 1% de inóculo y el 1% de aditivo. El inóculo artesanal está compuesto por 10.0% melaza, 1.0% de yogurt natural, 5.0% pollinaza, 0.5% urea y 83.0% de agua; y el aditivo esta formulado con 1.0% urea, 0.1% sulfato de amonio y 0.25% fósforo. Dos vacas Holstein con fistula ruminal permanente (PV 650±50 kg) que fueron utilizados por un período de 15 d para la adaptación a los materiales experimentales y 3 d para la recolección de muestras. Hubo diferencias ($p \leq 0.05$) entre tratamientos en la digestibilidad *in situ* de la MS. T2 muestra un mayor porcentaje de MS en comparación con el tratamiento testigo o T1; estos resultados podrían explicarse porque el inóculo causa una fermentación previa de los nutrientes de la caña de azúcar durante el proceso de ensilaje. El uso de un inóculo y el aditivo en el ensilaje de caña de azúcar cambia la desaparición ruminal de la MS.

Palabras clave: Ensilado de caña de azúcar, digestibilidad, forraje, el rumen.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of adding an inoculums and an additive handmade in sugarcane silage (SCS) on *in situ* degradability of dry matter (DM). The treatments were T1) sugarcane silage without inoculum nor additive; T2) sugarcane silage with 1.0% inoculum and 1% additive. The inoculum made up with 10.0% molasses, 1.0% of natural yogurt, 5.0% chicken manure, urea 0.5% and 83.0% water; and the additive was formulated with 1.0% urea, 0.1% de ammonium sulfate and 0.25% phosphorus. Two Holstein cows fitted with rumen cannula (LW 650±50 kg) were used by a period of 15 d for adaptation to experimental materials and 3 d to collected samples. There were differences ($p \leq 0.05$) between treatments on *in situ* digestibility of DM. T2 shows higher percentages of DM compared with the treatment control or T1 in all incubation times; these results could be explained because the inoculums causes a previous fermentation of nutrients of sugarcane during the silage process. The use of an inoculum and additive on sugarcane silage changes the ruminal disappearance of DM.

Key words: Sugarcane silage, digestibility, forage, rumen.

Recibido: 11-Enero-2012. Recibido en forma corregida: 15-Junio-2012. Aceptado: 22-Junio-2012.

Publicado como ARTÍCULO CIENTÍFICO en Ciencia y Tecnología 5(1): 13-16. 2012

INTRODUCCIÓN

La importancia de las especies forrajeras en la producción de alimentos y otros productos de origen animal exigidos por la creciente presión demográfica, han señalado la importancia de realizar la explotación pecuaria económicamente a partir de la utilización eficiente de las grandes extensiones de tierra que existen en el mundo y en particular en las regiones tropicales y subtropicales. Esto permite sugerir la necesidad de un mayor conocimiento de la biología y manejo de las especies forrajeras del trópico, con vistas a minimizar la utilización, en la alimentación de los rumiantes, de granos y cereales u otros alimentos, que el hombre pueda consumir (Elías, 1983). La utilización de diversas estrategias de alimentación para los rumiantes en el trópico ha derivado en el uso de pastos, rastrojos, pajas y otros recursos como la caña de azúcar y sus subproductos, sin embargo, la principal característica de estos forrajes es su pobre valor nutritivo, altos en contenidos de fibra y bajos en proteína, además de una baja digestibilidad, lo que repercute directamente en su consumo, y en una menor eficiencia productiva (Leng, 1990). Por lo tanto, el ensilado de cultivos forrajeros (caña de azúcar) podría ser una contribución importante para optimizar el funcionamiento de los sistemas de producción animal en zonas tropicales y subtropicales (Molina *et al.*, 1997, 1999; Espinoza *et al.*, 2006; Aranda *et al.*, 2010).

Por otra parte, la literatura ha mencionado la acción eficaz de los complementos nitrogenados, energéticos, minerales y vitamínicos, para garantizar una adecuada función ruminal. Ello implicaría una mayor disponibilidad de nutrientes esenciales para la multiplicación de las bacterias (especialmente celulolíticas), una mayor magnitud de la degradación de los alimentos voluminosos con un aumento en el aporte de sustrato al intestino (Valdés y Delgado, 1990).

Dado lo anterior, el presente trabajo de investigación plantea evaluar cómo se degrada ruminalmente a través de mediciones de digestibilidad *in situ* la materia seca del ensilado de caña de azúcar enriquecido con aditivos, en particular con un inóculo artesanal y un aditivo que permiten, al parecer, mejorar la degradación *in situ* de la MS de ensilado de caña de azúcar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del experimento

El trabajo experimental se realizó en el Rancho “Dos Pivotes” ubicado al Suroeste del Municipio de Zapotlán El Grande, del Estado de Jalisco, México;

con coordenadas geográficas de 19° 27' 13" de latitud norte y meridianos 103° 27' 57" de longitud oeste, con una altitud de 1,520 msnm. El clima es semicálido, clasificado por Köppen en la modificación de García (1973) como (A)c (w0) (w) a (i') con una precipitación pluvial anual de 732 mm distribuidos en los meses de Junio a Septiembre, lluvias invernales o cabañuelas de manera ocasional. Su temperatura media es de 20.2° C. Las determinaciones químicas se realizaron en el Laboratorio de Nutrición del Centro Universitario del Sur de la Universidad de Guadalajara.

Colección y preparación de los materiales experimentales

Con la finalidad de observar el efecto de la adición de inóculo y un aditivo al ensilado de caña en la digestibilidad *in situ* de la materia seca se propusieron los siguientes tratamientos T1) ensilado de caña de azúcar sin aditivo ni inóculo; T2) ensilado de caña de azúcar con el 1% de inóculo artesanal y 1% de aditivo. El inóculo artesanal está compuesto por 10.0% melaza, 1.0% de yogurt, 5.0% pollinaza, 0.5% urea y 83.0% de agua; más el 1% de aditivo formulado con 1.0% urea, 0.1% sulfato de amonio y 0.25% fósforo.

Análisis químico

Todos los ingredientes fueron secados en una estufa a 55° C por 48 horas y posteriormente molidos en un molino de martillos con criba de 2 mm para su posterior análisis. A cada ingrediente se le determinó materia seca total (MST), proteína cruda (PC) mediante el método Kjeldahl, extracto etéreo (EE) por el método Soxhlet, fibra cruda (FC) por el método de Weende, cenizas (C) por combustión en mufla a 600° C y materia orgánica (MO) por diferencia, todos mediante la técnicas descritas por la A.O.A.C. (2003). La determinación de las fracciones de fibra (FDN y FDA) se realizó con el método de Van Soest *et al.* (1991).

Digestibilidad *in situ*

Para determinar la digestibilidad *in situ* (DIS) de la materia seca (MS) de los ensilados de caña de azúcar experimentales, se utilizaron dos vacas Holstein con una fistula ruminal permanente (PV 650±50 kg), alimentadas con ensilado de caña por todo el periodo experimental. Además, se utilizaron bolsas de poliseda de 10x15 cm con un tamaño de poro de 52±10 µm. Estas bolsas se secaron en una estufa a 55° C por 24 h, se enfriaron en un desecador, se pesaron e identificaron. Cada bolsa se llenó con 5 g de los ensilados de caña experimentales, las cuales fueron previamente molidas en un molino

de cuchillas con criba de 2 mm. Las bolsas se cerraron con ligas de hule, y después se sujetaron a una cadena utilizando hilo de nylon. Se incubaron en el rumen por duplicado para cada ensilado por 4, 8, 16, 24, 48 y 72 h; también se colocaron bolsas testigo, sin ensilado, en cada tiempo de incubación. La incubación en el rumen se inició a las 08:00 h. Las bolsas fueron agregadas secuencialmente, con el fin de que todas las bolsas fueran removidas al mismo tiempo; posteriormente se lavaron con agua potable hasta quedar limpias. Se dejaron secar a temperatura ambiente y después en estufa de aire forzado a 55° C por 48 h; posteriormente se registró su peso seco y determinó DIS de la MS.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados mediante el PROC GLM (SAS, 1999) en una comparación estadística de medias de t de Student.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la composición química y de las fracciones de fibra de los materiales se encuentran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Análisis químico proximal de los materiales experimentales

Componentes	Tratamientos	
	T1	T2
Materia Seca	30.72	27.00
Materia Orgánica	20.48	16.89
Proteína Cruda	6.11	13.75
Proteína verdadera	5.50	11.17
FDA	27.14	26.89
FDN	54.38	27.78
Fibra cruda	30.72	22.30
Cenizas	10.24	10.11

Se encontró diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos con respecto a los coeficientes de digestibilidad *in situ* de la materia seca, siendo el tratamiento con 1% mayor en comparación con el tratamiento con 0% de aditivo (Cuadro 2).

Los mayores porcentajes de digestibilidad se encontraron en el tratamiento con inóculo y aditivo, lo cual puede deberse a una fermentación previa de los carbohidratos estructurales de la caña de azúcar causando con ello el aumento en la digestibilidad de

Cuadro 2. Coeficiente de digestibilidad *in situ* de la materia seca (DISMS) de las muestras experimentales (%)

Tiempo incubación h	Tratamientos	
	T1	T2
72	60.02±0.96b	66.67±1.01a
48	55.87±1.80b	64.28±0.87a
24	49.26±1.86b	56.05±1.59a
12	46.66±0.48b	56.81±1.22a
8	43.44±1.74b	52.06±2.32a
4	40.14±1.75b	48.37±0.75a

Medias seguidas por la misma letra no presentan diferencias estadísticas (Tukey, $p \leq 0.05$).

la materia seca. Se ha observado en investigaciones similares (Pedroso *et al.*, 2005, 2006, 2007; Lomeli, 2008; Rocha *et al.*, 2009) que al adicionar el 3% de inóculo y aditivo tuvo una disminución en la digestibilidad de la materia seca atribuyéndolo a una probable baja en el pH del ensilado por acción de los lactobacilos homolácticos contenidos en el inóculo quienes al producir una gran cantidad de ácido láctico inhiben la actividad de las bacterias heterolácticas presentes en el proceso de fermentación del ensilado, lo que disminuye el uso de los carbohidratos presentes en la caña de azúcar y baja la probable predigestión que se da, y por tanto, la digestibilidad de la materia seca; los resultados obtenidos en esta investigación apoyan que efectivamente hay una predigestión de los nutrientes de la caña ensilada y que esta, se ve favorecida al adicionar el inóculo y aditivo a 1% ya que mejora sustancialmente la digestibilidad de la materia seca, en comparación con la ensilada sin aditivo, además, la inclusión de aditivos a esta concentración ayuda significativamente a mejorar la calidad del ensilado de caña de azúcar fomentando la fermentación láctica y obteniendo así un forraje de mejor calidad y con un mayor impacto en la producción animal.

CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos se puede concluir, que la adición de 1% de inóculo compuesto por 10% melaza, 1.0% de yogurt, 5.0% pollinaza, 0.5% urea y 83.0% de agua; y un aditivo compuesto por 1.0% urea, 0.1% sulfato de amonio y 0.25% fósforo, al ensilado de caña de azúcar mejora la digestibilidad *in situ* de la materia seca, probablemente debido a que el inóculo favorece la fermentación de los nutrientes de la caña de azúcar durante el proceso de ensilado.

LITERATURA CITADA

- AOAC, 2003. Official Methods of Analysis. 17th Edition current through 2nd Revision. ED. Association of Official Analytical Chemists, Washington D. C., U. S. A. 600 pp.
- Aranda, E. M., G. D. Mendoza, J. A. Ramos, I. C. Da Silva and A. C. Vitti. 2010. Effect of fibrolitic enzymes on rumen microbial degradation of sugarcane fiber. *Ci. Anim. Bras.* 11:448-495.
- Elías, A. 1983. Digestión de pastos y forrajes. Capítulo IV, 187-246. En: Los pastos en Cuba. Ed. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. pp. 675.
- Espinoza, F., P. Argenti, C. Carrillo, C. Araque, A. Torres y A. Valle. 2006. Uso estratégico de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en novillas mestizas gestantes. *Zootecnia Trop.* 24:95-107.
- Leng, R. A. 1990. Factors affecting the utilization of "poor quality" forages by ruminant animals particularly under tropical conditions. *Nutr. Res. Rev.* 3:227-303.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. 246 p.
- Lomelí, P. J. M. 2008. Efecto de la adición de un inóculo artesanal al ensilado de caña de azúcar en la digestibilidad in vitro de la materia seca. Tesis de Licenciatura. Medicina Veterinaria Zootecnia. Centro Universitario del Sur. Ciudad Guzmán, Jalisco, México. 35 p.
- Molina, A. S., I. Febles y J. F. Sierra. 1997. Ensilaje de caña de azúcar con síntesis proteica. Formulación de los aditivos. *Rev. Cubana Cien. Agric.* 31:271-274.
- Molina, A. S., J. F. Sierra and I. Febles. 1999. Sugar cane silage with protein synthesis: combined effect of additives and density. *Cuban J. Agri. Sci.* 33:205-208.
- Pedroso, A. F., L. Nussio y S. F. Paziani. 2005. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugarcane silage. *Sci. Agric.* 62:427-432.
- Pedroso, A. F., L. Nussio and J. R. Barioni. 2006. Performance of holstein heifers fed sugarcane silages treated with urea, sodium benzoate or *Lactobacillus buchneri*. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 41:649-654.
- Pedroso, A. F., L. Nussio, D. R. Lourdes. 2007. Effect of treatment with chemical additives and bacterial losses and quality of silage from sugar cane. *R. Bras. Zootec.* 36:558-564.
- Rocha, V. A., P. J. Cardoso, A. C. Da Silva, E. A. Ricardo, T. V. Botego and S. R. Freitas. 2009. Effect of the addition of *Lactobacillus* sp. in sugarcane silages. *R. Bras. Zootec.* 38:1009-1017.
- SAS. 1999. User, s Guide: Statistics, version 8.0. Ed. SAS Institute, Inc., Cary N.C.
- Valdés, G. y A. Delgado. 1990. Suplementación proteico-energética para la engorda de ganado con pastos y forrajes. En producción de carne en el trópico. Instituto de Ciencia Animal (EDICA) del Ministerio de Educación Superior. La Habana, Cuba. pp 318.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583-3597.