

Valor nutritivo *in vitro* de ensilajes de hollejo fresco de cítrico (*Citrus sinensis*) con bagacillo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)

Redimio M. Pedraza Olivera*, Rafael Pérez Carmenate**, Marlene León González*, Cecilia E. González Pérez*, Guillermo E. Guevara Viera* y Silvio J. Martínez Sáez*

* Centro de Estudios para el Desarrollo de la Producción Animal (CEDEPA), Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey, Cuba

** Centro de Investigación en Bioalimentos (CIBA), Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente, Morón, Ciego de Ávila, Cuba

redimio.pedraza@reduc.edu.cu

RESUMEN

Se elaboraron ensilajes en bolsas de nailon de 5 kg de capacidad, con niveles de hollejo fresco de naranja:bagacillo de caña de azúcar de 100:0; 90:10; 80:20; 70:30 y 60:0 %. Se abrieron a los 60 días para determinar sus parámetros de digestibilidad *in vitro*. Se empleó la técnica de producción de gas *in vitro* con heces bovinas recién depuestas como inóculo y la ecuación $p = a + b(1 - e^{-ct})$ para determinar los parámetros de potencial (a+b) y velocidad de producción de gas (c). Después de las 60 horas de incubación, la contribución energética a los microorganismos ruminales de todos los ensilajes, es mínima. Existieron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre tratamientos en la producción acumulada de gas *in vitro* a las 24; 48 y 72 horas de incubación, que unido a los parámetros de la digestibilidad *in vitro* demuestran un mayor valor nutritivo asociado con el aumento de la inclusión del hollejo de naranja. Los ensilajes con 100 y 90 % de hollejo tienen un alto valor nutritivo para la alimentación de animales rumiantes, y se pueden comparar con forrajes de elevada calidad. Se sugiere emplear ensilajes con niveles de hasta el 10 % de bagacillo.

Palabras clave: *ensilaje, bagacillo, hollejo de cítrico, caña de azúcar*

ABSTRACT

Five-kilogram nylon bags containing citrus pulp from orange and sugar cane bagasse pith silage in ratios of 100:0; 90:10; 80:20; 70:30, and 60:0 % , respectively, were sealed and opened 60 days later to determine *in vitro* digestibility parameters. The *in vitro* gas production technique using bovine feces as inoculum as well as the $p = a + b(1 - e^{-ct})$ equation were applied to find out the potential (a + b) parameters and gas production (c) speed. After a 60-hour incubation period, the energy contribution to all silage ruminal microorganisms was minimal. Significant differences ($P < 0,05$) concerning treatments in *in vitro* gas accumulative production at 24; 48, and 72 incubation hours were detected. This finding together with *in vitro* digestibility parameters showed a higher food value associated to a higher content of citrus pulp from orange. Silages with 100 % and 90 % citrus pulp from orange content proved their higher food value for ruminant feeding, and their quality can be compared to that of the best forage. The inclusion of bagasse pith up to a 10 % level in these silages is recommended.

Key words: *silage, bagasse pith, citrus pulp from orange, sugar cane*

INTRODUCCIÓN

La búsqueda de alternativas de alimentación que consideren el uso de recursos disponibles localmente, constituye un elemento importante en la generación de formas de producción adecuadas para el medio tropical (Nieves *et al.*, 2001). El empleo de subproductos agroindustriales con tal fin contribuye a darle noble fin a materiales potencialmente contaminantes.

Durante el procesamiento de los cítricos se genera un residuo industrial que constituye entre el 45 y el 60 % de su peso, en forma de cáscara, hollejos y semillas (Fraga *et al.*, 1995; Kyo *et al.*, 1996). El ensilaje es una vía para conservar este

residuo industrial, y sobre todo, lograr su uso posterior más racional; pero tiene el inconveniente de no eliminar sus característicos efluentes, dado su relativamente bajo contenido de materia seca. Como alternativa se podría mezclar con otros materiales fibrosos absorbentes (Ojeda, 2003) como el bagacillo de caña de azúcar, pero controlando su nivel de inclusión, de manera que no se comprometa significativamente el valor nutritivo del ensilaje resultante.

En este trabajo se determinan indicadores del valor nutritivo *in vitro* de ensilajes de mezclas de hollejo de naranja y bagacillo de caña de azúcar elaborados en condiciones de laboratorio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensilajes se elaboraron a partir del hollejo fresco de naranja (*Citrus sinensis*), que se troceó y mezcló en proporciones hollejo de naranja:bagacillo de caña de azúcar de: 100:0; 90:10; 80:20; 70:30 y 60:0 %, respectivamente. El material se depositó en bolsas de nailon de 5 kg, a las que se les extrajo el aire y fueron selladas adecuadamente. Los silos se elaboraron por triplicado y se colocaron en un lugar oscuro y fresco hasta los 60 días, en que se procedió a su análisis. Se tomaron muestras compuestas de los ensilajes de cada réplica, que se secaron en una estufa con circulación forzada de aire, a 65 °C por 48 h, y luego se molieron a un tamaño de partículas inferiores a 1 mm. De igual manera se procedió con tres muestras representativas del bagacillo de caña y del hollejo fresco empleados como materia prima.

El análisis de digestibilidad *in vitro* se realizó por medio de la técnica de producción de gas *in vitro* acorde con Menke y Steingass (1988), en jeringuillas de cristal calibradas de 100 mL de capacidad (FORTUNA®, Häberle Labortechnik, Alemania), pero empleando como inóculo heces bovinas recién depuestas, disueltas en agua en proporción 1:3 y prepararon con la solución buffer como describe Martínez (2005). Se pesaron 200 mg de las muestras secas, que se colocaron en las jeringuillas, se agitaron cuidadosamente al momento de colocarlas en baño de María a 39 °C y al realizar las lecturas de su volumen, después de 3; 6; 24; 48, 72 y 96 h de incubación. En cada corrida se colocaron dos jeringuillas solo con la solución inóculo:buffer, que servían como blanco, y dos jeringuillas que contenían 200 mg de hierba de Guinea (*Panicum maximum*) seca y molida, como estándar para corregir las diferencias entre corridas. Las muestras se incubaron en triplicado en dos corridas experimentales.

Los valores de la velocidad de producción de gas (c) y del potencial de producción (a+b) se de-

terminaron por la ecuación $p = a + b(1 - e^{-ct})$, propuesta por Ørskov y McDonald (1979).

Se realizó un análisis de varianza simple para determinar, en diferentes tiempos, la influencia del nivel de bagazo de cítrico en la producción acumulada de gas *in vitro*; la diferencia entre medias se calculó por la Prueba de Tukey. Para el procesamiento estadístico se empleó el programa SPSS para Windows versión 11.5.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la dinámica de producción de gas *in vitro* de los ensilajes y sus materias primas, se encontró que hay diferencias asociadas con el nivel de inclusión de hollejo y que después de las 60 h de incubación, la contribución energética de todos los ensilajes es mínima. La dinámica de producción de gas de las materias primas es diferente, el bagacillo muestra el más bajo nivel de producción de gas en todos los tiempos estudiados. En las primeras horas de incubación hay poca diferenciación entre las muestras incubadas.

La tabla 1 refleja la influencia del nivel de bagazo de cítrico en la producción de gas *in vitro* acumulada en diferentes tiempos. A las seis horas de incubación no hay diferencias entre tratamientos, pero sí a las 24; 48 y 72.

La influencia del nivel de inclusión de hollejo de naranja en los parámetros medios de producción de gas *in vitro* de los ensilajes y parámetros de las materias primas, se ofrecen en la tabla 2. El potencial de producción de gas (a+b) es mayor con el incremento de la inclusión de hollejo de naranja en el ensilaje. Esta diferencia es menos notable entre los ensilajes con 70 y 60 % de hollejo. Las materias primas tienen valores bien opuestos. El bagacillo alcanza los menores valores, pero solo ligeramente inferior a los ensilajes que menos hollejo incluyen; sin embargo, el hollejo fresco tiene un valor semejante al ensilaje con 100 % de este material.

Tabla 1. Influencia del nivel de bagazo de cítrico en la producción acumulada de gas *in vitro* en diferentes tiempos

Tiempo, h	100 % hollejo	90 % hollejo	80 % hollejo	70 % hollejo	60 % hollejo	EE	Sig.
6	3,6	3,1	2,3	2,7	2,4	0,22	NS
24	37,0a	24,9b	17,3c	14,5c	10,9c	2,55	***
48	56,2a	39,0b	31,2bc	25,5d	22,0d	3,57	**
72	58,6a	41,5b	33,2c	27,6cd	24,5d	3,30	***

Datos de gas expresados en mL; EE: error estándar; Sig: significación; letras desiguales indican diferencias significativas (P<0,05) según Prueba de Tukey; NS: no hay diferencia significativa; ** (P<0,05); *** (P<0,001)

La velocidad de producción de gas (c) es mayor a medida que incrementa la inclusión de hollejo y es muy similar entre los niveles de inclusión de hollejo de 90 y 100 %, así como entre 70 y 80 %. El hollejo fresco tiene un valor de c más bajo que el mismo material ensilado al 100 y 90 % de inclusión; el bagacillo de caña alcanzó el menor de los valores de velocidad de producción de gas. El potencial de producción de gas estuvo más influenciado, al compararlo con la velocidad de producción, por el nivel de inclusión de hollejo en la mezcla a ensilar.

La cantidad de gas producido por la incubación *in vitro* de un substrato está íntimamente relacionada con su digestibilidad y por tanto, con su valor energético (Menke y Steingass, 1988; Getachew *et al.*, 2004). La poca diferenciación en la producción de gas en las primeras horas se debe a la necesaria fase de adaptación (lag) de los microorganismos al nuevo substrato (Menke *et al.*, 1979; Mauricio *et al.*, 1999). Luego de esta adaptación, la dinámica de producción de gas dependerá básicamente del valor energético de cada alimento.

Las medias de producción acumulada de gas *in vitro* a diferentes tiempos de incubación, así como sus parámetros, demuestran un mayor valor nutritivo asociado con la inclusión del hollejo de naranja, lo que es inversamente proporcional a la inclusión del bagacillo de caña de azúcar, caracterizado por su alto contenido de pared celular de muy baja digestibilidad.

El ensilado parece favorecer ligeramente la velocidad de producción de gas en el ensilaje con 100 % de hollejo, si se compara con su materia prima, lo cual pudiera deberse a cambios ocurridos durante la conservación que pudieran mejorar el empleo de este material por los microorganismos del rumen. Este aspecto merece estudios posteriores.

Los parámetros obtenidos para los ensilajes con 100 y 90 % de hollejo denotan un alto valor nutritivo para la alimentación de animales rumiantes, y se pueden comparar con el de forrajes de alta calidad (Martínez, 2005; Galindo *et al.*, 2005).

Tabla 2. Influencia del nivel de inclusión de hollejo de cítrico en los parámetros medios de producción de gas *in vitro* de los ensilajes y parámetros de las materias primas

Parámetros*	a+b		c	
	Media	DE	Media	DE
% Hollejo				
100	73,3	4,93	0,046	0,0117
90	50,6	4,20	0,042	0,0049
80	41,2	4,10	0,035	0,0001
70	34,4	0,15	0,032	0,0053
60	31,7	1,67	0,026	0,0076
Bagacillo de caña	31,1	3,89	0,013	0,0012
Hollejo fresco	70,1	4,54	0,038	0,0061

* Según la ecuación $p = a + b(1 - e^{-ct})$ (Ørskov y McDonald, 1979), donde a+b es el potencial de producción de gas (mL) y c la velocidad de producción de gas (mL h^{-1}), DE: desviación estándar.

CONCLUSIONES

Se sugiere emplear ensilajes con niveles de hasta el 10 % de bagacillo, de manera que no se afecte notablemente el valor nutritivo.

REFERENCIAS

- FRAGA, L.; M. P. PÉREZ, Y G. DOMÍNGUEZ: Una nota sobre la utilización de la harina de pulpa de cítricos para pollos de ceba, *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 24: 355, 1995.
- GALINDO, J.; D. DELGADO, R. M. PEDRAZA Y D. E. GARCÍA: Impacto de los árboles, los arbustos y otras leguminosas en la ecología ruminal de animales que consumen dietas fibrosas, *Pastos y Forrajes*, 28 (1): 59-68, 2005.
- GETACHEW, G.; E. DEPETERS Y P. ROBINSON: *In vitro* Gas Production Provides Effective Method for Assessing Ruminant Feeds, *California Agriculture*, Jan-Mar 2004, disponible en: www.bioparametrics.com/Pdf/Neil%20Jessop%20Publications.pdf. (Consulta: octubre de 2004.)
- KYO, J.; S. KIM, Y W. Y. KIM: Use of Agroindustrial By-Products as Animal Feeds in Korea, 1996, disponible en: <http://www.agret.org>. (Consulta: mayo de 2003.)
- MARTÍNEZ, S. J.: Implementación de la técnica de producción de gas *in vitro* con heces vacunas como inóculo y su empleo para evaluar el follaje de algunas leguminosas arbustivas, tesis para optar por el título de máster en Producción Bovina Sostenible, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey, Cuba, 73 pp., 2005.
- MAURICIO, R. M.; M. L. MOULD, M. S. DHANOA, E. OWEN, K. S. CHANNA Y M. K. THEODOROU: A Semi Automated *in vitro* Gas Production Technique for Ruminant Feedstuff Evaluation, *Animal Feed Science and Technology*, 79: 321-330, 1999.

Valor nutritivo *in vitro* de ensilajes de hollejo fresco de cítrico (*Citrus sinensis*) con bagacillo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)

MENKE, K. H. Y H. STEINGASS: Estimation of the Energetic Feed Value Obtained from Chemical Analysis and *in vitro* Gas Production Using Rumen Fluid, *Animal Research and Development*, 28: 7-55, 1988.

MENKE, K. H.; L. RABB, A. SALEWSKI, H. STEINGASS, D. FRITZ, Y W. SCHNEIDER: The Estimation of the Digestibility and Metabolizable Energy Content of Ruminant Feeding Stuffs from the Gas Production When They Are Incubated with Rumen Liquor *in vitro*, *J. Agric. Sci.*, 93: 217-222, 1979.

NIEVES, D.; DILCIA BRICEÑO, A. PINEDA Y L. SILVA: Digestibilidad *in vivo* de nutrientes en die-

tas para conejos con niveles crecientes de naranjillo (*Trichanthera gigantea*), XVI Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA), La Habana, Cuba (en CD-ROM), 2001.

OJEDA, F.: Conservación de hollejo de cítrico fresco como ensilaje, Inf. Final Contrato No. 6.17 MES, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Matanzas, Cuba, 14 pp., 2003.

ØRSKOV, E. R. E. I. MCDONALD: The Estimation of Protein Degradability in the Rumen from Incubation Measurements Weighted According to Rate of Passage, *J. Agric. Sci.*, 92: 499-503, 1979.

Recibido: 10/12/2005

Aceptado: 15/2/2006