

Heces ovinas depuestas como inóculo en la técnica de producción de gases para la valoración nutritiva de forrajes

Mileidys González Rodríguez*, Alex A. Resillez Pujal*, Redimio M. Pedraza Olivera**, Silvio J. Martínez Sáez**

* Departamento de Veterinaria, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey, Cuba

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

misleidis.gonzalez@ redu.edu.cu

RESUMEN

Se evaluaron heces ovinas depuestas como inóculo en la técnica de producción de gas para la valoración nutritiva de pastos tropicales destinados a rumiantes. Se tomaron heces de ovinos que consumían pastos de gramíneas y se utilizó la técnica de producción de gas; se emplearon jeringas de cristal de 100 ml. Existió correlación positiva y significativa entre la producción de gas con heces ovinas depuestas y la producción de gas con heces bovinas. Se obtuvo coeficiente de determinación de 0,84. El mayor valor nutritivo lo alcanzaron los pastos guinea (*Panicum maximum*) y estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y el menor, pajilla (*Sporobolus indicus*). Se recomienda el uso de las heces ovinas depuestas para la valoración *in vitro* de forrajes.

Palabras clave: gas *in vitro*, valor nutritivo y heces ovinas

Assessing Forage Nutritive Value Through Biogasification Using Ovine Excreta as Inoculum

ABSTRACT

Ovine and bovine excreta as inoculum for biogasification proved useful in assessing the nutritive value of several tropical pastures for ruminants. Both kinds of excreta showed a positive and significant correlation to biogasification. The determinant coefficient was 0,84. *Panicum maximum* and *Cynodon nlemfuensis* exhibited the highest nutritive value, but *Sporobolus indicus* showed the lowest one. Keeping sheep under lab conditions is more economical than keeping cattle; for this reason, using ovine excreta as inoculum to assess forage nutritive value *in vitro* is recommended. This experimental procedure is bioethically accepted as it is non-aggressive to animals.

Key Words: *in vitro* biogas, nutritive value, ovine excreta

INTRODUCCIÓN

En América Latina y el Caribe la producción de vacunos para carne y leche, tradicionalmente ha sido una de las principales actividades productivas del sector agrícola, lo que obedece en gran parte a la abundante dotación de sabanas y bosques con que cuenta la región. La leche y carne proveen el 20 % de la proteína consumida por la población; sin embargo, en estas regiones hay déficit de 12 % en su producción lechera, que actualmente, es suministrada por importaciones (Holmann *et al.*, 2003).

La valoración nutritiva de los alimentos es indispensable para optimizar su utilización, la producción del rumiante y la eficacia económica de su aplicación; además de preservar el medio ambiente y respetar a los principios de la bioética (Del Toro, 2008), que son cada vez más exigentes

al evitar la agresión que muchos métodos de valoración nutritiva hacen a los animales que utilizan.

Desde el año 2005 en la Universidad de Camagüey se investiga el potencial de las heces bovinas como inóculo para la valoración nutritiva de alimentos mediante la técnica de gas *in vitro*, para evitar así los daños físicos que se les provocaba a estos animales con las anteriores técnicas de valoración nutritiva. Como los bovinos causan mayores gastos como animales en experimentación y los ovinos se consideran similares a ellos en sus características digestivas y alimentarias, se utilizaron heces ovinas como inóculo en esta investigación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras del pasto se recolectaron en la finca no. 4 de la granja La Angelina, en la empresa Rectángulo, Guáimaro, provincia de Camagüey (ubicada en los 21,09 N y 77,16 O). Los pastos se

colectaron en el mes de abril de 2009, en horas de la mañana y a 10 cm del suelo con ayuda de un machete. Se recolectaron muestras de las gramíneas tejana (*Paspalum notatum*), estrella (*Cynodon nlemfuensis*), guinea (*Panicum maximum*) y pajilla (*Sporobolus indicus*).

Las muestras fueron trasladadas rápidamente, en bolsas de papel, al laboratorio (LABCA) en la finca “Taburete”, se trocearon y homogeneizaron; después se secaron a 65 °C hasta peso constante en una estufa con circulación forzada de aire. Una vez secas se molieron en un molino de martillo con tamiz de 1 mm. Todas se preservaron adecuadamente, hasta su análisis, en frascos de vidrio y tapa esmerilada.

Las fuentes de inóculo de heces ovinas depuestas se colectaron en el lugar donde duermen los animales, bajo techo, en horas tempranas de la mañana y con menos de tres horas de haber sido depuestas como sugirieron Akhter *et al.* (1996). Se mezclaron con el medio mineral amortiguado en una proporción (1 + 3) y se batieron en licuadora doméstica por aproximadamente un minuto; luego se filtraron a través de malla de material inerte (Dederón) para separar las partículas sólidas. Se inyectó CO₂ sistemáticamente para evitar la presencia de oxígeno en contacto con los microorganismos anaerobios estrictos. Para las heces bovinas el procedimiento fue similar al utilizado en las heces ovinas, pero sin licuarlas en la batidora.

Para calcular los datos de producción de gas se utilizó Microsoft Excel (2003), previamente programado para procesar los datos primarios. Para la producción de gas, el criterio seguido en el ajuste fue el sugerido por Correa (2004):

$$\text{Para } t \leq TL \quad V = 0$$

$$\text{Para } t > TL \quad V = B * \{1 - \text{EXP}[- C * (t - TL)]\}$$

Donde:

TL: tiempo de la fase lag (h)

Para determinar el mejor ajuste al modelo de Ørskov y McDonald (1979), modificado para considerar la fase lag presente en las determinaciones *in vitro* (Correa, 2004) y los valores de r², se utilizó el programa Solver de Microsoft Excel (2004).

Para el análisis de correlación se utilizaron los valores de volumen de gas determinado para 8; 16; 24; 48 y 72 horas a partir del final de la fase lag, con el uso de los datos del

modelo ajustado. Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete Systat 7.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Fig. 1 se observa que mediante la técnica de producción de gas para los forrajes evaluados (pasto guinea, estrella y tejana) sus curvas tienden a ser parecidas. La calidad del pasto estrella en general es baja, aunque es muy apetecible y de fácil consumo para el ganado bovino, especialmente cuando está tierno y mientras más blando es más palatable y de mayor digestibilidad (Sánchez *et al.*, 2008).

El pasto pajilla tiene baja cantidad de producción de gas. Sánchez *et al.* (2008) plantean que el valor nutritivo del pasto pajilla es discutible, pues su rendimiento y calidad son bajos, especialmente en época de seca. Adjei *et al.* (2003) afirman que esta especie posee escaso valor nutritivo y características fisiológicas similares a especies de gramíneas mejoradas, lo que la convierte en una especie de difícil manejo. En la actualidad se encuentra diseminada en diferentes pastos cultivados y es una de las gramíneas más agresivas, tanto en Cuba (Padilla, 2005) como en otros países de América; sin embargo, hay que destacar su contribución en materia seca durante la época de sequía en algunas regiones de nuestro país.

En la Fig. 2 se constata que el comportamiento dinámico de la producción de gas *in vitro* dependerá —como proceso de crecimiento microbiano que es— del sustrato, del medio y del inóculo (Menke *et al.*, 1979 y Martínez *et al.*, 2005). La cantidad de gas producido por la incubación *in vitro* de un sustrato está íntimamente relacionada con su digestibilidad y, por tanto, con su valor

Producción de gas *in vitro* con heces ovinas

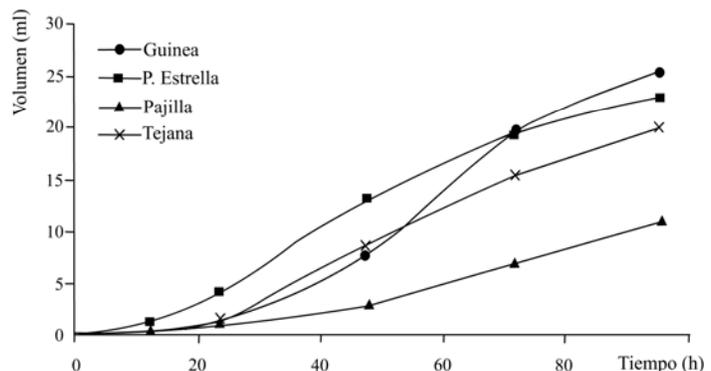


Fig. 1. Producción de gas a diferentes tiempos con el uso de heces ovinas como inóculo

Producción de gas *in vitro* con heces bovinas

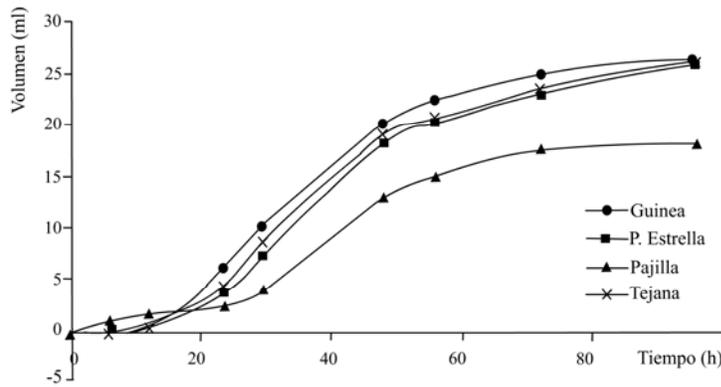


Fig. 2. Producción de gas a diferentes tiempos con el uso de heces bovinas como inóculo

energético (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 y Mauricio *et al.*, 2001). Luego de esta adaptación, la dinámica de producción de gas dependerá básicamente de la cantidad de ácido producida por los microorganismos a partir de la fuente de carbono ofrecida.

En los experimentos de gas *in vitro* con heces fecales bovinas, los resultados fueron similares a los obtenidos por Martínez *et al.* (2005) con otras muestras de forrajes. Y al compararlo con las heces ovinas sólo se produjo menor volumen de gas con tiempos y forrajes similares. De acuerdo con Van Laar *et al.* (2006), en contraste con muchos métodos químicos, las variaciones son comunes en las técnicas *in vitro*. Es evidente, además, que en las heces existe una fase *lag*, lo cual concuerda con experimentos similares hechos por Mauricio *et al.* (2001) y Bernardis *et al.* (2002).

Las heces pueden ser perfectamente usadas como fuente de inóculo para comparar follajes desde el punto de vista de su digestibilidad, tal como han probado Mauricio *et al.* (2001). Este criterio ha sido acentuado recientemente con los trabajos de Martínez *et al.* (2005). Estos resultados están en concordancia con los obtenidos por Akhter *et al.* (1996) que utilizaron como inóculo heces vacunas a diferentes tiempos después de haber sido depuestas, en la determinación de la digestibilidad de la materia orgánica *in vitro* por el procedimiento de Tilley y Ferry (1963).

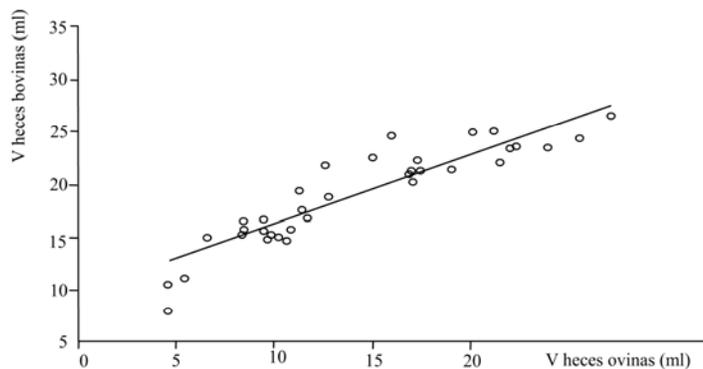
Las heces depuestas son más aceptables desde el punto de vista económico y biológico, además se mantienen esencialmente anaerobia después de depuestas y su microflora es viable por varias horas. En referencia a ello, Holter (1991) y Omed *et al.* (2000) sugieren el uso de heces como proveedores de enzimas microbianas y preparados de enzimas puras; sin embargo, estas técnicas alternativas no están exentas de problemas, ya sea por variabilidad en la composición de las heces o en el tipo y actividad de las enzimas, como en las dificultades de su implementación y aceptación por parte de los nutricionistas y laboratoristas.

Correlación entre los métodos

La Fig. 3 indica correlación positiva entre la producción de gas con heces depuestas ovinas y bovinas. El uso de heces depuestas como fuente de inóculo para la evaluación de alimentos ha demostrado su utilidad (Mauricio *et al.*, 2001 y Van Thu, 2003), lo que permite valoraciones similares a las que se obtienen con líquido ruminal y se evita así el stress y los daños a la integridad física de estos para la obtención de dicho líquido (Martínez *et al.*, 2005).

En general, se reconoce que las principales fuentes de variación en la técnica de producción de gas *in vitro* (sea con líquido o heces) son el origen y actividad microbiana del inóculo (Rymer *et al.*, 1999). Al respecto hay estudios para gas *in vitro* con el uso de heces extraídas del recto (Mauricio *et al.*, 2001).

Volumen de gas con heces ovinas como inóculo y heces bovinas



n = 36; V bovinas = 0,70 V ovinas + 10,3 ± 1,9; r² = 0,84; P < 0,01
Fig. 3. Relación entre el volumen de gas con heces ovinas y con heces bovinas

CONCLUSIONES

Las heces ovinas depuestas pueden ser utilizadas como inóculo en la técnica de producción de gases para la valoración nutritiva *in vitro* de forrajes para la alimentación de rumiantes.

Existió correlación positiva y significativa entre producción de gas con heces ovinas y la producción de gas con heces bovinas.

Se logra diferenciar el valor nutritivo de los pastos analizados, ordenándolos de mayor a menor de la manera siguiente: guinea (*Panicum maximum*), tejana (*Paspalum notatum*) y estrella (*Cynodon nlemfuensis*), por último pajilla (*Sporobolus indicus*).

REFERENCIAS

- ADJEI, M. B.; MULLAHEY, J. J.; MISLEVY, P. y KALMBACHER, R. S. (2003). *Smutgrass Control in Perennial Grass Pastures*. Extraído el 15 de noviembre de 2009, desde <http://edis.ifas.ufl.edu/AA261>.
- AKHTER, S.; OWEN, E. y HOSSAIN, M. M. (1996). Use of Cow Faeces at Different Times after Being Voided As a Source of Micro-Organisms *In Vitro* Digestibility Assays of Forages. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 9 (4), 371-374.
- BERNARDIS, A. C.; GONZÁLEZ, H. y MARTÍNEZ, A. (2002). Suspensión de excretas de ganado vacuno como fuente de inóculo para efectuar la digestibilidad *in vitro* de especies forrajeras. XXIV Congreso de Producción Animal, octubre de 2002.
- CORREA, H. J. (2004). Procedimiento para estimar los parámetros de cinética ruminal mediante la función Solver de Microsoft Excel®. *Rev. Col. Cienc. Pec.*, 17, 3.
- DEL TORO, A. (2008). *Estrategia curricular de formación bioética para el desarrollo humano sostenible*. Tesis de doctorado en Ciencias Pedagógicas, Universidad de Camagüey, Cuba.
- GETACHEW, G.; DEPETERS, E. y ROBINSON, P. (2004). *In vitro* Gas Production Provides Effective Method for Assessing Ruminant Feeds. *California Agriculture*. Extraído en febrero 2009, desde <http://www.bioparametrics.com/Pdf/Neil%20Jesso%20Publications.pdf>.
- HOLMANN, F.; RIVAS, L. J.; CARRULLA, B.; RIVERA, L.; GIRALDO, S.; GUZMÁN, M., MARTÍNEZ, A., MEDINA, A. y FARROW, A. (2003). Evaluación de los sistemas de producción de leche en el trópico latinoamericano y su interrelación con los mercados: Un análisis del caso colombiano. Colombia: CIAT.
- HOLTER, P. (1991). Concentration of Oxygen, Carbon-Dioxide and Methane in the Air Within Dung Pats. *Pedobiologia*, 35, 381-386.
- MARTÍNEZ, S. J.; PEDRAZA, R.; GONZÁLEZ, E.; LÓPEZ, M. y GUEVARA, G. (2005). Influence of The Donor Animal on the *In vitro* Gas Production with the Use of Voided Bovine Faeces. *Livestock Research for Rural Development*, 17. Extraído el 12 de enero de 2009, desde <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd17/11/mart17129.htm>.
- MAURICIO, R. M.; OWEN, E.; MOULD, F. L.; GIVENS, D. I.; THEODOROU, M. K.; FRANCE, D.; DAVIES R. y DHANOA, M. S. (2001). Comparison of bovine rumen liquor and bovine faeces as inoculum for an *in vitro* gas production technique for evaluating forages. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 89, 33-48.
- MENKE, K. H.; RAAB, L.; SALEWSKI, A.; STEINGASS, H.; FRITZ, D. y SCHNEIDER, W. (1979). The Estimation of the Digestibility and Metabolizable Energy Content of Ruminant Feedingstuffs from the Gas Production when They are Incubated with Rumen Liquor *In vitro*. *J. agric. Sci.*, 93, 217-222.
- OMED, H. M.; LOVETT, D. K. y AXFORD, R. F. E. (2000). Faeces as a Source of Microbial Enzymes for Estimating Digestibility. En D. I. Givens, E. Owen, R. F. E. Axford y H. M. Omed (Ed.). *Forage Evaluation in Ruminant Nutrition*. Wallingford, U.K: CABI Publishing.
- ØRSKOV, E. R. y MCDONALD, I. (1979). The Estimation of Protein Degradability in the Rumen from Incubation Measurements Weighted According to Rate of Passage. *Journal of Agricultural Science*, 92, 499-503.
- PADILLA, C. (2005). *Caracterización morfológica y biológica de Sporobolus indicus (L.) R. Br (espartillo) con énfasis en los medios reproductivos*. Informe Final de Proyecto de Investigación, Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba.
- RYMER, C.; HUNTINGTON, J. A. y GIVENS, D. I. (1999). Effects of Inoculum Preparation Method and Concentration, Method of Inoculation and Pre-Soaking the Substrate on the Gas Production Profile of High Temperature Dried Grass. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 78, 199-213.
- SÁNCHEZ, T.; ØRSKOV, E. R.; LAMELA, L.; PEDRAZA, R. y LÓPEZ, O. (2008). Nutritive Value of the Forage Components of an Association of Improved Grasses and *Leucaena leucocephala*. *Pastos y Forraje*, 31 (3).
- TILLEY, J. M. A. y TERRY, R. A., (1963). A Two Stage Technique for the *In vitro* Digestion of Forage Crops. *Journal of the British Grassland Society*, 18, 104-111.
- VAN LAAR, H.; VAN STRAALLEN, W. M.; VAN GELDER, A. H.; DE BOEVER, J. L.; D'HEER, B. y VEDDER, H.

(2006). Repeatability and Reproducibility of an Automated Gas Production Technique. *Animal Feed Science and Technology*, 133, 150.

VAN THU, N. (2003). Effect of Different Strategies of Treated Rice Straw on Nutrients and *In vitro* OM Digestibility by Using Rumen Fluid or Faecal Inocula of Local Cattle. En Reg Preston y Brian Ogle (Eds.) *Proceedings of Final National Seminar-*

Workshop on Sustainable Livestock Production on Local Feed Resources. Hue City: HUAF-SAREC. Extraído en abril de 2009, desde <http://www.mekarn.org/sarec03/thu2.htm>.

VAN THU, N. (2003). Inoculum from Sheep. *Animal Feed Science and Technology*, 123-124, 81-94.

Recibido: 30-1-2012

Aceptado: 30-3-2012