

Correlación entre energía metabolizable calculada y producción de gas *in vitro* con heces depuestas como inóculo

Marlene León González, Silvio J. Martínez Sáez, Redimio M. Pedraza Olivera, Cecilia E. González Pérez y Guillermo Barreto Argilagos

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

marlene.leon@reduc.edu.cu

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la posible correlación entre la energía metabolizable calculada (EMc) y la producción de gas *in vitro*, con heces vacunas depuestas como inóculo, se estudiaron muestras de *G. sepium*, *E. variegata*, *L. leucocephala*, *S. viscosa*, *A. lebbeck*, *D. incanum*, *D. barbatum*, *C. surinamensis*, *Ch. lineata*, *P. purpureum*, *C. nlemfuensis*, *P. maximum*, *P. notatum* y *S. indicus*. Se encontró que los contenidos de EM calculados, los mayores valores corresponden en general a las leguminosas. Los volúmenes de gas *in vitro* obtenidos concuerdan con el comportamiento práctico en cuanto a valor nutritivo de las plantas estudiadas. Los coeficientes de correlación oscilan entre 0,696 y 0,718 y en todos los casos ($P < 0,01$), por lo que se concluye que existe correlación positiva entre la producción de gas a las 24; 48 y 72 horas posteriores a la fase *lag* y la energía metabolizable calculada. Se recomienda profundizar en el empleo de ecuaciones de regresión para determinar la EM a partir de la producción de gases con heces depuestas con mayor número de especies y uso de otras ecuaciones para predecir la energía metabolizable.

Palabras clave: *energía, heces depuestas, gas in vitro*

INTRODUCCIÓN

Los avances en el campo de la nutrición animal hacen necesario un conocimiento más preciso del valor alimenticio de los forrajes, los cuales constituyen en el trópico la principal fuente para la alimentación de los rumiantes, por lo que es sumamente importante conocer su valor nutritivo para, con una dieta apropiada, acercarse a su potencial de producción. Igualmente, es necesario conocer lo más exactamente posible el valor alimenticio de los forrajes con que se cuenta para la realización de los balances alimentarios instantáneos y con plazos más prolongados, para prever el déficit alimentario y solucionarlo en el momento requerido (García-Trujillo y Cáceres, 1984). Desafortunadamente no siempre se conoce el valor nutritivo de tales recursos, por tal razón, se busca alternativas viables para su determinación y es de suma importancia.

La energía es considerada como el primer nutriente limitante en todo sistema de alimentación, de allí la importancia de la valoración energética de los alimentos consumidos por los animales. La energía metabolizable (EM) resulta más valiosa para determinar los valores energéticos y las necesidades debido a que toma en cuenta las pérdidas de energía a través de la orina y de los gases (Pirela, 2005) y existen fórmulas para predecir su

valor a partir de la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO) determinada con el uso de líquido ruminal (McDonald *et al.*, 2002).

La técnica de producción de gas puede usarse en un rápido tamizaje para predecir degradabilidad ruminal y digestibilidad de la materia orgánica (Boever *et al.*, 2005) que se correlacionan con la EM. Las heces bovinas han sido usadas como inóculo (Akhter y Hossain, 1998 y Martínez, 2008) y su uso ha mostrado resultados similares a los obtenidos con el uso de líquido ruminal, y sin el estrés y posible daño que el canular trae consigo.

En sus estudios sobre el uso de heces depuestas como inóculo en la producción de gas, Martínez (2008) recomienda el posible uso de esta variante para la estimación del valor energético de forrajes, por lo que resulta de gran importancia encontrar positiva correlación entre el gas producido y la energía.

El objetivo de este trabajo es evaluar la correlación entre la energía metabolizable calculada y la producción de gas *in vitro*, con heces vacunas depuestas como inóculo en forrajes tropicales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se realizaron en el laboratorio de control agroambiental (LABCA), perteneciente al Centro de Estudios para el Desarrollo de la

Producción Animal (CEDEPA), ubicado en la Finca Taburete.

Se usaron muestras de gramíneas y leguminosas localizadas en diferentes lugares de la provincia de Camagüey y su colección se realizó como sigue:

Las muestras de *Cynodon nlemfuensis* (pasto estrella), *Panicum maximum* (guinea), *Sporobolus Indicus* (pajilla) y *Paspalum notatum* (tejana) se tomaron en el mes de abril de 2009, en el pastoreo 20 y 21 de la Finca No. 4 del distrito Santa Marta en la granja *La Angelina*, del municipio Guáimaro.

Las muestras de *Calliandra surinamensis* (calliandra), *Gliricidia sepium* (piñón, matarotón), *Albizia lebeck* (algarrobbillo de olor), *Erythrina variegata* (piñón brasileño), *Pennisetum purpureum* (king grass) y *Leucaena leucocephala*, (leucaena) en la finca donde esta enclavado el laboratorio, con más de 90 días de rebrote y en período de seca entre 2003 y 2006.

Las muestras de *Desmodium barbatum* (amor seco), *Desmodium incanum* (amor seco), *Chamaecrista lineata* (carbonero), *Stylosanthes viscosa* (comino cimarrón), se tomaron en 2006 en áreas pertenecientes a la Empresa Pecuaria de Minas, en época de seca, en la UBPC Finca Habana:

Se utilizó una muestra patrón de *Panicum maximum* conservada en el laboratorio, tomada y procesada según lo describe Martínez (2005).

El muestreo se realizó de forma aleatoria entre las 9 y 11 am. Las gramíneas y leguminosas rastrojeras se cortaron a 10 cm del suelo con ayuda de un machete, y las leguminosas arbustivas se tomaron de al menos cinco árboles simulando el ramoneo de los animales, como ha sido realizado por Sosa *et al.* (2004). Se trocearon y homogeneizaron, y se almacenaron en bolsas plásticas debidamente identificadas. En todos los casos se creó una muestra compuesta, que se redujo a no menos de 250 g de material húmedo por porciones a analizar. Luego secadas a 65° C hasta peso constante en una estufa con circulación forzada de aire durante 48 h, y molidas en un molino de martillo hasta pasar por un tamiz de 1 mm y preservadas adecuadamente en frascos de vidrio de boca ancha y tapa esmerilada hasta su análisis.

La digestibilidad se determinó por el método de Minson y McLeod (1972), citado por Herrera *et al.* (1980).

La producción de gas *in vitro* con heces depuestas como inóculo se llevó a cabo según describe Martínez (2008). Para ajustes debido a las diferencias entre inóculos se usó la muestra patrón de *P. maximum*.

La energía metabolizable se calculó usando la fórmula propuesta por McDonald *et al.* (2002):

$$\text{EMc (MJ/kg de MS)} = 0,16 \text{ DIVMO (\%)}$$

Donde:

EMc: energía metabolizable calculada

DIVMO: digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica

La producción de gas se ajustó al modelo propuesto por Correa (2004). Para el mejor ajuste se utilizó el programa Solver de MS Excel. Una vez hecho esto se calcularon los volúmenes a 24; 48 y 72 horas que se producirían, considerando como tiempo cero el final de la fase *lag*, todo según procedimiento propuesto por Martínez (2008). Los análisis de regresión y correlación se hicieron con el programa Microsoft Excel® (2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 presenta los contenidos calculados de EMc, los mayores valores corresponden a las leguminosas y los menores a las gramíneas, tal como han reportado diversos autores (Golh, 1982; Garcia-Trujillo y Cáceres, 1984; CALRAC, 1996; Brea, Rodríguez y Ortiz, 2009; Maldonado *et al.*, 2009 y Ojeda, 2009). El contenido de la EM de los forrajes *P. máximo*, *L. leucocephala* y *C. nlemfuensis*, coinciden con lo informados, mientras que *P. notatum*, *A. lebeck* y *D. barbatum* se subvaloran y *G. sepium* y *P. purpureum* se sobrevaloran en relación con los valores alcanzados por estos autores. La no coincidencia con los valores apuntados puede deberse a causas muy disímiles: desde la edad de rebrote de las muestras, hasta el hecho de que la ecuación usada no se ajuste bien a este tipo de forrajes.

Investigaciones realizadas por Pedraza (2000) destacan el elevado valor nutritivo del follaje de *G. sepium*, mientras que es conocido que alimentos con presencia marcada de factores antinutritivos como *Ch. lineata* y *C. surinamensis*, tienen menor valor nutritivo.

González (2010), al estudiar la producción de gas del pasto *S. indicus*, pudo apreciar que tiene menor valor nutritivo *in vitro* que *C. nlemfuensis*, *P. maximum* y *P. notatum*, y evaluó el por ciento de la degradabilidad ruminal de estas. La autora

observó que tienden a ser parecidas sus curvas de degradabilidad.

Martínez (2008) en su estudio de la producción de gas con heces vacunas como inóculo encontró un alto valor nutritivo para los follajes de *L. leucocephala* y *G. sepium*, razón por la que se les emplea ampliamente en la nutrición de rumiantes.

En la Fig. 2 se muestra la correlación entre el contenido de energía metabolizable calculada y el volumen de gas producido a las 24; 48 y 72 horas; hubo una correlación significativa con buena determinación $R^2 = 0,69; 0,71; 0,71$, respectivamente.

Menke y Steingass (1988) encontraron relación entre la producción de gas a las 24 horas y los contenidos de EM, realizando ecuaciones que incluyen como variables la producción de gas e indicadores de la composición química de los forrajes.

Resíllez (2008) y González (2010) determinaron que la técnica de producción de gases es útil para predecir la degradabilidad ruminal de forrajes. Menke *et al.* (1979); Steingass y Menke (1980); Steingass (1983); Menke (1983) y Rohr *et al.* (1986), citados por Menke y Steingass (1988), explicaron que la producción de gas acumulada en 24 horas estaba bien correlacionada con la energía metabolizable y digestibilidad de la materia orgánica *in vivo*.

CONCLUSIONES

Para los forrajes estudiados, existe correlación positiva entre la producción de gas con heces depuestas como inóculo y la energía metabolizable calculada como una función de la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica.

La producción de gas *in vitro* fue generalmente superior en las leguminosas en relación con las gramíneas.

RECOMENDACIONES

Profundizar en el empleo de ecuaciones de regresión para determinar la EM a partir de la producción de gases con heces depuestas con mayor número de especies y uso de otras ecuaciones para predecir la energía metabolizable.

REFERENCIAS

AKHTER, S. y HOSSAIN, M. M. (1998). Cow Faeces in *In Vitro* Digestibility Assays of Forages. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 11 (1), 51-54.

- BOEVER, L.; AERTS, J.; VANACKER, J y BRABANDER, D. (2005). *Evaluation of the Nutritive Value of Maize Silages Using a Gas Production Technique*. Animal Feed Science and Technology. Extraído el 15 de octubre 2010, desde 10.1016/j.anifeeds.2005.04.019.
- BREA, O., RODRÍGUEZ, Y. y ORTIZ, A. (2009). *Establecimiento de un sistema silvo pastoril con un ecosistema montañoso degradado del municipio Yateras, Guantánamo*. Memorias del VII Taller Intrenacional Silvopastoril, 20 al 30 de octubre, Varadero, Mantazas, Cuba.
- CALRAC. (1996). *Software para la alimentación de rumiantes* (v. 1.0). Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba.
- CORREA, H. J. (2004). RUMENAL: Procedimiento para estimar los parámetros de cinética ruminal mediante la función Solver de Microsoft Excel®. *Rev. Col. Cienc. Pec.*, 17, 3.
- GARCÍA TRUJILLO, R. y CÁCERES, O. (1984). Introducción de nuevos sistemas para expresar el valor nutritivo de los forrajes tropicales. II. Proteína. *Pastos y Forrajes*, 7, 261.
- GOHL, B. (1982). Piensos tropicales. En *Producción y Sanidad Animal*. Roma, Italia: Colección FAO.
- GONZÁLEZ, M. (2010). Heces ovinas depuestas como inóculo en la técnica de producción de gases para la valoración nutritiva de forrajes para rumiantes. Tesis de maestría en Producción Animal Sostenible (mención bovina). Universidad de Camagüey, Facultad Ciencias Agropecuarias, Camagüey, Cuba.
- HERRERA, R.; GONZÁLEZ, S.; HARDY, C y PEDROSO, D. (1980). *Análisis químico de los pastos*. Ciudad de La Habana, Cuba: EDICA.
- MALDONADO, M.; GRANDE, D.; ARANDA, E y PÉREZ-GIL, F. (2009). *Evaluación de árboles forrajes tropicales para la alimentación de rumiantes en Tabasco, México*. Memorias del VII Taller Intrenacional Silvopastoril, 20 al 30 de octubre, Varadero, Mantazas, Cuba.
- MARTÍNEZ, S. J. (2005). *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 de maestría en Producción Bovina Sostenible, Universidad de Camagüey, Facultad Ciencias Agropecuarias, Camagüey, Cuba.
- MARTÍNEZ, S. J. (2008). *Heces vacunas depuestas como inóculo en la técnica de producción de gases para la valoración nutritiva in vitro de forrajes*. Tesis de doctorado en Ciencias Veterinarias, Universidad de Camagüey, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Camagüey, Cuba.
- MCDONALD, P.; EDWARDS, R. A.; GREENNALGH, F. J. D y MORGAN, C. A. (2002). *Digestibility*. Animal

- Nutrition*. En Evaluation of Foods (Sixth Edition). Pearson. Prentice-Hall.
- MENKE, K. H. y STEINGASS, H. (1988). 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.
- OJEDA, F. (2009). *Ensilajes mixtos de gramíneas y plantas arbóreas, una solución para alimentar rumiantes durante el período poco lluvioso*. Memorias del VII Taller Intrenacional Silvopastoril, 20 al 30 de octubre, Varadero, Mantazas, Cuba.
- PEDRAZA, R. M. (2000). *Valoración nutritiva del follaje de Gliricidia sepium (Jacq.) Kunth ex Walp. y su efecto en el ambiente ruminal*. Tesis de doctorado en Ciencias Veterinarias.
- PIRELA, M. (2005). *Valor nutritivo de los pastos tropicales*. Extraído el 25 de junio de 2011, desde <http://www.docstoc.com/docs/3271407>.
- RESÍLLEZ, P. A. (2008). *Producción de gases con heces vacunas depuestas como inóculo para predecir la degradabilidad in situ de forrajes*. Tesis de maestría en Producción Bovina Sostenible, Universidad de Camagüey, Cuba.
- SOSA, E. E.; PÉREZ, D.; ORTEGA, L. y ZAPATA, G. (2004). Evaluación del potencial forrajero de árboles tropicales para la alimentación de ovinos. *Técnicas Pecuarias Méxic.*, 42 (2), 129-144.

Tabla 1. Valores de energía metabolizable (EM) calculados a partir de la DMO según ecuación propuesta por McDonald *et al.* (2002)

Nombre	EM (MJ/kg)	Nombre	EM (MJ/kg)
<i>Gliricidia sepium</i>	10,7	<i>Pennisetum purpureum</i>	9,2
<i>Erythrina variegata</i>	10,2	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	8,4
<i>Leucaena leucocephala</i>	9,5	<i>Panicum maximum</i>	8,0
<i>Stylosanthes viscosa</i>	9,2	<i>Paspalum notatum</i>	5,8
<i>Albizia lebbek</i>	7,1	<i>Sporobolus indicus</i>	5,0
<i>Desmodium incanum</i>	6,3		
<i>Desmodium barbatum</i>	5,6		
<i>Calliandra surinamensis</i>	5,0		
<i>Chamaecrista lineata</i>	4,7		

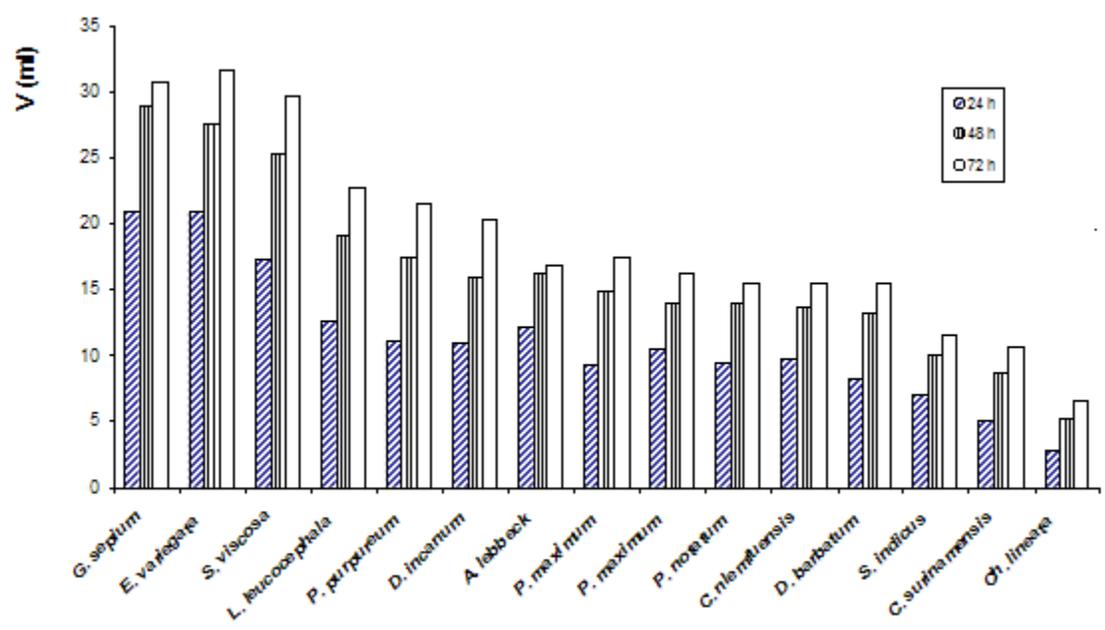
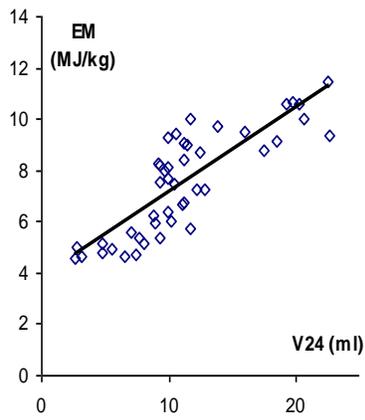
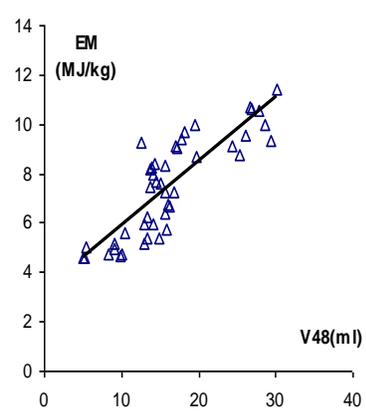


Fig. 1. Producción de gas *in vitro* con heces depuestas a las 24; 48 y 72 h



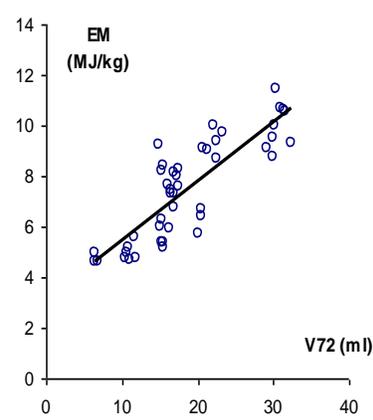
$$EMc = 0,33V_{24} + 3,8 \pm 1,1;$$

$$r^2 = 0,696; P < 0,01$$



$$EMc = 0,26 V_{48} + 3,3 \pm 1,0;$$

$$r^2 = 0,718; P < 0,01$$



$$EMc = 0,24 V_{72} + 3,1 \pm 1,0;$$

$$r^2 = 0,718; P < 0,01$$

Fig. 2. Relación entre la EMc (MJ/kg) y volumen de gas *in vitro* a las 24, 48 y 72 horas