

Potencial fermentativo *in vitro* y degradabilidad ruminal *in situ* de materia seca y materia orgánica de Uvita, *Cordia alba* (Jacq), en ecosistemas del oriente de Cuba

O. La O¹, M. A. Solís², O. Ruiz³, H. González⁴, Y. Castillo³, E. Gutiérrez⁵, A. Muro³, C. Arzola³, C. Rodríguez³ y J.G. Cairo¹

¹Instituto de Ciencia Animal, San José de las Lajas, La Habana, Cuba. Apartado Postal 24.

Correo electrónico: olao@ica.co.cu

²Instituto Tecnológico de Morelia. Av. Tecnológico 1500, Colonia Lomas de Santiaguito, C.P. 58120. Morelia, Michoacán, México.

³Facultad de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chihuahua, Perif. Fco. R. Almada km 1, Chihuahua.

⁴Departamento de Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencias Biomédicas, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. México Chihuahua, México

⁵Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México

Se realizaron dos experimentos con *Cordia alba* (Uvita) para determinar la degradabilidad ruminal efectiva (DRE) *in situ* de materia seca (MS) y materia orgánica (MO) y la capacidad fermentativa ruminal, mediante la técnica de producción de gas *in vitro*. En la degradabilidad ruminal efectiva de MS y MO se asumieron los valores de constante de recambio ruminal (k) de 3, 4 y 5 %/h, con el modelo: $DRE = N_0 + \sum_{i=1}^n [(N_{i+1} - N_i) * e^{-kt_i} + e^{-kt_{i+1}}/2]$, mientras que los resultados de la fermentación se ajustaron a la ecuación exponencial $Y = a+b*(1-\exp(-c*t))$. Los valores de degradabilidad oscilaron de 31.77 - 43.79 y de 33.71- 43.37, para MS y MO respectivamente, con diferentes constantes de recambio ruminal y tendencias similares, en cuanto al porcentaje de degradación. La concentración de MO y su dinámica de degradación en el rumen sugieren que la inclusión en dietas de baja calidad podría mejorar la eficiencia de utilización, con comportamientos similares a la producción de gas acumulada (mL) por la fermentación *in vitro*, la cual tuvo un comportamiento estable con ajuste de los datos al modelo exponencial aplicado de $R^2= 88.47$, relacionado, en parte, con la posible influencia de factores antinutricionales. Se sugiere continuar la evaluación de esta especie de árbol y su combinación con gramíneas tropicales, en ecosistemas de alta sequía, para utilizarse en la suplementación de rumiantes. De este modo, mediante la fermentación ruminal, pueden aprovecharse sus potencialidades y el efecto de factores antinutricionales en el grado de utilización de los nutrientes.

Palabras clave: *Cordia alba*, degradabilidad, sequía, nutrientes, capacidad fermentativa, *in vitro*

Informes de la FAO (Organización para la Agricultura y Alimentación de las Naciones Unidas) afirman que la población mundial será, aproximadamente, de ocho mil millones de habitantes para el año 2030, por lo que la necesidad de alimentos, propiciará el aumento progresivo de la presión en el medio ambiente. Por ello, en la actualidad, se buscan diversas opciones para enfrentar el reto que se presentará en los próximos años.

El uso del follaje de los árboles y arbustos leguminosos y no leguminosos, como suplemento a la ración de rumiantes, constituye una opción de importancia primordial para la agricultura de bajos insumos en ambientes de alta sequía.

Debido a la necesidad de diversificar el empleo de árboles y arbustos de utilidad para la ganadería, es necesario estudiar árboles y leguminosas de la flora de Cuba, específicamente en suelos con alta erosión, sequía y salinidad, con el objetivo de establecer un método de evaluación para la utilización y producción de biomasa, así como conocer el valor nutritivo de algunas de estas especies y el comportamiento biológico de animales rumiantes útiles al sector agropecuario (CITMA 2003).

El mérito del follaje de los árboles como suplemento para rumiantes se atribuye, esencialmente, al aporte de nitrógeno soluble y de proteína no degradable para los microorganismos del rumen (Pedraza 2000 y La O 2001), así como a su contribución con fibra fácilmente

degradable en el rumen (Abdulrazak *et al.* 1996). Se reconoce también el efecto potencial de algunos compuestos naturales que pueden influir en la eficiencia de utilización de algunos nutrientes en los animales que los consumen (Galindo *et al.* 1995, Pedraza 2000, Savon y Scull 2002, La O *et al.* 2003 y La O *et al.* 2006 a y b).

Cordia alba es una planta con posible uso en la alimentación animal, debido a su composición nutritiva y a su capacidad de adaptación a las condiciones adversas; además de considerarse mejoradora de la estructura del suelo. Por estas razones, es necesario ampliar su evaluación científica y profundizar en el estudio de su respuesta a las condiciones de manejo en lugares de alta salinidad, suelos erosionados y bajas precipitaciones (La O *et al.* 2006b). El objetivo de este trabajo fue determinar la degradabilidad ruminal de la materia seca y la materia orgánica, así como la capacidad fermentativa ruminal de *Cordia alba*, mediante la técnica de producción de gas *in vitro* en ecosistemas de alta sequía.

Materiales y Métodos

Procedimiento experimental. Se recogieron al azar muestras de diez plantas adultas, con más de tres años de establecidas en áreas de la Estación Experimental Pecuaria del Instituto de Investigaciones Agropecuarias «Jorge Dimitrov». La estación se encuentra a 11 km de la ciudad de Bayamo, en el Valle del Cauto, en la provincia

Granma. El suelo es de tipo Vertisol, según la clasificación genética de los suelos de Cuba (Instituto de Suelos 1995). Aproximadamente, el 100 % de los suelos de uso ganadero de la región oriental tienen mal drenaje. El 70 % de ellos está afectado por la salinidad y el 40 % del área se inunda. La precipitación acumulada en los meses de lluvia (mayo-octubre) y seca (noviembre-abril), en el año que se realizó el trabajo, no sobrepasó los 800 mm y 200 mm, respectivamente.

La recolección de las diez muestras individuales (5 kg/planta) se realizó simulando el ramoneo del animal (Paterson et al. 1983), fundamentalmente con hojas y tallos jóvenes. Parte del material cosechado, previamente homogeneizado y secado durante 48 h, en estufa de aire forzado a 55 °C, se molió a 1 mm, para determinar su composición química y capacidad fermentativa *in vitro*. El resto del material se molió a tamaño de partícula de 2.5 mm, para determinar la degradabilidad ruminal *in situ* de los componentes estudiados (MS y MO).

Composición química. La materia seca (MS), materia orgánica (MO), ceniza (Cza) y proteína bruta (PB), se determinaron según AOAC (1995). La fibra neutro detergente (FND), de acuerdo con Goering y van Soest (1970).

Producción de gas. El estudio se realizó en el laboratorio de nutrición animal de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Los animales donantes de líquido ruminal fueron tres ovinos de la raza Pelibuey machos, adultos, con peso promedio de 60 ± 1.5 kg y de aproximadamente 12 meses de edad. Se alojaron en jaulas metabólicas individuales, de 0.7 x 1.5 x 1.7 m. La dieta base estuvo conformada por 70 % de paja de avena, 20 % de forraje verde y 10 % de maíz molido, agua y sales minerales a voluntad.

El líquido ruminal se recolectó durante la mañana (Menken y Steingass 1988 y Blummel y Orskov 1993), 20 min. antes de iniciar la prueba. Se filtró a través de una tela de muselina doble, para después hacer la mezcla que sirvió de inóculo. El procedimiento de producción de gas *in vitro* (PGIV) se realizó de acuerdo con Menken et al. (1979), utilizando un transductor de presión (Theodorou et al. 1994) para medir el gas producido.

Se colocaron 200 mg de MS de muestra en cada frasco de 50 mL de volumen, a los que se le agregó 20 mL de saliva artificial y 10 mL de mezcla del líquido ruminal (2:1 v/v). El llenado de los frascos se realizó en condiciones de anaerobiosis (gaseado continuo de CO₂) y en ausencia de luz. Los frascos permanecieron en un incubador rotatorio, marca New Brunswick Scientific® (digital incubator shaker model 2400), a 39 °C, durante 96 h. Cada frasco se repitió en cinco oportunidades, con un blanco que contenía solamente líquido ruminal y saliva artificial que sirvió como factor de corrección.

La PGIV se midió a las 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 y 96 h, con medidor de presión (transductor Fasto®) (Theodorou

et al. 1994). Se estimó el volumen de gas producido mediante la utilización de una ecuación de regresión lineal entre el volumen y la presión [volumen (mL) = 2.4964+x presión (psl)] (Fondevilla et al. 2002 y Rivera 2005). Transcurrido el tiempo de incubación, los frascos se mantuvieron a 4 °C para detener la acción de los microorganismos.

Degradabilidad ruminal *in situ*. Se utilizaron tres toros Holstein x Cebú, con peso promedio de 412 ± 10 m/kg de peso vivo (PV). Se les insertaron cánulas de pastisol (10 cm de diámetro interno) en la región dorsal del rumen mediante procedimiento quirúrgico. Los animales consumieron a voluntad Cuba CT-115, 2 kg de pasta de soya en dos raciones diarias (8.00 a.m. y 4.00 p.m.), sales minerales y agua a voluntad.

Se pesaron 5 g de muestra de *Cordia alba*, con tamaño de partícula de 2.5 mm por bolsa de dacrón (14 cm de largo por 8.5 cm de ancho y 48 µm de porosidad). Las bolsas se introdujeron en la región ventral del rumen durante 6, 8, 12, 24, 48 y 72 h de incubación. Al retirarlas del rumen, se lavaron por fuera con agua corriente hasta que estuvieron transparentes. Posteriormente, se introdujeron en erlenmeyers de 250 mL con agua destilada y se sometieron a agitación durante dos etapas de 10 min., a velocidad estándar de un agitador de zaranda, para eliminar posibles restos de microorganismos en las muestras resultantes. La fracción soluble y determinaciones químicas se realizaron según procedimiento de Pedraza (2000).

Procesamiento estadístico. La degradabilidad ruminal efectiva (DRE) de MS y MO se calculó según el modelo $DRE = N_o + \sum_{i=1}^n [(N_{i+1} - N_i) * e^{-kt_i} + e^{-kt_{i+1}}/2]$, donde:

No- nutriente soluble, determinado por el lavado (g/g de nutriente original)

k- velocidad de pasaje ruminal (h⁻¹)

t- tiempo (h)

N- nutriente degradado (incluyendo el soluble) a tiempo (g/g nutriente original)

i- número de incubaciones (Kristensen et al. 1982)

Se asumieron los valores de constante de recambio ruminal (k), de 3, 4 y 5 %/h (Verité et al. 1987). Los intervalos de confianza y el área bajo la curva se calcularon por procedimiento matemático en EXCEL, versión 5.0 de Windows.

Los resultados de la capacidad fermentativa se ajustaron al modelo exponencial de Orskov y Mc Donald (1979): $Y = a + b * [1 - \exp(-c * t)]$, donde:

Y - volumen de gas producido con el tiempo t

a: producción de gas a la 0 h

b - producción potencial de gas en el tiempo

c - velocidad de producción de gas

t - tiempo

Para el análisis de los datos, se usó el programa estadístico para microcomputadoras Statgraphic 3® (Pérez 2003).

Resultados y Discusión

Los valores de composición bromatológica (tabla 1) en Uvita (*Cordia alba*) indicaron contenido de PB (nitrógeno total x 6.25) de 18.93 % de MS. La FDN y MO alcanzaron tenores de 67.17 y 85.66, respectivamente. Estos resultados se encuentran en el rango de valores informado por Chongo et al. 1998, Flores et al. 1998 y La O et al. 2006a), en leguminosas y árboles tropicales, pero resultan muy superiores a los registrados por La O et al. (2006b) para la especie estudiada.

Tabla 1. Composición bromatológica del alimento utilizado.

Indicador (%)	<i>Cordia alba</i> (DS)
MS residual	98.66 (1.03)
PB (Nx6.25)	18.93 (0.23)
FDN	67.17 (1.00)
MO	85.66 (0.10)
Cza	14.34 (0.10)

La figura 1 muestra la producción de gas acumulada por la fermentación de *Cordia alba* durante el período de incubación *in vitro*. El comportamiento cinético se caracterizó por aumento de la producción de gas con el tiempo de exposición de las muestras al ataque de microorganismos. Esto puede relacionarse con lo informado por Dhanoa et al. (2000) y Fondevilla y Barrios (2001) acerca de la colonización de la fibra y su fermentación, asociada al incremento de la producción de gas, a medida que aumenta la colonización de las diferentes partículas de alimento, por parte de los microorganismos ruminales y sus enzimas.

Las características de la producción de gas muestran ajuste de los datos al modelo exponencial aplicado con R²= 88.47 (tabla 2). Estos resultados se corresponden con criterios de Valenciaga et al. (2006) acerca de la importancia de considerar la acumulación de gases, específicamente de hidrógeno, en las botellas de incubación, lo que pudiera producir fuertes inhibiciones de la celulólisis ruminal, al igual que la posible alta concentración de compuestos secundarios en esta planta presente en ecosistemas de alta sequía y suelos con gran concentración de sales (La O et al. 2006b).

Tabla 2. Características de la producción de gas acumulada de acuerdo a la ecuación: Y=a+b*(1-exp(-c*t))

Parámetros	Valores (EE)
A	2.14 (±0.03)
b	7.14 (±0.41)
c	0.04 (±0.001)
R ²	88.47*
EER	3.8

EE- error estándar de los parámetros.

EER- Error estándar residual

* P < 0.05

La degradabilidad de MS y MO (31.77 - 43.79 % y 33.71 - 43.37 %, respectivamente) tuvo un comportamiento similar (figura 2), con respecto a lo planteado por Norton (1994) acerca de la influencia de los factores antinutricionales y la limitación del grado de utilización de los nutrientes. Sobre este aspecto, también tiene una influencia determinante el ambiente y la velocidad de recambio ruminal en la degradación de los alimentos que consume el animal.

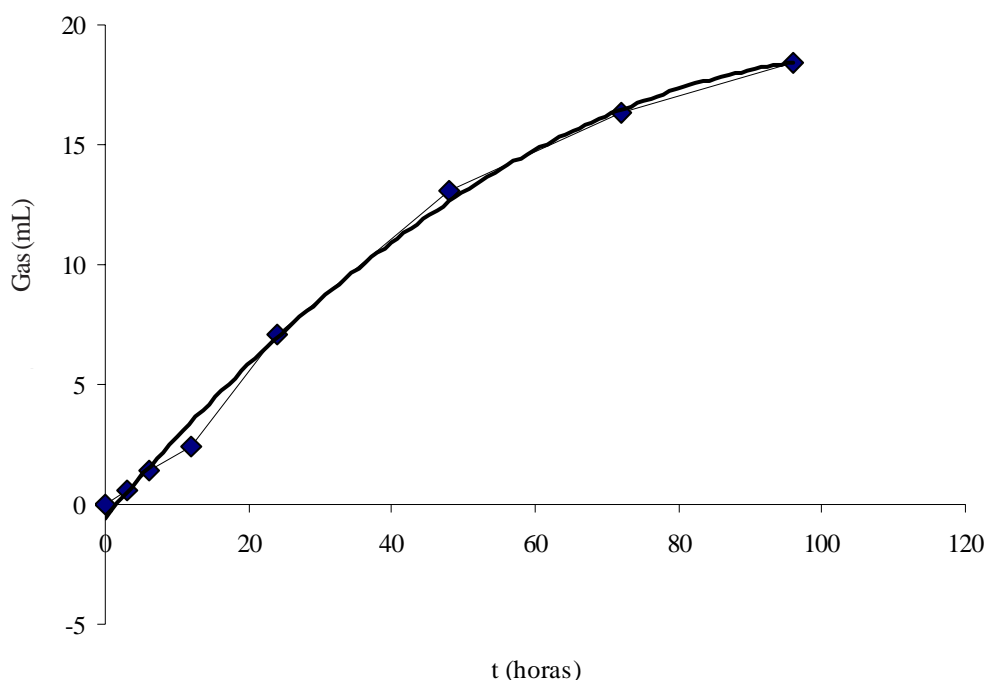


Figura 1. Producción de gas acumulada (ml) de *Cordia alba*.

La capacidad fermentativa, independientemente del incremento en la producción de gas, también tiene un comportamiento similar a la degradabilidad de MO, elemento que se relaciona con la presencia de compuestos secundarios en la planta (La O *et al.* 2006b).

leguminosas (Pedraza 2000 y La O *et al.* 2003), así como por la presencia de compuestos secundarios como los taninos, que limitan el grado de utilización del forraje de esta planta en la alimentación animal (La O *et al.* 2006b).

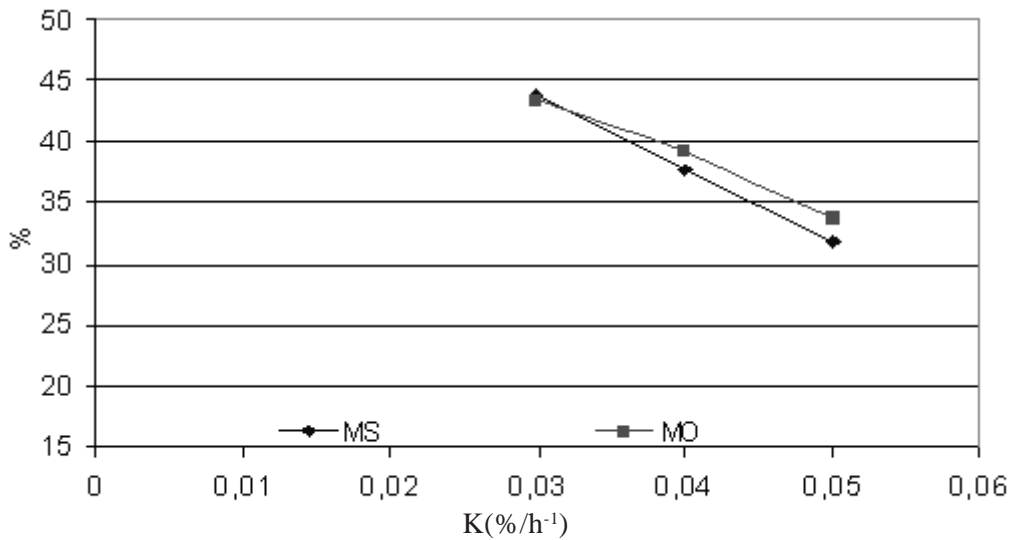


Figura 2. Degradabilidad efectiva ruminal de MS y MO en *Cordia alba*.

Madsen y Hvelplund (1994), Huntington y Givens (1995) y Volden y Harstad (1995), entre otros autores, han estudiado las numerosas fuentes de variación de la técnica *in situ*, así como su reproducción y repetición. No obstante, todos los trabajos sugieren utilizar dietas patrones o alimentos similares a los que se hallan en estudio, aspecto que no se incluyó en este trabajo.

La dinámica de degradación de MS y MO (figura 3) mostró aumento de tipo exponencial en el tiempo, con curvas crecientes hasta la última etapa de incubación y mayor degradabilidad en la MS, con respecto a la MO. Estas tendencias se corresponden con las diferentes investigaciones realizadas en árboles proteicos y

En este comportamiento también pudiera haber influido la utilización, por parte de la planta, de los compuestos minerales presentes en el suelo y el aumento en el grado de asimilación en el rumen. Al respecto, Rodríguez (2002) plantea que en condiciones de estrés fisiológico, las plantas crean medios de defensa que incluyen desde la producción de diferentes metabolitos secundarios, hasta el cambio de formas de almacenamiento y utilización de principios inmediatos. No obstante, para el caso específico de esta planta, son necesarios estudios que avalen esta hipótesis.

La concentración de MO y su dinámica de degradación en el rumen sugieren que la inclusión en

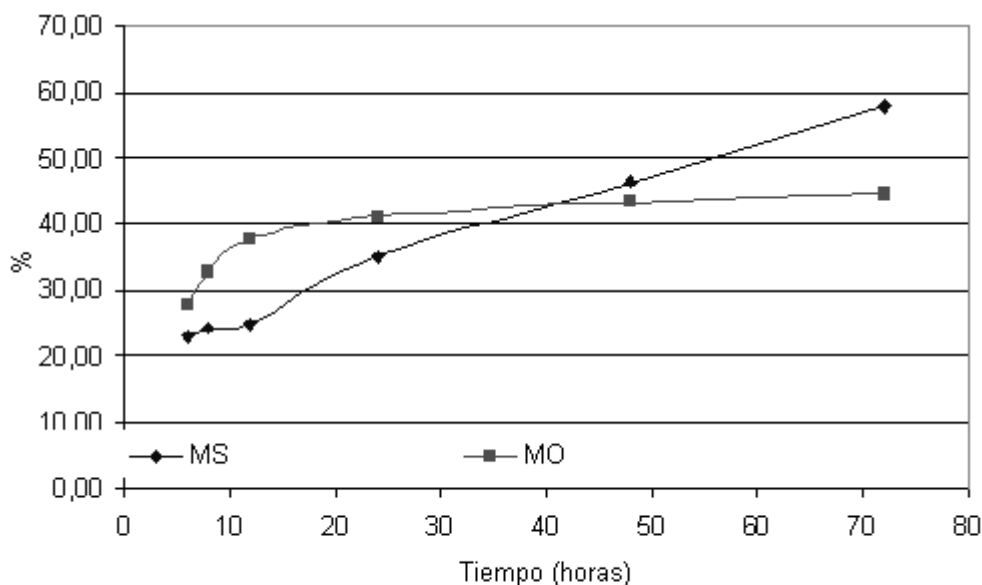


Figura 3 Dinámica de degradabilidad ruminal *in situ* de MS y MO de *Cordia alba*

dietas de baja calidad podría mejorar la eficiencia de utilización de los nutrientes, con comportamientos similares a la producción de gas acumulada (mL) por la fermentación *in vitro*. Debe continuarse la evaluación de esta especie de árbol, resistente a la sequía, para su utilización en la suplementación de rumiantes en ecosistemas de alta sequía. Se sugiere combinar esta especie con gramíneas tropicales para aprovechar su potencial y proveer de péptidos y aminoácidos a los microorganismos ruminales, además de suministrar nutrientes sobrepasantes. Debe hacerse un uso más eficiente del complejo lignocelulósico, como fuente energética para el animal, mediante la fermentación ruminal; además debe considerarse el posible efecto de algunos factores antinutricionales en el grado de utilización de los nutrientes.

Referencias

- Abdulrazak, S. A., Muninga, R. W., Thorpe, W. & Ørskov, E. R. 1996. The effects of supplementation with *Gliricidia sepium* or *Leucaena leucocephala* forage on intake, digestion and live-weight gains of *Bos taurus* x *Bos indicus* steers offered Napier grass. *Animal Science*. 63:381
- AOAC 1995. Association of Official Analytical Chemist. Official Methods of Analysis. 16th Ed. Ass. Off. Anal. Chem. AOAC International. Washington, DC.
- Blummel, M. & Orskov, E. R. 1993. Comparison of *in vitro* gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting food intake in cattle. *Animal Feed Sci. Tech.* 40:109
- Chongo, B. La O, O., Delgado, D. & Galindo, J. 1998. Manipulación de la fermentación ruminal de animales que consumen dietas fibrosas. Informe técnico. Instituto de Ciencia Animal. La Habana. Cuba.
- CITMA. (Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente). 2003. Programa nacional de lucha contra la desertificación y la sequía en la Republica de Cuba. La Habana. Cuba.
- Dhanoa, M.S., López, S., Dijkstra, K., Davis, D. R., Sandeson, R., Williams, B. A., Sileshi, Z.Y. & France, J. 2000. Estimating the extent of degradation of ruminant feed from a description of their gas profiles observed *in vitro*: Comparison of models. *Br. J. Nutr.* 83:131
- FAO. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2003. Biotecnología agrícola para países en desarrollo. Resultado de un foro electrónico. Disponible: <http://www.fao.org/DOCREP/004/y2729s/y2729s00.htm>. Consultado: 29 de julio de 2006
- Flores, O. I., Bolivar, M., Botero, J.A. & Ibrahim, M.A. 1998. Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajero para la suplementación de rumiantes en el trópico. *Livestock Research for Rural Development*. 10:1
- Fondevila, M. & Barrios, A. 2001. La técnica de producción de gas y su aplicación al estudio del valor nutritivo de los forrajes. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 35:197
- Fondevila, M., Morales, J., Pérez, J.F., Barrios-Urdaneta, A. & Balcells, M.D. 2002. Microbial caecal fermentation in Iberic or Landrace pigs given a corn/sorghum or maize diets estimated *in vitro* using the gas production technique. *Animal Feed Science and Technology*. 102:93
- Galindo, J., Geerken, C.M., Elías, A. Aranda, N., Piedra, R., Chongo, B., Delgado, D. C., Aldama, A.I. & Marrero, Y. 1995. Bacterias que degradan la mimosina, el 2,3 dihidroxipiridona y 3 hidrixi-4 (1H) piridona en el rumen. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 29:53
- Goering, H. K. & van Soest, P. J. 1970. Forage fibre analysis. *Agricultural Handbook No. 379*. Agricultural Res. Service, US. Dept. of Agriculture. Washington, D.C.
- Huntington, J.A. & Givens, D.I. 1995. The *in situ* technique for studying the rumen degradation of feeds: A Review of the procedure. *Nutr. Abstr. and Reviews (Series B)* 65:2
- Instituto de suelos. 1995. Nueva versión de la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Ministerio de la Agricultura. La Habana, Cuba
- Kristensen, E. S., Moller, P.D. & Hvelplund, T. 1982. Estimation of the effective protein degradability in the rumen of cows using the nylon bag technique combined with the outflow rate. *Acta Agric. Escandinavita* 32:123
- La O, O. 2001. Contribución al estudio del valor nutritivo de ecotipos del género *Leucaena* para la alimentación de rumiantes. Tesis de Doctor. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba
- La O, O., Chongo B., Delgado, D., Ruiz, T.E. Valenciaga, D. & Oramas, A. 2003. Composición química y degradabilidad ruminal de leguminosas de importancia para la alimentación animal. II Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. La Habana, Cuba
- La O, O., Delgado, D., Chongo, B. & Castellanos, E. L. 2006a. Degradabilidad ruminal de materia seca y nitrógeno total en vacas, en un sistema de pastoreo de gramíneas y leguminosas. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 40:65
- La O, O., García, R., Saavedra, G., Vázquez, P., Fajardo, H. & Leonard, I. 2006b. *Cordia alba*, árbol de importancia para los ecosistemas frágiles, ralinos y de alta sequía del oriente del país. XVI Forum de Ciencia y Técnica. Instituto de Ciencia Animal. La Habana. Cuba.
- Madsen, J. & Hvelplund, T. 1994. Prediction of *in situ* protein degradability in the rumen. Results of European ring test. *Livestock Production Science*. 39: 201
- Menken, K.H. & Steingass, H. 1988. Estimación de la energética feed vlue obtenida de análisis químico y *in vitro* gas producción usando fluido ruminal. *Animal Research and Development*. 28:7
- Menken, K. H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D. & Schneider. 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuff from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. *J. Agric. Sci.* 93:217
- Norton, B. W. 1994. The nutritive value of tree legumes. En: *Forage tree legumes in tropical agriculture*. Ed. by R.C. Gutteridge and H.M. Shelton. CAB International, Wallingford, Oxon. p. 177
- Ørskov, E. R. & McDonal, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurement weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci. Cambridge*. 92:499
- Paterson, R.T., Quiroga, L., Sauma, G. & Samur, C. 1983. Crecimiento de novillas Cebú Criollo en la época de seca con acceso limitado a la *Leucaena*. *Prod. Anim. Trop.* 8:150
- Pedraza, R.M. 2000. Valoración nutritiva del follaje de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex walp. y su efecto en el

- ambiente ruminal. Tesis de Doctor e. Instituto de Ciencia Animal. La Habana.
- Pérez, C. 2003. Estadística práctica con STATGRAPHICS Prentice Hall. Memorias. Hotel Palco. La Habana. Cuba. p. 69
- Rivera, M.M.T. 2005. La zeolita en la alimentación de ovinos: parámetros ruminales y producción de gas *in vitro*. Tesis de Maestría. Facultad de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chihuahua, Chih, México
- Rodríguez, Y. 2004. Características fitoquímicas y detoxificación de taninos y cumarinas en la comunidad vegetal de un sistema silvopastoril en explotación. Tesis Maestría. Facultad de Biología. Universidad de La Habana, Cuba
- Savón, L. & Scull, I. 2002. Valor potencial de elementos fibrosos tropicales para especies monogástricas. II Congreso de Cunicultura de las Américas, La Habana, Cuba
- Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 43, Número 1, 2009.
- Theodorou, M. K., Williams, B. A., Dhanoa, M. S., McAllan, B. A. & France, J. 1994. A new gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetic of ruminant feed. *Anim. Feed Sci. Tech.* 48:185
- Valenciaga, D., La O, O., Chongo, B. & Oramas, A. 2006. Efecto del tiempo de reposo en la degradabilidad ruminal *in situ* del complejo lignocelulósico y la producción de gas *in Vitro* del clon Cuba CT-115 (*Pennisetum purpureum* sp.). *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 40:71
- Verité, R., Michalet-Doreau, B., Chapoutot, P., Peyraud, J.L. & Poncet, C. 1987. Revision du systeme des proteines degradable dans l'intestine (PDI). *Bulletin Technique* 70:19
- Volden, H. & Harstad, O. M. 1995. Effect of rumen incubation on the true indigestibility of feed protein in the digestive tract determined by nylon bag techniques. *Acta Agric. Scand. Sect. A. Anim. Sci.* 45: 106

Recibido: 9 de noviembre de 2007