

Valor nutritivo de los componentes forrajeros de una asociación de gramíneas mejoradas y *Leucaena leucocephala*

Nutritive value of the forage components of an association of improved grasses and *Leucaena leucocephala*

Tania Sánchez¹, E.R. Ørskov², L. Lamela¹, R. Pedraza³ y O. López¹

¹Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"

Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba

E-mail: tania.sanchez@indio.atenas.inf.cu

²IFRU, Instituto de Macaulay, Escocia

³CEDEPA, Universidad de Camagüey, Cuba

Resumen

En una vaquería de la Empresa Genética de Matanzas, con el objetivo de determinar algunos indicadores del valor nutritivo en los componentes forrajeros de una asociación de gramíneas mejoradas (*Cynodon nlemfuensis* y *Panicum maximum*) y *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham en condiciones comerciales, se seleccionaron las especies más representativas de la composición florística y se evaluaron por la degradación *in situ* de la materia seca y la técnica de producción de gas *in vitro* en función del momento de muestreo. Se encontraron diferencias significativas al comparar la degradación de la materia seca de *P. maximum* cv. Likoni y *L. leucocephala* a las 48 y 72 horas ($P < 0,05$). Los mayores valores de velocidad de degradación de la materia seca (0,0306-0,3347% h⁻¹ y 0,0329-0,0407% h⁻¹ para el PPLL y PLL, respectivamente) y producción de gas (0,024-0,044% h⁻¹ y 0,032-0,049% h⁻¹ en el PPLL y PLL, respectivamente) se obtuvieron en el período lluvioso. Se concluye que la degradación de la materia seca mediante la técnica *in situ* y la valoración del potencial energético a través de la producción de gases, demostraron un mejor comportamiento de los forrajes durante el momento de muestreo que se correspondió con el período lluvioso y la mayor velocidad de degradación se obtuvo en la leucaena.

Palabras clave: Gramíneas, *Leucaena leucocephala*, valor nutritivo

Abstract

In a dairy unit of the Genetic Enterprise of Matanzas, with the objective of determining some indicators of the nutritive value in the forage components of an association of improved grasses (*Cynodon nlemfuensis* and *Panicum maximum*) and *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham under commercial conditions, the most representative species of the floristic composition were selected and evaluated by the *in situ* degradation of dry matter and the *in vitro* gas production technique regarding the sampling moment. Significant differences were found when comparing the dry matter degradation of *P. maximum* cv. Likoni and *L. leucocephala* after 48 and 72 hours ($P < 0,05$). The highest values of dry matter degradation rate (0,0306-0,3347% h⁻¹ and 0,0329-0,0407% h⁻¹ for the DS and RS, respectively) and gas production (0,024-0,044 h⁻¹ and 0,032-0,049% h⁻¹ in the DS and RS, respectively) were obtained in the rainy period. It is concluded that the dry matter degradation by means of the *in situ* technique and the evaluation of the energy potential through gas production, showed a better performance of the forages during the sampling moment that corresponded to the rainy season and the highest degradation rate was obtained in leucaena.

Key words: Grasses, *Leucaena leucocephala*, nutritive value

Introducción

En la década de los 90, la incorporación de las especies leñosas perennes en las áreas ganaderas cobró importancia en Cuba, debido a los resultados alcanzados en la producción de leche y carne en condiciones de investigación.

Dentro de las especies más empleadas en los sistemas silvopastoriles en condiciones comerciales se destacan como gramíneas: *Panicum maximum* y *Cynodon nlemfuensis*, y como leguminosa *Leucaena leucocephala*. Uno de los factores a tomar en consideración en estos sistemas es el valor nutritivo, ya que constituye la clave para alcanzar buenos resultados productivos.

El método de las bolsas se ha empleado con éxito para la evaluación del valor nutritivo de las especies de importancia para la ganadería. Los principales resultados han estado dirigidos a caracterizar la degradación de la materia seca, el nitrógeno y la fibra de estas especies (Pedraza, La O, Estévez, Guevara y Martínez, 2003; Galindo, Delgado, Pedraza y García, 2005).

Dentro de las limitaciones fundamentales de dicha técnica se ha encontrado la baja repetibilidad y la falta de reproducibilidad entre los laboratorios (Mehrez y Ørskov, 1977), así como numerosas fuentes de variación vinculadas a la toma de las muestras, a la especie animal empleada para la incubación y otras relacionadas con el procedimiento de ejecución de la técnica, que pueden influir en los resultados finales.

Foster, Muir, Lambert y Pawelek (2007) estudiaron las características de la degradación de *Medicago sativa* en ovejas y novillos alimentados con *sorghum* como dieta base, a través del método de las bolsas, y la digestibilidad *in vitro*, y encontraron variaciones en la estimación de la fracción soluble por ambos métodos; este efecto fue atribuido a las pérdidas de partículas de alimentos a través de los poros de la bolsa durante la incubación en el rumen, lo cual indica que es importante corroborar los resultados por el método *in situ*, con las otras técnicas.

A su vez, en los últimos años se ha incrementado el empleo de la técnica de produc-

Introduction

In the 90's, the incorporation of perennial ligneous species in livestock production areas gained importance in Cuba, due to the results reached in milk and meat production under research conditions.

Among the most used species in silvopastoral systems under commercial conditions the grasses *Panicum maximum* and *Cynodon nlemfuensis* and the legume *Leucaena leucocephala* stand out. One of the factors to be taken into consideration in these systems is the nutritive value, because it constitutes the key to obtain good productive results.

The bag method has been successfully used for the evaluation of the nutritive value of the species that are important for livestock production. The main results have aimed at characterizing the degradation of dry matter, nitrogen and fiber of these species (Pedraza, La O, Estévez, Guevara and Martínez, 2003; Galindo, Delgado, Pedraza and García, 2005).

Among the main limitations of such technique the low repetitiveness and the lack of reproducibility between laboratories have been found (Mehrez and Ørskov, 1977), as well as many variation sources linked to sample taking, the animal species used for the incubation and other ones related to execution procedure of the technique, which can influence the final results.

Foster, Muir, Lambert and Pawelek (2007) studied the degradation characteristics of *Medicago sativa* in ewes and steers fed sorghum as base diet, through the bag method and the *in vitro* digestibility, and found variations in the estimation of the soluble fraction for both methods; this effect was ascribed to the losses of feed particles through the bag pores during incubation in the rumen, which indicates that it is important to corroborate the results by the *in situ* method, with the other techniques.

In turn, in the last years the use of the gas production for estimating the energy potential of the trees and shrubs useful for livestock feeding has increased (Monforte, Sandoval, Ramírez and Capetillo, 2005). Hence the

ción de gases para estimar el potencial energético de los árboles y arbustos de utilidad para la alimentación del ganado (Monforte, Sandoval, Ramírez y Capetillo, 2005). De ahí que el objetivo de este trabajo fue determinar algunos indicadores del valor nutritivo en los componentes forrajeros de una asociación de gramíneas mejoradas y *L. leucocephala* cv. Cunningham con el empleo de la degradación *in situ* de la materia seca y la técnica de producción de gas *in vitro*.

Materiales y Métodos

Ubicación del área. Las muestras se tomaron de una asociación de gramíneas mejoradas y *L. leucocephala* cv. Cunningham que se estableció en la vaquería 66 perteneciente a la granja Triunvirato de la Empresa Genética de Matanzas, ubicada geográficamente alrededor de los 23° de latitud norte y los 80° de longitud oeste, y a 70 m de altura sobre el nivel de mar, la cual se encuentra situada en zonas aledañas al municipio Matanzas, provincia de Matanzas.

Características del clima. La temperatura media anual fue de 23°C, con una media de 21°C y 27°C en invierno y en verano, respectivamente. La precipitación anual fue de 1 300 mm, con una variación de 1 000-1 200 mm en el período lluvioso (PLL) y de 200-400 mm en el período poco lluvioso (PPLL).

Caracterización del suelo y los pastos. El suelo en el cual se desarrolló el trabajo experimental se clasifica como Pardo con carbonatos (Cambisol), con un relieve ligeramente ondulado. Se realizó una preparación completa del suelo y la leucaena se sembró en agosto de 1997, con una distancia entre surcos de 6,3 m como promedio y a chorrillo ligero. Como especies de pastos mejorados predominaron *P. maximum* cv. Likoni y *C. nlemfuensis* cv. Jamaicano, y como leguminosa *L. leucocephala* cv. Cunningham. Se comenzó a pastar con animales en julio de 1998, cuando la altura de la planta fue mayor que 2 m. No se aplicó fertilización ni riego durante la fase de establecimiento y evaluación. Las variaciones de la composición florística del pastizal, la disponibilidad de la materia seca y la composi-

objective of this work was to determine some indicators of the nutritive value in the forage components of an association of improved grasses and *L. leucocephala* cv. Cunningham with the use of the *in situ* degradation of dry matter and the *in vitro* gas production technique.

Materials and Methods

Location of the area. The samples were taken from an association of improved grasses and *L. leucocephala* cv. Cunningham that was established at the dairy unit 66 belonging to the Triunvirato farm of the Genetic Enterprise of Matanzas, geographically located around 23° latitude north and 80° longitude west, and at 70 m above sea level, which is placed bordering the Matanzas municipality, Matanzas province.

Climate characteristics. The mean annual temperature was 23°C, with an average of 21°C and 27°C in winter and summer, respectively. The annual rainfall was 1 300 mm, with a variation of 1 000-1 200 mm in the rainy season (RS) and 200-400 mm in the dry season (DS).

Characterization of the soil and pastures. The soil on which the experimental work was carried out is classified as Brown with carbonates (Cambisol), with a slightly undulated topography. A complete preparation of the soil was carried out and leucaena was sown in August, 1997, with a distance between rows of 6,3 m as average and at slight drilling. As species of improved pastures *P. maximum* cv. Likoni and *C. nlemfuensis* cv. Jamaicano prevailed, and as legume *L. leucocephala* cv. Cunningham. Grazing by the animals began in July, 1998, when the plant height was higher than 2 m. Neither irrigation nor fertilization was performed during the establishment an evaluation stage. The variations of the floristic composition, dry matter availability and chemical composition have been published by Sánchez, Lamela and López (2007).

Samples. The species studied were: the legume *L. leucocephala* cv. Cunningham and *P. maximum* cv. Likoni as representative of grasses in the floristic composition of the system, which had been established for five years at the moment of study (2004). The samples for the analysis

ción química aparecen publicadas por Sánchez, Lamela y López (2007).

Muestras. Las especies estudiadas fueron: la leguminosa *L. leucocephala* cv. Cunningham y *P. maximum* cv. Likoni como representativa de las gramíneas en la composición florística del sistema, el cual tenía cinco años de establecido en el momento del estudio (2004). Las muestras para el análisis se tomaron en los meses de julio-agosto y enero-febrero para el PLL y el PPLL, respectivamente, simulando la selección que realizan los animales al pastar.

Método de las bolsas. La degradación de la materia seca se determinó por la técnica de la bolsa en rumen (*in situ*), de acuerdo con el procedimiento descrito por Mehrez y Ørskov (1977). Para ello se utilizaron bolsas de nailon con aproximadamente 5 g de muestra seca, que se incubaron por 6, 12, 24, 48 y 72 h en el rumen de cuatro toros mestizos adultos, canulados en el saco dorsal del rumen, los cuales pastoreaban en una asociación de *L. leucocephala* cv. Cunningham y *P. maximum* cv. Likoni, y disponían de agua a voluntad; se emplearon tres réplicas por tiempo de incubación y se realizó en dos momentos del año. El diseño experimental fue completamente aleatorizado, con arreglo factorial 2 x 2 x 6 (dos especies por dos momentos de muestreo y seis tiempos de incubación). Los datos de degradación ruminal de la materia seca se ajustaron según las ecuaciones propuestas por Ørskov y McDonald (1979). Todos los cálculos se realizaron con ayuda del programa NEWAY EXCEL, versión 6 (International Feed Resources Unit, MLURI).

Producción de gas in vitro. Se empleó la técnica de gas *in vitro* descrita por Menke y Steingass (1988) en el laboratorio de la IFRU, Instituto de Macaulay, Escocia. Se utilizaron 200 mg de muestra, que se colocaron en jeringuillas de cristal calibradas hasta 100 mL, junto con 30 mL de una solución en una proporción de 1:2 (líquido ruminal:solución amortiguadora); se realizaron dos corridas experimentales con tres réplicas y se empleó un heno estándar para controlar las diferencias entre las corridas. El líquido ruminal se recogió a

were taken in July-August and January-February for the RS and DS, respectively, simulating the selection made by the animals when grazing.

Bag method. Dry matter degradation was determined by the (*in situ*) in rumen bag technique, according to the procedure described by Mehrez and Ørskov (1977). For that nylon bags with approximately 5 g of dry sample were used, which were incubated for 6, 12, 24, 48 and 72 h in the rumen of four adult crossbred bulls, cannulated in the dorsal pouch of the rumen, which grazed in an association of *L. leucocephala* cv. Cunningham and *P. maximum* cv. Likoni, and had water *ad libitum*. Three replications were used per incubation time and it was performed in two times of the year. The experimental design was completely randomized, with 2 x 2 x 6 factorial arrangement (two species per two sampling moment and six incubation times). The data of dry matter ruminal degradation were adjusted according to the equations proposed by Ørskov and McDonald (1979). All the calculations were carried out with the aid of the program NEWAY EXCEL, version 6 (International Feed Resources Unit, MLURI).

In vitro gas production. The *in vitro* gas technique described by Menke and Steingass (1988) was used at the laboratory of the IFRU, Macaulay Institute, Scotland. Two hundred milligrams of sample were used, which were placed in glass syringes calibrated until 100 mL, together with 30 mL of a solution in a proportion 1:2 (ruminal liquid: buffer solution); two experimental runs were made with three replications and a standard hay was used to control the differences between runs. The ruminal liquid was collected from three cannulated ewes that were fed grasses; it was transferred to a Thermos to maintain the temperature. The samples were incubated for 3, 3; 5; 24; 48 and 72 hours. Afterwards, the parameters *a*, *b* and *c* were calculated according to the equation proposed by Ørskov and Mc Donald (1979). All the calculations were carried out with the aid of the program NEWAY EXCEL, version 6 (International Feed Resources Unit, MLURI).

partir de tres ovejas canuladas que se alimentaban con gramíneas; se transfirió a un termo para mantener la temperatura. Las muestras se incubaron por 3,3; 5; 24; 48 y 72 horas. Después se calcularon los parámetros *a*, *b* y *c* según la ecuación de Ørskov y McDonald (1979). Todos los cálculos se realizaron con ayuda del programa NEWAY EXCEL, versión 6 (International Feed Resources Unit, MLURI).

Procesamiento estadístico. Los datos de degradación de la materia seca, conjuntamente con la producción de gas *in vitro*, se analizaron a través de la prueba de t-student para medias independientes con el empleo del programa estadístico SPSS, en su versión 10.0 para Windows XP.

Resultados

En la tabla 1 se observa el efecto de degradación de la materia seca de *P. maximum* cv. Likoni en función del momento de muestreo. Se encontraron diferencias significativas al comparar la tasa de degradación de la materia seca a las 48 y a las 72 horas ($P < 0,05$). Los mayores valores se obtuvieron en el período lluvioso (tabla 1).

Tabla 1. Efecto del momento de muestreo en la degradación de la materia seca de *P. maximum* cv. Likoni.

Table 1. Effect of sampling moment on the dry matter degradation of *P. maximum* cv. Likoni.

Momento	Degradación (%)	
	48 h ± ES	72 h ± ES
PPLL	55,6 ± 0,761*	58,0 ± 0,565*
PLL	59,7 ± 0,285*	62,3 ± 0,585*

* $P < 0,05$

En la degradación de la materia seca de la leucaena (tabla 2) se encontró un comportamiento similar a la de *P. maximum*, con diferencias significativas al comparar la tasa de degradación de la materia seca a las 48 y a las 72 horas, respectivamente ($P < 0,001$). Los mayores valores coincidieron con el período lluvioso.

En la tabla 3 se presentan los parámetros que caracterizaron la degradación de la materia seca de la guinea y la leucaena. Los mayores valores

Statistical processing. The data of dry matter degradation, together with the *in vitro* gas production, were analyzed through the t-student test for independent means using the statistical program SPSS, version 10.0 for Windows XP.

Results

Table 1 shows the effect of dry matter degradation of *P. maximum* cv. Likoni regarding the sampling moment. Significant differences were found when comparing the degradation rate of dry matter after 48 and 72 hours ($P < 0,05$). The highest values were obtained in the rainy season (table 1).

In the dry matter degradation of leucaena (table 2), a similar performance to that of *P. maximum* was found, with significant differences when comparing the degradation rate of dry matter after 48 and 72 hours, respectively ($P < 0,001$). The highest values coincided with the rainy season.

Table 3 shows the parameters that characterized the dry matter degradation of Guinea grass and leucaena. The highest values of the soluble fraction (*a*), of the degradation potential (*a* + *b*) and the degradation rate (*c*) were obtained in the rainy season for both species; in turn, the tree species showed the highest values.

When comparing the gas production of *P. maximum* cv. Likoni after 24, 48 and 72 hours, significant differences ($P < 0,05$) were detected. The highest gas volumes were produced at the moment that corresponded to the rainy season (table 4).

On the other hand, when comparing the gas production after 24, 48 and 72 hours in leucaena, significant differences were found between the sampling times. The highest gas volume was produced during the rainy season (table 5).

The fermentative parameters that characterize the dry matter disappearance by the *in vitro* gas technique are shown in table 6. The highest values for *a* + *b* and *c* were reached in the sampling of the rainy season. A similar performance was obtained in leucaena.

Discussion

The nutritive value of forages is essential in rearing systems which main feedstuff is pastures,

Tabla 2. Efecto del momento de muestreo en la degradación ruminal de la materia seca de *L. leucocephala* cv. Cunningham.

Table 2. Effect of sampling moment on the ruminal dry matter degradation of *L. leucocephala* cv. Cunningham.

Momento	Degradación (%)	
	48 h ± ES	72 h ± ES
PPLL	55,3 ± 1,16**	62,3 ± 0,97**
PLL	66,2 ± 0,41**	68,0 ± 0,25**

** P<0,01

de la fracción soluble (*a*), del potencial de degradación (*a + b*) y de la velocidad de degradación (*c*) se alcanzaron en el período lluvioso para ambas especies; a su vez, la especie arborea mostró los valores más altos.

Al comparar la producción de gas de *P. maximum* cv. Likoni a las 24, 48 y 72 horas, se detectaron diferencias significativas (P<0,05). Los mayores volúmenes del gas se produjeron en el momento que se correspondió con el período lluvioso (tabla 4).

Por su parte, al comparar la producción de gas a las 24, 48 y 72 horas en la leucaena, se encontraron diferencias significativas entre los momentos de muestreo. El mayor volumen de gas se produjo durante el período lluvioso (tabla 5).

Los parámetros fermentativos que caracterizan la desaparición de la materia seca por la técnica de gas *in vitro* se observan en la tabla 6. Los mayores valores para *a + b* y *c* se alcanza-

because it plays a very important role in the use of feed by ruminants.

In this sense, the dry matter degradation of *P. maximum* in this study differed from the one found by Razz, Clavero and Vergara (2004), who obtained a higher degradation in *P. maximum* as compared to *L. leucocephala*.

The values of the degradation potential (*a + b*) for *L. leucocephala* were higher than the ones obtained by Delgado, La O, Chongo, Galindo, Obregón and Aldama (2001) when studying the kinetics of the *in situ* degradation of four tropical trees, in which they included *L. leucocephala* (63,4%); the degradation rate (*c*) had a similar performance.

These differences could have been due to the variety in the study, the tannin content or other factors inherent to the conditions of the experiments.

In turn, the degradation rate coincided with that found by La O, Delgado, Chongo and Castellanos (2006) when evaluating the dry matter degradability and total nitrogen in cows, in a grazing system with *C. nlemfuensis* and a protein bank of *L. leucocephala* cv. Peru and *Gliricidia sepium*.

These authors found the lowest ruminal degradation of dry matter in *C. nlemfuensis*, a response they considered associated to a high concentration of lignocellulosic compounds that can limit the activity of rumen microorganisms. A similar performance was found in this research, in which Guinea grass had a lower degradation value than leucaena after 72 h.

Tabla 3. Parámetros que caracterizan la degradación de la materia seca.
Table 3. Parameters that characterize dry matter degradation.

Especie	<i>a</i> (%)	<i>a + b</i> (%)	<i>c</i> (% h-1)
<i>P. maximum</i> cv. Likoni			
PLL	30,6	66,8	0,0329
PPLL	18,1	64,9	0,0306
<i>L. leucocephala</i> cv. Cunningham			
PLL	43,5	69,3	0,0407
PPLL	16,7	66,5	0,0334

a: fracción rápidamente degradable

b: fracción degradable si el tiempo no es limitante

c: velocidad de degradación de *b*

a + b: potencial de degradación

Tabla 4. Efecto del momento de muestreo en la producción de gas de *P. maximum* cv. Likoni a las 24, 48 y 72 h.

Table 4. Effect of the sampling moment on the gas production of *P. maximum* cv. Likoni after 24, 48 and 72 h.

Momento	Gas, mL/cada 200 mg MS		
	24 h ± ES	48 h ± ES	72 h ± ES
PLL	16,8 ± 1,18*	25,6 ± 1,02**	29,3 ± 0,99**
PPLL	12,6 ± 0,98*	19,3 ± 0,72**	23,2 ± 0,56**

*P<0,05

**P<0,01

Tabla 5. Efecto del momento de muestreo en la producción de gas de *L. leucocephala* cv. Cunningham a las 24, 48 y 72 h.

Table 5. Effect of the sampling moment on the gas production of *L. leucocephala* cv. Cunningham after 24, 48 and 72 h.

Momento	Gas, mL/cada 200 mg MS		
	24 h ± ES	48 h ± ES	72 h ± ES
PLL	19,6 ± 1,24*	26,0 ± 1,07**	28,3 ± 0,89**
PPLL	16,1 ± 0,47*	21,3 ± 0,67**	23,1 ± 0,84*

*P<0,05

**P<0,01

Tabla 6. Efecto del momento de muestreo en los parámetros de producción de gas de las especies estudiadas.

Table 6. Effect of the sampling moment on the gas production parameters of the studied species.

Parámetros de la ecuación	<i>P. maximum</i> cv. Likoni		<i>L. leucocephala</i> cv. Cunningham	
	PPLL	PLL	PPLL	PLL
$a + b$ (mL gas/200 mg MS)	28,8	33,8	24,3	29,5
c (mL gas/h)	0,024	0,032	0,044	0,049

$a + b$: potencial de degradación; c : velocidad de degradación de b

ron en el muestreo del período lluvioso. Similar comportamiento se obtuvo en la leucaena.

Discusión

El valor nutritivo de los forrajes es indispensable en los sistemas de crianza cuyo alimento principal son los pastos, ya que desempeña un papel determinante en la utilización del alimento por parte de los rumiantes.

En este sentido, la degradación de la materia seca de *P. maximum* en la presente investigación difirió de la hallada por Razz, Clavero y Vergara (2004), quienes obtuvieron una degradación mayor en *P. maximum* al compararla con la de *L. leucocephala*.

The degradation potential ($a + b$) of the grass was higher than the one obtained by Enoh, Kijora, Peters and Yonkeu (2005), when evaluating the effect of plant maturity on dry matter degradation and nutrient content in *Brachiaria* (55%).

When analyzing the characteristics of dry matter degradation a better performance of the two species was observed during the sampling moment that corresponded to the rainy season, aspect to be taken into consideration to evaluate the productive performance of the animals in associations of grasses and leucaena, because the faster-degrading forages promote a higher passage rate and, thus, a higher intake, if there are no other limiting factors.

Los valores del potencial de degradación ($a + b$) para *L. leucocephala* fueron superiores a los obtenidos por Delgado, La O, Chongo, Galindo, Obregón y Aldama (2001) al estudiar la cinética de la degradación *in situ* de cuatro árboles tropicales, en el cual incluyeron *L. leucocephala* (63,4%); similar comportamiento tuvo la velocidad de degradación (c).

Esas diferencias pudieron deberse a la variedad en estudio, al contenido de taninos u otros factores inherentes a las condiciones propias de los experimentos.

A su vez, la velocidad de degradación coincidió con la hallada por La O, Delgado, Chongo y Castellanos (2006) al evaluar la degradabilidad de la materia seca y el nitrógeno total en vacas, en un sistema de pastoreo con *C. nlemfuensis* y un banco de proteína de *L. leucocephala* cv. Perú y *Gliricidia sepium*.

Estos autores encontraron la más baja degradación ruminal de la materia seca en *C. nlemfuensis*, respuesta que consideraron asociada a una alta concentración de compuestos lignocelulósicos que pueden limitar la actividad de los microorganismos ruminales. Similar comportamiento se encontró en la presente investigación, donde la guinea tuvo un menor valor de degradación que la leucaena a las 72 h.

El potencial de degradación ($a + b$) de la gramínea fue superior al logrado por Enoh, Kijora, Peters y Yonkeu (2005), cuando evaluaron el efecto de la madurez de la planta en la degradación de la materia seca y el contenido de nutrientes en *Brachiaria* (55%).

Al analizar las características de degradación de la materia seca se observó un mejor comportamiento de las dos especies durante el momento de muestreo que se correspondió con el período lluvioso, aspecto a tener en cuenta para evaluar el comportamiento productivo de los animales en asociaciones de gramíneas y leucaena, debido a que los forrajes que se degradan con más velocidad promueven una mayor velocidad de pasaje y, por ende, un mayor consumo, si no existen otros factores limitantes.

Con frecuencia se producen discrepancias en la evaluación del valor nutricional de los forra-

Frequently, discrepancies occur in the evaluation of the nutritional value of forages by the techniques used for this purpose; hence the importance of using more than one method to obtain a reliable result.

In this case, when studying the *in vitro* gas production per species, the highest values were obtained during the sampling moment that coincided with the rainy season, for the grass as well as for leucaena.

These results with leucaena differ from the ones obtained in *Acacia saligna* by Fattah and Salem (2005), who did not find effect of the four seasons on the gas volume produced after 24 hours.

The gas production rate (c) was lower than the one obtained by Sandoval, Lizárraga and Solorio (2005) when studying the chemical composition and *in vitro* digestibility by the gas method, in forage trees including *L. leucocephala* (1,51 mL/h).

In such study the inoculum was collected from two cows fed *Pennisetum purpureum* forage and supplemented with concentrate, and 1 g of sample was incubated with the buffer solution.

The gas production rate was similar to that found by Ammar, López and González (2005) when evaluating seven Mediterranean shrub species (*Arbutus unedo* L., *Calicotome villosa* (Poiret) Link, *Erica arborea* L., *Myrtus communis* L., *Phillyrea angustifolia* L., *Pistacia lentiscus* L. and *Quercus suber* L.); this indicator oscillated between 0,030 and 0,047 mL/h and the ruminal liquid of goats fed lucerne, vitamins and minerals *ad libitum* was used as inoculum.

When comparing the fermentation characteristics, per species, a higher gas production rate was found in leucaena; similar performance is described in the literature, referring that the highest degradation of dry matter is obtained in legumes, aspect that constitutes the main difference when comparing degradation between tropical grasses and this plant family (Ørskov, 1998).

The *in vitro* gas production technique is a valuable tool to evaluate the nutritional value of

jes por las técnicas que se utilizan para este fin; de ahí la importancia de utilizar más de un método para obtener un resultado confiable.

En este caso, al estudiar la producción de gas *in vitro* por especie, los mayores valores se obtuvieron durante el momento de muestreo que coincidió con el período lluvioso, tanto para la gramínea como para la leucaena.

Estos resultados con la leucaena difieren de los alcanzados en *Acacia saligna* por Fattah y Salem (2005), quienes no hallaron efecto de las cuatro estaciones del año en el volumen de gas producido a las 24 horas.

La velocidad de producción de gas (*c*) fue inferior a la obtenida por Sandoval, Lizárraga y Solorio (2005) cuando estudiaron la composición química y la digestibilidad *in vitro* por el método de los gases, en árboles forrajeros entre los cuales estaba incluida *L. leucocephala* (1,51 mL/h⁻¹).

En dicho estudio el inóculo provino de dos vacas alimentadas con forraje de *Pennisetum purpureum* y suplementación con concentrado, y se incubó 1 g de muestra con la solución amortiguadora.

La tasa de producción de gas fue similar a la encontrada por Ammar, López y González (2005) al evaluar siete especies arbustivas del mediterráneo (*Arbutus unedo* L., *Calicotome villosa* (Poiret) Link, *Erica arborea* L., *Myrtus communis* L., *Phillyrea angustifolia* L., *Pistacia lentiscus* L. y *Quercus suber* L.); este indicador osciló entre 0,030 y 0,047 mL/h⁻¹ y se utilizó como inóculo el líquido ruminal de cabras alimentadas con alfalfa, vitaminas y minerales a voluntad.

Al comparar las características de la fermentación, por especie, se encontró una mayor velocidad de producción de gas en la leucaena; similar comportamiento está descrito en la literatura, que refiere que la mayor degradación de la materia seca se obtiene en las leguminosas, aspecto que constituye la principal diferencia al comparar la degradación entre las gramíneas tropicales y esta familia de plantas (Ørskov, 1998).

La técnica de producción de gas *in vitro* es una herramienta valiosa para evaluar el valor

forages, but its main inconvenience lies in the impossibility of comparing the results of the laboratories from different parts of the world, because many factors influence that. Among them are: the type of substratum, inoculum-donating species, buffer solution, pH of the medium, number of microorganisms, diet of the donor, control of temperature and agitation during incubation (Posada and Noguera, 2005). Hence the differences with this study.

The research proved that gas production, per species, had the best performance during the sampling carried out in the rainy season; thus, a higher DM intake should be obtained at that moment.

Ørskov (2002) found a correlation of $r = 0,88$ between dry matter intake and the degradation characteristics of forages (*a*, *b* and *c*). This author elaborated an intake index based on the degradation characteristics of the forages and obtained a high correlation between the index value and dry matter intake; in this sense, he arrived at the conclusion that the feeding potential of forages depends on the values of *a*, *b* and *c*. Consequently, when the digestion rate improves, digestibility is not modified, but intake is increased and, thus, the productive results of the evaluated systems increase too.

The *in vitro* gas production technique has been used as an indicator of digestible DM intake (Liu, Jian, Susenbeth and Südekum, 2002). However, there are other important variables that are not taken into consideration when this procedure is applied, such as: physiological condition of the animal, production level and environmental conditions, which limit the application of its results as a prediction function.

It is concluded that the dry matter degradation through the *in situ* technique and the evaluation of the energy potential by means of gas production, showed a better performance of forages during the sampling moment that corresponded to the rainy season; the highest degradation rate was obtained in leucaena, which differentiated degradation between both species.

nutricional de los forrajes, pero su principal inconveniente radica en la imposibilidad de comparar los resultados de los laboratorios de diferentes partes del mundo, ya que en ello influyen numerosos factores. Dentro de estos se encuentran: el tipo de sustrato, la especie dominante del inóculo, la solución amortiguadora, el pH del medio, el número de microorganismos, la dieta del donante, el control de la temperatura y la agitación durante la incubación (Posada y Noguera, 2005). De ahí las diferencias con el presente estudio.

La investigación demostró que la producción de gas, por especie, tuvo el mejor comportamiento durante el muestreo que se efectuó en el período lluvioso; por tanto, se debe obtener un mayor consumo de MS en este momento.

Ørskov (2002) encontró una correlación de $r = 0,88$ entre el consumo de materia seca y las características de la degradación de los forrajes (a , b y c). Este autor elaboró un índice de consumo basado en las características de la degradación de los forrajes y obtuvo una alta correlación entre el valor del índice y el consumo de materia seca; en este sentido, llegó a la conclusión que el potencial de alimentación de los forrajes depende de los valores de a , b y c . De ahí que al mejorar la velocidad de digestión no se modifica la digestibilidad, pero se incrementa el consumo y, por ende, los resultados productivos de los sistemas evaluados.

La técnica de producción de gas *in vitro* se ha empleado como un indicador del consumo de MS digestible (Liu Jian, Susenbeth y Südekum, 2002). No obstante, existen otras variables importantes que no se tienen en cuenta cuando se aplica este procedimiento, tales como: el estado fisiológico del animal, el nivel de producción y las condiciones ambientales, que limitan la aplicación de sus resultados como una función de predicción.

Se concluye que la degradación de la materia seca mediante la técnica *in situ* y la valoración del potencial energético a través de la producción de gases, demostraron un mejor comportamiento de los forrajes durante el momento de muestreo que se correspondió con el período

lluvioso; la mayor velocidad de degradación se obtuvo en la leucaena, característica que diferenció la degradación entre ambas especies.

Referencias bibliográficas

- Ammar, H.; López, S. & González, J.S. 2005. Assessment of the digestibility of some Mediterranean shrubs by *in vitro* techniques. *Animal Feed Science and Technology*. 119:323
- Delgado, Denia C.; La O, O.; Chongo, Bertha; Galindo, Juana; Obregón, Yaquelin & Aldama, Ana I. 2001. Cinética de la degradación ruminal *in situ* de cuatro árboles forrajeros tropicales: *Leucaena leucocephala*. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 35 (2):141
- Enoh, M.B.; Kijora, C.; Peters, K.J. & Yonkeu, S. 2005. Effect of stage of harvest on DM yield, nutrient content, *in vitro* and *in situ* parameters and their relationship of native and Brachiaria grasses in the Adamawa Plateau of Cameroon. *Livestock Research for Rural Development*. 17 (1). <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd17/1/enoh17004.htm>. [consulta: 10 de septiembre 2006]
- Fattah, A. & Salem, Z.M. 2005. Impact of season of harvest on *in vitro* gas production and dry matter degradability of *Acacia saligna* leaves with inoculum from three ruminant species. *Animal Feed Science and Technology*. 123–124:67
- Foster, J.L.; Muir, J.P.; Lambert, B.D. & Pawelek, D. 2007. *In situ* and *in vitro* degradation of native Texas warm-season legumes and alfalfa in goats and steers fed a sorghum-sudan basal diet. *Animal Feed Science and Technology*. 133:228
- Galindo, Juana; Delgado, Denia; Pedraza, R. & García, D.E. 2005. Impacto de los árboles, los arbustos y otras leguminosas en la ecología ruminal de animales que consumen dietas fibrosas. *Pastos y Forrajes*. 28:59
- La O, O.; Delgado, Denia; Chongo, Bertha & Castellanos, E.L. 2006. Degradabilidad ruminal de la materia seca y el nitrógeno total en vacas, en un sistema de pastoreo de gramíneas y leguminosas. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 40:65
- Liu Jian, Xin; Susenbeth, A. & Südekum, K.H. 2002. *In vitro* production measurements to evaluate interactions between untreated and chemically treated rice straws, grass hay, and mulberry leaves. *Journal of Animal Science*. 80:517
- Mehrez, A.Z. & Ørskov, E.R. 1977. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *J. Agric. Sci.* 88:645

- Menke, K.H. & Steingass, H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Dev.* 28:7
- Monforte, G.E.; Sandoval, C.A.; Ramírez, L. & Capetillo, Concepción M. 2005. Defaunating capacity of tropical fodder trees: Effects of polyethylene glycol and its relationship to *in vitro* gas production. *Animal Feed Science and Technology.* 123-124:313
- Ørskov, E.R. 1998. Feed evaluation with emphasis on fibrous roughages and fluctuating supply of nutrients. Review. *Small Ruminant Research.* 28:1
- Ørskov, E.R. 2002. Trail 4.1. Development of the *in vitro* gas production technique. Trail 4. *In vitro* gas production. In: Trails and trails in livestock research. IFRU, Macaulay Land Use Research Institute. Escocia, UK. p. 82
- Ørskov, E.R. & McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci.* 92:499
- Pedraza, R.M.; La O, O.; Estévez, J.; Guevara, G. & Martínez, S. 2003. Nota técnica: Degradabilidad ruminal efectiva y digestibilidad intestinal *in vitro* del nitrógeno del follaje de leguminosas arbóreas tropicales. *Pastos y Forrajes.* 26:237
- Posada, S.L. & Noguera, R.R. 2005. Técnica *in vitro* de producción de gases: Una herramienta para la evaluación de alimentos para rumiantes. *Livestock Research for Rural Development.* 17 (4). <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd17/4/posal7036>. [consulta: 8 de septiembre 2006].
- Razz, Rosa; Clavero, T. & Vergara, J. 2004. Cinética de degradación *in situ* de la *Leucaena leucocephala* y *Panicum maximum*. *Revista Científica.* 14:5
- Sánchez, Tania; Lamela, L. & López, O. 2007. Caracterización de la comunidad vegetal en una asociación de gramíneas mejoradas y *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. *Pastos y Forrajes.* 30 (4):455
- Sandoval, C.A.; Lizárraga, H.L. & Solorio, F.J. 2005. Assessment of tree fodder preference by cattle using chemical composition, *in vitro* gas production and *in situ* degradability. *Animal Feed Science and Technology.* 123-124:277

Recibido el 5 de mayo del 2008

Aceptado el 16 de junio del 2008

**La Sociedad Latinoamericana de la Ciencia del Suelo (SLCS)
convoca al:
XVIII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo (CLACS 2009).**

Fecha: 16 al 20 de noviembre del 2009

Lugar: Hotel Ramada Plaza Herradura en San José de Costa Rica

Las propuestas de trabajos científicos a presentar se deberán enviar antes del 31 de agosto del 2009. Las normas de presentación de los trabajos; formularios de Inscripción; etc, pueden ser bajadas de www.clacs2009.com.

El costo de inscripción antes del 31 de marzo del 2009 es de 360 USD y antes del 31 de agosto es de 420 USD. El pago de la cuota de inscripción, da derecho a: participar en todas las actividades académicas programadas; Gira Técnica del día 17 de noviembre; materiales básicos y porta documentos; Memorias impresas y en CD; 2 almuerzos; 5 refrigerios; 2 actividades sociales y Certificado de asistencia.

Información adicional puede ser solicitada al Dr. C. Olegario Muñiz.