

## Indicadores de la composición química y digestibilidad *in vitro* de 14 forrajes tropicales

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

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

marlene.leon@reduc.edu.cu

### RESUMEN

Se evaluaron algunos indicadores de la composición química y digestibilidad *in vitro* de 14 forrajes tropicales (*P. maximum*, *P. purpureum*, *C. nlemfuensis*, *S. indicus*, *S. viscosa*, *P. notatum*, *A. lebbeck*, *G. sepium*, *L. leucocephala*, *C. surinamensis*, *D. barbatum*, *Ch. lineata*, *E. variegata* y *D. incanum*). La *Chamaecrista lineata* presentó bajos valores de cenizas (3,2 %), mientras que *Pennisetum purpureum* (12,1 %) y *Erythrina variegata* (14,1 %) mostraron los mayores. Los contenidos de proteína bruta (PB) resultaron superiores en las leguminosas, con 6,3 % en la *Chamaecrista lineata* y 23,1 % para la *Leucaena leucocephala*. La *Leucaena leucocephala* (61,2 %) y *Sporobolus indicus* (32,3 %) resultaron el mayor y menor valor, respectivamente, para la fibra neutro detergente (FND). La digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica osciló entre 66,7 % (*Gliricidia sepium*) y 29,6 % (*Chamaecrista lineata*), indicador que fue mayor en las leguminosas. Los contenidos de polifenoles en las leguminosas oscilaron entre 0,83 % (*Erythrina variegata*) y 8,37 %, para la *Chamaecrista lineata* que resultó la de mayores valores. Se concluye que el estudio contribuye al mejor empleo de los forrajes evaluados en la alimentación de rumiantes.

**Palabras clave:** digestibilidad, forrajes, composición química

### Chemical Composition and *in vitro* Digestibility Indicators from Fourteen Tropical Forages

#### ABSTRACT

Indicators of chemical composition and *in vitro* digestibility from 14 tropical forages (*P. maximum*, *P. purpureum*, *C. nlemfuensis*, *S. indicus*, *S. viscosa*, *P. notatum*, *A. lebbeck*, *G. sepium*, *L. leucocephala*, *C. surinamensis*, *D. barbatum*, *Ch. lineata*, *E. variegata* y *D. incanum*) were evaluated. Ashes exhibited low values for *Chamaecrista lineata* (3,2 %), but the highest ones for *Pennisetum purpureum* (12,1 %) and *Erythrina variegata* (14,1 %). Raw protein content was higher for legumes, i.e., 6,3 % for *Chamaecrista lineata* and 23,1 % for *Leucaena leucocephala*. Neutral detergent fiber showed the highest values for *Leucaena leucocephala* (61,2 %) and the lowest ones for *Sporobolus indicus* (32,3 %). *In vitro* digestibility of organic matter ranged from 66,7 % (*Gliricidia sepium*) to 29,6 % (*Chamaecrista lineata*). Values for this indicator were higher for legumes. Legumes polyphenol content ranged between 0,83 % (*Erythrina variegata*) and 8,37 % (*Chamaecrista lineata*). The last species reached the highest values. This study contributes to better use the assessed forages for ruminants feeding.

**Key Words:** digestibility, forage, chemical composition

### INTRODUCCIÓN

Con el acelerado crecimiento de la población mundial, satisfacer la demanda de alimentos se hace cada día más difícil. La situación más agravante se observa en los países en vías de desarrollo, ubicados principalmente en las regiones tropicales; influyen en este medio la escasez de tecnologías apropiadas, el alza de precios en insumos, el mal manejo de recursos naturales y la variabilidad climática, entre otros factores (Rojas, 2008).

Se incluye en la dieta de los rumiantes gran variedad de alimento, entre los que predominan los pastos naturales, y los follajes de árboles y arbus-

tos leguminosos empleados como suplemento a la dieta (Pedraza, 2000 y Benavides, 2003).

Desafortunadamente no siempre se conoce el valor nutritivo de tales recursos, por lo que, como indican Martínez *et al.* (2009), buscar alternativas viables para su determinación es muy importante.

El trabajo tiene como objetivo mostrar indicadores de la composición química y la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica de 14 forrajes tropicales de posible uso como suplementos de animales en pastoreo.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se realizaron en el Laboratorio de Control Agroambiental (LABCA), que per-

tenece 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:

- Las muestras de *Cynodon nlemfuensis* (pasto estrella), *Panicum maximum* (guinea), *Sporobolus Indicus* (pajilla), *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, matarratón), *Albizia lebbbeck* (algarrobbillo de olor), *Erythrina variegata* (piñón brasileño), *Pennisetum purpureum* (king grass) y *Leucaena leucocephala* (leucaena), se obtuvieron en período de seca, en la finca donde está el laboratorio.
- Las muestras de *Desmodium barbatum* (amor seco), *Desmodium incanum* (amor seco), *Chamaecrista lineata* (carbonero), *Stylosanthes viscosa* (comino cimarrón), se tomaron en 2006 en de la Empresa Pecuaria de Minas, en época de secano en la UBPC Finca Habana.

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

El muestreo se realizó de forma aleatoria entre las 9 y 11 am. Las gramíneas y leguminosas rastrojeras con más de 60 días de rebrote se cortaron a unos 10 cm del suelo con un machete, y las leguminosas arbustivas con más de 90 días de rebrote se tomaron de al menos cinco árboles, simulando el ramoneo de los animales, se trocearon, homogeneizaron y almacenaron en bolsas plásticas debidamente identificadas. En todos los casos se creó una muestra compuesta, que se redujo a 250 g de material húmedo por porciones para ser analizadas; luego fueron 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; se preservaron adecuadamente en frascos de vidrio de boca ancha con tapa esmerilada, hasta su análisis.

#### Procedimientos analíticos

1. Proteína. La proteína bruta (PB) fue determinada por el método de Kjeldahl; se utilizó el sistema Kjeltec recomendado por la AOAC (1995).
2. Fibra neutra detergente (FND). La FND se determinó por el método de Van Soest y Wine 1967, citado por Herrera *et al.* (1980).
3. Cenizas. Se determinaron según las recomendaciones de la AOAC (1995).
4. Polifenoles. La cuantificación de los polifenoles totales se llevó a cabo mediante el método de Folin-Ciocalteu, según la metodología descrita por Makkar y Goodchild (1996).

Digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO). La digestibilidad se determinó por el método de Minson y McLeod (1972), citado por Herrera *et al.* (1980).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química del follaje varía en dependencia de: la especie, la época del año, las condiciones de crecimiento, los factores edafoclimáticos, los tratamientos silviculturales, el sitio e incluso las horas del día (Benavides y Arias, 1995; Pedraza, 2000; Araujo-Febles, 2005; Pedraza *et al.*, 2007).

En la tabla se observan los valores de ceniza (CN), proteína (PB) fibra neutra detergente (FND), digestibilidad de la materia orgánica (DIVMO) y polifenoles totales.

El mayor contenido de ceniza lo tuvo *E. variegata* (14,1 %), seguido de *P. purpureum* (12,0 %); los menores contenidos lo presentan *Ch. lineata* (3,2 %) y *S. viscosa* (5,9 %). Respecto al contenido de ceniza, destaca Morrison (1951), que la cantidad depende de la calidad y edad de las plantas, del clima, de la época y de las riquezas minerales del suelo.

En los forrajes de *L. leucocephala*, *G. sepium* y *A. lebbbeck* se encontraron valores de PB de 23,1; 19,2 y 21,8 %, respectivamente, que coinciden con el rango que obtuvieron diferentes autores (Estévez, 2000; Pedraza, 2000; Galindo *et al.*, 2009; Ojeda, 2009), que oscilaron entre 15,4 y 29,7 %. Los valores de *E. variegata*, y *C. surinamensis* (12,9 y 12,7 %) son inferiores a los reportados por Estévez (2000) 36,0 y 27,4 %, respecti-

**Tabla. Valores de ceniza (CN), proteína (PB), fibra neutra detergente (FND), digestibilidad de la materia orgánica (DIVMO) y polifenoles totales**

Nombre	Cenizas (%)	PB (%)	FND (%)	DIVMO (%)	Polifenoles (%)
<i>Leucaena leucocephala</i>	7,7	23,1	61,2	59,1	2,34
<i>Albizia lebbek</i>	7,3	21,8	36,4	44,4	2,23
<i>Gliricidia sepium</i>	8,0	19,2	55,9	66,7	1,99
<i>Erythrina variegata</i>	14,1	12,9	59,7	63,8	0,83
<i>Calliandra surinamensis</i>	7,7	12,7	47,6	31,1	3,70
<i>Desmodium barbatum</i>	5,9	10,7	33,4	35,0	1,45
<i>Stylosanthes viscosa</i>	5,9	10,3	44,5	57,2	1,52
<i>Desmodium incanum</i>	6,4	8,0	34,9	39,2	1,58
<i>Chamaecrista lineata</i>	3,2	6,3	47,9	29,6	8,37
<i>Paspalum notatum</i>	8,4	7,7	35,3	36,1	0,00
<i>Cynodon nlemfuensis</i>	9,5	7,7	32,7	52,4	0,00
<i>Panicum maximum</i>	10,6	6,0	35,0	50,1	0,00
<i>Pennisetum purpureum</i>	12,1	4,2	35,7	57,3	0,00
<i>Sporobolus indicus</i>	7,5	3,0	32,3	31,3	0,00

vamente. Esto pudiera estar relacionado, además de las características de cada especie y familia, con las diferencias en las condiciones edafoclimáticas y agronómicas en las que se desarrollaron las plantas. Se conoce que el aumento de la edad de la planta trae consigo mayor por ciento de MS, acumulación de carbohidratos estructurales y, por tanto, disminución del contenido de nitrógeno (Rodríguez *et al.*, 2005).

En cuanto a los contenidos de FND, se observan diferencias entre las distintas especies muestreadas; el mayor contenido lo tiene *L. leucocephala* y el menor *S. indicus*. Barahona y Sánchez (2005) opinan que la degradabilidad del FND es muy variable, principalmente debido a diferencias en composición y estructura, aunque en las leguminosas la tasa de degradación del FND es mayor. Estos autores también plantean que la degradabilidad de la materia seca de los pastos tropicales es 13 % menor que la de los pastos de clima templado. Las diferencias encontradas en este trabajo se deben a las características de cada muestra, es de-

cir, su edad de rebrote, tipo de corte en el muestreo, características del suelo, etc.; por ejemplo, en las leguminosas se simula el ramoneo, lo que incluye la presencia de tallos juntos a las hojas y peciolos, unido a la mayor cantidad de días de rebrote de estas (Pedraza, 2000).

La digestibilidad *in vitro* de la MO, por su parte, estuvo entre 29,6 a 66,7 %; el mejor para *G. sepium* y el menor para *Ch. lineata*. Es válido tener en cuenta el comportamiento de este indicador al momento de seleccionar determinada especie para un propósito productivo dado, debido fundamentalmente a su significado desde el punto de vista nutricional, pues los altos niveles de digestibilidad de MO representan, por lo general, mejor uso de los constituyentes más nutritivos del follaje en cuestión (González y Cáceres, 2002).

La digestibilidad de las leguminosas depende de su estado de madurez, cantidad de peciolos y tallos disponibles, presencia de factores antinutricionales y el animal utilizado (Davendra, 1995) y por las características que presentan las leguminosas tropicales no se emplean como único alimento, normalmente se utilizan como complemento, con el objetivo de cubrir las limitaciones nutricionales de los contenidos de nitrógeno y baja digestibilidad de los pastos u otro componente de la dieta (Coates, 1995 y Rodríguez, 2004).

Los polifenoles están presentes en todas las leguminosas; se detecta escasamente en las gramíneas. Los mayores valores de polifenoles lo alcanzaron *Ch. lineata* y *C. surinamensis*, y los menores *D. barbatum* y *E. variegata*. Los polifenoles son sustancia antinutritivas. Preston y Leng (1987); Barry (1989); D'Mello, (1992); Jackson *et al.* (1996); Pedraza (2000) y Rodríguez (2004) coinciden en señalar a los compuestos fenólicos, fundamentalmente los taninos, como el mayor impedimento en el uso del follaje de leguminosas por los rumiantes; sin embargo, se conoce que pueden mejorar la digestión del nitrógeno en el rumen por disminuir su rápida degradabilidad ruminal (Kaitho *et al.*, 1997; Waghorn, 1990 y Pedraza *et al.*, 2002). También se ha demostrado su utilidad en el control de parásitos gastrointestina-

les (Kahn y Díaz-Hernández, 2000 y Thi Mui Nguyen *et al.*, 2005).

## CONCLUSIONES

La evaluación de los indicadores de la composición química (CN, PB, FND, polifenoles y digestibilidad *in vitro* de la MO de los forrajes estudiados contribuye a su mejor empleo en la alimentación de rumiantes.

## REFERENCIAS

- A.O.A.C. (1995). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists* (16th Edition). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemist.
- ARAUJO-FEBLES, O. (2005). *Factores que afectan el consumo voluntario en bovinos a pastoreo en condiciones tropicales*. IX Seminario de Pastos y Forrajes, Estación de Pastos Indio Hatuey, Matanzas, Cuba.
- BARAHONA, R. y SÁNCHEZ, S. (2005). Limitaciones físicas y químicas de la digestibilidad de pastos tropicales y estrategias para aumentarla. *Rev. Corpoica*, 6 (1), 69-85.
- BARRY, T. N. (1989). Condensed Tannins: Their Role in Ruminant Protein and Carbohydrate Digestion and Possible Effects Upon the Rumen Ecosystem. En J. V. Nolan, R. A. Leng y D. I. Demeyer (Eds.). *The Role of Protozoa and Fungi in Ruminant Digestion* (pp. 153-169). Armidale NSW: Penambul Books.
- BENAVIDES, J. E. y ARIAS, R. (1995). *Caracterización de sistemas de producción caprina en dos regiones de Guatemala, en sistemas tradicionales y agroforestales de producción caprina en América Central y República Dominicana*. Informe técnico (No. 269, pp. 3-29), CATIE, Costa Rica.
- BENAVIDES, J. (2003). *Árboles y arbustos forrajeros, potencialidades y resultados con rumiantes*. Curso taller internacional Ganadería, desarrollo sostenible y medio ambiente, Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes-Instituto de Ciencia Animal-NCTR International Agricultural Centre, Holanda-La Habana.
- COATES, D. B. (1995). Tropical Legumes for Large Ruminants. En J. P. F. D'Mello y C. Devendra (Eds.). *Tropical Legumes in Animal Nutrition* (pp. 191-230). CAB International.
- DEVENDRA, D. (1995). Composition and nutritive value of browse legumes. En J. P. F. D'Mello y C. Devendra (Eds.). *Tropical Legumes in Animal Nutrition* (pp. 49-65). CAB International.
- D'MELLO, J. P. F. (1992). Chemical Constraints to the Use of Tropical Legumes in Animal Nutrition. *Animal Feed Science and Technology*, 38, 237-261.
- ESTÉVEZ, J. A. (2000). *Evaluación de algunos indicadores de la composición química y degradabilidad ruminal del follaje de 7 leguminosas arbóreas y arbustivas*. Tesis de maestría en Producción Animal Sostenible, CEDEPA, Universidad de Camagüey.
- GALINDO, J.; GONZÁLEZ, N.; MARRERO, Y.; SOSA, A.; ALDANA, A. I.; MOREIRA, O.; DELGADO, D.; RUIZ, T.; FEBLES, G.; TORRES, V.; LA O, O.; SARDUY, L.; NODA, A. y ACHANG, O. (2009). *Los árboles como controladores de la producción de metano en rumen*. Memorias del VII Taller Intrenacional Silvopastoril, 20 al 30 de octubre, Varadero, Mantazas, Cuba.
- GONZÁLEZ, E y CÁCERES. (2002). Valor nutritivo de árboles, arbustos y otras plantas para rumiantes. *Rev. Pastos y Forrajes*, 25, 15.
- HERRERA, R.; GONZÁLEZ, S.; HARDY, C. y PEDROSO, D. (1980). *Análisis químico del pasto. Metodología para las tablas de su composición*. Ciudad de la Habana, Cuba: Ediciones ICA.
- JACKSON, F. S.; BARRY, T. N.; LASCANO, C. y PALMER, B. (1996). The Extractable and Bound Condensed Tannin Content of Leaves from Tropical Tree, Shrub and Forages Legumes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 17 (1), 103-110.
- KAHN, L. P y DÍAZ-HERNÁNDEZ, A. (2000). Tannins with Anthelmintic Properties. In J. D. Brooker (Ed.). *Proc. International Workshop on Tannins in Livestock and Human Nutrition*, ACIAR Proceedings No.92, pp. 140-154.
- KAITHO, R. J.; UMUNNA, N. N.; NSAHLAI, I. V.; TAMMINGA, S. y BRUCHEM, J. (1997). Utilization of Browse Supplements with Varying Tannin Levels by Ethiopian Menz Sheep. I. Intake, Digestibility and Live Weight Changes. *Agroforestry Systems*, 39 (2), 145-159.
- MAKKAR, H. P. S y GOODCHILD, V. A. (1996). *Quantification of Tannins, a Laboratory Manual* (2<sup>nd</sup> ed.). Pasture, Forage and Livestock Program, International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, Aleppo, Syria.
- 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.; PEDRAZA, R.; GUEVARA, G.; GONZÁLEZ, C y LEÓN, M. (2009). Ordenamiento de 13 forrajes según su producción acumulada de gas *in vitro* con heces bovinas depuestas como inóculo. *Rev. prod. anim.*, 20 (1), 21-24.

- MORRISON, F. (1951). *Alimentos y alimentación del ganado* (Tomo 1). México: Unión Topográfica, Editorial Hispano Americana.
- OJEDA, F. (2009). *Ensilajes mixtos de gramíneas y plantas arbóreas, una solución para alimentar rumiantes durante el periodo poco lluvioso*. Memorias del VII Taller Intrenacional Silvopastoril, 20 al 30 de octubre, Varadero, Mantanzas, 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, Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba.
- PEDRAZA, R. M.; GONZÁLEZ, C. E.; LEÓN, M. y ESTÉVEZ, J. A. (2002). *Algunos indicadores fenológicos y del valor nutritivo de plantas de Marabú (Dichrostachys cinerea (L.) Wight y Arn.) con diferentes alturas en la época de seca*. Primer Taller provincial de eliminación y control de la agricultura. Camagüey, Cuba.
- PEDRAZA, R.; MARTÍNEZ, S.; ESTÉVEZ, J.; GUEVARA, G.; GUEVARA, R. y CURBELO, L. (2007). Valor nutritivo para rumiantes del follaje de árboles y arbustos tropicales. *Rev. prod. anim.*, 19 (Número especial), 5-12.
- PRESTON, T. R. y LENG, R. A. (1987). *Matching Ruminant Production with Available Resources in the Tropics and Subtropics* (pp. 21-154). Armidale: Penambul Books.
- RODRÍGUEZ, R. (2004). *Uso de la técnica de producción de gas in vitro en la valoración nutritiva de Leucaena leucocephala, Albizia lebbekoides, Acacia cornigera y Enterolobium cylocarpium*. Tesis de maestría en Bioquímica, Instituto de Ciencia Animal, Universidad de La Habana, Cuba.
- RODRÍGUEZ, Y.; CHONGO, B.; LA O, O.; ORAMAS, A.; SCULL, I y ACHANG, G. (2005). Características químicas de *Albizia lebeck* y determinación de su potencial nutritivo mediante la técnica de producción de gas *in vitro*. *Rev. Cubana de Ciencia Agrícola*, 39 (3), 313.
- ROJAS, J. A. (2008). *Utilización del follaje de ramón (Brosimum alicastrum Swarth) en la alimentación de ovinos y conejos: digestibilidad y metabolicidad del nitrógeno y energía*. Tesis de maestría en Producción Animal Tropical.
- THI MUI NGUYEN, DINH VAN BINH y ØRSKOV E. R. (2005). Effect of Foliages Containing Condensed Tannins on Gastrointestinal Parasites. *Animal Feed Science and Technology*, 121, 77-87.
- WAGHORN, G. C. (1990). Effect of Condensed Tannin on Protein Digestion and Nutritive Value of Fresh Herbage. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*, 18, 412-415.

Recibido: 20-9-2011

Aceptado: 2-10-2011