

NOTA TÉCNICA: DEGRADABILIDAD RUMINAL EFECTIVA  
Y DIGESTIBILIDAD INTESTINAL *IN VITRO* DEL NITRÓGENO  
DEL FOLLAJE DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS TROPICALES

**R.M. Pedraza<sup>1</sup>, O. La O<sup>2</sup>, J. Estévez<sup>1</sup>, G. Guevara<sup>1</sup> y S. Martínez<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Centro de Estudios para el Desarrollo de la Producción Animal (CEDEPA)  
Finca Taburete, Carretera Central Oeste km 7.8  
Tabarro, Camagüey 70100, Cuba  
E-mail: [redi@cag.reduc.edu.cu](mailto:redi@cag.reduc.edu.cu)

<sup>2</sup> Departamento de Fisiología y Bioquímica. Instituto de Ciencia Animal  
La Habana, Cuba

Se caracterizó la degradabilidad efectiva en rumen, con tasas de flujo ruminal ( $k$ ) de 0,03; 0,04 y 0,05 % h<sup>-1</sup>, y la digestibilidad intestinal *in vitro* del nitrógeno del follaje de seis leguminosas arbustivas tropicales (*Albizia lebeck*, *Erythrina berteroana*, *Erythrina variegata*, *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala* y *Samanea saman*), en la época poco lluviosa sin el uso de riego ni fertilizantes, en Camagüey, Cuba. Las especies *E. variegata* y *G. sepium* fueron las de mayor degradabilidad efectiva del nitrógeno ( $P < 0,01$ ), independientemente de la tasa de flujo ruminal; mientras que *L. leucocephala* presentó el menor valor. Con un valor de  $k$  0,04 la degradabilidad efectiva varió entre 71,7 y 47,4 %. La digestibilidad intestinal *in vitro* del nitrógeno del follaje no degradado a las 48 h de incubación ruminal fue diferente ( $P < 0,01$ ) en todos los follajes. La mayor digestibilidad la alcanzaron las especies *G. sepium* (69,4 %) y *L. leucocephala* (65,7 %); mientras que la menor se presentó en los follajes de *S. saman* (34,8 %) y *E. variegata* (39,9 %). La mayor contribución con nitrógeno a las partes bajas del tracto digestivo la hizo el follaje de *L. leucocephala* y la menor los de *E. variegata* y *S. saman*. De forma general, todos los follajes se destacaron por su contribución nitrogenada al ecosistema ruminal.

**Palabras clave:** Árboles, digestibilidad, leguminosas, nitrógeno

Effective rumen degradability, with rumen flow rates ( $k$ ) of 0,03; 0,04 and 0,05 % h<sup>-1</sup>, and *in vitro* intestinal digestibility of nitrogen from the foliage of six tropical shrubby legumes (*Albizia lebeck*, *Erythrina berteroana*, *Erythrina variegata*, *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala* and *Samanea saman*) were characterized in the dry season without irrigation and fertilizers, in Camagüey, Cuba. *E. variegata* and *G. sepium* had the highest effective degradability of nitrogen ( $P < 0,01$ ), independently from the rumen flow rate; while *L. leucocephala* showed the lowest one. With  $k$  0,04 effective degradability varied between 71,7 and 47,4 %. *In vitro* intestinal digestibility of nitrogen from non-degraded foliage at 48 h of rumen incubation was different ( $P < 0,01$ ) in all foliages. The highest digestibility was achieved by *G. sepium* (69,4 %) and *L. leucocephala* (65,7 %); while the lowest was shown in the foliages of *S. saman* (34,8 %) and *E. variegata* (39,9 %). The highest contribution of nitrogen to the low parts of the digestive tract was made by the foliage of *L. leucocephala*, and the lowest contribution by *E. variegata* and *S. saman*. In general, all foliages were outstanding for their nitrogen contribution to the rumen ecosystem.

**Key words:** Tree, digestibility, legumes, nitrogen

El mérito del follaje de las leguminosas arbustivas como suplemento nitrogenado en las dietas de rumiantes se atribuye, esencialmente, al aporte de nitrógeno soluble para los microorganismos del rumen y de proteína no degradable que puede ser

digerida en intestino (Smith y van Houtert, 1987; Pedraza y Sahele, 1991; Kass, 1992; Clavero, Romero, Razz y Rodríguez, 1997). Sin embargo, la amplia variedad de leguminosas arbustivas del trópico y lo laborioso de los procedimientos para

cuantificar este aporte, hacen que tal información se limite a muy pocas especies. Este trabajo tuvo como objetivo caracterizar la degradabilidad efectiva en rumen, con tres tasas de flujo ruminal, y la digestibilidad intestinal *in vitro* del nitrógeno del follaje de seis leguminosas arbustivas tropicales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Muestreo y procesamiento de las muestras

Se identificaron como mínimo seis árboles de cada especie (tabla 1) que crecían en un área ganadera del municipio Camagüey, Cuba (21° 23' 40" N y 78° 59' 18" O, a aproximadamente 100 msnm); en el período marzo-mayo del año 2000 se tomaron, de forma aleatoria, muestras compuestas del follaje fresco con ramas de diámetro inferior a 8 mm y 60 días de rebrote.

Tabla 1. Nombre científico y común<sup>1</sup> de las especies estudiadas.

Especies	Nombre común
<i>Albizia lebbbeck</i>	Algarrobo
<i>Erythrina berteroana</i>	Piñón francés, piñón lechero
<i>Erythrina variegata</i>	Piñón nicaragüense
<i>Gliricidia sepium</i>	Piñón cubano, bien vestido
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena
<i>Samanea saman</i>	Algarrobillo de olor

<sup>1</sup> Nombres comunes locales

Las muestras se secaron a 65°C durante 48 h en una estufa sin circulación forzada de aire; posteriormente se molieron a 3 mm para los estudios de degradabilidad ruminal y a 1 mm para el resto de los análisis.

### Degradabilidad ruminal y digestibilidad intestinal *in vitro*

La degradabilidad del nitrógeno se determinó por la técnica de la bolsa en rumen, de acuerdo con el procedimiento descrito por Mehrez y Ørskov (1977). Se utilizaron bolsas de nailon con aproximadamente 2 g

de muestra seca que se incubaron por 6, 12, 24, 48, 72 y 96 h en el rumen de tres ovinos adultos mestizos Pelibuey, los cuales disponían de heno de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) a voluntad, 250 g de pienso comercial (miel final de caña 6,5 %, harina de soya 28,2 %, harina de trigo 57,5% y 7,8 % de aditivos de vitaminas, aminoácidos y minerales), 650 g de hojas-peciolos frescas de *Gliricidia sepium* y agua.

Los datos de degradabilidad ruminal se ajustaron según las ecuaciones propuestas por Ørskov y McDonald (1979). Para determinar la degradabilidad efectiva (DE) del nitrógeno se utilizaron los parámetros de degradabilidad en combinación con tasas de flujo ruminal de pequeñas partículas (*k*) de 0,03; 0,04 y 0,05 % h<sup>-1</sup>, respectivamente; la ecuación utilizada fue:

$$DE = a + (bc)/(c+k),$$

donde: **a** es la fracción soluble en el tiempo 0, **b** es la fracción insoluble pero potencialmente degradable y **c** es la velocidad de degradación. Todos los cálculos se realizaron con ayuda del programa NAWAY (IFRU, Rowett Research Institute, UK, 1995).

La digestibilidad intestinal *in vitro* de la proteína se determinó a partir de los residuos de las bolsas incubadas en el rumen por 48 horas. Se utilizó el procedimiento de los tres pasos con el uso de la pepsina y pancreatina, descrito por Calsamiglia y Stern (1995) y validado por Kaitho, Umunna, Nsahlai, Tamminga y van Bruchem (1998) para el follaje de los árboles y los arbustos. Las determinaciones de materia seca (MS) y proteína bruta (N x 6,25) se realizaron de acuerdo con las recomendaciones de la AOAC (1995).

**Análisis estadístico.** Se realizaron análisis de varianza simple a las variables en estudio y la diferencia entre medias se determinó por la prueba de Tukey para P<0,05. Los valores numéricos de las determinaciones analíticas se expresan acompañados por su desviación estándar (±DE). En todos los casos se empleó el programa SYSTAT®, versión 7.0 para Windows®.

**RESULTADOS**

En la tabla 2 se presenta el contenido de proteína bruta y la degradabilidad efectiva del nitrógeno en el rumen, con diferentes tasas de flujo ruminal del follaje de las leguminosas arbustivas en estudio. Los contenidos de PB variaron entre 23,5 y 27,9%; las mayores concentraciones se presentaron en los follajes de *Albizia*

*lebbeck* y *Erythrina variegata* y las menores en *Erythrina berteroana* y *Samanea saman*.

Los follajes de las especies *E. variegata* y *G. sepium* fueron los de mayor degradabilidad efectiva del nitrógeno ( $P < 0,01$ ), independientemente de la tasa de flujo ruminal; mientras que el de *Leucaena leucocephala* fue el de menor degradabilidad ruminal, seguido del follaje de *S. saman*.

Tabla 2. Contenido de PB y degradabilidad efectiva del nitrógeno en el rumen (%).

Especies	PB	$k, \% h^{-1}$		
		0,03	0,04	0,05
<i>Albizia lebbeck</i>	27,9	66,4 <sup>b</sup>	63,7 <sup>b</sup>	61,7 <sup>b</sup>
<i>Erythrina berteroana</i>	23,5	64,9 <sup>b</sup>	61,9 <sup>c</sup>	59,4 <sup>c</sup>
<i>Erythrina variegata</i>	27,4	75,1 <sup>a</sup>	71,7 <sup>a</sup>	68,8 <sup>a</sup>
<i>Gliricidia sepium</i>	24,4	74,1 <sup>a</sup>	70,5 <sup>a</sup>	67,8 <sup>a</sup>
<i>Leucaena leucocephala</i>	26,2	52,3 <sup>d</sup>	47,4 <sup>e</sup>	43,6 <sup>e</sup>
<i>Samanea saman</i>	23,7	62,1 <sup>c</sup>	58,3 <sup>d</sup>	55,3 <sup>d</sup>
±DE	1,39	7,90	8,37	8,73
Sign.	-	***	***	***

a,b,c,d,e Valores en las columnas con diferentes superíndices difieren a  $P < 0,05$  (Tukey)

\*\*\*  $P < 0,001$

La degradabilidad ruminal y la digestibilidad intestinal *in vitro* del nitrógeno del follaje no degradado a las 48 h de incubación ruminal fueron diferentes ( $P < 0,01$ ) entre follajes (tabla 3). La degradabilidad ruminal del nitrógeno fue superior en el follaje de *G. sepium*, seguido de *E. variegata*, que difirieron entre sí; la menor degradabilidad se encontró en *S. saman*, *E. berteroana*, *L. leucocephala* y *A. lebbeck*, que no difirieron entre ellas. La mayor digestibilidad intestinal *in vitro* la alcanzaron los follajes de las especies *G. sepium* y *L. leucocephala*, que difirieron entre sí; mientras que los menores valores se presentaron en los follajes de *S. saman* y *E. variegata*, también diferentes entre sí. La mayor contribución con nitrógeno a las partes bajas del tracto digestivo la realizó el follaje de *L. leucocephala* y la menor el de *E. variegata* y el de *S. saman*.

**DISCUSION**

La degradabilidad efectiva del nitrógeno en el rumen fue alta, en general, al compararla con la de otras plantas arbustivas (Siaw, Osuji y Nsahlai, 1993); en el follaje de *leucaena* la

degradabilidad efectiva del nitrógeno, con una  $k$  de 0,04, fue inferior a la informada por La O (2001) para los cultivares Perú, 7929, 9379, 9101, 7872 y 7988. Estas variaciones pueden ser atribuidas al efecto de factores como la especie y el cultivar, el manejo de la planta y las condiciones edafoclimáticas. El aporte en proteína bruta al rumen equiparado con la urea, con un valor de  $k$  de 0,04, varió entre 44 y 69 g de urea/kg de MS de follaje, lo que tiene la ventaja adicional de suministrar el nitrógeno, en su gran mayoría, en forma de proteína, péptidos y aminoácidos, además de su cuota en minerales y otros nutrientes.

La digestibilidad intestinal *in vitro* de la proteína está dentro del rango informado por Kaitho et al. (1998) para diversas especies arbustivas. El comportamiento de la digestibilidad intestinal confirma que el follaje de las leguminosas estudiadas aporta, fundamentalmente, nitrógeno al ecosistema ruminal, aunque la contribución a las partes bajas del tracto gastrointestinal de algunas especies no es despreciable. Presumiblemente, el

nitrógeno no digerido en intestino es aquel asociado a la fibra, lo que puede estar relacionado con la actividad de los taninos

(Devendra, 1995; Jackson, Barry, Lascano y Palmer, 1996; Kaitho, Umunna, Nsahlai, Tamminga y van Bruchem, 1997).

Tabla 3. Degradabilidad ruminal y digestibilidad intestinal *in vitro* del nitrógeno no degradado a las 48 h de incubación ruminal.

Especies	Degradabilidad ruminal a las 48 h, %	Digestibilidad intestinal <i>in vitro</i> , %
<i>Albizia lebbbeck</i>	74,0 <sup>c</sup>	47,4 <sup>d</sup>
<i>Erythrina berteroana</i>	74,9 <sup>c</sup>	58,1 <sup>c</sup>
<i>Erythrina variegata</i>	87,9 <sup>b</sup>	39,9 <sup>e</sup>
<i>Gliricidia sepium</i>	91,3 <sup>a</sup>	69,4 <sup>a</sup>
<i>Leucaena leucocephala</i>	74,6 <sup>c</sup>	65,7 <sup>b</sup>
<i>Samanea saman</i>	79,9 <sup>c</sup>	34,8 <sup>f</sup>
±DE	7,36	1,95
Sign.	***	***

a,b,c,d,e,f Valores con superíndices no comunes en las columnas difieren a P<0,05 (Tukey)  
\*\*\* P<0,01

De forma general, todos los follajes se destacaron por su contribución nitrogenada al ecosistema ruminal, aunque los mejores resultados se presentaron en *G. sepium* y *E. variegata*.

#### REFERENCIAS

- AOAC. 1995. Official methods of analysis. 16<sup>th</sup> edition. Association of Official Analytical Chemist. Washington, DC
- Calsamiglia, S. & Stern, M.D. 1995. A three-step *in vitro* procedure for estimating intestinal digestion of protein in ruminants. **J. Anim. Sci.** 73:1459
- Clavero, T.; Romero, F.; Razz, R. & Rodríguez, A. 1997. Nitrogen metabolism on growing sheeps fed with *Gliricidia sepium*. **Revista Científica, FCV-Luz.** 7 (2): 83
- Devendra, D. 1995. Composition and nutritive value of browse legumes. In: Tropical legumes in animal nutrition. (Ed. J.P.F. D'Mello and C. Devendra). CAB International, UK. p. 49
- Jackson, F.S.; Barry, T.N.; Lascano, C. & 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
- Kaitho, R.J.; Umunna, N.N.; Nsahlai, I.V.; Tamminga, S. & van 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
- Kaitho, R.J.; Umunna, N.N.; Nsahlai, I.V.; Tamminga, S. & van Bruchem. J. 1998. Nitrogen in browse species: Ruminal degradability and post ruminal digestibility measured by mobile nylon bag and *in vitro* techniques. **Journal of the Science of Food and Agriculture.** 76 (4): 488
- Kass, María. 1992. Experiencias del CATIE en el uso de los follajes de árboles leguminosos como suplementos proteicos para los rumiantes. Resúmenes. IX Seminario Científico Nacional y I Hispanoamericano de Pastos y Forrajes de la EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 138
- La O, O. 2001. Contribución al estudio del valor nutritivo de diferentes ecotipos del género *Leucaena* para la alimentación de rumiantes. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal-Universidad Agraria de La Habana, Cuba
- Mehrez, A.Z. & Ørskov, E.R. 1977. A study of the artificial fiber bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **J. Agric. Sci.** 88:645
- 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

Pastos y Forrajes Vol. 26, No. 3, 2003

- Pedraza, R.M. & Salehe, C. 1991. Composición química y degradabilidad ruminal de tres leguminosas arbustivas. *Rev. de Prod. Animal.* 6 (2): 189
- Siaw, D.E.K.A.; Osuji, P.O. & Nsahlai, I.V. 1993. Evaluation of multipurpose tree germplasm: the use of gas production and rumen degradation characteristics. *Journal of Agricultural Science, Cambridge.* 120:319
- Smith, O. & van Houtert, M. 1987. Valor forrajero de la *Gliricidia sepium*. *Revista Mundial de Zootecnia.* 62:57

Recibido el 3 de diciembre del 2002  
Aceptado el 20 de febrero del 2003