

Rev. prod. anim., (NÚMERO ESPECIAL): 5-12, 2007

Valor nutritivo para rumiantes del follaje de árboles y arbustos tropicales

Redimio M. Pedraza Olivera, Silvio J. Martínez Sáez, Jorge A. Estévez Alfayate, Guillermo F. Guevara Viera, Raúl E. Guevara Viera y Lino Curbelo Rodríguez

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

redimio.pedraza@reduc.edu.cu

RESUMEN

Se exponen algunos indicadores del valor nutritivo *in vitro* e *in situ* del follaje de algunos árboles y arbustos tropicales empleados en la alimentación de rumiantes, con énfasis en aquellos investigados, total o parcialmente, en la Universidad de Camagüey. Se analizan su composición química y aporte de nutrientes al ecosistema ruminal. Se concluye que los follajes evaluados se caracterizan por su aporte de nutrientes al ecosistema ruminal, fundamentalmente energía y nitrógeno; aunque la contribución a las partes bajas del tracto gastrointestinal de algunas especies leguminosas no es despreciable.

Palabras clave: *follajes, rumiantes, valor nutritivo, árboles, arbustos*

Nutritional Value of Leaves from Tropical Trees and Shrubs for Ruminant Feeding

ABSTRACT

In vitro and *in situ* nutritional value indexes of leaves from tropical trees and shrubs for ruminant feeding are presented, especially those completely or partially studied at Camagüey University. Leaves chemical composition and nutrient supply to the ruminant ecosystem were analyzed. Results showed that the studied leaves were characterized by their nutrient supply, particularly energy and nitrogen, to the ruminant ecosystem, although some legume species contributed in a certain way to the lower parts of the gastrointestinal tract.

Key words: *leaves, ruminant, nutritional value, trees, shrubs*

INTRODUCCIÓN

En todas las zonas tropicales existen numerosas especies de árboles y arbustos con potencial para producir elevadas cantidades de biomasa, con valor nutritivo muy superior al de los pastos de gramíneas que abundan en estas áreas. El uso del follaje de arbustos y árboles en la alimentación de los rumiantes representa una importante e incuestionable alternativa al desarrollo de una producción animal sostenible. En la producción animal las arbustivas no son generalmente utilizadas como único alimento durante todo el año; en la práctica su uso fundamental es como suplemento para mejorar el consumo y utilización de los demás alimentos voluminosos de la dieta (Hernández y Simón, 1993; Benavides, 1994; Funes, 1995; Leng, 1996; Cáceres y González, 1998). Si se garantiza un mayor consumo total de los animales se contribuye a su mayor producción.

En este artículo se exponen algunos indicadores del valor nutritivo *in vitro* e *in situ* del follaje de algunos árboles y arbustos tropicales empleados en la alimentación de rumiantes, con énfasis en

aquellos investigados, total o parcialmente, en la Universidad de Camagüey.

DESARROLLO

El valor nutritivo del follaje de plantas arbustivas depende de la magnitud de energía, proteínas, minerales y vitaminas que suministren (Devendra, 1995); por ello la cuantía de consumo del follaje y del consumo del total de la dieta influenciado por el follaje, así como la cantidad y la digestibilidad de los nutrientes consumidos son los elementos nutricionales fundamentales que definen la producción animal y diferencian el valor de estos follajes. En buena medida estos elementos están definidos por la composición química y degradabilidad ruminal de los follajes (Tabla 1).

La composición química del follaje varía en dependencia de diferentes factores como: la especie, la época del año, las condiciones de crecimiento, los factores edafoclimáticos, los tratamientos silviculturales y el sitio, e incluso las horas del día (Benavides y Arias, 1995; Pedraza, 2000).

El mérito del follaje de las leguminosas como suplemento en rumiantes se atribuye, esencialmente, al aporte de proteína no degradable y de

Tabla 1. Algunos indicadores de la composición química del follaje (hojas) de diversas arbustivas (adaptado de León *et al.*, 1986; Estévez, 1999; Estévez, 2000 y Hernández, 2006.)

Especie / cultivar	Familia	Materia seca (%)	Cenizas (%)	Proteína bruta (%)
<i>Poliscia guilfoylei</i> cv Variegata	A	21,9 ± 0,4	11,5 ± 0,6	13,1 ± 0,1
<i>P. guilfoylei</i> cv Alba Variegata	A	16,1 ± 0,4	12,3 ± 0,6	12,1 ± 0,1
<i>P. guilfoylei</i> cv Laciniata	A	21,0 ± 0,3	12,8 ± 0,5	12,9 ± 0,1
<i>Acalypha hispida</i> cv Híspida	E	22,1 ± 0,6	14,9 ± 0,7	12,2 ± 0,4
<i>A. wilkesiana</i> cv London tan	E	27,3 ± 0,7	12,4 ± 0,7	14,6 ± 0,4
<i>A. wilkesiana</i> cv White picotee	E	31,3 ± 0,6	16,0 ± 0,7	12,3 ± 0,4
<i>Erythrina berteroana</i>	L	19,4 ± 0,2	11,2 ± 0,1	23,5 ± 0,1
<i>Leucaena leucocephala</i>	L	26,4 ± 0,1	9,5 ± 0,1	26,2 ± 0,9
<i>Samanea saman</i>	L	31,5 ± 0,3	5,5 ± 0,1	23,7 ± 0,5
<i>Gliricidia sepium</i>	L	21,8 ± 0,6	6,3 ± 0,9	24,4 ± 0,1
<i>Albizia lebbek</i>	L	32,9 ± 0,6	5,8 ± 0,1	27,9 ± 0,9
<i>Erythrina variegata</i>	L	16,9 ± 0,1	13,0 ± 0,2	27,4 ± 1,6
<i>Leucaena leucocephala</i> cv. Perú	L			31,5 ± 0,4
<i>Leucaena leucocephala</i> cv. Ipil-Ipil	L			29,8 ± 0,7
<i>Haemotoxylum brasiletto</i>	L			12,3 ± 0,2
<i>Acacia bilimekii</i>	L			19,5 ± 0,7
<i>Pithecellobium acatlense</i>	L			14,8 ± 0,9
<i>Pithecellobium dulce</i>	L			18,0 ± 0,15

Los contenidos de cenizas y proteína bruta se expresan en base seca. A: *Araliaceae*, E: *Euphorbiaceae*, L: *Leguminosae*.

nitrógeno soluble para los microorganismos del rumen (Smith y van Houtert, 1987; Pedraza y Sahele, 1991; Kass, 1992; Escobar *et al.*, 1995; Clavero *et al.*, 1997), además por contribuir con fibra fácilmente degradable en el rumen (Pathirana y Ørskov, 1995; Abdulrazak *et al.*, 1996). No obstante, se reconoce que algunos compuestos naturales (Tabla 2) pueden afectar la eficiencia de utilización de algunos nutrientes (Galindo *et al.*, 1989; D'Mello, 1992; Onwuka, 1992; Jackson *et al.*, 1996; Giner Chávez *et al.*, 1997), pero que en ocasiones pueden ser beneficiosos (Preston y Leng, 1987; Rosales *et al.*, 1989; Díaz *et al.*, 1995; Ørskov, 2005;¹ Galindo *et al.*, 2005). Algunos taninos pueden proteger las proteínas de la degradación ruminal (Jackson *et al.*, 1996), prevenir el meteorismo (Tanner *et al.*, 1995) y actuar contra los parásitos gastrointestinales (Kahn y Díaz-Hernández, 2000; Thi Mui Nguyen *et al.*, 2005; Ørskov, 2005²).

Las regulaciones físicas son el factor principal que influye en el consumo de forrajes por los rumiantes, debido fundamentalmente al tiempo de retención de la materia seca en el rumen (Minson, 1990; Poppi y Norton, 1995). Asimismo la velo-

cidad de degradación de la materia seca en el rumen juega un importante papel en este sentido, lo que ha sido descrito por diversos investigadores (Ørskov *et al.*, 1988; Ørskov y Ryle, 1990; Blümmel y Ørskov, 1993; Khazaal *et al.*, 1993).

La degradabilidad ruminal de la materia seca (Tabla 3) en el follaje de todas las plantas es elevada; se destaca el mayor contenido de la fracción degradable en el tiempo 0 (a) en las plantas no leguminosas. Sin embargo, la fracción insoluble pero degradable (b) es similar en todas las familias estudiadas. La misma se ubica dentro del rango indicado por diversos autores (Siaw *et al.*, 1993; Keir *et al.*, 1997; Kaitho *et al.*, 1998; Delgado *et al.*, 2002) para varias especies arbustivas. Estos mismos resultados se confirman cuando se analiza el valor energético de los follajes con el empleo de la técnica de producción de gas *in vitro* (Khazaal y Ørskov, 1994; Pedraza, 2000; Getachew *et al.*, 2002; Martínez, 2005; Hernández, 2006), ya sea empleando líquido ruminal o heces como inóculo (ver figura).

La degradabilidad ruminal del nitrógeno (Tabla 3) en los follajes no leguminosos es muy alta, aunque su contenido total de proteína bruta (PB) es inferior al de las leguminosas, por lo que, en dependencia de la cantidad consumida, pueden aportar principalmente N a los microorganismos ruminales. El alto potencial de degradabilidad del nitrógeno, al compararlo con el de otras plantas

¹ E. R. Ørskov: "La producción animal y su efecto en el suelo, las plantas y las personas", notas de curso de posgrado, Instituto de Ciencia Animal, La Habana, 25 y 26 de noviembre de 2005.

² Ídem.

Tabla 2. Presencia de sustancias antinutritivas en las hojas de diversas arbustivas (adaptado de Estévez, 1999; Estévez, 2000 y Hernández, 2006.)

Especie/ cultivar	Familia	Alcaloides	Compuestos cianogénicos	Saponinas	Taninos
<i>Poliscia guilfoylei</i> cv Variegata	A	-	-	+	+
<i>P. guilfoylei</i> cv Alba Variegata	A	-	-	+	+
<i>P. guilfoylei</i> cv Laciniata	A	-	-	+	+
<i>Acalypha hispida</i> cv Híspida	E	+	-	+	+
<i>A. wilkesiana</i> cv London tan	E	+	-	+	+
<i>A. wilkesiana</i> cv White picotee	E	+	-	+	+
<i>Erythrina berteroana</i>	L	-	-	-	+
<i>Leucaena leucocephala</i>	L	-	-	-	+
<i>Samanea saman</i>	L	-	-	+	+
<i>Gliricidia sepium</i>	L	-	-	+	+
<i>Albizia lebbbeck</i>	L	-	-	-	+
<i>Erythrina variegata</i>	L	-	-	-	+
<i>Haemotoxylum brasiletto</i>	L	-	-	-	+
<i>Acacia bilimekii</i>	L	-	-	-	+
<i>Pithecellobium acatlense</i>	L	-	-	-	+
<i>Pithecellobium dulce</i>	L	-	-	-	+

+ presente - ausente A *Araliaceae* E *Euphorbiaceae* L *Leguminosae*

arbustivas (Siaw *et al.*, 1993), indica que la capacidad de estas especies como fuente de proteína descansa en el aporte de nitrógeno degradable al rumen. Chongo *et al.* (2002), al estudiar varias arbustivas encontraron también degradabilidades del N superiores al 60 %, que relacionan con el grado de solubilidad del tipo de proteínas encontradas en las mismas. De manera general todos los follajes se destacan principalmente por su contribución nutritiva al ecosistema ruminal (Tabla 4).

En rumiantes alimentados con forrajes tropicales la principal fuente de proteína para la producción animal proviene de aquella sintetizada por los microorganismos del rumen. Por esto es de

suma importancia maximizar la cantidad de proteína microbiana que puede ser sintetizada por kilogramo de materia orgánica fermentada en el rumen, para así proveer al animal hospedero de la cantidad requerida de dicha sustancia en el intestino delgado, que cubra sus requerimientos de mantenimiento y de producción (Ku Vera *et al.*, 2006). Diversos investigadores (Valdivia y Ku, 1996; Ramírez y Ku, 1997; Pedraza, 2000; Chamorro *et al.*, 2002; Pérez *et al.*, 2002) encontraron un mejor ambiente ruminal, en términos de niveles de ácidos grasos volátiles, amoníaco y degradabilidad ruminal de los forrajes, cuando la dieta basada en forrajes de baja calidad se suplementó

Tabla 3. Parámetros* de la degradabilidad ruminal de la materia seca del follaje de diversas arbustivas (adaptado de Estévez, 1999 y Estévez, 2000.)

Especie/ cultivar	Familia	a, %	b, %	a + b, %	c, h ⁻¹
<i>Poliscia guilfoylei</i> cv Variegata	A	55,6 ± 1,7	34,5 ± 1,5	90,1	0,036 ± 0,005
<i>P. guilfoylei</i> cv Alba Variegata	A	35,1 ± 1,3	51,7 ± 1,6	86,8	0,112 ± 0,004
<i>P. guilfoylei</i> cv Laciniata	A	41,4 ± 1,2	49,7 ± 1,0	91,1	0,086 ± 0,003
<i>Acalypha hispida</i> cv Híspida	E	20,4 ± 1,0	67,3 ± 1,9	87,8	0,091 ± 0,001
<i>A. wilkesiana</i> cv London tan	E	29,0 ± 1,4	60,5 ± 1,4	89,5	0,081 ± 0,007
<i>A. wilkesiana</i> cv White picotee	E	39,4 ± 1,5	52,1 ± 1,6	91,5	0,082 ± 0,004
<i>Erythrina berteroana</i>	L	13,4 ± 1,6	50,6 ± 2,4	64,0	0,094 ± 0,010
<i>Leucaena leucocephala</i>	L	20,4 ± 4,4	50,2 ± 3,4	70,5	0,045 ± 0,008
<i>Samanea saman</i>	L	28,8 ± 1,0	34,3 ± 1,3	63,2	0,038 ± 0,001
<i>Gliricidia sepium</i>	L	30,3 ± 1,5	47,4 ± 1,2	77,7	0,080 ± 0,001
<i>Albizia lebbbeck</i>	L	23,7 ± 1,8	32,0 ± 4,0	55,7	0,060 ± 0,002
<i>Erythrina variegata</i>	L	11,5 ± 0,6	62,6 ± 1,5	74,1	0,075 ± 0,009

* Según la ecuación propuesta por Ørskov y McDonald (1979): $p = a + b(1 - e^{-c})$

A: *Araliaceae*, E: *Euphorbiaceae*, L: *Leguminosae*, a: fracción soluble en tiempo 0, b: fracción degradable, a + b: potencial de degradación, c: tasa de degradación

Tabla 4. Parámetros* de la degradabilidad ruminal del nitrógeno en el follaje de diversas arbustivas (adaptado de Estévez, 1999 y Estévez, 2000.)

Especie/ cultivar	Familia	a, %	b, %	a + b, %	c, h ⁻¹
<i>Poliscia guilfoylei</i> cv Variegata	A	22,8 ± 0,6	70,1 ± 0,6	92,9	0,121 ± 0,008
<i>P. guilfoylei</i> cv Alba Variegata	A	4,9 ± 0,5	92,9 ± 0,9	97,8	0,100 ± 0,009
<i>P. guilfoylei</i> cv Laciniata	A	20,3 ± 0,8	75,5 ± 1,5	95,8	0,099 ± 0,005
<i>Acalypha hispida</i> cv Híspida	E	-7,8 ± 0,7	100,0 ± 0,9	92,1	0,138 ± 0,008
<i>A. wilkesiana</i> cv London tan	E	7,2 ± 0,5	90,8 ± 1,2	98,0	0,052 ± 0,002
<i>A. wilkesiana</i> cv White picotee	E	-5,8 ± 0,8	100,0 ± 0,7	94,1	0,172 ± 0,007
<i>Erythrina berteroana</i>	L	32,8 ± 1,0	46,7 ± 0,9	79,6	0,072 ± 0,004
<i>Leucaena leucocephala</i>	L	10,4 ± 2,9	69,0 ± 1,9	79,4	0,058 ± 0,007
<i>Samanea saman</i>	L	29,3 ± 1,0	54,4 ± 1,1	83,6	0,042 ± 0,001
<i>Gliricidia sepium</i>	L	19,1 ± 1,6	59,3 ± 1,5	78,4	0,082 ± 0,001
<i>Albizia lebbeck</i>	L	44,8 ± 2,1	38,7 ± 1,4	82,0	0,039 ± 0,013
<i>Erythrina variegata</i>	L	35,3 ± 4,0	59,3 ± 3,3	90,9	0,071 ± 0,007

* Según la ecuación propuesta por Ørskov y McDonald (1979): $p = a + b(1 - e^{-ct})$.

A: *Araliaceae*, E: *Euphorbiaceae*, L: *Leguminosae*, a: fracción soluble en tiempo 0, b: fracción degradable, a+b: potencial de degradación, c: tasa de degradación

con follajes de diversas arbustivas; en consecuencia se ha determinado una mayor producción de proteína microbiana en el rumen-retículo.

El aporte de fibra fácilmente degradable en el rumen (Pathirana y Ørskov, 1995; Abdulrazak *et al.*, 1996) y/o sustancias solubles y degradables en las primeras horas de fermentación, como se ha demostrado que existen en *G. sepium* y otros forrajes (Pedraza, 1998; 2000), favorece una mayor degradabilidad de la fracción fibrosa de la dieta, tal como probaron Silva y Ørskov (1988) con el empleo de paja amonificada como parte de raciones basadas en forrajes de baja calidad.

La digestibilidad intestinal *in vitro* de la proteína no degradada a las 48 horas de incubación ruminal oscila entre 34,8 y 69,4 % (Tabla 5). La digestibilidad obtenida en esta investigación se encuentra en el 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

Tabla 5. Digestibilidad intestinal *in vitro* de la proteína en follajes de la familia leguminosae (Pedraza *et al.*, 2003)

Especie	DIPB, %
<i>Erythrina berteroana</i>	58,1 ± 2,0
<i>Leucaena leucocephala</i>	65,7 ± 1,4
<i>Samanea saman</i>	34,8 ± 4,3
<i>Gliricidia sepium</i>	69,4 ± 0,6
<i>Albizia lebbeck</i>	47,4 ± 1,4
<i>Erythrina variegata</i>	39,9 ± 2,0

DIPB: digestibilidad intestinal *in vitro* de la proteína no degradada a las 48 horas de incubación ruminal.

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 *et al.*, 1996; Kaitho *et al.*, 1997). Más investigaciones se necesitan para valorar el aporte real a la economía animal del nitrógeno no degradable en el rumen, proveniente del follaje de algunas leguminosas.

El contenido de polifenoles del follaje de *D. cinerea* (marabú), una arbustiva leguminosa indeseable en la ganadería, ampliamente difundida en Cuba (MINAGRI, 2000; Funes y Monzote, 2001), es muy superior al de otras leguminosas arbustivas empleadas en la alimentación animal (Pedraza *et al.*, 2002). Aganga y Adogla-Bessa (1999) consideran que debido al alto contenido de taninos se limita grandemente el uso de la proteína y la digestibilidad del follaje de *D. cinerea*; sin embargo, sus hojas y frutos son utilizados en la alimentación del ganado nativo y de cabras en algunas regiones de África (Komwihangilo *et al.*, 1995; Ndlovu *et al.*, 2000) y de Cuba, fundamentalmente en época de seca. Dicho consumo sugiere adaptación de esos animales a la referida leguminosa (Mole *et al.*, 1990; Harborne, 1993).

Con la técnica de producción de gas *in vitro*, empleando heces bovinas ya depuestas como inóculo y el polietilenglicol como agente acompañante de los taninos, Martínez (2005) demostró la cuantía de la energía de esta arbustiva que está limitada por el efecto de los taninos (Tabla 6).

El potencial de producción de gas (a + b) cuando no se utiliza polietilenglicol es sólo el 67,8 %

Tabla 6. Influencia del polietilenglicol (PEG) 4000 en los parámetros de modelo* de ajuste a la producción de gas *in vitro* por hojas de *Dichrostachys cinerea*

	c(mL/h)	a + b (mL)
Sin PEG	0,026a	21,1a
Con PEG	0,031a	31,1b
±ES	0,005	1,37

* Ørskov y McDonald (1979), a + b: potencial de producción de gas, c: tasa de producción de gas.

del que se obtiene cuando sí se usa, lo que da una medida de las posibilidades energéticas de la planta si se lograra soslayar, por mecanismos fisiológicos del animal y/o por prácticas de alimentación, el efecto protector de los taninos.

Consideraciones finales

En todas las zonas tropicales existen muchas especies de árboles y arbustos con potencial para producir elevadas cantidades de biomasa, con un valor nutritivo muy superior al de pastos de gramíneas. Los follajes de arbustivas se caracterizan por su aporte de nutrientes al ecosistema ruminal, fundamentalmente energía y nitrógeno, aunque la contribución a las partes bajas del tracto gastrointestinal de algunas especies leguminosas no es despreciable.

REFERENCIAS

ABDULRAZAK, S. A.; R. W. MUNINGA, W. THORPE Y E. R. ØRSKOV: "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 (3): 381-388, 1996.

AGANGA, A. A. Y T. ADOGLA-BESSA: "Dry Matter Degradation, Tannin and Crude Protein Contents of some Indigenous Browse Plants of Botswana", *Arch. Zootec.*, 48: 79-83, 1999.

BENAVIDES, J (ed.): "La investigación en árboles forrajeros. Árboles y arbustos forrajeros en América Central", *CATIE*, Costa Rica, 1: 3-19, 1994.

BENAVIDES, J. E. Y R. ARIAS (eds.): 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, 1995.

BLÜMMEL, M. Y E. R. ØRSKOV: "Comparison of *in vitro* Gas Production and Nylon Bag Degradability of Roughages in Predicting Feed Intake in Cattle", *Animal Feed Science and Technology*, 40: 109-119, 1993.

CÁCERES, O. Y E. GONZÁLEZ: Potencial alimenticio de árboles y arbustos forrajeros tropicales para los ovinos, Memorias 3er. Taller Internacional Silvopastoril Los árboles y arbustos en la ganadería, pp. 50-51, Estación Experimental de Pastos y Forrajes *Indio Hatuey*, Matanzas, Cuba, 1998.

CHAMORRO, D.; J. HERNÁNDEZ Y J. ACERO: Influencia de la dieta seleccionada en arreglos silvopastoriles sobre la dinámica ruminal y su efecto en producción de leche en vacas en sistemas de doble propósito en el Caribe Colombiano, Memorias V Taller Internacional sobre la Utilización de los Sistemas Silvopastoriles para la Producción Animal, Centro de Convenciones Plaza América, Varadero, Cuba, 30 de septiembre al 4 de octubre de 2002. (En CD-ROM.)

CHONGO, BERTHA; O. LA O, D. DELGADO, J. GALINDO, G. FEBLES, T. E. RUIZ E I. SCULL: "Potencialidades nutritivas de árboles y arbustos tropicales en la alimentación de rumiantes", *Memorias V Taller Internacional sobre la Utilización de los Sistemas Silvopastoriles para la Producción Animal*, Centro de Convenciones Plaza América, Varadero, Cuba, 30 de septiembre al 4 de octubre de 2002. (En CD-ROM.)

CLAVERO, T.; F. ROMERO, R. RAZZ Y A. RODRÍGUEZ: "Nitrogen Metabolism on Growing Sheeps Fed with *Gliricidia sepium*", *Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinarias*, Universidad de Maracaibo, Venezuela, 7 (2): 83-85, 1997.

D'MELLO, J. P. F.: "Chemical Constraints to the Use of Tropical Legumes in Animal Nutrition", *Animal Feed Science and Technology*, 38: 237-261, 1992.

DELGADO, D.; O. LA O, BERTHA CHONGO, J. GALINDO Y Y. SANTOS: "Composición química y degradabilidad ruminal de la fracción fibrosa en diferentes árboles tropicales de uso en la ganadería", *Memorias V Taller Internacional sobre la Utilización de los Sistemas Silvopastoriles para la Producción Animal*, Centro de Convenciones Plaza América, Varadero, Cuba, 30 de septiembre al 4 de octubre de 2002. (En CD-ROM.)

DEVENDRA, C.: "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, 1995.

DÍAZ, A.; M. AVENDAÑO Y A. ESCOBAR: "Use of Tropical Plants as Defaunating Agents and Its Effects on Animal Metabolism", en S. Anderson y J. Wadsworth (eds.): *Dual Purpose Cattle Research*, p. 273, IFS (International Foundation for Science)/FMVZ-UADY, Proceedings of an International Workshop, Mérida, México, 1995.

ESCOBAR, A.; JOSEFINA COMBELLAS, A. OJEDA Y E. ROMERO: El mata ratón (*Gliricidia sepium*) su integración a los sistemas de alimenta-

- ción de rumiantes, convenio Universidad Central de Venezuela/Fundación Polar, Informe de proyecto, 1995.
- ESTÉVEZ, J.: Evaluación de algunos indicadores de la composición química y degradabilidad ruminal del follaje de siete leguminosas arbóreas y arbustivas, tesis para optar por el título de máster en Producción Bovina Sostenible, Universidad de Camagüey, Cuba, 89 pp., 2000.
- ESTÉVEZ, O.: Caracterización nutritiva de algunas especies de las familias *Euphorbiaceae* y *Araliaceae* para la alimentación de rumiantes, tesis para optar por el título de máster en Producción Animal Sostenible, Universidad de Camagüey, Cuba, 58 pp., 1999.
- FUNES-MONZOTE, F.: El fin de los bosques en Cuba y la invasión del marabú: una venganza ecológica, Memorias Primer Simposio Internacional sobre Ganadería Agroecológica SIGA 2001, pp. 111-113, Instituto de Investigaciones en Pastos y Forrajes, La Habana, Cuba, 2001.
- FUNES, F.: Piñón amoroso, florido o bienvestido (*Glicicidia sepium* (Jacq.) Steud), especie de amplia posibilidad, Resúmenes. Taller Internacional sobre Colecta y Evaluación de Recursos Fitogenéticos Nativos. p. 28, Sancti Spiritus, Cuba, 1995.
- GALINDO, J.; D. DELGADO, R. PEDRAZA Y E. GARCÍA: "Impacto de los árboles, los arbustos y otras leguminosas en la ecología ruminal de animales que consumen dietas fibrosas", *Pastos y Forrajes*, 28 (1): 59-68, 2005.
- GALINDO, W.; M. ROSALES, E. MURGEITIO Y J. LARRAHONDO: "Sustancias antinutricionales en las hojas de árboles forrajeros", *Livestock Research for Rural Development*, 1 (1), 1989.
- GETACHEW, G.; H. P. S. MAKKAR Y K. BECKER: "Tropical Browsers: Contents of Phenolic Compounds, *in vitro* Gas Production and Stoichiometric Relationship between Short Chain Fatty Acid and *in vitro* Gas Production", *Journal of Agricultural Science*, 139: 341-352, 2002.
- GINER CHÁVEZ, B. I.; P. J. VAN SOEST, J. B. ROBERTSON, C. LASCANO, J. D. REED Y A. N. PELL: "A Method for Isolating Condensed Tannins from Crude Plant Extracts with Trivalent Ytterbium", *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 74 (3): 359-368, 1997.
- HARBORNE, J. B.: *Introduction to Ecological Biochemistry*, 4th edition, Academic Press, Harcourt Brace & Co. Publishers, New York, USA, 320 pp., 1993.
- HERNÁNDEZ, I. Y L. SIMÓN: "Los sistemas silvopastoriles: Empleo de la agroforestería en las explotaciones ganaderas", *Pastos y Forrajes*, 16 (2): 99-111, 1993.
- HERNÁNDEZ, J. E.: Valoración de la caprinocultura en la Mixteca Poblana: socioeconomía y recursos arbóreo-arbustivos, tesis para optar por el grado de doctor en Ciencias Veterinarias, Universidad de Camagüey, Cuba, 122 pp., 2006.
- JACKSON, F. S.; T. N. BARRY, C. LASCANO Y B. PALMER: "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, 1996.
- KAHN, L. P. Y A. DÍAZ-HERNÁNDEZ: "Tannin with Antihelminthic Properties", en J. D. Broker (ed.): *Proceedings of the International Workshop on Tannin in Livestock and Human Nutrition*, ACIAR Proceedings No. 92, 2000.
- KAITHO, R. J.; N. N. UMUNNA, I. V. NSAHLAI, S. TAMMINGA Y J. VAN BRUCHEM: "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, 1997.
- KAITHO, R. J.; N. N. UMUNNA, I. V. NSAHLAI, S. TAMMINGA Y J. VAN BRUCHEM: 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): 488-498, 1998.
- KASS, M.: Experiencias del CATIE en el uso del forraje de árboles leguminosos como suplementos proteicos para los rumiantes, IX Seminario Científico Nacional y I Hispanoamericano de Pastos y Forrajes de la Estación Experimental Indio Hatuey, pp. 138-139, Matanzas, Cuba, marzo 3-6, 1992.
- KEIR, B.; N. V. LAI, T. R. PRESTON Y E. R. ØRSKOV: "Nutritive Value of Leaves from Tropical Trees and Shrubs: 1. *In vitro* Gas Production and *in sacco* Rumen Degradability", *Livestock Research for Rural Development*, 9 (4), 1997.
- KHAZAAL, K. Y E. R. ØRSKOV: "The *in vitro* gas Production Technique: an Investigation on its Potential Use with Insoluble Polyvinylpyrrolidone for the Assessment of Phenolics-Related Antinutritive Factors in Browse Species", *Animal Feed Science and Technology*, 47: 305-320, 1994.
- KHAZAAL, K.; M. T. DENTHINO, J. M. RIBEIRO Y E. R. ØRSKOV: "A Comparison of Gas Production During Incubation with Rumen Contents *in vitro* and Nylon Bag Degradability as Predictors of Apparent Digestibility *in vivo* and the Voluntary Intake of Hays", *Animal Production*, 57: 105-112, 1993.
- KOMWIHANGILO, D. M.; E. H. GOROMELA Y J. M. N. BWIRE: "Indigenous Knowledge in Utilization of Local Trees and Shrubs for

- Sustainable Livestock Production in Central Tanzania”, *Livestock Research for Rural Development*, 6 (3), March, 1995.
- KU-VERA, J. C.; L. RAMÍREZ Y V. VALDIVIA: “Valoración nutricional del follaje de árboles y arbustos tropicales para los rumiantes”, IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible, Centro de Convenciones Plaza América, Varadero, Cuba, 24-28 de octubre, 2006. (En CD-ROM.)
- LENG, R. A.: Trees. Their Role in Animal Nutrition in Developing Countries in Humid Tropic, Department of Animal Science, University of New England, Armidale, Australia, 1996.
- LEÓN, J.; R. M. PEDRAZA Y F. FUNES: “Estudio preliminar de la composición química de la hoja de dos cultivares de *Leucaena leucocephala* a dos edades de corte”, *Rev. prod. anim.*, Universidad de Camagüey, Cuba, 2 (2): 117-124, 1986.
- MARTÍNEZ, S. J.: 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 para optar por el título de máster en Producción Bovina Sostenible, Universidad de Camagüey, Cuba, 73 pp., 2005.
- MINAGRI (Ministerio de la Agricultura): Agrotecnia y alimentación. Balance de 1999 y perspectivas para el 2000, Taller 35 Aniversario del Instituto de Ciencia Animal. Recuperación de Pastizales, Vías y Estrategias para Cuba, pp. 19-21. La Habana, 2000.
- MINSON, D. J.: *Forage in Ruminant Nutrition*, Academic Press, New York, 1990.
- MOLE, S.; L. G. BUTLER Y G. IANSON: “Defense Against Dietary Tannin in Herbivores: A Survey For Proline Rich Salivary Proteins in Mammals”, *Biochemical Systematics and Ecology*, 18: 287-293, 1990.
- NDLOVU, L. R.; L. MLAMBO Y B. H. DZOWELA: “Chemical Composition, Phenolic Content and *in vitro* Gas Production Constants of Forage of Psyllid-Resistant *Leucaena* Species Grown in Zimbabwe”, *African Crop Science Journal*, 8 (1): 63-76, 2000.
- ONWUKA, C. F. I.: Tannin and Saponin Contents of Some Tropical Browse Species Fed to Goats, *Tropical Agriculture*, 69 (2): 176-180, 1992.
- ØRSKOV, E. R. E I. MCDONALD: The Estimation of Protein Degradability in the Rumen from Incubation Measurements Weighted According to Rate of Passage, *J. Agric. Sci.*, 92: 499-503, 1979.
- ØRSKOV, E. R. Y M. RYLE: *Energy Nutrition in Ruminants*, Elsevier Applied Science, 1990.
- ØRSKOV, E. R.; G. W. REID Y M. R. KAY.: Prediction of Intake of Cattle from Degradation Characteristics of Roughages, *Animal Production*, 46: 29-34, 1988.
- PATHIRANA, K. K. Y E. R. ØRSKOV: Effect of Supplementing Rice Straw with Urea and Gliricidia Forage on Intake and Digestibility by Sheep, *Livestock Research for Rural Development*, 7 (2), 1995.
- PEDRAZA R. M.; O. LA O, J. ESTÉVEZ, G. GUEVARA Y S. MARTÍNEZ: Degradabilidad ruminal efectiva y digestibilidad intestinal *in vitro* del nitrógeno del follaje de leguminosas arbustivas tropicales, *Pastos y Forrajes*, 26 (3): 237, 2003.
- PEDRAZA, R. M. Y C. SALEHE: “Composición química y degradabilidad ruminal de tres leguminosas arbustivas”, *Rev. prod. anim.*, Universidad de Camagüey, Cuba, 6 (2):189-191,1991.
- PEDRAZA, R. M.: Use of *in vitro* Gas Production Technique to Assess the Contribution of Both Soluble and Insoluble Fractions on the Nutritive Value of Forages, MSc. Thesis, University of Aberdeen, Scotland, U. K., 51 pp., 1998.
- PEDRAZA, R. M.: Valoración nutritiva del follaje de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. y su efecto en el ambiente ruminal, tesis en opción al grado de doctor en Ciencias Veterinarias, Instituto de Ciencia Animal-Universidad Agraria de La Habana, Cuba, 116 pp., 2000.
- PEDRAZA, R. M.; C. E. GONZÁLEZ, M. LEÓN Y J. ESTÉVEZ: 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 del Marabú, Fórum Provincial de Ciencia y Técnica, Ministerio de la Agricultura, Camagüey, Cuba, 6 pp., (mimeo), 2002.
- PÉREZ, E.; J. C. KU, L. RAMÍREZ Y H. SAUCEDO: “Suplementación con *Gliricidia sepium*: su efecto sobre la tasa de pasaje de líquidos y sólidos y el aporte de N microbiano en bovinos alimentados con heno de *Cynodon nlemfuensis*. Chiapas, México,” Memorias V Taller Internacional sobre la Utilización de los Sistemas Silvopastoriles para la Producción Animal, Centro de Convenciones Plaza América, Varadero, Cuba, 30 de septiembre al 4 de octubre de 2002. (En CD-ROM.)
- POPPI, D. P. Y B. W. NORTON: “Intake of Tropical Legumes”, en J. P. F. D’Mello y C. Devendra (eds.): *Tropical Legumes in Animal Nutrition*, pp. 173-189, CAB International, 1995.
- PRESTON, T. R. Y R. A. LENG: Matching Ruminant Production with Available Resources in the Tropics and Subtropics, Penambul Books, Armidale, 1987.
- RAMÍREZ, L. Y J. C. KU: Suplementación con follaje de árboles a ovinos alimentados con pasto Taiwán: Consumo, digestión ruminal y suministro de nitrógeno microbiano al duodeno, p. 111, Reunión Nacional de Investigación Pecuaria Veracruz 1997, Veracruz, México, 1997.

- ROSALES M.; A. CUESTA, L. HERNÁNDEZ, M. LAREDO Y H. ANZOLA: "Uso de los árboles forrajeros para el control de los protozoarios ruminales", *Livestock Research for Rural Development*, 1 (1), 1989.
- SIAW, D. E. K. A.; P. O. OSUJI E I. V. NSAHLAI: "Evaluation of Multipurpose Tree Germplasm: the Use of Gas Production and Rumen Degradation Characteristics", *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, 120: 319-330, 1993.
- SILVA, A. Y E. R. ØRSKOV: Fibre Degradation in the Rumen of Animals Receiving Hay, Untreated or Ammonia-Treated Straw, *Animal Feed Science and Technology*, 19: 277-287, 1988.
- SMITH, O. Y M. VAN HOUTERT: "Valor forrajero de la *Gliricidia sepium*", *Revista Mundial de Zootecnia*, 62: 57-68, 1987.
- TANNER, G. J.; P. J. MOATE, L. H. DAVIS, R. H. LABY, Y. G. LI Y P. J. LARKIN: "Proanthocyanidins (Condensed Tannins) Destabilize Plant Protein Foams in a Dose-dependent Manner", *Australian Journal of Agricultural Research*, 46 (6): 1101-1109, 1995.
- THI MUI NGUYEN, DINH VAN BINH Y E. R. ØRSKOV: "Effect of Foliages Containing Condensed Tannins on Gastrointestinal Parasites", *Animal Feed Science and Technology*, 121: 77-87, 2005.
- VALDIVIA, V. Y J. C. KU: Efecto del ramón (*Brosimum alicastrum*) sobre la digestión ruminal y el flujo de proteína microbiana en ovinos Pelibuey alimentados con pasto guinea (*Panicum maximum*), Reunión Nacional de Investigación Pecuaria Cuernavaca 1996, Morelos, México. p. 267, 1996.

Recibido: 16/7/2007
Aceptado: 20/8/2007