



CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE ESPECIES ARBÓREAS ESTABLECIDAS EN EL PIEDEMONTTE AMAZÓNICO

Juan Carlos Suárez Salazar & Jaime Enrique Velásquez Restrepo

Artículo recibido el 11 de Agosto de 2011, aprobado para publicación el 05 de Diciembre de 2011.

Resumen

La composición química y el valor nutritivo de hoja y tallo de cinco especies forrajeras sembradas en el piedemonte amazónico se determinaron en laboratorio. Se estableció la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), la proteína cruda, contenido de fibra neutra (FND) y ácida detergente (FAD), calcio y fósforo. Se utilizó un diseño completamente al azar con dos factores que definían los tratamientos: especie y componente (hoja y tallo). Se calculó el grado de correlación entre los componentes de composición química y valor nutritivo. Entre especies, la *Thichantera gigantea* sobresalió por su alto valor nutricional presentando los mayores porcentaje promedio de DIVMS y Ca (44.83% y 7.38%, respectivamente) los menores contenidos de FND (52,92%) y FAD (49.48%). Se encontraron correlaciones entre los contenidos de FDA, FDN, PC y la DIVMS. En general hubo una variación entre la composición química y valor nutritivo bajo las condiciones del piedemonte amazónico en cada uno de los componentes y entre especies, identificándose *Trichantera gigantea* con potencial para ser utilizada como alimento en sistemas ganaderos.

Palabras clave: Arbustos, forrajero, digestibilidad, nutricional.

CHEMICAL CHARACTERIZATION OF TREE SPECIES ESTABLISHED IN THE AMAZONIA PIEDMONT

Abstract

The chemical composition and nutritive value of leaf and stem of five forage species planted in the Colombian Amazonia Piedmont were determined. The *in vitro* digestibility of dry matter (IVDMD), crude protein, neutral (NDF) and acid detergent fiber (ADF), calcium and phosphorus were established. A completely randomized design with two treatments defining factors: species and component (leaf and stem) was used. The correlation coefficient between the chemical composition and nutritional value was calculated. Among the species, *Trichantera gigantea* stood out for its high nutritional value with the highest percentage average of IVDMD and Ca (44.83% and 7.38%, respectively) lower content of NDF (52.92%) and ADF (49.48%). Correlations were found between the content of FDA, NDF, CP and IVDMD. There were variations between the chemical composition and nutritive value under the conditions of Amazon piedmont in each of the components and between species, having excelled *Trichantera gigantea* as potential to be used as feed in livestock systems.

Key words: Shrubs, fodder, digestibility, nutritional.

Introducción

El sistema ganadero tradicional en la región Amazónica se ha caracterizado por ser de doble propósito y por la utilización de forrajes nativos como fuentes de alimentación, que se han traducido en índices de productividad y rentabilidad que hacen difícil competir. Aunado a esto, el pastoreo excesivo ha generado degradación de pasturas, presentándose una disminución en la capacidad de carga y en los niveles de producción animal como consecuencia de la pérdida de cobertura de la especie introducida, reducción de la cantidad de forraje disponible y de la calidad del forraje en oferta (Plazas y Lascano, 2006).

Una limitación de estas pasturas tanto en época seca como lluviosa es el bajo valor nutritivo del forraje disponible, lo cual se traduce en una escasa producción de leche y en la necesidad de suministrar concentrados comerciales durante la época seca con el fin de mantener la producción. En consecuencia, la eficiencia biológica y económica de estos sistemas es baja, lo que afecta negativamente los ingresos y la competitividad de los hatos de carne y leche.

El establecimiento de leguminosas de tipo arbórea y arbustiva, como fuentes de alto contenido de proteína, fósforo y calcio, que contribuyen a la nutrición del ganado y por lo tanto a aumentar la producción animal, se presenta como una opción para mejorar la situación de pérdida de valor nutritivo de las gramíneas por el pisoteo animal. Por esta razón, se hace necesario evaluar especies arbóreas con potencial forrajero, que ofrezcan beneficios socioeconómicos a las fincas de la región, basados en una mayor y mejor calidad de forraje para los animales.

Bajo esta situación se han buscado alternativas de alimento basadas en follaje de árboles y arbustos forrajeros las cuales pueden ser manejadas mediante corte y acarreo o pastoreo y presentan mayores contenidos de proteína que la mayoría de las gramíneas que son comúnmente usadas en la alimentación de rumiantes. Este trabajo determinó la composición química y la digestibilidad de hoja

y tallo de cinco especies forrajeras arbóreas y arbustivas: Bohío (*Clitoria fairchildiana* R.A. Howard), Cratilia (*Cratylia argentea* (Desv.) Kuntze, Matarratón (*Gliricidia sepium* Kunth ex Steud), Nacedero (*Trichantera gigantea* H. & B.) Nees) y Pízamo (*Erythrina fusca* Lour.) establecidas como banco mixto de proteína para corte y acarreo.

Materiales y métodos

Localización y clima

El trabajo se realizó en las granjas experimentales de propiedad de la Universidad de la Amazonia, localizada en Balcanes y Santo Domingo, en el municipio de Florencia (Caquetá), en una zona clasificada como bosque tropical húmedo (BTH), entre 250 y 400 m.s.n.m, con precipitación media anual de 3.600 mm, temperatura media de 26°C y humedad relativa del 80%.

Material arbóreo

Se utilizaron las hojas y tallos cosechados en la parte basal del rebrote de 12 semanas de las especies arbóreas *Clitoria fairchildiana*, *Cratylia argentea*, *Gliricidia sepium*, *Trichantera gigantea* y *Erythrina fusca*. De cada especie fueron seleccionadas cuatro muestras para cada componente.

Análisis químico

Los análisis se realizaron en el laboratorio de la Universidad Nacional en Bogotá. La digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) se determinó mediante la técnica de Tilley y Terry (1963), que involucra un periodo de incubación de 48 h con microorganismos del rumen en un medio buffer y una segunda digestión con pepsina. El licor ruminal utilizado en esta prueba provenía de un animal Holstein fistulado en pastoreo de forraje Kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst. Ex Chiov.). La determinación de la proteína cruda (PC= N x 6,25) se realizó por el método de Kjeldhal (Licitra *et al.* 1996 y A.O.A.C, 1984) y minerales (calcio y fósforo) se hizo utilizando 2,5 g de muestra y de acuerdo con la

metodología utilizada por la A.O.A.C (1984). Las fibras neutras (FND) y ácida detergente (FAD) fueron determinadas por separado mediante la técnica de Van Soest *et al.* (1991).

Análisis estadístico

Los resultados de analizaron mediante un diseño completamente al azar con dos factores que definían los tratamientos: especie y componente (hoja y tallo). Se calculó el grado de correlación entre los componentes de composición química y valor nutritivo. Las diferencias entre medias se determinaron por la prueba de Diferencia Mínima Significativa.

Resultados y discusión

Composición química

En el cuadro 1 se indica que hubo diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) para la interacción entre especie*componente en las variables de composición química, excluyendo la PC.

En general, el valor de PC fue entre 7 y 13 puntos porcentuales mayor para hojas

comparado con el tallo. Sin embargo, para los demás componentes, dependiendo de las especies, las variaciones fueron entre 4 y 38 puntos porcentuales en FND y entre 9 y 28 para FDA, con valores más altos para el tallo; y de 4 a 14 para DIVMS, a favor de las hojas. Entre los minerales, el Ca fue entre 8 y 21 puntos porcentuales más alto en las hojas, mientras que el fósforo presentó valores similares en hoja y tallo de *T. gigantea*, fue ligeramente mayor en tallo de *G. sepium*, ligeramente más alto en hojas de *C. fairchildiana*, y menos de la mitad en tallos de *C. argentea*.

Dentro del estudio se hicieron análisis químicos a especies no leguminosas como *T. gigantea* en la que se encontró un valor medio de 16,87% de PC, lo que muestra las características nutricionales en términos de la disponibilidad de Nitrógeno para la alimentación animal. Lo anterior concuerda con Flores *et al.* (1998), quienes afirman que valores superiores al 16% de proteína cruda se consideran adecuados para la suplementación de vacas lecheras en producción. Igualmente, los altos contenidos de Ca y P cuya concentración en los pastos tropicales generalmente no son suficientes para cubrir los requerimientos en bovinos en

Cuadro 1. Composición química y valor nutritivo de cinco especies forrajeras establecidas en el piedemonte amazónico (Caquetá).

Especie	Estructura	Composición química (%)					DIVMS
		PC	FND	FAD	Ca	P	%
<i>C. fairchildiana</i>	Hoja	15,98	76,32	67,48	0,95	0,28	22,93
	Tallo	6,90	87,20	79,30	0,09	0,24	12,20
<i>C. argentea</i>	Hoja	16,15	69,16	58,60	1,49	0,34	29,57
	Tallo	3,40	94,20	85,50	0,07	0,16	15,60
<i>G. sepium</i>	Hoja	19,80	58,08	45,60	1,31	0,26	44,50
	Tallo	7,00	62,30	73,50	0,10	0,28	32,10
<i>T. gigantea</i>	Hoja	16,87	52,92	49,48	7,38	0,35	44,83
	Tallo	4,60	90,10	59,80	0,92	0,35	40,50
<i>E. fusca</i>	Hoja	16,30	75,00	61,85	0,52	0,23	24,25
	Tallo	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Fuente de variación		Nivel de significancia					
Especie		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Componente		0,01	0,05	0,01	0,01	0,05	0,01
Especie x Componente		sd	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

PC: Proteína cruda; FND: Fibra neutra detergente; FAD: Fibra ácida detergente; Ca: Calcio; P: Fósforo; DIVMS: Digestibilidad *in vitro* de la materia seca. nd = no determinada. ns = no significativa ($P < 0,05$).

producción (McDowell, 1997), hacen que el nacedero pueda ser una alternativa para mejorar el balance mineral de animales en pasturas tropicales, principalmente en zonas con bajos reportes de fósforo (Argüello, 1999).

Al comparar los contenidos de PC para el Nacedero, Cipagauta y Velásquez (2004) y Xuan y Le (2003) reportan valores diferentes a los encontrados para el presente estudio posiblemente debido a diferencias en el periodo de cosecha o las condiciones del suelo. Plazas y Lascano (2006) reportaron contenido de PC de *C. argentea* cv. Veranera durante la época seca de 21,67%, mucho mayor al encontrado en el presente estudio. Este mayor contenido de PC del cv. Veranera es una de las características sobresalientes que justifica su inclusión como una alternativa de suplementación para reemplazar el uso de concentrados comerciales durante las épocas secas en sistemas doble propósito de la región.

Los contenidos de Fósforo estuvieron por encima a lo considerado adecuado (0,20%) para la nutrición de la planta (Epstein, 1975) y más alto de 0,18% para bovinos, (NRC, 1976). En el caso de Calcio los contenidos encontrados permiten considerar niveles adecuados (0,2%) para la nutrición de la planta (Epstein, 1975) y muy alto para bovinos, de 0,18% (NRC, 1976). De acuerdo a lo reportado por Narváez y Lascano (2004) los contenidos de Ca para *C. fairchildiana* y *T. gigantea*, son similares a los encontrados por el presente estudio y más altos a lo encontrado por Cipagauta y Velásquez (2004). Gonzalvo *et al.* (2001) reportaron para *T. gigantea* contenidos de 7,47% para Ca. De acuerdo a lo anterior, esta especie puede constituirse como una fuente de minerales con potencial para incluir en la dieta de animales.

Para *Cratylia argentea*, una especie con potencial forrajero (Hess *et al.* 2004), Lascano (1996) reportan contenidos de CP entre 15,4% y 28,0% y digestibilidad *in vitro* de la materia seca de 50,5–64,9%. Celis *et al.* (2004) en un estudio sobre calidad nutritiva de especies forrajeras encontraron contenidos de PC de 19,2% y DIVMS de 47%, para los contenidos de FDN y FDA de 62,4 y 39,9%, los que son

superiores a los encontrados en el presente estudio. Andersson *et al.* (2006) analizaron varias accesiones de *Cratylia argentea*, y encontraron contenidos de CP entre 18,4 a 23,7%, DIVMS desde 58,9 a 69,0%, FDN de 40,3 y 52,8%, FDA desde 24,0 a 33,5%. El valor de DIVMS reportado para el presente estudio (26,71 a 35,34%) fue menor al reportado por diferentes autores (Schultze-Kraft, 1996; Xavier y Carvalho, 1996; Argel y Lascano, 1998; Romero y González, 2001; Ibrahim *et al.*, 2001; Tscherning *et al.*, 2005; Hess *et al.*, 2006; Stürma *et al.*, 2007).

Los valores obtenidos para PC con *Clitoria fairchildiana* (15,9%) son inferiores a los reportados por Narváez y Lascano (2004) y Puentes y Sánchez (2002), de 18 y 17,05% de PC, respectivamente. Al comparar los contenidos de PC para el Nacedero, Cipagauta y Velásquez (2004) y Xuan y Le (2003) reportan valores diferentes a los encontrados para el presente estudio.

En general, al comparar estos resultados con los encontrados por Lascano (1996) y Maass *et al.* (1996) para arbustos adaptados a suelos ácidos en el trópico húmedo, se obtiene un valor forrajero intermedio a bajo, debido a la digestibilidad relativamente baja, posiblemente debida al periodo de corte de aproximadamente 90 días, lo que indica una reducción en la calidad del forraje por el tiempo de cosecha.

Relación entre la composición química y la DIVMS

En los análisis realizados se establecieron correlaciones entre los contenidos de FDA, FDN, PC y la DIVMS (Cuadro 2). Los contenidos de la pared celular se relacionaron negativamente y de manera significativa con la DIVMS y la PC. Estos resultados coinciden con lo reportado para 44 especies leñosas forrajeras para Costa Rica (Araya 1991) y con las tendencias señaladas para 187 forrajeras de diversas especies (Van Soest, 1982) y pueden servir para ubicar nutricionalmente, y de manera muy general, el potencial forrajero de las leñosas en base a uno de estos parámetros.

Cuadro 2. Correlación entre componentes químicos y valor nutritivo de especies forrajeras en el Piedemonte Caquetense, Colombia.

	PC	FDN	FDA	DIVMS	Cenizas	M.O	Ca	P
PC	1							
FDN	-0,61	1						
FDA	-0,71	0,74	1					
DIVMS	0,46	-0,75	-0,91	1				
Cenizas	0,20	-0,52	-0,55	0,63	1			
M.O	-0,19	0,51	0,55	-0,63	-0,99	1		
Ca	0,27	-0,66	-0,52	0,59	0,92	-0,92	1	
P	0,30	-0,19	-0,39	0,42	0,60	-0,62	0,45	1

PC: Proteína cruda; FDN: Fibra detergente neutra; FDA: Fibra detergente ácida; DIVMS: Digestibilidad *in vitro* de la materia seca; M.O: Materia orgánica.

Se encontró una variación entre la composición química y valor nutritivo bajo las condiciones del piedemonte amazónico, debido a las diferencias entre especies y componentes de la planta. Entre especies, *Trichantera gigantea* sobresalió por tener los mayores contenidos de Ca, potencial para ser utilizada como alimento en sistemas ganaderos.

Literatura citada

Andersson, MS; Peters, M; Schultze-Kraft, R; Franco, LH; Lascano, CE. 2006. Phenological, agronomic and forage quality diversity among germplasm accessions of the tropical legume shrub *Cratylia argentea*. Journal of Agricultural Science 144: 237–248.

Argel, P. J; Lascano, C. E. 1998. *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze: una nueva leguminosa arbustiva para suelos ácidos en zonas subhúmedas tropicales. Pasturas Tropicales 20: 37–43.

A.O.A.C. (Association of Oficial Analytical Chemists). 1984. Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists, (14th ed.). Washington. 390 p.

Araya, J. 1991. Identificación y caracterización de especies de árboles y arbustos con potencial forrajero en la región de Puriscal, Costa Rica. En: Reunión internacional sobre investigaciones en Caprinocultura. El Zamorano, Honduras. Memorias. Tegucigalpa. 55 p.

Argüello, C. 1999. Contribución al estudio de la especie *Malvaviscus arboreus*: Análisis bromatológicos, fitoquímicos, cualitativos,

aceptabilidad por bovinos y digestibilidad *in vitro* de la materia seca y la proteína. Tesis de Ing. Agr., Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. 67 p.

Celis, G; Sánchez, H; Parra, F. 2004. Calidad nutritiva de las arbustivas forrajeras *Malvaviscus arboreus*, *Codariocalyx gyroides* y *Cratylia argentea* en la zona de ladera de los Departamentos de Cauca y Valle, Colombia. Revista Corpoica 5(1):56-59.

Cipagauta, M; Velásquez, JE. 2004. Contenido de taninos de especies arbóreas nativas e introducidas con potencial forrajero en el Piedemonte Amazónico Colombiano. En: Hess, H; Gómez, J. (eds). Taninos en la Nutrición de Rumiantes en Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) – Instituto de Ciencia Animal (ETH). Cali, Colombia. 58 p.

Epstein, E. 1975. Nutrición mineral de plantas: Principios y perspectivas. Traducción de Notas de Malavolta, E. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, Sao Paulo, Ed. Da Universidad de Sao Paulo. 403 p.

Flores, O; Bolívar, D; Botero, J; Ibrahim, M. 1998. Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajero a para la suplementación de rumiantes en el trópico (en línea). Consultado 06 jun. 2005. Disponible en <http://www.lrrd.org/lrrd10/1/cati101.htm>.

Gonzalvo, S; Nieves, D; Ly, J; Macías, M; Caron, M; Martínez, V. 2001. Algunos aspectos del valor nutritivo de alimentos venezolanos destinados a animales monogástricos (en línea). Consultado 8

- jun. 2005. Disponible en <http://www.lrrd.org/Lrrd13/2/gonz132.htm>.
- Hess, HD; Beuret, RA; Lötscher, M; Hindrichsen, IK; Machmüller, A; Carulla, JE; Lascano, CE; Kreuze, M. 2004. Ruminant fermentation, methanogenesis and nitrogen utilization of sheep receiving tropical grass hay-concentrate diets offered with *Sapindus saponaria* fruits and *Cratylia argentea* foliage. *Animal Science* 79: 177-189.
- Hess, HD; Tiemann, TT; Noto, F; Franzel, S; Lascano, CE; Kreuzer, EM. 2006. The effects of cultivation site on forage quality of *Calliandra calothyrsus* var. Patulul. *Agroforestry Systems* 68: 209-220.
- Ibrahim, M; Franco, M; Pezo, DA; Camero, A; Araya, JL. 2001. Promoting intake of *Cratylia argentea* as a dry season supplement for cattle grazing *Hyparrhenia rufa* in the subhumid tropics. *Agroforestry Systems* 51: 167-175.
- Lascano, C. 1996. Calidad nutritiva y utilización de *Cratylia argentea*. En: Pizarro, EA; Coradin, L. (eds.). Potencial del género *Cratylia* como leguminosa forrajera. EMBRAPA, Cenargen, CPAC y CIAT. Memorias del Taller sobre *Cratylia* realizado el 19 y 20 de julio, Brasilia, Brasil. Pp. 83-98.
- Licitra, G., Hernández, TM; Van Soest, PJ. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fraction of ruminant feeds. *Animal Science and Technology* 57: 347-348.
- Maass, B; Lascano, CE; Cárdenas, E. 1996. Leguminosa arbustiva *Codariocalyx gyroides*: 2. Valor nutritivo y aceptabilidad en el piedemonte amazónico, Caquetá, Colombia. *Pasturas tropicales* 18(3):10-16
- McDowell, LR. 1997. Minerals for grazing ruminants in tropical regions. University of Florida, Institute for Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville, USA. 77 p.
- Narváez, N; Lascano, CE. 2004. Composición química de especies forrajeras tropicales con potencial forrajero en Colombia. *Pasturas Tropicales* 26(3): 62-69.
- NRC (National Research Council). 1976. Nutrients requirements of domestic animals. No. 4. Nutrients Requirements of beef Cattle. 5a. ed. 56 p.
- Plazas CH; Lascano CE. 2006. Alternativas de uso de leguminosas para los Llanos Orientales de Colombia. *Pasturas tropicales* 28(1): 3-8.
- Puentes, M; Sánchez, R. 2002. Estudio de degradabilidad *In Saco* de siete especies arbóreas con potencial forrajero para los sistemas de producción bovina del piedemonte caqueteño. Tesis Med. Vet. y Zoo. Universidad de la Amazonia. Florencia. 89 p.
- Romero, F; González, J. 2001. Efecto de la alimentación con *Cratylia argentea* fresca y ensilada durante la época seca sobre la producción de leche y sus componentes. En: Sistemas de alimentación con leguminosas para intensificar fincas lecheras. Un proyecto ejecutado por el Consorcio Tropic leche. Documento de Trabajo No. 184 (Holmann, F; Lascano, CE (eds.)). Pp. 15-18. Cali, Colombia: International Livestock Research Institute (ILRI), International Centre for Tropical Agriculture (CIAT).
- Schultze-Kraft, R. 1996. Leguminous forage shrubs for acid soils in the tropics. In *Grassland Science in Perspective*. Wageningen Agricultural University Papers 96-4 (Elgersma, A; Struik, PC; Maesen, LJG (eds.)). Pp. 67-81. Wageningen, the Netherlands: Wageningen Agricultural University.
- Stürma, CD; Tiemann, TT; Lascano, CE; Kreuzer, M; Hess, HD. 2007. Nutrient composition and in vitro ruminal fermentation of tropical legume mixtures with contrasting tannin contents. *Animal Feed Science and Technology* 138: 29-46.
- Tscherning, K; Barrios, E; Lascano, CE; Peters, M; Schultze-Kraft, R. 2005. Effects of sample post harvest treatment on aerobic decomposition and anaerobic in-vitro digestion of tropical legumes with contrasting quality. *Plant and Soil* 269: 159-170.
- Tilley, J; Terry, K. 1963. A two stages technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society* 18(2): 131-136.
- Van Soest, PJ; Robertson, JB; Lewis, BA. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74: 3583-3597.
- Van Soest, P. 1982. Nutritional ecology of the ruminants. Corvallis, Or., EE.UU., O & B Books. 374 p.

Xavier, DF; Carvalho, MM. 1996. Avaliação agronômica da *Cratylia argentea* na Zona da Mata de Minas Gerais. En: Potencial del género *Cratylia* como leguminosa forrajera. Memorias del taller de trabajo realizado el 19 y 20 de julio 1995, Brasilia, DF, Brasil. Documento de Trabajo No. 158 (Pizarro, A; Coradin, L. (eds.)). Pp. 29-39. Cali, Colombia: International Centre for Tropical Agriculture (CIAT).

Xuan, N; Le, D. 2003. Evaluation of some unconventional trees/plants as ruminant feeds in Central Vietnam (en línea). Consultado 8 jun. 2005. <http://www.lrrd.org/lrrd15/6/ba156.htm>.

Juan Carlos Suárez Salazar

Ingeniero Agroecólogo, Universidad de la Amazonia (Colombia). M.Sc. Agroforestería Tropical, CATIE (Costa Rica). Docente investigador de la Universidad de la Amazonia. Miembro activo del grupo de investigación GAIA (Grupo de Investigación en Agroecosistemas y Conservación en Bosques Amazónicos).

Autor para correspondencia

E-mail: juansuarez1@gmail.com

Jaime Enrique Velásquez Restrepo

Zootecnista, M.Sc. en nutrición animal de la University of Florida, Ph.D. en producción animal de la University of Reading UK. Docente de carrera de la Universidad de la Amazonia. Miembro activo del grupo de investigación GISAPA (Grupo de Investigación en Sistemas Pecuarios Amazónicos Sostenibles).