

Caracterización nutritiva de cuatro leguminosas forrajeras tropicales*

M. Villaquirán y C. Lascano**

Una de las alternativas para mejorar la calidad de las pasturas tropicales es la introducción de leguminosas persistentes y compatibles con gramíneas. Las leguminosas se caracterizan por fijar N aprovechable por las gramíneas asociadas y por mantener su calidad a través del tiempo, especialmente proteína cruda (PC) durante la época seca cuando más las consumen los animales (Böhnert et al., 1985; 1986). Por el contrario, las gramíneas tropicales presentan contenidos de PC inferiores a 7% durante la época seca o cuando el suministro de N es deficiente, lo cual afecta el consumo voluntario y consecuentemente la producción animal (CIAT, 1984). Se reconoce, sin embargo, que algunas leguminosas tropicales poseen taninos y alcaloides que afectan en forma negativa el consumo y digestibilidad de diferentes fracciones nutritivas (Lascano, 1983).

Dentro del proceso de recolección, selección y evaluación de leguminosas forrajeras tropicales a cargo de instituciones especializadas se considera que la caracterización del valor nutritivo de las leguminosas es de gran importancia. En efecto, conviene detectar en forma temprana los factores negativos de calidad y de esta manera eliminar los materiales con bajo potencial forrajero, especialmente cuando se trata de plantas no domesticadas. Por esta razón, se decidió evaluar el valor nutritivo en estado maduro de las leguminosas *Centrosema macrocarpum* CIAT 5065, *Stylosanthes macrocephala* CIAT 1643, *Stylosanthes guianensis* var. *pauciflora* CIAT 1283 y *Zornia brasiliensis* CIAT 7485 (Figura 1).

Localización del ensayo y procedimiento experimental

El ensayo se realizó en un Ultisol Typic Tropudult de la estación experimental CIAT-Quilichao, Cauca, Colombia, a 990 m.s.n.m., en el ecosistema de bosque semi-siempre verde estacional, con 23°C de temperatura media y 1772 mm de precipitación promedio anual distribuida en dos épocas, de marzo a junio y de septiembre a diciembre.

Las leguminosas se sembraron durante el mes de enero de 1982 en parcelas de 280 m² en un suelo previamente fertilizado con 30 kg/ha de P, 20 kg/ha de K y 2 t/ha de cal. Una vez establecidas se efectuó un corte con el objeto de uniformar las parcelas, y un año más tarde se inició la fase de evaluación. Durante el período experimental la precipitación pluvial fue de 44 mm y la evaporación de 150 mm dando como resultado un balance hídrico negativo.

Para el cálculo de la disponibilidad de MS y caracterización del valor nutritivo, se cosechó a ras del suelo en cada parcela el forraje existente en cinco sitios de 0.5 m² cada uno. El consumo de MS se midió mediante el empleo de carneros de raza Africana, con un peso adulto de 11.28 ± 0.8 kg⁷⁵, los cuales se alojaron en jaulas metabólicas que

* Resumen del trabajo de grado presentado por el autor principal para obtener el título de Zootecnista, Universidad Nacional, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira, Colombia.

** Zootecnista, jefe de la Sección de Calidad y Productividad de Pasturas del Programa de Pastos Tropicales del CIAT, Apdo. 6713, Cali, Colombia.

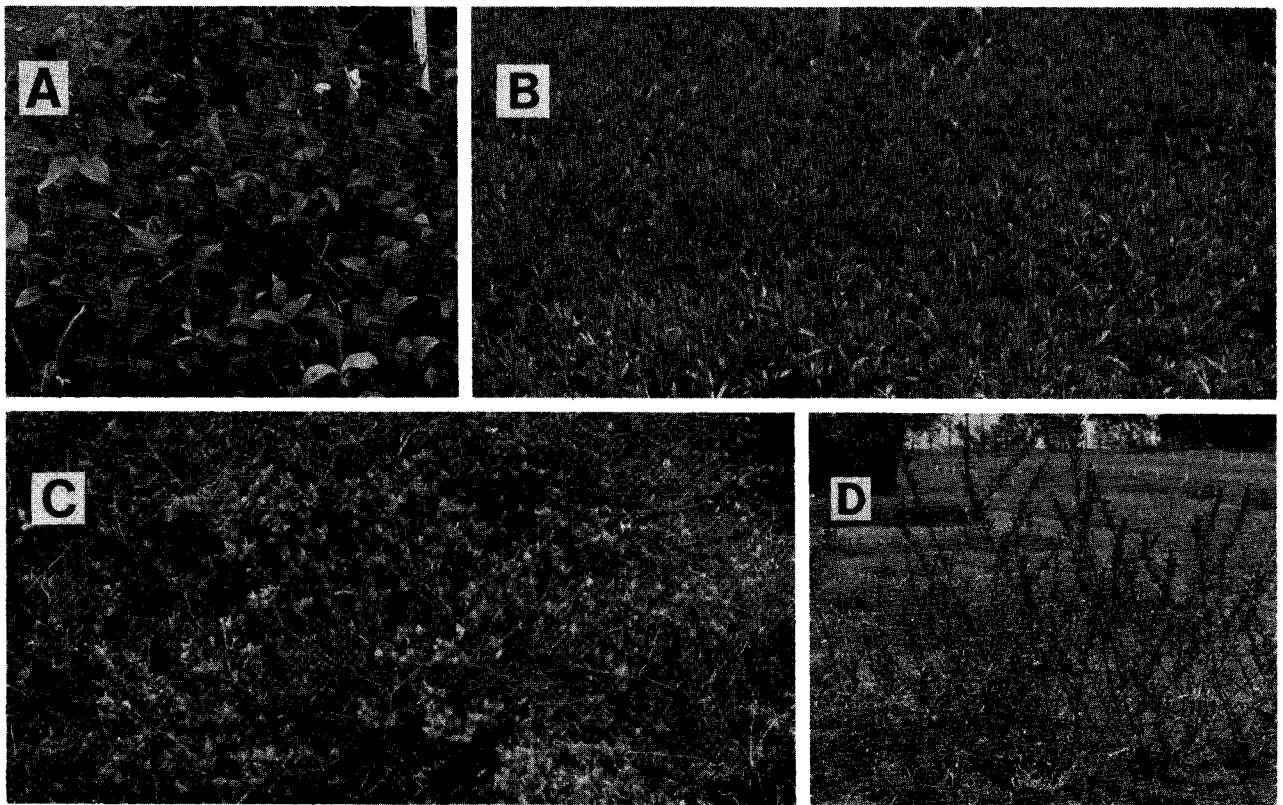


Figura 1. Leguminosas forrajeras incluidas en el ensayo. Nótese la adecuada cantidad de hojas de *Centrosema macrocarpum* (A) y *Stylosanthes guianensis* var. *pauciflora* (B), la alta producción de inflorescencias de *Stylosanthes macrocephala* (C) y el avanzado estado de defoliación en *Zornia brasiliensis* (D).

facilitaron el suministro de forraje fresco entero. El período de alimentación consistió en una fase de acostumbramiento de 7 días y una fase de medición de 10 días. Al tercer día de acostumbramiento se colocaron arneses a los animales en los cuales se ajustaron bolsas recolectoras de heces durante la fase de medición.

La cantidad diaria de forraje ofrecida por animal fue de 89.8 ± 0.5 g de MS/kg^{0.75}; este material se ofreció como forraje fresco en dos porciones, a las 9:00 a.m. y 4:00 p.m. El forraje rechazado se retiró de los comederos en las horas de la mañana del día siguiente. Los animales se vermifugaron al inicio del ensayo, y tuvieron libre acceso a agua y sal mineralizada.

En el forraje ofrecido y en las heces recolectadas diariamente se hicieron los análisis siguientes: proteína cruda (PC) (micro-Kjeldahl; Chapman y Pratt, 1961), fibra neutra y ácida detergente (FND, FAD) (Van Soest, 1963), energía digestible (Osborn y Terry, 1977), y digestibilidad *in vitro* de la MS (DIVMS) (Tilley y Terry, 1963).

El diseño experimental empleado fue el de bloques completamente al azar con cuatro tratamien-

tos (ecotipos de leguminosa) y cuatro repeticiones (animales). Los resultados se compararon por medio de la prueba de rangos múltiples de Duncan.

Resultados

Composición de la planta. En el forraje ofrecido a los animales se observó una mayor proporción de tallos en relación con las hojas (Cuadro 1), lo cual

Cuadro 1. Composición de partes de la planta de cuatro leguminosas forrajeras tropicales en estado maduro.

Leguminosa	Ecotipo CIAT	Parte de la planta (%)		
		Hoja	Tallo	Flor
<i>Centrosema macrocarpum</i>	5065	43.4*	56.6	-
<i>Zornia brasiliensis</i>	7485	12.9 ^c	79.3	7.8
<i>Stylosanthes macrocephala</i>	1643	17.5 ^c	70.8	11.7
<i>Stylosanthes guianensis</i> var. <i>pauciflora</i>	1283	34.6 ^b	65.4	-

* Valores de la misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

estuvo asociado con la época de mínima precipitación en que se realizó el ensayo y el estado de madurez en que se cosechó el material. Sin embargo, entre las leguminosas evaluadas, *C. macrocarpum* y *S. guianensis* var. *pauciflora* presentaron la mayor cantidad de hojas siendo sus porcentajes de 43 y 35, respectivamente. Por el contrario, *Z. brasiliensis* y *S. macrocephala* presentaron una proporción de tallos superior al 70% y un contenido de flores del 10%. Esto sugiere una aceptable tolerancia a la sequía de las dos primeras especies.

Composición química. Los valores de la composición química de las partes de la planta de los ecotipos de leguminosas evaluados se incluyen en el Cuadro 2. Como era de esperarse, el porcentaje de PC fue mayor en las hojas, presentándose el nivel más alto en las hojas de *C. macrocarpum* y el más bajo en *S. guianensis* var. *pauciflora*. El promedio de PC en los tallos fue de $9.8 \pm 1.6\%$, no existiendo diferencias significativas entre las leguminosas.

Es necesario señalar los altos contenidos de PC en las flores de *Z. brasiliensis* (19.9%) y *S. macrocephala* (15.1%), lo cual es importante en el caso de la segunda especie, ya que esta parte de la planta fue altamente consumida y constituye una buena reserva potencial de proteína para los animales durante los períodos de sequía, tal como se ha encontrado con las inflorescencias de *S. capitata* (Böhnert et al., 1986).

El porcentaje de FND fue mayor ($P < 0.05$) en tallos que en hojas, siendo bajo en *Z. brasiliensis* y alto en *S. macrocephala* y *S. guianensis* var. *pauciflora*. Igualmente, la FAD fue mayor en tallos que

en hojas, presentando *S. guianensis* var. *pauciflora* un alto contenido en las hojas (48.8%), lo cual es consistente con el alto contenido de lignina de esta leguminosa en esta parte de la planta. En general, los componentes de fibra en las leguminosas evaluadas están dentro del rango descrito por Minson et al. (1970) para leguminosas forrajeras tropicales.

El promedio de lignina en hojas y tallos para las cuatro leguminosas fue 12.9 y 17.8% respectivamente, no encontrándose diferencias significativas en el contenido de lignina en la hojas pero sí en los tallos. *C. macrocarpum* y *S. macrocephala* presentaron los mayores valores de lignina, lo cual es consistente con los valores relativamente altos de FAD encontrados en esta parte de la planta en las dos leguminosas.

En relación con la DIVMS, se encontró que ésta fue menor en las hojas de *S. guianensis* var. *pauciflora* (44.1%) y en los tallos de *S. macrocephala* (30.8%), lo cual se explica por su mayor contenido de lignina en comparación con las demás leguminosas.

Como resultado de las diferencias en la relación hoja/tallo, PC y DIVMS, la energía digestible fue más alta en *C. macrocarpum* en comparación con las demás leguminosas evaluadas en el ensayo. Esto indica que las leguminosas forrajeras tropicales no sólo difieren en su contenido de proteína, sino también en su aporte potencial de energía al animal.

Consumo. El consumo voluntario de MS presentó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre

Cuadro 2. Porcentaje de PC, FND, FAD, lignina y DIVMS de cuatro leguminosas forrajeras tropicales en estado maduro.

Leguminosa	Ecotipo CIAT	Parte de la planta	PC	FND	FAD	Lignina	DIVMS
<i>Centrosema macrocarpum</i>	5065	Hoja	25.1 ^{a*}	46.1 ^a	39.0 ^b	11.5	55.7 ^a
<i>Zornia brasiliensis</i>	7485	"	17.9 ^b	34.7 ^b	34.3 ^b	12.7	51.0 ^b
<i>Stylosanthes macrocephala</i>	1643	"	15.9 ^b	53.3 ^a	40.8 ^b	12.0	51.3 ^{ab}
<i>Stylosanthes guianensis</i> var. <i>pauciflora</i>	1283	"	12.5 ^{bc}	51.7 ^a	48.8 ^a	15.3	44.1 ^c
<i>Centrosema macrocarpum</i>	5065	Tallo	12.4	69.4	58.2	19.1 ^a	42.1
<i>Zornia brasiliensis</i>	7485	"	9.1	68.0	54.6	17.2 ^b	40.3
<i>Stylosanthes macrocephala</i>	1643	"	9.4	74.0	58.9	18.8 ^a	30.8
<i>Stylosanthes guianensis</i> var. <i>pauciflora</i>	1283	"	8.3	61.1	52.8	15.6 ^b	39.9

* Valores de un mismo factor de calidad en igual parte de la planta seguidos por letras iguales no difieren significativamente ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

Cuadro 3. Consumo y digestibilidad de la MS, FND, FAD y N de cuatro leguminosas forrajeras tropicales, en estado maduro.

Leguminosa	Ecotipo CIAT	Consumo MS g/kg ^{0.75} /día	Digestibilidad (%)			
			MS	FND	FAD	N
<i>Centrosema macrocarpum</i>	5065	63.6 ^{a*}	64.5 ^a	62.6 ^a	57.5 ^{ab}	79.9 ^a
<i>Zornia brasiliensis</i>	7485	16.3 ^c	-	-	-	-
<i>Stylosanthes macrocephala</i>	1643	54.0 ^{ab}	46.2 ^b	44.8 ^b	39.1 ^b	56.8 ^b
<i>Stylosanthes guianensis</i> var. <i>pauciflora</i>	1283	37.6 ^b	55.5 ^c	60.9 ^a	52.8 ^b	39.9 ^c

* Valores seguidos por letras iguales en la misma columna no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

las leguminosas evaluadas (Cuadro 3). El promedio diario fue de 42.8 g de MS/kg^{0.75}, siendo *C. macrocarpum* y *S. macrocephala* las leguminosas más consumidas por los carneros. Se destaca el bajo consumo de *Z. brasiliensis* que estuvo asociado con trastornos digestivos de los animales, debido posiblemente a la presencia de alcaloides. Es importante señalar aquí que accesiones de *Zornia glabra*, diferentes a la incluida en este ensayo, han dado reacción negativa a alcaloides, determinados por el método de Harborne (1973), presentando además alta palatabilidad y consumo por los animales (CIAT, 1984). El consumo de *S. guianensis* var. *pauciflora* fue bajo a pesar de tener una digestibilidad *in vivo* y contenido de hojas relativamente altos. Este bajo consumo pudo deberse a la alta viscosidad de las hojas de esta leguminosa.

Estos resultados, al igual que otros estudios (CIAT, 1983; Thomas, 1985), corroboran la baja aceptabilidad de *Z. brasiliensis* CIAT 7485 y *S. guianensis* var. *pauciflora* CIAT 1283, y muestran que influyen en el consumo factores diferentes a la cantidad y composición química de las hojas.

Digestibilidad. En el Cuadro 3 se presentan además los valores de digestibilidad de la MS, FND, FAD y N. Se encontraron diferencias significativas entre leguminosas en la digestibilidad aparente de la MS, siendo más alta en *C. macrocarpum*. La digestibilidad de la FAD constituida por celulosa, lignina y N unido a la fibra fue inferior a la digestibilidad de la FND, lo cual concuerda con los hallazgos de Arroyo et al. (1972). En ambos casos existieron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre leguminosas, obteniéndose los mayores valores con *C. macrocarpum* y *S. guianensis* var. *pauciflora* y los menores con *S. macrocephala*.

La concentración de N en la dieta fue de 3.3, 2.2

y 2.2% para *C. macrocarpum*, *S. guianensis* var. *pauciflora* y *S. macrocephala*, respectivamente. El porcentaje de digestibilidad aparente de esta fracción fue alto en *C. macrocarpum* y muy bajo en *S. guianensis* var. *pauciflora*, a pesar de tener un porcentaje de PC en la dieta similar al de *S. macrocephala*.

Conclusiones

De este estudio se puede inferir que existen marcadas diferencias en el valor nutritivo de las leguminosas forrajeras tropicales evaluadas. Así, se encontró que: 1) *C. macrocarpum* CIAT 5065 tiene un alto valor nutritivo, medido en términos de contenido de proteína y en consumo de nutrientes digestibles. 2) *S. macrocephala* CIAT 1643 presentó una alta proporción de tallos; sin embargo, su potencial de consumo es alto; su principal limitación en avanzado estado de madurez es la baja digestibilidad de la MS y de los componentes de la fibra; por otro lado, su fuerte defoliación por efecto de la sequía se compensa en parte por el alto número de inflorescencias que presentan buen valor nutritivo y consumo. 3) *S. guianensis* var. *pauciflora* CIAT 1283 presentó bajo consumo voluntario a pesar de poseer buena cantidad de hojas. Este bajo consumo no parece estar asociado con niveles de fibra o digestibilidad, sino más bien con alta viscosidad en las hojas. 4) *Z. brasiliensis* CIAT 7485 presentó un consumo muy bajo asociado con la presencia de alcaloides.

En general, se puede concluir que las leguminosas evaluadas difieren en su valor nutritivo. Esto indica la necesidad de caracterizar en forma temprana la calidad nutritiva de nuevas especies forrajeras introducidas en programas de selección y evaluación.

Summary

An experiment was conducted in an Ultisol of the CIAT-Quilichao experiment station, Cauca, Colombia, to determine the nutritive value of four promising tropical forage legumes from CIAT germplasm bank: *Centrosema macrocarpum* 5065, *Stylosanthes guianensis* "tardío" 1283 (var. *pauciflora*), *Stylosanthes macrocephala* 1643, and *Zornia brasiliensis* 7485. Physiochemical characteristics were also determined. The station is located between longitude 3°6'N and latitude 76°6'W; 990 m.a.s.l, with an average temperature of 24°C, and annual rainfall of 1772 mm.

A randomized complete block design with four treatments and four replications was used for the feeding trial, totalling 16 African sheep (11.28 ± 0.8 kg^{0.75}) as experimental units. Using analysis of variance and Duncan's multiple range test each legume was analyzed (on a percentage basis) for composition of plant parts offered; crude protein; neutral detergent fiber (NDF); acid detergent fiber (ADF); lignin; apparent dry matter (DM) digestibility; apparent nitrogen (N) digestibility; ADF, NDF digestibility; DM intake (g DM/kg^{0.75}); *in vitro* dry matter disappearance (IVDMD), and digestible energy (Mcal/kg).

Significant differences were found in legume quality. Specifically *C. macrocarpum* 5065 was found to have a very high nutritive value, measured both in terms of protein concentration and digestible nutrient intake. *S. macrocephala* 1643 had high intake potential, despite its low leaf:stem ratio at maturity as a result of the considerable proportion of inflorescences with a high nutritive value and intake. *S. guianensis* var. *pauciflora* had a low voluntary intake despite its relatively good leaf:stem ratio at maturity, apparently because of its high leaf viscosity. *Z. brasiliensis* 7485 had an extremely low intake, which is associated with digestive disorders caused by alkaloids. Thereby, this legume is unsuitable as a forage plant.

Referencias

Arroyo, J.A.; Evans, L. 1972. Nutrient digestibility of lower-fiber rations in the ruminant animal. *J. Dairy Sci.*: 55(9):1266-1274.

Böhnert, E.; Lascano, C.; Weniger, J. H. 1985. Botanical and chemical composition of the diet selected by

fistulated steers under grazing on savannas of Colombia. I. Botanical composition of forage available and selected. *Zeitschrift fuer Tierzuechtung und Zuechtungsbiologie* 102(5):385-394.

Böhnert, E.; Lascano, C.; Weniger, J. H. 1986. Botanical and chemical composition of the diet selected by fistulated steers under grazing on improved grass-legume pastures in the tropical savannas of Colombia. II. Chemical composition of forage available and selected. *Zeitschrift fuer Tierzuechtung und Zuechtungsbiologie* 103(1):69-79.

Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1983. Programa de pastos tropicales. Informe anual 1982. Cali, Colombia. 382 p.

———. 1984. Programa de pastos tropicales. Informe anual 1983. Cali, Colombia. 280 p.

Chapman, H.D.; Pratt, P.F. 1961. Methods of analysis for soils, plants and water. University of California, Division of Agricultural Sciences. p. 56-65.

Harborne, J.B. 1973. Phytochemical methods. Chapman and Hall eds. London, New York. 278 p.

Lascano, C. 1983. Factores edáficos y climáticos que intervienen en el consumo y la selección de plantas forrajeras bajo pastoreo. Paladines, O. y Lascano C. eds. Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas: metodologías de evaluación. Memorias de una reunión de trabajo, Cali, Colombia, 1982. CIAT, Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. p. 50-64.

Minson, D.J.; McLeod, M.N. 1970. The digestibility of temperate and tropical grasses. Proceedings of the 5th International Grassland Congress, Surfes Paradise, Australia. p. 719-722.

Osborn, D.S.; Terry, R.A. 1977. *In vitro* techniques for the evaluation of ruminant feeds. Proceedings of Nutrition Society 36:219-225.

Thomas, D. 1985. Pasture evaluation and seed production studies in the isothermic savannas of Brazil. A final report of studies conducted from 1978 to 1985 in collaborative project IICA-EMBRAPA-CIAT at the Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC) of EMBRAPA, Planaltina, D.F, Brazil. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 180 p.

Tilley, J. M.; Terry, R. A. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion for forage crops. *J. Br. Grassl. Soc.* 18(2):104-111.

Van Soest, P.J. 1963. The use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 46:829-835.