

ARTÍCULO TÉCNICO

Gustavo Adolfo Celis P.¹,
Hugo Sánchez G.²
Freddy Antonio Parra P.³

ABSTRACT

Title: Nutrition quality of shrub species *Malvaviscus arboreus*, *Codariocalyx gyroides* and *Cratylia argentea* in the hillside area of the Departments of Cauca and Valle, Colombia.

A study was conducted in order to evaluate the nutritional composition and intake of the shrub species *Malvaviscus arboreus*, *Cratylia argentea* and *Codariocalyx gyroides*, growing under hillside conditions in the Cauca and Cauca Valley regions of Colombia.

In a previous evaluation of the nutritional quality of 25 shrub species, these three species showed the highest forage potential in mixed productive systems. The present evaluation was carried out using African sheep housed in metabolic chambers and was conducted at the Palmira Corpoica Research Center, located at 3° 31' N, 76° 19' W, 1.000 masl with 1014 mm of precipitation/year, 24° C, 5.8 h/d solar bright and 75% of relative humidity. For seven days, after diet animal adaptation to the diet, animal received a basal diet of a low nutritive quality (3.6% of raw protein) *Brachiaria dictyoneura* hay, at an equivalent of 100 g DM/ kg^{0.75} per day. Additionally, animals received 80 g DM/ kg^{0.75} per day of one of the three legumes divided in daily portions. According to the relative feeding value predictive index (RFV=88.9 - (0.119*%FDA)(120/%FDA)/1.29, Mertens, 1993), the shrub legume *M. arboreus* showed the highest intake index, (94.53) followed by *Cratylia argentea* (83) and *Codariocalyx gyroides* (81.82) g DM/kg^{0.75}. IVDMD and DTCIA had a significant positive correlation, while NDF, eNDF and ADF correlated negatively with the observed intake values.

Key words: *Cratylia argentea*, *Codariocalyx gyroides* *Malvaviscus arboreus*, voluntary intake, digestibility, fodder shrubs.

1. Zootecnista, M.Sc. Ciencias Agrarias, Universidad Nacional; 2. Zootecnista, MSc., Profesor Asociado, Universidad Nacional de Colombia, Palmira; 3. Zootecnista, M.Sc., Investigador Adjunto, CORPOICA, Popayán.

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

RESUMEN

Después de evaluar la adaptación de 25 especies arbustivas en zonas de ladera del trópico medio de los departamentos de Cauca y Valle del Cauca, se realizó el estudio de consumo y caracterización bromatológica de las tres especies con mayor potencialidad en sistemas productivos mixtos (ganadería doble propósito-agricultura): *Malvaviscus arboreus*, *Cratylia argentea* y *Codariocalyx gyroides*. La evaluación de calidad y consumo se realizó en ovejos africanos utilizando jaulas metabólicas que, para facilitar el manejo, fueron ubicadas en instalaciones del Centro de Investigaciones de CORPOICA en Palmira, 3° 31' N, 76° 19' W; 1.000 m.s.n.m.; 1.014 mm/año de precipitación, 24° C, brillo solar 5.8 h/d, humedad relativa 75%. Se ofreció una ración básica de heno de *Brachiaria dictyoneura* de baja calidad nutritiva, 3.6% de proteína cruda, equivalente a 100 g M.S./ kg^{0.75}, junto con 80 g M.S./kg^{0.75} de follaje de cada una de las tres leguminosas fraccionadas en dos ofertas durante siete días de medición y previo acostumbramiento. De acuerdo con el índice predictivo de valor relativo (RFV = 88.9 - (0.119 * %FDA) (120 / %FDA) / 1.29), según Mertens (1993), la leguminosa arbustiva *Malvaviscus arboreus* reportó el consumo más alto, 94.53 g MS/kg^{0.75}; seguido de *Cratylia argentea*, 83 g MS/kg^{0.75}; por último, *Codariocalyx gyroides*, 81.82 g MS/kg^{0.75}. DIVMS y DTCIA correlacionaron positivamente en forma significativa mientras que FDN, FDNe, FDA correlacionaron negativamente con los valores encontrados para consumo.

Palabras clave: *Cratylia argentea*, *Codariocalyx gyroides*, *Malvaviscus arboreus*, consumo voluntario, digestibilidad, arbustos forrajeros.

INTRODUCCIÓN

LAS GRAMÍNEAS TROPICALES se caracterizan por su baja calidad nutricional, situación que agudiza en épocas de sequía, especialmente en lo referente al contenido de proteína cruda (PC) y digestibilidad, lo cual representa una fuerte limitante tecnológica en los sistemas de producción bovinos. En la búsqueda de alternativas, se ha promovido la búsqueda y evaluación de especies arbustivas que, con diversos grados de adaptación agronómica, garanticen el suministro de nitrógeno en sistemas de explotación bovinos de doble propósito.

El objetivo de la presente investigación fue determinar la calidad nutricional de las especies arbustivas *Cratylia argentea* (Ca), *Codariocalyx gyroides* (Cg) y *Malvaviscus arboreus* (Ma), basándose en el análisis del consumo voluntario, la digestibilidad de la MS y algunos factores que los regulan como los niveles de proteína cruda (PC), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente neutra efectiva (FDNe), fibra detergente ácida (FDA), lignina detergente ácida (LDA), fósforo (P), taninos condensados solubles (TCS) e insolubles (TCI), en una dieta basal de baja calidad de la gramínea *Brachiaria dictyoneura* (Bd).

Materiales y métodos

La medición del consumo se realizó en el Centro de Investigaciones de CORPOICA en Palmira (Colombia), a 3°31' de latitud norte y 76°19' de longitud oeste, con temperatura de 24° C, brillo solar de 5,8 horas/día, precipitación 1.014 mm/año y una humedad relativa de 75%. Allí rigen dos periodos secos (junio-agosto y diciembre-febrero) y dos lluviosos (marzo-mayo y septiembre-noviembre).

Los follajes de Ma, Ca y Cg se colectaron a los 63 días de rebrote (en estado de pre-floración), mientras que a Bd se le realizó una sola cosecha en forma mecánica a 42 días del rebrote. Los forrajes (gramínea y follajes) se secaron separadamente al sol por tres días. El trabajo de campo duró 105 días, en tres periodos (I, II, III); cada uno inició con un período de adaptación con los animales confinados durante 14 días en establo donde recibieron agua y *Pennisetum purpureum* a voluntad, seguidamente los animales se sometieron a un ayuno de 24 horas para estimarles el peso metabólico (kg^{0.75}).

La dieta se dividió en dos porciones iguales: 50 g MS/ kg^{0.75} de la gramínea y 40 g MS/ kg^{0.75} de follaje. La primera se

suministró a las 8:00 am y se recogió a las 11:00 am, y la segunda de 1:30 pm a 4:30 pm, al final de lo cual se registró el peso del forraje rechazado. Los forrajes (gramínea y follaje) se ofrecieron desde el primer día, incluso durante los primeros 14 considerados de adaptación, así como en los siguientes siete días, que fueron de mediciones. Diariamente se recolectó una muestra representativa (100 g) de la gramínea y de cada especie arbustiva, y en los días 1, 4 y 7, se recogieron muestras representativas de heces. Las muestras se secaron (60° C por 48 horas) y se almacenaron para posteriores análisis.

A las heces y forrajes colectados los días 1, 4 y 7 se les determinó el contenido de cenizas insolubles ácidas (CIA) para calcular la digestibilidad. Así mismo, se cuantificaron los valores correspondientes a la fibra detergente neutra, FDN; fibra ácido detergente, FDA; y lignina detergente ácida, LDA por medio de la técnica de ANKOM.

Para los análisis de fibra efectiva se utilizó el separador de partículas de la Universidad de Pennsylvania, citado por Buckmaster *et al.*, 1997. Para la extracción de taninos se usó la metodología descrita por Terril *et al.* (1992). Adicionalmente, a los forrajes se les determinó P (Bray II modificado, CIAT, 1985), PC (Kjeldahl, AOAC, 1984) y DIVMS (Tilley y Terry, 1963).

Se usó el diseño reversible simple balanceado, en donde cada carnero representó un bloque completo y recibió todos los tratamientos en una secuencia ordenada *a priori* (Argel *et al.*, 1993):

$$Y_{ij(k)} = \mu + H_i + C_j + T_k + E_{ij(k)}$$

modelo matemático representado por la media μ , el efecto del animal H_i , C_j efecto del período; T_k efecto del tratamiento y el error experimental debido a la variación dentro de los ovinos $E_{ij(k)}$. El análisis de la información se realizó mediante el uso del programa SAS (1990).

Resultados y discusión

La diferencia más marcada se observó en los valores de consumo voluntario de *Brachiaria dictyoneura* (Bd) con respecto al follaje de los arbustos, pues los resultados confirman que Bd es una gramínea de baja calidad, con un contenido de PC inferior a 6 o 7% (Minson and Milford, 1967); por debajo de este valor se reduce drásticamente el consumo voluntario como consecuencia de la deficiencia de nitrógeno (Figura 1).

Los contenidos de FDN muestran que Cg y Ca no presentan diferencias (P<0.05), mientras el nivel de FDN en Ma si presen-

tó diferencias significativas con relación a las otras dos arbustivas; finalmente, la concentración de FDA en Cg, Ca y Ma reportó diferencias estadísticas (P<0.05).

Los valores de la FDN son los componentes de las raciones que mejor contribuyen a explicar los niveles de consumo (r = - 0.48, P<0.0001), seguida de la FDA (r = - 0.29, P<0.005) que los afectan negativamente, lo cual confirma lo discutido por Mertens (1996), quien plantea que el consumo de dietas fibrosas está regulado por el contenido de FDN (volumen) y no por los requerimientos energéticos.

El efecto de la LDA no es claro si se analiza la correlación de ésta con el consumo (r = - 0.02, P<0.835). Puede ser que al obtener la LDA (Ma, 20.9%; Ca, 16.9% y Cg, 25.4%) se encontraron contaminantes, pues según Van Soest (1994), entre 1.5 y 2% del valor de lignina corresponde a proteína dañada por la reacción de Maillard; la contaminación de la lignina se agudiza cuando hay presencia de taninos condensados debido a que los procedimientos para la extracción de la LDA no los tiene en cuenta. Esto posiblemente fue lo que sucedió con los contenidos de LDA de Ma y Cg, que presentaban taninos condensados (8.7 y 6.5% de la MS respectivamente), arrojando valores de LDA sobreestimados; todo ello implica que no se presente correlación significativa con el consumo de MS.

En la Tabla 1 se observa que en la determinación de los niveles de FDN en Cg, Ca, Ma y Bd, se encontró que Bd

y Ca no reportaron diferencias significativas, mientras los follajes de las tres arbustivas sí (P<0.05). Al comparar los contenidos de FDN entre los tratamientos se presentaron diferencias (P<0.05). Mertens (1995), propone que el nivel mínimo de FDN debe ser de 19 a 22% de la FDN (para mantener un pH (6.0) ruminal óptimo). Los valores de FDN son altos, pero los consumos de FDN de Cg, Ca y Ma (10.7, 10.2, y 11.5 g FDN / g PV, respectivamente) si fueron similares al consumo máximo (10.5 g FDN / kg de PV) planteado por Mertens (1997).

Al comparar la FDN de los follajes individuales (Cg, Ca y Ma) con los tratamientos (Cg+Bd, Ca+Bd y Ma+Bd) se encontró que la FDN en las dietas Cg+Bd y Ma+Bd subió sus contenidos, mientras en la dieta Ca+Bd los mantuvo. El porcentaje de FDN de Bd es mayor que el encontrado en Ma y Cg, mientras que no presenta diferencias significativas (P<0.05) con respecto a la FDN en Ca.

Se destaca el efecto del secado al sol de los follajes en el tamaño de las partículas, ya que por su textura, el follaje de *Malvaviscus arboreus* se tornó frágil y quebradizo, lo que mermó el tamaño de su partícula; a pesar de reportar un porcentaje de partículas con tamaño superior a 1.91 cm (mayor que *Codariocalyx gyroides*) no presentó incidencia en el consumo. Por otra parte, los follajes de *Cratylia argentea* y *Codariocalyx gyroides* conservaron su forma, tamaño y textura, lo que influyó en la densidad de la ración (Tabla 2). La

Figura 1. Niveles de Proteína Cruda (PC) en *Brachiaria dictyoneura* (Bd) y las arbustivas *Codariocalyx gyroides* (Cg), *Cratylia argentea* (Ca) y *Malvaviscus arboreus* (Ma), expresados como porcentaje (%) de MS.

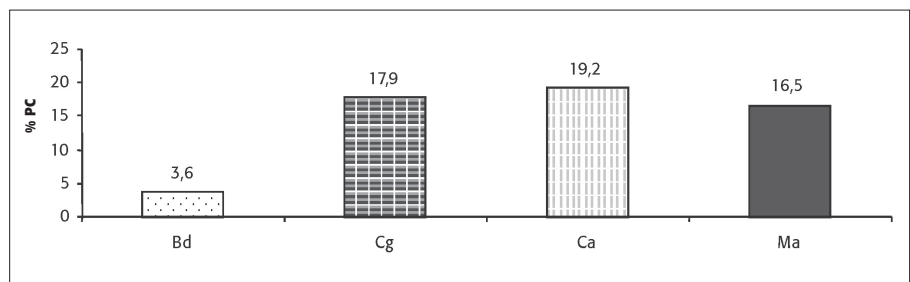


Tabla 1. Fibra detergente neutra efectiva (FDNe) de los forrajes y tratamientos, expresada como porcentaje de la FDN.

Especie forrajera	FDNe(%)	
	Forrajes	Tratamientos
<i>Cratylia argentea</i>	59.6 ^a	58.6 ^a
<i>Cxodariocalyx gyroides</i>	53.4 ^b	54.8 ^b
<i>Malvaviscus arboreus</i>	28.3 ^c	48.7 ^c
<i>Brachiaria dyctioneura</i>	58.1 ^a	—

Promedios en la misma columna seguidos de letras iguales no difieren significativamente (P<0.05), según la prueba de Duncan.

FNDe presenta correlación negativa con el consumo ($r = -0.29$, $P < 0.005$), lo que posiblemente se debe a que es la fracción de FDN de mayor tamaño, pues a mayor contenido de FNDe en el alimento, mayor será el volumen ocupado en el rúmen, lo cual limita el consumo de materia seca.

En este estudio, *Cratylia argentea* no reportó presencia de taninos condensados (Tabla 3). Teniendo en cuenta los valores obtenidos de TCT para los follajes de Ma (8.7% de la MS) y Cg (6.5% de la MS), se esperaría que el consumo se inhibiera porque superan el 5% de la MS; no obstante, las dietas que contenían estos follajes presentaron mejor consumo debido posiblemente a que el nivel de taninos condensados presentes en la mezcla que conformó los tratamientos Ma+Bd y Cg+Bd (4.8 y 3.0% de la MS, respectivamente), están por debajo de 5%; en Bd los taninos diluyen su concentración, produciéndose posiblemente proteína de escape.

El promedio de contenido de fósforo (P) en Bd (0.09) fue muy bajo con respecto a lo encontrado en los follajes de los arbustos. En campo, los follajes de las especies arbustivas sirven a los rumiantes como

complemento de algunos minerales, principalmente P, debido a que sus raíces son profundas y ello facilita la extracción; por lo tanto, representan un buen complemento nutricional en estas zonas de ladera con bajos reportes de fósforo (Arguello, 1999).

En la Tabla 4 se observa que la DIVMS reporta diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las especies arbustivas (Cg, 40.2; Ca, 47.0 y Ma, 66.1%), lo que aporta claridad acerca de su incidencia directa sobre el consumo, presentando mejores resultados la ración que contenía Ma; la FDN y FDA poseen un efecto negativo respecto de la DIVMS (-0.92 y -0.906).

La DTCIA presentó diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos (Tabla 4); los valores de la DTCIA (Cg 40.5, Ca 47.8 y Ma 59.1%) fueron consistentes con los hallados para la DIVMS. Los valores de DTCIA de Ma difieren de los reportados por Jegou *et al.* (1994), lo cual puede asociarse con el estimativo de digestibilidad *in vivo* mediante la recolección total de heces. Las diferencias significativas encontradas entre los valores de la digestibilidad presumiblemente se deben a la incidencia negativa de los

contenidos FDN y FDA en la DTCIA (-0.703 y -0.919, respectivamente).

En todos los tratamientos, la oferta de forraje se compuso de follaje de arbustos (44.4%) y *Brachiaria dyctioneura* (55.6%) (Tabla 5). Los resultados del presente estudio indican que el consumo de la MS varía dependiendo de la especie arbustiva, lo que se atribuyó a las calidades físico-químicas de cada follaje.

Ante la baja calidad de Bd, los animales consumían los follajes de arbustos para suplir las deficiencias de la gramínea, dándose el mayor consumo en el tratamiento Bd+Ma (94.5 ± 6.0 g MS/kg^{0.75}/día), seguido de Bd+Ca (83.0 ± 8.2 g/kg^{0.75}/día), y el menor consumo en Bd+Cg (81.8 ± 8.3 g/kg^{0.75}/día); no se encontraron diferencias significativas entre los dos últimos.

Los reportes de consumo total de MS registrados para Ca presentaron diferencias con los hallados por Quiñones (1996) en carneros alimentados con dieta basada en Bd, con Ca al 20 y 40% (25.5 y 42.7 g MS/kg PV/día). También difieren de los consumos de 23.5, 24.7 y 25.5 g MS/kg PV/día, hallados por Quiñones y Lascano (1997), quienes usaron la misma dieta basal suplementada con tres niveles de Ca (10, 20 y 40%). Estas diferencias se atribuyen a que, en el presente trabajo, la oferta total de MS fue de 355.58 g/kg PV/día y se ofreció el follaje de las leguminosas en recipiente separado de la dieta basal, mientras en los trabajos citados, la oferta total fue de 197 g/kg PV/día y se suministró la ración (Bd+Ca) en un mismo recipiente.

El mayor consumo de la dieta basal de Bd se presentó cuando los animales fueron suplementados con Ca, como consecuencia, posiblemente, de la no presencia de taninos condensados, lo cual hizo que la proteína contenida fuera degradada rápida y totalmente en el rúmen; por lo tanto, el animal consumió más Bd que de las otras dos especies para intentar balancear a nivel ruminal la proporción entre materia orgánica digestible y proteína cruda (MOD:PC). Adicionalmente, los follajes de los arbustos con menor consumo de Bd fueron Cg y Ma, los cuales reportaron presencia de taninos condensados. El presente análisis no reporta diferencias significativas ($P < 0.05$) en el consumo de la dieta basal.

Quiñones y Lascano (1997) reportan valores de consumo superiores a los encontrados en este estudio, aclarando que sus animales fueron alimentados únicamente con la gramínea; al ofrecerse ésta con un suplemento de mayor contenido de nitrógeno en el presente trabajo, se produjo un efecto sustitutivo en el que disminuyó el consumo de la dieta base para compensar la deficiencia de la proteína, balanceando así la proporción MOD:PC.

DIVMS y DTCIA exhibieron una correlación positiva ($P < 0.05$) con el con-

Tabla 2. Tamaño de partícula (%) de los tratamientos con base en MS y usando el separador de partículas de la Universidad de Pennsylvania.

Tratamientos	Tamaño de partícula (%)		
	<0.79 cm	Entre 0.79 y 1.91	>1.91 cm
<i>Cratylia argentea</i>	11.7	25.7	62.6
<i>Codariocalyx gyroides</i>	17.6	43.4	39.0
<i>Malvaviscus arboreus</i>	16.8	32.9	50.3

Tabla 3. Taninos condensados totales (TCT), solubles (TCS) e insolubles (TCI) determinados en las especies arbustivas evaluadas (como % de MS).

	TCT	TCS	TCI
<i>Cratylia argentea</i>	—	—	—
<i>Codariocalyx gyroides</i>	6.5	6.0	0.5
<i>Malvaviscus arboreus</i>	8.7	8.1	0.6

Tabla 4. Análisis químicos de los follajes de arbustos utilizados

Componentes	T ₁ (Ca)	T ₂ (Cg)	T ₃ (Ma)
Materia Seca (MS)	89.3 ^a	90.6 ^a	90.6 ^a
Cenizas	9.4 ^e	10.2 ^b	11.8 ^b
Fósforo	0.38 ^b	0.27 ^b	0.35 ^e
Materia Orgánica (MO)	90.6 ^a	89.8 ^a	88.2 ^a
FDN	62.4 ^a	63.7 ^a	49.5 ^b
FDA	39.9 ^b	51.6 ^a	31.4 ^c
LDA	16.9 ^f	25.4 ^d	20.9 ^b
DIVMS	47.0 ^b	40.2 ^c	66.1 ^a
DTCIA	47.8 ^b	40.5 ^c	59.1 ^a

Promedios en la misma fila seguidos de letras iguales no difieren significativamente ($p < 0.005$), según la prueba de Duncan.

Tabla 5. Consumo de *Brachiaria dictyoneura* (Bd) y de las especies arbustivas forrajeras *Malvaviscus arboreus*, *Codariocalyx gyroides* y *Cratylia argentea*, expresado como gramos (g) de materia seca (MS) por unidad de peso metabólico (kg^{0.75}/día) y en términos de porcentaje del peso vivo (%PV), determinado en ovejos africanos utilizando jaula metabólica.

Tratamientos	g MS/kg ^{0.75}	g MS/kg PV	PV (%)	Consumo (%)	Oferta (%)
<i>Cratylia argentea</i> + <i>B. dictioneura</i>	36.1±7.0 ^b 46.9±3.5	16.3 ^b 19.8	1.6 ^b 2.0	43.5 56.5	44.4 56.6
Total	83.0±8.2	36.2	3.0	100.0	100.0
<i>Codariocalyx gyroides</i> + <i>B. dictioneura</i>	37.7±4.7 ^b 44.1±5.1	16.8 ^b 18.4	1.7 ^b 1.8	46.0 54.0	44.4 56.6
Total	81.8±8.3	35.2	3.5	100.0	100.0
<i>Malvaviscus arboreus</i> + <i>B. dictioneura</i>	51.5±4.0 ^a 43.0±5.0	23.2 ^a 18.1	2.3 ^a 1.8	54.5 45.5	44.4 56.6
Total	94.5±6.0	41.3	4.1	100.0	100.0

Promedios en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren significativamente (P<0.005), según la prueba de Duncan.

Tabla 6. Índice consumo (% del PV) y del valor relativo (RFV) de la materia seca del follaje de las leguminosas arbustivas *Malvaviscus arboreus*, *Codariocalyx gyroides* y *Cratylia argentea*.

Follaje	(%) PV *	RFV **
<i>Cratylia argentea</i>	1.6 ^b	125.8
<i>Codariocalyx gyroides</i>	1.7 ^b	120.8
<i>Malvaviscus arboreus</i>	2.3 ^a	163.0

* Promedios en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren significativamente (P<0.05), según la prueba de Duncan.
 ** Valores estimados por medio de la ecuación: RFV = 88.9 - (0.119 * %FDA) (120 / %FDA) + 1.29 (Mertens, 1993).

sumo, mientras las variables FDN, FDNe y FDA presentaron correlación negativa (-0.4802, -0.2959 y -0.2851). La correlación encontrada entre la DIVMS y el consumo (0.3133) es similar (0.3969) a la reportada por Yi Kexian *et al.* (1998). Por su parte, las variables PC y P tienen baja correlación con el consumo (0.1593 y 0.085, respectivamente).

El índice de valor relativo (RFV), que se muestra en la Tabla 6, reflejó la tendencia exhibida por los animales en el consumo, pues según el RFV, se esperaba que las hojas que más se consumieran fueran la de Ma, seguido de los follajes de Ca y Cg.

Conclusiones

Los follajes de las especies arbustivas *Cratylia argentea* (Ca), *Codariocalyx gyroides* (Cg) y *Malvaviscus arboreus* (Ma) utilizados como estrategia de suplementación nutricional en suelos de ladera de los departamentos de Cauca y Valle, permiten alcanzar altos consumos: el mayor se logra al usar Ma (94.53 g MS/kg^{0.75}), seguido de Ca (83 g MS/kg^{0.75}), y por último, Cg (81.82 g MS/kg^{0.75}) en dietas a base de gramíneas de baja calidad (PC<3.5%). El orden de consumo de las arbustivas estudiadas se debió principalmente a contenidos significativos de FDN (Ma, 49.51; Ca, 62.43 y Cg, 63.73) y FDNe (Ma, 48.67; Ca, 58.62 y Cg, 58.85) altamente asociados con el consumo. Las digestibilidades *in vivo* (Ma, 59.1; Ca, 47.8 y Cg, 40.5) e *in*

vitro (Ma, 66.1; Ca, 47.0 y Cg, 40.2), también fueron determinantes del consumo. Debido a los bajos contenidos de fósforo y proteína cruda de la gramínea *Brachiaria dictyoneura*, los follajes citados constituyen una fuente alternativa de dichos elementos nutritivos, y por poseer taninos (Ma y Cg), proporcionan proteína de escape. El valor relativo del alimento (RFV) permitió clasificar a las especies forrajeras de acuerdo con su calidad nutritiva.

BIBLIOGRAFÍA

Ankom. 1997. Operator's manual. ANKOM 200/220 Fiber analyzer. <http://www.ankom.com>.
AOAC. 1984. Official Methods of Analysis (14th ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.
Aroeira, L.J.M. y Xavier, D.F. 1991. Digestibilidad e degradabilidade da *Cratylia floribunda* no rúmen. Pasturas Tropicales 13:15-19.
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 Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira.
Buckmaster, D.R.; Heinrichs, A.J.; Ward, R.A.; and Lammers, B.P. 1997. Characterizing effective fiber with particle size and fiber concentration interactions. Grassland Congress 18: 8-19.
CIAT. 1985. Métodos químicos para el análisis de suelos ácidos y plantas forrajeras. Programa de Pastos Tropicales. Salinas, J.G. y Gracia, R. (eds.), Cali, Colombia. 83 p.

Heinrichs, J. 1996. Evaluating particle size of forage and TMRs using the Penn State Particle Size Separator. Department of Dairy and Animal Sc. The Pennsylvania State University. 9 p.

Colman, F. y Blake, R. 1999. Integración de la información usando modelos de simulación de rumiantes y de nutrición. En: Informe de sistemas mejorados de alimentación basados en leguminosas forrajeras para ganado doble propósito en fincas de pequeños productores de América Latina Tropical Tropiliche-CIAT, Cali, Colombia, p. 31-35.

Jegou, D., Waelput, J.J. y Brunschwing, G. 1994. Consumo y digestibilidad de la materia seca y del nitrógeno del follaje de morera (*Morus sp.*) y amapola (*Malvaviscus arboreus*) en cabras lactantes. En: J.E. Benavides (ed.), Árboles y arbustos forrajeros de América Central", CATIE, Turrialba, Costa Rica, Vol. 1, Serie técnica No. 236, p. 155-162.

Lascano, C.E. 1995. Calidad nutritiva y utilización de *Cratylia argentea*. En: Trabajo presentado en el taller de *Cratylia* brasilera, D.F. Brasil. 26 p.

Mertens, D.R. 1994. Regulation of forage intake. In: Forage quality, evaluation and utilization. Based on the national conference, on forage quality, evaluation and utilization held at the University of Nebraska, Madison, Wisconsin, USA, p. 450-493.

Mertens, D., R. 1996. Defining effective fiber and fiber recommendations for dairy rations. In: USDFRC, Industry Informational Meeting Proceedings. The US Dairy Forage Research Center. USDA-Agricultural Research Service Proceedings.

Minson, D.J. and Milford, R. 1967. The voluntary intake and digestibility of diets containing different proportion of legume and mature *Digitaria decumbens*. Aust. J. Exp. Agric. Ann. Hubs. 7:546-551.

Parra, F.A. 1999. Introducción y evaluación de especies herbáceas y arbustivas forrajeras en laderas de los Departamentos de Cauca y Valle del Cauca, Colombia. Tesis MSc, Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira.

Quiñones, W. y Lascano, C. E. 1997. *Cratylia argentea* como suplemento de un heno de gramínea de baja calidad utilizada por ovinos. Pasturas Tropicales 19(3): 2-8.

SAS, 1990. SAS/STAT®. Users guide. Vols. 1 y 2. Aceclus-freq. USA.

Terril, T.H.; Rowan, A.N.; Douglas, G.B. and Barry, T.N. 1992. Determination of extractable and bound condensed tannin concentration in forages plants, protein concentrate meals and cereal grains. J. Sc. Food Agric. 58:321-329.

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

Van Keulen, J. and Young, B.A. 1997. Evaluation of acid insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. J. Anim. Sci. 44: 283-287.

Van Soest, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. Second edition. Cornell University Press, Ithaca, NY, USA.

Yi Kexian; Lascano, C. E.; Kerridge, P.C.; Ávila, P. 1998. The effect of three tropical shrub legumes on intake and acceptability by small ruminant. Pasturas Tropicales 20 (3): 31-35.