

# Diversidad forrajera tropical

## 1. Selección y uso de leñosas forrajeras en sistemas de alimentación ganadera para zonas secas de Nicaragua

Nelson Pérez Almario<sup>1</sup>; Muhammad Ibrahim<sup>2</sup>;  
Cristóbal Villanueva<sup>3</sup>; Cristina Skarpe<sup>4</sup>; Hubert Guerin<sup>5</sup>

### RESUMEN

Se evaluaron diez especies con potencial forrajero para zonas secas de Rivas, Nicaragua con el fin de integrarlas en el diseño de sistemas silvopastoriles como estrategias de alimentación bovina. Las especies evaluadas fueron leguminosas sin espinas (*Albizia niopoides*, *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala*, *Samanea saman*); leguminosas con espinas (*Acacia farnesiana*, *Mimosa pigra*); leñosas no leguminosas (*Moringa oleifera*, *Brosimum alicastrum*, *Cordia dentata* y *Guazuma ulmifolia*). Se utilizó forraje de ramas delgadas menores a 1,0 cm de diámetro de diferentes individuos seleccionados de cada especie leñosa. El forraje se ofreció, mediante el método de cafetería, a cinco vacas en producción con similares características de raza, peso, edad, sexo y estado de lactancia. Se evaluó la preferencia, el tiempo de consumo de cada leñosa y el número y tamaño de bocados por especie; el consumo se obtuvo por diferencia entre la cantidad de forraje ofrecido y restante. Los resultados reflejan una mayor preferencia y consumo de forraje de tres especies (*S. saman*, *L. leucocephala* y *A. niopoides*) que presentan diferencias físicas, nutricionales y fenológicas en relación con las demás. Estas especies representan las mejores opciones para el diseño de sistemas silvopastoriles en el trópico seco nicaragüense.

**Palabras claves:** método de cafetería, nutrición animal, sistemas silvopastoriles.

### ABSTRACT

**Tropical forage diversity: 1. Selection and use of woody forage species as supplemental food for cattle in the Nicaraguan dry tropics**

Ten woody species with forage potential for the dry zone in Nicaragua were assessed to select the best ones for the design of fodder silvopastoral systems. The species evaluated were thornless leguminous (*Albizia niopoides*, *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala*, *Samanea saman*); thorn leguminous (*Acacia farnesiana*, *Mimosa pigra*); non leguminous woody trees (*Moringa oleifera*, *Brosimum alicastrum*, *Cordia dentata* y *Guazuma ulmifolia*). Forage fed were branches less than 1.0 cm diameter from different trees of each woody species. Using the cafeteria method, forage was fed to five producing cows with similar characteristics of race, weight, age, sex and nursing stage. The variables evaluated were preference, consumption time per species, number and size of bits per species; consumption was determined as the difference between the quantity of fodder offered and remaining. The final results showed preference for three species (*S. saman*, *L. leucocephala* and *A. niopoides*). The three of them are physically, nutritionally and phenologically different from the others. These species are the best option for the design of forage silvopastoral systems in the Nicaraguan dry tropics.

**Keywords:** cafeteria method, animal nutrition, silvopastoral systems.

1 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – CORPOICA. nperez@corpoica.org.co; neperez@catie.ac.cr

2 Representante Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura-Belice

3 Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza – CATIE

4 Universidad de Hedmark, Departamento de Gestión Forestal y Vida Silvestre

5 Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement – CIRAD

## INTRODUCCIÓN

En el trópico seco de América Central se da un periodo seco que varía entre cuatro y siete meses, e incide en la cantidad y calidad de forrajes, en la productividad y rentabilidad de las fincas ganaderas y en el deterioro de los recursos naturales. Afortunadamente, también se cuenta con un gran número de especies forrajeras leñosas con potencial para ser utilizadas como estrategias de alimentación bovina y mitigar los efectos del cambio climático y las deficiencias nutricionales en zonas secas. Sin embargo, tales especies pueden aportar productos bioquímicos cuyos efectos en los animales que los consumen no han sido explicados con las formas tradicionales de estudiar las plantas.

Para identificar las características preferidas en los forrajes se han realizado pruebas de consumo con métodos de cafetería: observación del comportamiento de los animales y preferencia de especies forrajeras en pastoreo, especialmente para herbívoros no domésticos, pequeños rumiantes y bovinos. En este estudio se aplicaron pruebas de cafetería desarrolladas en condiciones controladas con diferentes especies forrajeras disponibles para medir el consumo de las especies leñosas.

Con el fin de contribuir a la identificación de las características relacionadas con la preferencia por el forraje de leñosas, se diseñó un estudio basado en la combinación de leñosas en pares (método de cafetería controlado). Las variables medidas fueron la preferencia por consumo, tiempo de consumo, número y tamaño de bocados. Estas variables identifican las leñosas preferidas por los bovinos y, a partir del resultado, se diseñan sistemas silvopastoriles con las leñosas preferidas. La investigación fue financiada por el proyecto Funcitree (Marco Ecológico para Sistemas Agroforestales Sostenibles y Adaptables en Ecorregiones Subhúmedas y Áridas) del programa GAMMA (Programa Ganadería y Manejo del Medio Ambiente) del CATIE.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Como paso inicial, a partir de estudios en la región centroamericana, se seleccionaron diez especies leñosas con potencial forrajero de las siguientes categorías: leguminosas sin espinas (*Albizia niopoides*, *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala*, *Samanea saman*); leguminosas con espinas (*Acacia farnesiana*, *Mimosa pigra*); leñosas no leguminosas (*Moringa oleifera*, *Brosimum alicastrum*, *Cordia dentata* y *Guazuma ulmifolia*). Los criterios para esta selección tuvieron que ver con la información existente en fuentes secundarias sobre el contenido

nutricional de esas leñosas, conocimiento local sobre usos forrajeros en fincas ganaderas, disponibilidad de forraje en la época seca, abundancia observada en la región, observación de consumo directo por parte de bovinos y registros en la base de datos del proyecto Funcitree.

El experimento se desarrolló en la finca Santa Gertrudis, localizada en el municipio de Belén, departamento de Rivas, Nicaragua. La finca se ubica entre las coordenadas 11°30' N y 85°53' W, a una altura de 80 msnm (Figura 1). El clima corresponde a bosque seco subhúmedo, con temperaturas que oscilan entre 26° y 33°C y precipitación entre 1400 y 1600 mm (Ineter 2010). La finca cuenta con comederos construidos de cemento y corrales de madera. El sistema productivo es leche y cría de animales de la raza cebú. Los potreros tienen pastos naturales y naturalizados y en la época seca se suplementa la alimentación.

### Prueba preliminar para ajuste de variables

Días antes de la prueba se realizó una prueba preliminar que consistió en la aplicación de la metodología (método de cafetería con tiempo controlado), con el propósito de ajustar los factores de medición, como la cantidad de forraje a ofrecer, el tiempo de consumo en cada evento, la altura de colocación del forraje ofrecido, el orden y forma de entrada de los animales a cada evento. Tres días antes de la prueba se suministró a los bovinos forrajes de todas las especies para inducir un proceso de acostumbramiento hacia el consumo de las leñosas.

La recolección de forraje se efectuó cada día entre 6 y 8 am de individuos de las diferentes especies que tuvieran un dap y una altura semejantes. Se ofrecieron ramas delgadas de hasta 1,0 cm de diámetro, provenientes de individuos seleccionados de cada especie leñosa. Antes de cada evento, se pesó 1 kg de forraje en balanza de precisión (error 0,01). Se formaron atados de cada especie amarrados en forma vertical hacia abajo y altura de 120 a 150 cm, los cuales se dispusieron como parejas de leñosas, de acuerdo al orden de aleatorización (previo ajuste en la prueba preliminar).

Se seleccionaron cinco vacas de ordeño de la raza cebú que estuvieran en el mismo estado fisiológico, lactancia de 3 a 4 meses, peso de 399±11,9 kg, buen estado sanitario y edad entre 4 y 5 años. Las vacas permanecían en pastoreo todo el tiempo con el resto de animales. Las vacas usadas en las pruebas permanecieron con heno y agua disponible a voluntad antes y después de las pruebas.

La entrada a cada prueba se hizo de forma individual (previo ajuste en la prueba preliminar). Se realizaron 225 combinaciones pareadas durante nueve días, se desarrollaron 45 combinaciones por vaca de forma aleatoria, 25 combinaciones diarias (el orden de las combinaciones del día fue aleatorio); cada prueba tuvo una duración de tres minutos por evento, medidos con cronómetro deportivo (75 minutos de pruebas por día, para un tiempo total de 11,25 horas). En los Cuadros 1 y 2 se detallan las combinaciones de la aleatorización y las especies de cada combinación.



Figura 1. Ubicación del área de estudio

**Rasgos físicos y nutricionales**

Los resultados de las pruebas de campo se complementaron con una matriz de rasgos físicos y nutricionales

**Cuadro 1.** Combinaciones por vaca para la prueba de preferencia

Especie	G. <i>ulmifolia</i>	G. <i>sepium</i>	M. <i>pigra</i>	B. <i>alicastrum</i>	A. <i>farnesiana</i>	L. <i>leucocephala</i>	S. <i>saman</i>	C. <i>dentata</i>	M. <i>oleifera</i>	A. <i>niopoides</i>	Total
<i>G. ulmifolia</i>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	9
<i>G. sepium</i>			10	11	12	13	14	15	16	17	8
<i>M. pigra</i>				18	19	20	21	22	23	24	7
<i>B. alicastrum</i>					25	26	27	28	29	30	6
<i>A. farnesiana</i>						31	32	33	34	35	5
<i>L. leucocephala</i>							36	37	38	39	4
<i>S. saman</i>								40	41	42	3
<i>C. dentata</i>									43	44	2
<i>M. oleifera</i>										45	1
<i>A. niopoides</i>											

**Cuadro 2.** Combinaciones aleatorizadas de leñosas para prueba de preferencias

Día	Leñosas combinadas				
	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4	Prueba 5
1	<i>S. saman</i>	<i>L. leucocephala</i>	<i>S. saman</i>	<i>M. pigra</i>	<i>G. ulmifolia</i>
	<i>M. oleifera</i>	<i>S. saman</i>	<i>A. niopoides</i>	<i>M. oleifera</i>	<i>S. saman</i>
2	<i>G. ulmifolia</i>	<i>M. pigra</i>	<i>A. farnesiana</i>	<i>A. farnesiana</i>	<i>C. dentata</i>
	<i>G. sepium</i>	<i>L. leucocephala</i>	<i>A. niopoides</i>	<i>S. saman</i>	<i>A. niopoides</i>
3	<i>L. leucocephala</i>	<i>M. pigra</i>	<i>G. ulmifolia</i>	<i>B. alicastrum</i>	<i>G. sepium</i>
	<i>C. dentata</i>	<i>A. farnesiana</i>	<i>C. dentata</i>	<i>A. farnesiana</i>	<i>L. leucocephala</i>
4	<i>M. pigra</i>	<i>B. alicastrum</i>	<i>M. pigra</i>	<i>G. sepium</i>	<i>M. oleifera</i>
	<i>B. alicastrum</i>	<i>L. leucocephala</i>	<i>S. saman</i>	<i>M. oleifera</i>	<i>A. niopoides</i>
5	<i>C. dentata</i>	<i>G. ulmifolia</i>	<i>B. alicastrum</i>	<i>S. saman</i>	<i>G. sepium</i>
	<i>M. oleifera</i>	<i>L. leucocephala</i>	<i>M. oleifera</i>	<i>C. dentata</i>	<i>A. farnesiana</i>
6	<i>G. sepium</i>	<i>G. sepium</i>	<i>G. ulmifolia</i>	<i>L. leucocephala</i>	<i>A. farnesiana</i>
	<i>B. alicastrum</i>	<i>C. dentata</i>	<i>B. alicastrum</i>	<i>M. oleifera</i>	<i>L. leucocephala</i>
7	<i>M. pigra</i>	<i>A. farnesiana</i>	<i>G. sepium</i>	<i>L. leucocephala</i>	<i>A. farnesiana</i>
	<i>A. niopoides</i>	<i>M. oleifera</i>	<i>M. pigra</i>	<i>A. niopoides</i>	<i>C. dentata</i>
8	<i>G. ulmifolia</i>	<i>B. alicastrum</i>	<i>B. alicastrum</i>	<i>G. sepium</i>	<i>G. ulmifolia</i>
	<i>M. pigra</i>	<i>A. niopoides</i>	<i>C. dentata</i>	<i>A. niopoides</i>	<i>M. oleifera</i>
9	<i>G. sepium</i>	<i>G. ulmifolia</i>	<i>M. pigra</i>	<i>B. alicastrum</i>	<i>G. ulmifolia</i>
	<i>S. saman</i>	<i>A. niopoides</i>	<i>C. dentata</i>	<i>S. saman</i>	<i>A. farnesiana</i>

(Cuadro 3) para relacionarlos con las preferencias por consumo, tiempo de consumo, tamaño de bocado y número de bocados obtenidos.

**Preferencia por consumo:** se obtuvo por diferencia entre forraje ofrecido menos forraje consumido (en materia seca).

**Preferencia por tiempo de consumo:** tiempo cronometrado de consumo de cada especie por vaca durante el evento de tres minutos.

**Preferencia por número de bocados:** conteo del número de bocados de cada especie tomados por cada vaca durante el evento de tres minutos.

**Tamaño de bocados:** consumo de forraje por especie, dividido por el número de bocados tomados de dicha especie.

**Variables:** preferencia por consumo (materia seca de forraje ofrecido – forraje rechazado), tiempo efectivo de consumo, número de bocados, tamaño de bocados. Los datos fueron analizados con el *software* InfoStat (Balzarini *et al.* 2010) y procesados con estadística de modelos mixtos.

En este mismo número de la Revista aparece un segundo artículo en el que se detallan los rasgos funcionales que determinan la calidad nutricional y preferencia de leñosas forrajeras, como parte de sistemas de alimentación ganadera en zonas secas de Centroamérica.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Consumo de leñosas como criterio de preferencia

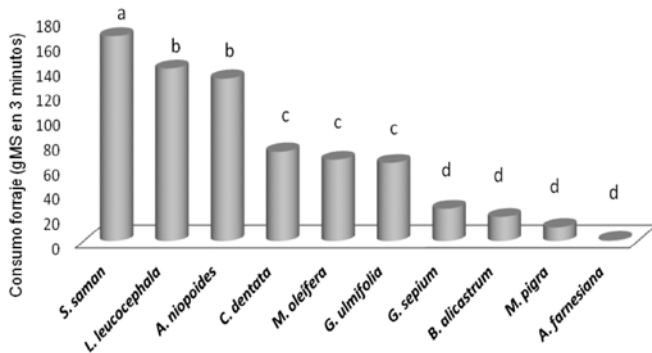
Los forrajes de las especies leñosas en el campo ofrecen alimentos con diferentes sabores, olores, tonos de colores y contenidos nutricionales que inciden en la preferencia de un bovino por una especie en particular. Las hojas grandes y suaves, con lóbulos bipinados o imparipinados, están entre las preferidas por los bovinos. En este estudio, *Samanea saman*, *Leucaena leucocephala* y *Albizia niopoides* fueron las leñosas más consumidas (Figura 2), por mayores tiempos de consumo (Figura 3) y con mayores tamaños de bocado (Figura 4). Estas especies son leguminosas sin espinas, con hojas grandes y concentradas en las puntas de las ramas en forma bipinada (*A. niopoides*, *L. leucocephala*) o imparipinadas (*S. saman*, *M. oleifera*). Además, poseen valores altos de nitrógeno (3,67; 3,79 y 3,19), lo que significa una ventaja comparativa ante leñosas con hojas simples como *G. ulmifolia* y *C. dentata*. Velázquez (2005), en un estudio en época seca, identificó siete especies como muy apetecibles para bovinos; entre ellas, *S. saman* fue la especie de mayor preferencia por consumo, lo cual coincide con los resultados de este estudio.

Los rasgos nutricionales característicos, especialmente nitrógeno y fósforo, se relacionan con las especies mencionadas. Según Van Soest (1994) y Lyons y Machen (2000), la preferencia por determinado tipo de forraje, así como su valor nutricional, tiene que ver con las diferentes partes de la planta, la madurez del forraje y la dureza de hojas y tallos. En este sentido, la DIVMS (digestibilidad *in vitro* de la materia seca), FDN (fibra

**Cuadro 3.** Matriz de rasgos físicos y nutricionales de las especies seleccionadas

Especies	Rasgos físicos						Rasgos nutricionales								
	MS	AFE	Tensión hoja	Grosor hoja	Espinas (mm)	Largo espina	N	FDN	FDA	Cenizas	Ca	P	FC	DIVMS	TC
	%	cm	g	mm	unidad	cm	%	%	%	%	%	%	%	%	%
<i>A. farnesiana</i>	51,43	10,75	125	0,025	19,6	1,16	2,95	46,3	40,0	6,7	1,46	0,25	19,9	56,2	3,10
<i>A. niopoides</i>	46,18	11,79	1216,7	0,025	0,0	0,0	3,13	45,5	31,6	8,92	2,31	0,25	24,82	42,9	1,22
<i>B. alicastrum</i>	39,79	13,44	778,8	0,023	0,0	0,0	1,87	48,8	36,1	10,5	1,75	0,37	22,40	65,2	0,35
<i>C. dentata</i>	30,05	20,96	441,7	0,026	0,0	0,0	3,38	56,0	44,1	15,4	1,86	0,22	21,00	39,1	0,00
<i>G. sepium</i>	25,04	18,29	300	0,025	0,0	0,0	3,52	41,8	30,7	9,3	1,47	0,22	22,12	74,8	0,28
<i>G. ulmifolia</i>	31,97	12,89	346,9	0,042	0,0	0,0	2,35	57,9	37,2	10,5	2,35	0,38	36,25	63,9	0,05
<i>L. leucocephala</i>	35,06	11,56	92,2	0,015	0,0	0,0	3,79	36,7	23,6	7,5	1,30	0,22	18,08	65,1	1,01
<i>M. pigra</i>	47,16	11,31	281,3	0,008	10,6	0,87	2,62	35,4	27,5	9,0	1,33	0,26	24,30	32,9	4,11
<i>M. oleifera</i>	22,47	23,63	152,5	0,018	0,0	0,0	3,19	29,4	19,2	10,9	1,88	0,32	18,50	65,2	1,02
<i>S. saman</i>	37,35	14,24	865,7	0,031	0,0	0,0	3,67	42,4	31,2	5,7	1,68	0,32	29,45	44,6	0,96

MS = materia seca; AFE = área foliar específica; N = nitrógeno; FDN = fibra detergente neutra; FDA = fibra detergente ácida; Ca = calcio; P = fósforo; FC = fibra cruda; DIVMS = digestibilidad *in vitro* de la materia seca; TC = taninos condensados  
Fuente: Pérez (2011)



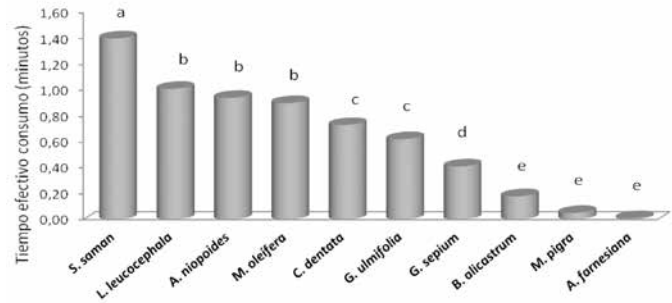
**Figura 2.** Preferencia de leñosas por consumo  
Letras distintas indican diferencias significativas al 0,05.

detergente neutra), FDA (fibra detergente ácida), cenizas, calcio, fósforo y taninos condensados podrían jugar un papel importante en la calidad del forraje y la preferencia de los bovinos.

Las especies *M. pigra* y *A. farnesiana* presentaron los valores de preferencia por consumo más bajos, a pesar de que también son leguminosas (11,12+6,61 gMS y 0,74+0,74 gMS). Esto podría explicarse por la presencia de espinas y mayor contenido de TC. Ambos rasgos funcionan como mecanismos de defensa contra la herbivoría (Lyons *et al.* 2001a, Pérez 2011), por lo que limitan las posibilidades de estas especies en diseños de sistemas silvopastoriles para zonas secas.

En este mismo sentido, hay otros factores que condicionan la preferencia de los bovinos; por ejemplo, la presencia de componentes químicos como nitrógeno y fósforo, que ayudan a mejorar el sabor y calidad del forraje así como su digestibilidad (Wright y Westoby 1999, Pérez 2011); la succulencia o dureza de hojas y tallos (contenido de materia seca y de material fibroso) (Van Soest 1994, Lyons *et al.* 2001b, Pérez 2011); la experiencia previa y memoria de consumo del animal (Sandoval-Castro *et al.* 2005, Pinto *et al.* 2010).

En su estudio realizado con bovinos en México, Sandoval-Castro *et al.* (2005) evaluaron el consumo de diferentes leñosas forrajeras en pastoreo (gMS por minuto). Los autores reportan consumos de 22,18 g de *L. leucocephala*, 13,47 g de *G. ulmifolia* y 38,56 g de *B. alicastrum*; evidentemente, tales valores están muy por debajo de los alcanzados en este estudio.

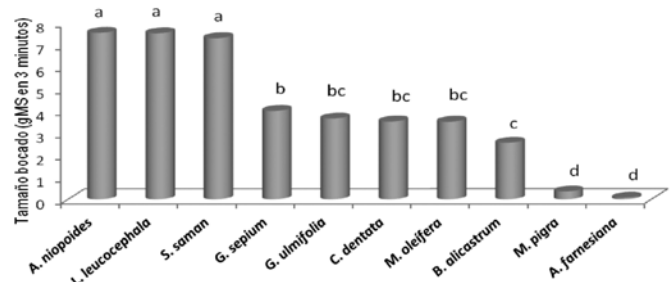


**Figura 3.** Tiempo efectivo de consumo de leñosas forrajeras  
Letras distintas indican diferencias significativas al 0,05.

### Tiempo efectivo de consumo como criterio de preferencia de leñosas

El tiempo efectivo de consumo mostró diferencias significativas con  $p < 0,0001$  y  $\alpha = 0,05$ . Para este criterio, el tamaño de las hojas, su succulencia y el contenido de nitrógeno podrían favorecer el consumo rápido, mientras que las espinas, el FDA, FDN y TC podrían limitarlo como mecanismos de defensa de las plantas contra la herbivoría; de nuevo, estos rasgos juegan un papel clave en las preferencias de los animales.

En la Figura 3 se detallan los tiempos efectivos dedicados al consumo de forraje. De nuevo, las mismas especies aparecen con los valores más altos: *S. saman* 1,40 min, *L. leucocephala* 1,01 min y *A. niopoides* 0,94 min de la duración de la prueba. *M. pigra* y *A. farnesiana* mostraron los tiempos de consumo más bajos (0,05+0,03 min y 0,01+0,01 min, respectivamente). O sea que las tendencias en las preferencias de consumo y tiempo de consumo se mantienen.



**Figura 4.** Preferencia por tamaño de bocado de leñosas forrajeras

Letras distintas indican diferencias significativas al 0,05.

### Tamaño de bocado como criterio de preferencia de leñosas

El tamaño de bocados (gMS) observados mostraron diferencias significativas ( $p < 0,0001$  y  $\alpha = 0,05$ ) y corroboraron la tendencia en cuanto a las preferencias por las tres mismas especies (Figura 4). De acuerdo con Van Soest (1994) y Lloyd *et al.* (2010), el ganado prefiere las porciones de forraje más gustosas de las plantas leñosas (hojas). De entre las especies evaluadas, *S. saman*, *L. leucocephala* y *A. niopoides* tienen hojas con altos contenidos de nutrientes, especialmente nitrógeno y fósforo y, en consecuencia, muy palatables. El forraje menos preferido fue el que tiene altos contenidos de fibra (MS, FDN y FDA).

La distribución de las hojas en las ramas y la presencia de espinas también pueden limitar o favorecer la toma de un mayor número de hojas por bocado (Lyons *et al.* 2001a; Pérez 2011). Sin embargo, el tamaño de bocado también puede relacionarse con el área foliar específica. En este sentido, se puede afirmar que los rasgos físicos como la forma y tamaño de la hoja, la presencia de espinas, el contenido de MS, el grosor y dureza de la hoja, junto con rasgos químicos como N, FDN, FDA, cenizas, Ca, P, FC, DIVMS y TC son muy útiles para clasificar y entender los hábitos y comportamientos forrajeros en ambientes secos.

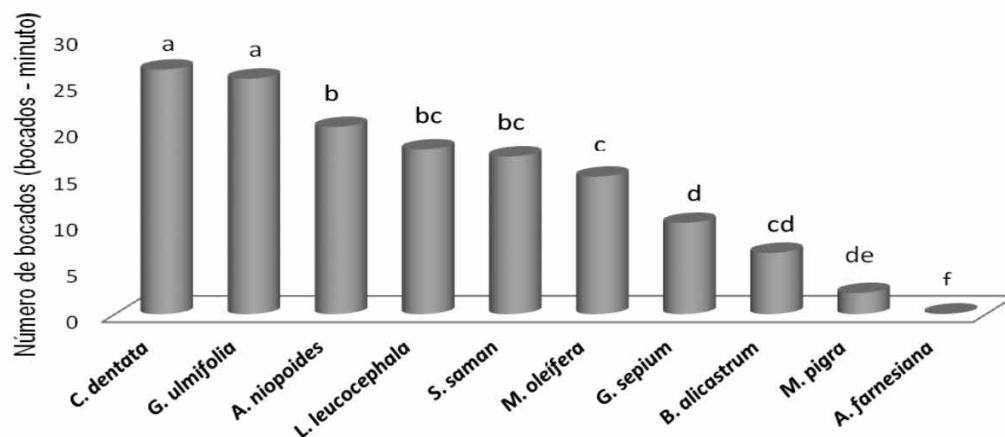
Powers y Tiffin (2009, 2010) consideran que el contenido de nitrógeno en hojas de especies leguminosas y no leguminosas difiere significativamente, ya que las leguminosas son funcionalmente diferentes a otras especies

de árboles. Los autores afirman que las leguminosas con hojas compuestas también difieren de otras especies frondosas; por lo tanto, el tipo de hoja no explica estos patrones. En este sentido, una clasificación de plantas de tipo funcional basada en rasgos de hábito y forma de la hoja puede tener poca utilidad en el bosque seco tropical (Powers y Tiffin 2010).

### Bocados por minuto como criterio de preferencia de leñosas

Los bocados por minuto, con diferencias significativas de  $p < 0,0001$  y  $\alpha = 0,05$ , aportaron información importante para determinar las preferencias de los bovinos por las leñosas forrajeras. Con esta variable se evidenció un cambio en la tendencia y orden de preferencia de las leñosas (Figura 5): *C. dentata*, *G. ulmifolia* y *A. niopoides*, seguidas por *L. leucocephala* y *S. saman*. Este cambio podría deberse a que las hojas de *G. ulmifolia* y *C. dentata* presentan una mayor distribución espacial en las ramas y, en consecuencia, los bovinos necesitan de más tiempo y un mayor número de mordidas para llenar su cavidad bucal. Las especies con hojas bipinadas e imparipinadas, como *A. niopoides*, *L. leucocephala* y *S. saman*, concentran sus hojas en las puntas de las ramas, lo que facilita una mordida de mayor tamaño y un menor número de mordidas o bocados.

Es de suponer, entonces, que *G. ulmifolia* y *C. dentata* podrían tener buena aceptación y preferencia entre los bovinos; sin embargo, el bajo consumo de estas especies indica que los bovinos tuvieron dificultad para obtener mayor cantidad de forraje en cada mordida y necesitan



**Figura 5.** Número promedio de bocados de forraje por minuto. Letras distintas indican diferencias significativas al 0,05.

de más tiempo y velocidad de consumo para obtener cantidades adecuadas de forraje (Dicko y Sikena 1992, Lyons *et al.* 2001a, Pérez 2011) y compensar parcialmente la reducción del tamaño de bocado.

## EN CONCLUSIÓN

De diez especies forrajeras leñosas evaluadas, *S. saman*, *L. leucocephala*, *A. niopoides* y *M. oleifera* fueron las preferidas por los bovinos como fuente de alimento. Estas especies representan las mejores opciones para el diseño de sistemas silvopastoriles en el trópico seco centroamericano.

## BIBLIOGRAFÍA

- Balzarini, M; Gonzalez, G; Tablada, E; Casanoves, F; Di Rienzo, J; Robledo, C. 2010. InfoStat: manual del usuario. Córdoba, Argentina, Universidad Nacional de Córdoba, Grupo InfoStat. 334 p.
- Dicko, MS; Sikena, LK. 1992. Feeding behaviour, quantitative and qualitative intake of browse by domestic ruminants. Legume trees and other fodder trees as protein sources for livestock. Rome, Italy, FAO Animal Production and Health Paper. p. 129-144.
- Ineter (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2010. Zonificación de la III y IV región (en línea). Informe de campo. Managua, Nicaragua. Consultado el 12 agosto del 2010. Disponible en [http://www.inifom.gob.ni/docs/caracterizaciones/Matiguás .pdf](http://www.inifom.gob.ni/docs/caracterizaciones/Matiguás.pdf)
- Lyons, RK; Machen, RV. 2000. Interpreting grazing behavior (en línea). AgriLIFE Extensión L-5385(10):6. Consultado 12 agosto del 2010. Disponible en [http://repository.tamu.edu/bitstream/handle/1969.1/86955/pdf\\_1317.pdf?sequence=1](http://repository.tamu.edu/bitstream/handle/1969.1/86955/pdf_1317.pdf?sequence=1)
- Lyons, RK; Machen, R; Forbes, TDA. 2001a. Entendiendo el consumo de forraje de los animales en pastizales. Cooperativa de Texas "Extensión" E-100s(6):6.
- Lyons, RK; Machen, R; Forbes, TDA. 2001b. ¿Por qué cambia la calidad del forraje de los pastizales? AgriLIFE Extensión E-99s(7-01): 6.
- Lloyd, KM; Pollock, ML; Mason, NWH; Lee, WG. 2010. Leaf trait-palatability relationships differ between ungulate species: evidence from cafeteria experiments using naïve tussock grasses. *New Zealand Journal of Ecology* 34(2):219-226.
- Pérez, N. 2011. Rasgos funcionales nutricionales de especies leñosas en sistemas silvopastoriles y su contribución a la sostenibilidad de la ganadería bovina en la época seca en el departamento de Rivas, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 126 p.
- Pinto, R; Hernández, D; Gómez, H; Cobos, MA; Quiroga, R; Pezo, D. 2010. Árboles forrajeros de tres regiones ganaderas de Chiapas, México: usos y características nutricionales. *Universidad y Ciencia* 26(1):19-31.
- Powers, JS; Tiffin, PL. 2009. OOS 17-8: Is leaf habit or phylogenetic history a better predictor of variation in plant functional traits and foliar nutrients in 87 tree species from a tropical dry forest? Esa annual meeting. University of Minnesota. p. 1.
- Powers, JS; Tiffin, P. 2010. Plant functional type classifications in tropical dry forests in Costa Rica: leaf habit versus taxonomic approaches. *Functional Ecology* 24(4):927-936. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2435.2010.01701.x>
- Sandoval-Castro, CA; Lizarraga-Sanchez, HL; Solorío-Sánchez, FJ. 2005. Assessment of tree fodder preference by cattle using chemical composition, in vitro gas production and in situ degradability. *Animal Feed Science and Technology* 123-124 (Part 1): 277-289. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/B6T42-4G9Y4P2-1/2/e01c2e931cc0185c57e06ce54b9d5312>
- Van Soest, PJ. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2 ed. Cornell Univ Press. 701 p.
- Velázquez, R. 2005. Selectividad animal de forrajes herbáceos y leñosos en pasturas naturalizadas en función de épocas, manejo y condición de paisaje en Muy Muy, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 77 p.
- Wright, IJ; Westoby, M. 1999. Differences in seedling growth behaviour among species: trait correlations across species, and trait shifts along nutrient compared to rainfall gradients (en línea). *Journal of Ecology* 87(1):85-97. Consultado 13 de noviembre del 2010. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2745.1999.00330.x>