

PREFERENCIA DE ÁRBOLES FORRAJEROS POR CABRAS EN LA ZONA BAJA DE LOS ANDES VENEZOLANOS.

Goats Preference of Fodder Tree in the Venezuelan Andes Low Zone.

Danny Eugenio García¹, María Gabriela Medina¹, Tyrone Clavero², Johny Humbría³,
Alfredo Baldizán⁴ y Carlos Domínguez⁴

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), estado Trujillo, Venezuela. E-mail: dannyg@inia.gob.ve.

²Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia (LUZ), estado Zulia, Venezuela. ³Núcleo Universitario "Rafael Rangel", Universidad de los Andes (ULA), estado Trujillo, Venezuela. E-mail: dagamar8@hotmail.com.

⁴Universidad Nacional Experimental "Rómulo Gallegos" (UNERG), San Juan de Los Morros, estado Guárico, Venezuela.

RESUMEN

Con el objetivo de conocer la preferencia de cabras por doce especies forrajeras (*Chlorophora tinctoria*, *Morus alba*, *Pithecellobium pedicellare*, *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia*, *Cordia alba*, *Trichantera gigantea*, *Tithonia diversifolia*, *Leucaena leucocephala*, *Moringa oleifera*, *Azadirachta indica* y *Samanea saman*) se efectuó una prueba de cafetería a través de mediciones del consumo de follaje mediante un diseño experimental cuadrado latino con periodo de evaluación de doce días en el estado Trujillo, Venezuela. Cada especie se analizó en términos de su composición química (PC, FDN, FDA, lignina, celulosa, hemicelulosa, Calcio, Fósforo, ceniza, presencia de metabolitos secundarios y niveles de fenoles totales, taninos condensados e inhibidores de tripsina). La especie más preferida fue *C. tinctoria* (0,334 kg MS). Le siguieron *M. alba* (0,271 kg MS) y *P. pedicellare* (0,255 kg MS) las cuales fueron estadísticamente diferentes ($P < 0,05$) a las medianamente consumidas: *G. sepium* (0,183 kg MS), *G. ulmifolia* (0,164 kg MS), *C. alba* (0,157 kg MS), *T. gigantea* (0,156 kg MS) y *T. diversifolia* (0,141 kg MS), estas difirieron de: *L. leucocephala* (0,079 kg MS) y *M. oleifera* (0,067 kg MS). El consumo más bajo se observó con *A. indica* (0,025 kg MS) y *S. saman* (0,022 kg MS). Durante el periodo experimental se observaron diferentes tendencias en el consumo de cada especie, las cuales podrían estar asociadas a la composición química de los forrajes, específicamente la presencia de metabolitos secundarios con posibles propiedades disuasivas. Los resultados destacan la importancia de realizar estudios de preferencia animal en la caracterización inicial de árboles y arbustos con potencial forrajero.

Palabras clave: Árboles, consumo, cabras, especies forrajeras.

ABSTRACT

In order to know the preference of twelve fodder species (*Chlorophora tinctoria*, *Morus alba*, *Pithecellobium pedicellare*, *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia*, *Cordia alba*, *Trichantera gigantea*, *Tithonia diversifolia*, *Leucaena leucocephala*, *Moringa oleifera*, *Azadirachta indica* and *Samanea saman*) a cafeteria trial was carried out in goats at Trujillo State, Venezuela. An experimental square latin design with evaluation period of twelve days was used. Measurements included forage intake for species which were chemically analyzed in terms of chemical composition (CP, NDF, ADF, lignin, cellulose, Calcium, Phosphorus, ash, secondary metabolites presences and total phenols, condensed tannins and tripsin inhibitors level). *C. tinctoria* (0.334 kg DM) showed the greatest preference, with significant differences ($P < 0.05$) in relation to the others. *M. alba* (0.271 kg DM) and *P. pedicellare* (0.255 kg DM) followed by *G. sepium* (0.183 kg DM), *G. ulmifolia* (0.164 kg DM), *C. alba* (0.157 kg DM), *T. gigantea* (0.156 kg DM) and *T. diversifolia* (0.141 kg DM). *L. leucocephala* (0.079 kg DM) and *M. oleifera* (0.067 kg DM) showed low preference. The lowest intake was observed with *A. indica* (0.025 kg DM) and *S. saman* (0.022 kg DM). During the experimental period different intake tendencies were observed in the which could be associated to the chemical composition of forages, specifically the presence of secondary metabolites with possible dissuasive properties. The results emphasize the importance of studies of animal preference in the initial characterization of trees and shrubs with fodder potential.

Key words: Trees, intake, goats, fodder species.

INTRODUCCIÓN

Las especies arbóreas y arbustivas poseen un gran potencial como fuente de alimento suplementario para pequeños

y grandes rumiantes debido a sus elevados niveles de proteína y adecuada proporción de componentes fibrosos y minerales. No obstante, se conoce poco sobre la preferencia, palatabilidad y valor nutritivo de numerosas forrajeras de amplia distribución en el trópico latinoamericano [1].

En los últimos años se han realizado muchos estudios sobre el consumo de leñosas por los animales herbívoros. Sin embargo se ha evidenciado que, algunos de los métodos utilizados para clasificar la preferencia de los forrajes no convencionales, en ocasiones presentan inconvenientes considerables, ya que son laboriosos, costosos y en muchos casos de elevada complejidad [20].

Considerando sus limitaciones prácticas, los métodos basados en mediciones asociados al consumo por parte de pequeños rumiantes en estabulación, resultan uno de los procedimientos más sencillos y viables en condiciones de bajos insumos [12].

En muchas ocasiones el orden de preferencia de los forrajes no se ha podido relacionar directamente con las particularidades químicas de cada fuente de alimento, debido a la carencia en las pruebas de evaluación, de determinaciones de metabolitos secundarios los cuales pueden afectar el consumo voluntario de los animales [11].

Por tales motivos, el objetivo del presente trabajo fue determinar la preferencia por cabras (*Capra hircus*) de doce especies con potencial forrajero en la Zona Baja del estado Trujillo y conocer la composición química de la biomasa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características de la zona

El experimento se desarrolló en la Estación Experimental y de Producción Agrícola "Rafael Rangel" de la Universidad de los Andes en el municipio Pampán, estado Trujillo, Venezuela, a 200 msnm. La precipitación promedio en el área es de 1200 mm, temperatura media de 27°C y humedad relativa de 76,8% [11].

Manejo de los animales

Se utilizaron doce cabras Criollas adultas de $36,3 \pm 4,4$ kg de peso vivo, no gestantes ni lactantes, las cuales se seleccionaron sobre la base de pesos y edades similares, sin antecedentes de consumo de las especies ofertadas. Antes de la evaluación, los animales se encontraban en condiciones de pastoreo semiextensivo en áreas de *Cynodon* spp. y *Digitaria* spp., únicamente suplementados con sal mineral. Cada animal fue desparasitado con Sulfóxido de Albendazol (0,12 g por animal) y se aplicó 5 ml de complejo vitamínico (Foscolvit®) 15 días antes de la fase experimental. Cada animal fue confinado en corrales individuales de 5 x 5 m con piso de cemento, protegidos del sol y de la lluvia, en los cuales se situaron los co-

mederos divididos en doce compartimentos donde se suministraron las hojas y los tallos tiernos de las arbóreas. Los animales fueron adaptados a la alimentación en confinamiento durante un periodo de quince días, después de los cuales se comenzó a ofertar las especies a estudiar. Durante la etapa de evaluación en las horas de consumo, los animales no tuvieron contacto visual entre sí.

Estrategia de alimentación

Durante el periodo de adaptación a las condiciones de estabulación, las cabras fueron alimentadas con pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) como dieta basal *ad libitum*. En el periodo experimental los animales se alimentaron con las especies de manera simultánea y a razón de 0,80 kg MS animal/día. Cada follaje se cosechó el mismo día de su utilización entre las 7:00 y 8:30 h. Estos fueron ofrecidos durante seis horas diariamente por la misma persona y en las horas siguientes a los animales solo se les ofreció pasto estrella y agua a voluntad.

Características de las especies

Las especies evaluadas fueron: *Clorophora tinctoria* (Mora), *Morus alba* (Morera), *Pithecellobium pedicellare* (Hueso de pescas), *Gliricidia sepium* (Rabo de ratón), *Guazuma ulmifolia* (Guácimo), *Cordia alba* (Caujaro), *Trichantera gigantea* (Naranjillo), *Tithonia diversifolia* (Tara), *Leucaena leucocephala* (Leucaena), *Moringa oleifera* (Moringa), *Azadirachta indica* (árbol del Nin) y *Samanea saman* (Samán). La recolección de la biomasa comestible se realizó a partir de parcelas individuales de cinco años de establecidas (5 x 10 m) pertenecientes al banco forrajero del módulo caprino de la Estación, las cuales contenían las doce especies a evaluar podadas cada 90 días a 0,5 m sobre el nivel del suelo. El follaje se colocó en cada espacio del comedero durante cada día de evaluación, de tal forma que ocuparan todos los lugares posibles.

Mediciones y métodos analíticos empleados

Diariamente se midió el consumo de cada especie, el cual se determinó mediante la diferencia entre la cantidad de forraje ofrecido y rechazado. Se tomaron 500 g del follaje ofrecido y rechazado para cuantificar el contenido de materia seca a través del secado en estufa (60°C por 48 h). Adicionalmente, 700 g de cada una se llevaron de forma inmediata al laboratorio y se secaron a temperatura ambiente en un local ventilado y oscuro durante cinco días. Posteriormente, las muestras fueron molidas hasta un tamaño de partícula de 1 mm y se almacenaron en frascos herméticos hasta la realización de los análisis de laboratorio. Se determinaron los contenidos de proteína cruda (PC), calcio (Ca), fósforo (P) y ceniza mediante las metodologías propuestas por la AOAC [3]. La fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácida (FDA), lignina ácido detergente (LAD), celulosa (Cel) y hemicelulosa (Hcel) se cuantificaron según los protocolos descritos por Van Soest y col. [25].

Se evaluó la presencia de alcaloides (Alc), cumarinas (Cum), terpenoides (Terp), saponinas (Sap) y compuestos amargos (C. amg). La detección de cada grupo de metabolitos se realizó mediante el tamizaje fitoquímico según los ensayos cualitativos [8].

La cuantificación de los fenoles totales (FT) se realizó mediante el empleo del reactivo de Folin-Ciocalteu [15], los taninos condensados (TC) mediante el método de nButanol/HCl/Fe³⁺ [19] y los Inhibidores de tripsina empleando análisis de actividad enzimática con patrón sintético [3]. Los porcentajes de inhibición de la tripsina (Inh) se calcularon a partir de las deducciones propuestas por Kakade y col. [13].

Análisis de información

Se evaluaron doce especies, las cuales constituyeron los tratamientos. En las evaluaciones de calidad de los forrajes se utilizó un diseño completamente aleatorizado con cinco réplicas/especie. Para la prueba de aceptabilidad se empleó un diseño de cuadrado latino y todos los resultados se sometieron a un análisis de varianza mediante el procedimiento GLM (General Lineal Model) del paquete estadístico SAS [21]. Los promedios de cada variable se evaluaron usando la prueba de Tukey a P<0,05.

El modelo estadístico empleado en la prueba de cafetería fue:

$$Y_{ijk} = M + F_i + C_j + T_k + E_{ijk}$$

donde:

Y_{ijk} = Variable aleatoria

M = Media general

F_i = Efecto de fila (día)

C_j = Efecto de columna (posición de la especie)

T_k = Efecto del tratamiento (especies) n=12

E_{ijk} = Efecto de la variación residual

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la TABLA I se presenta la composición química de las especies utilizadas en la prueba de preferencia, entre las que hubo diferencias significativas en los niveles de todas las variables determinadas. Las especies exhibieron contenidos de PC superiores al 17% y fracción fibrosa relativamente baja, si se tiene en cuenta los resultados informados en otras especies ampliamente diseminadas en el trópico que sirven como alimento a los pequeños rumiantes en condiciones semiextensivas de pastoreo [3,9,11].

Aunque los niveles de minerales se diferenciaron entre las especies (P<0,05), se observó el mayor contenido de ceniza en *T. gigantea*, aspecto que ha sido señalado en numerosas investigaciones en las cuales se ha evaluado la composición de macroelementos en las hojas de esta planta, la cual es

capaz de almacenar elevadas proporciones de sales inorgánicas en su región aérea [5]. Aunque los contenidos de calcio y fósforo de las arbóreas, en algunos casos, no cubren los requerimientos para la producción del ganado caprino a pastoreo; las concentraciones son similares a las reportadas para la biomasa de numerosos árboles forrajeros en Venezuela [4].

Independientemente de las diferencias numéricas encontradas en los contenidos de PC, fracción fibrosa y cenizas, todos los forrajes ofertados a las cabras se pueden considerar buenas opciones en la suplementación de estos animales.

Las diferencias estadísticas en los componentes químicos evaluados, quizás se encuentren relacionadas con las particularidades del metabolismo de cada especie [18], ya que todas presentaban la misma edad, fenología y se encontraban sometidas al mismo manejo agronómico.

Al analizar los niveles de los metabolitos secundarios, y su rango de variabilidad interespecífica, las concentraciones de FT coinciden con las informadas para un numeroso grupo de arbóreas de amplia distribución en el trópico americano, las cuales han sido caracterizadas mediante el mismo procedimiento de cuantificación [24]. Sin embargo, los resultados obtenidos son difíciles de compararlos con los reportados por otros autores, ya que al determinar estos compuestos mediante otros métodos analíticos se obtienen resultados muy variables [11,15,19].

En ese sentido, los contenidos de FT y TC se consideran intermedios y no superan, en la mayoría de los casos, los límites críticos (FT: 4,1%; TC: 6,0%) en los cuales ocasionan daños al buen funcionamiento digestivo de los rumiantes [15].

Desde el punto de vista nutricional, la cuantificación de compuestos secundarios con potencial antinutricional y/o tóxico tiene gran relevancia en las pruebas de aceptabilidad, ya que cuando éstos se encuentran en elevadas concentraciones afectan el metabolismo digestivo de los rumiantes y los animales tienden a disminuir el consumo de la fuente que los contiene para evitar así los efectos negativos que provocan [1].

Por otra parte, la concentración de TC en todas las especies se encuentra en el rango en que estos metabolitos causan efectos beneficiosos en la nutrición de los rumiantes, proporcionando así una importante cantidad de nitrógeno a las partes bajas del tracto gastrointestinal [15].

Sin embargo, muchas investigaciones sugieren que la determinación de TC mediante el desarrollo de color con nButanol en medio ácido (procedimiento clásico) no refleja biológicamente el posible efecto detrimental de los taninos en la nutrición, ya que se han encontrado correlaciones muy débiles entre los contenidos de polifenoles condensados cuantificados por esta metodología y parámetros tales como degradabilidad ruminal, digestibilidad y producción de gas *in vitro* [15]. Estas inconsistencias en las pruebas de nutrición con taninos podrían deberse a que la toxicidad del polifenol también depende de su peso molecular, estructura y configuración espacial [10].

TABLA I
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS FOLLAJE OFERTADOS EN LA PRUEBA DE PREFERENCIA CON CABRAS/
 CHEMICAL COMPOSITION OF OFFERED FORAGES IN THE PREFERENCE TEST WITH GOATS.

Especie	Indicador (% BS)								
	PC	FDN	FDA	Cel	LAD	Hcel	Ca	P	Ceniza
<i>C. tinctoria</i>	20,11 ^a	40,35 ^b	32,87 ^b	7,10 ^b	16,20 ^a	7,48 ^d	2,02 ^{bc}	0,10 ^c	9,21 ^c
<i>M. alba</i>	21,14 ^a	37,71 ^b	27,45 ^c	11,80 ^a	7,06 ^c	10,26 ^b	3,12 ^a	0,16 ^b	11,02 ^b
<i>P. pedicellare</i>	19,98 ^b	48,63 ^a	35,14 ^a	5,28 ^c	12,40 ^b	13,49 ^{ab}	1,93 ^c	0,20 ^a	8,20 ^c
<i>G. sepium</i>	19,45 ^b	42,40 ^b	27,98 ^c	9,33 ^{ab}	12,72 ^b	14,42 ^{ab}	1,45 ^c	0,18 ^{ab}	7,94 ^c
<i>G. ulmifolia</i>	18,22 ^b	38,90 ^b	31,52 ^b	10,00 ^a	10,27 ^c	7,38 ^d	2,70 ^b	0,12 ^c	9,00 ^c
<i>C. alba</i>	18,71 ^b	40,78 ^b	29,54 ^{bc}	5,15 ^c	12,02 ^b	11,24 ^b	2,22 ^b	0,15 ^b	8,91 ^c
<i>T. gigantea</i>	17,43 ^c	40,82 ^b	31,71 ^b	9,51 ^{ab}	6,90 ^c	9,11 ^c	3,23 ^a	0,18 ^{ab}	18,20 ^a
<i>T. diversifolia</i>	18,01 ^b	45,34 ^{ab}	29,21 ^{bc}	8,80 ^{ab}	7,94 ^c	16,13 ^a	2,80 ^b	0,11 ^c	7,77 ^c
<i>L. leucocephala</i>	19,18 ^{ab}	43,72 ^b	34,37 ^a	7,82 ^b	15,14 ^a	9,35 ^c	2,06 ^{bc}	0,12 ^c	7,25 ^c
<i>M. oleifera</i>	20,42 ^a	37,31 ^b	22,23 ^d	11,30 ^a	8,73 ^c	15,08 ^a	3,00 ^a	0,21 ^a	6,49 ^c
<i>A. indica</i>	17,21 ^{bc}	49,34 ^a	33,32 ^{ab}	5,11 ^c	14,30 ^a	16,02 ^a	2,58 ^b	0,10 ^c	6,79 ^c
<i>S. saman</i>	17,02 ^c	45,86 ^{ab}	37,21 ^a	6,83 ^c	15,93 ^a	8,65 ^c	2,23 ^b	0,09 ^c	7,73 ^c
EEM±	1,4*	4,6*	1,9*	3,2	2,2*	2,5*	0,4*	0,03*	3,1*

(a,b,c,d) Medias con superíndices desiguales, en una misma columna, difieren estadísticamente mediante la dócima de SNK a P<0,05*.

MS: materia seca PC: proteína cruda FDN: fibra detergente neutro FDA: fibra detergente ácida P: fósforo EEM±: Error estándar de la media.

Con relación a los porcentajes de inhibición de la tripsina los valores oscilaron entre 18,43 en *M. oleifera* y 48,32% en *S. saman*, esto indica la presencia de proteínas o péptidos de origen no inmune que pudieran imposibilitar la hidrólisis y degradación efectiva de las macromoléculas proteicas de la dieta.

Aunque, en sentido general, las proporciones son bajas si se comparan con los inhibidores presentes en las semillas de numerosas leguminosas y oleaginosas, estos resultados se deben tener en cuenta al evaluar el potencial nutritivo de estas especies para su uso como forraje en animales monogástricos [23].

De los compuestos secundarios investigados mediante la utilización de las pruebas cualitativas se detectaron todos los grupos, en dependencia de la especie evaluada. En sentido general, estos metabolitos presentan una acentuada actividad biológica por su acción negativa sobre el sistema digestivo de los rumiantes. No obstante, algunos de ellos, como los polifenoles y algunas Sap, pueden ocasionar beneficios apreciables a la salud animal, en relación al tipo de compuesto y la concentración en la biomasa [10].

Por otra parte, se observó la presencia de Alc, Cum, Terp, Sap y C. amg los cuales clásicamente ocasionan trastornos nutricionales, pérdida de peso, anemia y gastroenteritis cuando sus concentraciones en la biomasa son apreciables o se utilizan en proporciones elevadas en la dieta, es un aspecto negativo a considerar [4,11].

Los C. amg se detectaron cuantiosamente sólo en los forrajes que presentaron elevada cantidad de Sap y Terp (*T. diversifolia*, *A. indica* y *S. saman*), ya que el sabor amargo se

encuentra estrechamente relacionado con la presencia de estos metabolitos [17]. Estos resultados, desde el punto de vista integral, describen la baja calidad organoléptica de la biomasa de dichas especies para la alimentación de los animales.

La presencia de Alc se detectó en muchas de las especies evaluadas, a excepción de *M. oleifera*, *G. ulmifolia* y *C. alba*, resultados que apoyan la hipótesis de que los compuestos alcaloidales se encuentran presentes en gran parte de las especies tropicales. Estos metabolitos nitrogenados forman constituyen compuestos secundarios típicos de las dicotiledóneas y se han realizado numerosos estudios químicos-nutricionales a partir de las leguminosas forrajeras del género *Erythrina* que demuestran su toxicidad en rumiantes y monogástricos [22,23].

En la FIG. 1 se muestra la preferencia absoluta, mostrada en la prueba de cafetería con cabras, durante el periodo en que fueron ofrecidos los forrajes.

El mayor consumo realizado por las cabras fue de 0,334 ± 0,03 kg MS (*C. tinctoria*). En ese orden se observaron consumos similares para la *morera* y *P. pedicellare* el cual fue de 0,262 ± 0,02 kg MS. Este último valor fue estadísticamente diferentes (P<0,05) al consumo de la mayoría de los forrajes evaluados (0,160 ± 0,07 kg MS) que agrupó a *G. sepium*, *G. ulmifolia*, *C. alba*, *T. gigantea* y *T. diversifolia*. En ese orden, el consumo de *L. leucocephala* y *A. indica* no presentó diferencias entre sí con un valor medio de 0,073 ± 0,02 kg MS. El consumo más bajo fue de 0,023 ± 0,01 kg MS para el caso de *A. indica* y *S. saman*.

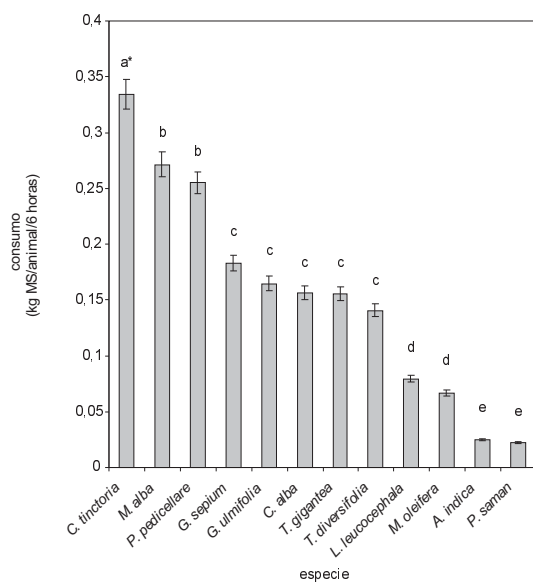


FIGURA 1. CONSUMO ABSOLUTO DE ESPECIES FORRAJERAS REALIZADO POR CABRAS DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL/ ABSOLUTE INTAKE OF FODDER SPECIES REALIZED BY GOATS DURING THE EXPERIMENTAL PERIOD.

Las causas del bajo consumo del grupo final pudieran deberse a diversos factores, tales como la morfología de las hojas y/o el olor penetrante de la moringa y el árbol del Nin [16]. Sin embargo, esta menor preferencia no implica necesariamente que sean menos importantes ya que pueden ser útiles durante el periodo de menor disponibilidad de forraje, cuando el resto de las especies mejor consumidas se encuentren con poca disponibilidad de biomasa o cuando su distribución geográfica sea limitada en determinadas áreas.

La literatura señala que las pruebas de cafetería son la mejor vía para estimar la preferencia relativa de un alimento, ya que el ofrecimiento simultáneo de forrajeras con diferentes características en su composición química y organoléptica, refleja una competencia entre ellas. Sin embargo, es necesario considerar que la palatabilidad o preferencia de los forrajes es un fenómeno extremadamente complejo, el cual está determinado no solo por la presencia de metabolitos secundarios con potencial tóxico, los cuales son detectados por los animales, sino también, por las características etológicas, el tipo y la categoría del animal, sus hábitos alimentarios, la disponibilidad de material voluminoso y la época del año y de factores tales como la disposición de las ramas, la presencia de defensas físicas, la rugosidad y la pubescencia de las hojas [2].

Considerando la dinámica del consumo durante la etapa experimental la FIG. 2 muestra las particularidades encontradas para cada grupo de especies.

Se observaron cuatro tendencias definidas. En las especies *G. sepium*, *G. ulmifolia*, *C. alba*, *T. gigantea* y *M. oleifera* se observó un aumento del consumo entre el tercer y quinto día. En *P. pedicellare*, *T. diversifolia* y *L. leucocephala* el con-

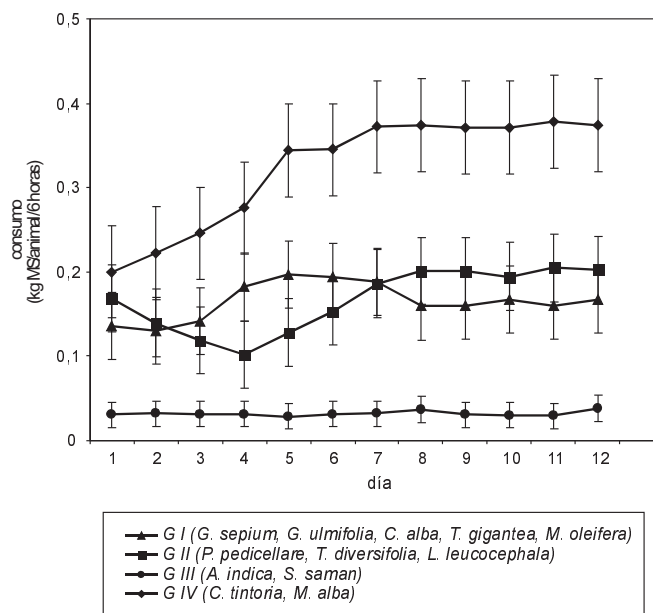


FIGURA 2. DINÁMICA DEL CONSUMO DE ESPECIES FORRAJERAS DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL/ INTAKE DYNAMIC OF FODDER SPECIES DURING THE EXPERIMENTAL PERIOD.

sumo disminuyó hasta la cuarta medición. Un tercer grupo estuvo formado por las especies que fueron poco consumidas (*A. indica* y *S. saman*), las cuales no presentaron variaciones sustanciales del consumo durante todo el periodo experimental. Por su parte, el consumo de las integrantes de la familia *Moraceae* (*C. tinctoria* y *M. alba*) aumentó sostenidamente entre el primer y quinto día.

Teniendo en cuenta estos resultados, las variaciones en cada caso podrían estar asociadas a la repercusión fisiológica que pudieron ocasionar los componentes de cada dieta [5, 7, 14]. Las especies que presentaron una tendencia parabólica del consumo en el tiempo, quizás se debió a que después de los primeros días en contacto con el alimento, los animales comenzaron a rechazarlas por algún factor inhibitorio del consumo; caso contrario sucedió con *P. pedicellare*, *T. diversifolia* y *L. leucocephala*, las cuales después de una etapa inicial de bajos consumos, éstos aumentaron sustancialmente. En este caso, los animales pudieron haberse adaptado fisiológicamente a consumir dichos forrajes [22].

Al respecto, algunos estudios han determinado que los rumiantes se encuentran provistos de defensas fisiológicas, tales como la secreción bucal de proteínas con elevadas proporciones de prolina e hidroxiprolina, la adaptación de las bacterias ruminales para degradar compuestos nitrogenados no proteicos en condiciones de estrés, la conjugación de compuestos tóxicos con azufre endógeno y la hidrólisis ácida de los glucósidos saponínicos mediante bacterias especializadas, como mecanismos para contrarrestar la presencia de algunos metabolitos, tales como los fenoles, taninos, cianógenos, saponinas y alcaloides [10].

TABLA II
METABOLITOS SECUNDARIOS EN EL FOLLAJE DE ÁRBOLES FORRAJEROS UTILIZADOS EN EL ENSAYO DE CAFETERÍA CON CABRAS/ SECONDARY METABOLITES IN THE FODDER TREE FOLIAGES S UTILIZED IN THE CAFETERIA TEST WITH GOATS.

Especie	Metabolitos secundarios							
	FT ¹ (%BS)	TC ² (%BS)	Inh (%)	Alc	Cum	Terp	Sap	C. amg
<i>C. tinctoria</i>	1,43 ^d	0,70 ^c	25,30 ^c	++	+	+	-	-
<i>M. alba</i>	2,21 ^c	nd	36,82 ^b	++	++	+	-	-
<i>P. pedicellare</i>	4,35 ^a	2,68 ^a	26,43 ^c	+	-	+	-	-
<i>G. sepium</i>	2,01 ^c	0,45 ^d	19,73 ^d	+	+++	++	-	-
<i>G. ulmifolia</i>	1,73 ^d	0,09 ^e	36,23 ^b	-	-	+	-	-
<i>C. alba</i>	3,32 ^b	nd	28,64 ^c	-	-	+	-	-
<i>T. gigantea</i>	2,18 ^c	0,05 ^e	33,84 ^b	+	-	++	-	-
<i>T. diversifolia</i>	1,49 ^d	nd	39,65 ^a	+	+	+++	++	+++
<i>L. leucocephala</i>	4,32 ^a	1,95 ^a	42,20 ^a	+	-	+	-	-
<i>M. oleifera</i>	3,87 ^{ab}	1,02 ^b	18,43 ^d	-	-	++	++	+
<i>A. indica</i>	4,87 ^a	0,97 ^b	40,61 ^a	+	++	+++	++	+++
<i>S. saman</i>	4,23 ^a	0,34 ^d	48,32 ^a	+	-	+++	+++	++
EEM±	1,01*	0,30*	9,2*					

(a,b,c,d,e) Medias con superíndices desiguales, en una misma columna, difieren estadísticamente mediante la dócima de SNK a P<0,05* nd: no detectado. ¹como equivalente de ácido tánico (MERCK), ²como equivalente de leucocianidina. -ausencia/+ presencia leve/++ presencia moderada/+++ presencia cuantiosa. /B: Contenido bajo/M: Contenido moderado. FT: fenoles totales, TC: taninos condensados, Inh: porcentajes de inhibición de la tripsina, Alc: alcaloides, Cum: cumarinas, Terp: terpenos, Sap: saponinas, C. amargos: compuestos amargos EEM±: Error estándar de la media.

En el caso del tercer grupo, que incluyó al árbol del Nin y al Samán, las especies fueron muy poco consumidas, quizás porque los animales durante la etapa de evaluación no se pudieron adaptar a consumir determinados compuestos presentes en la biomasa, que en otras investigaciones realizadas con dichos forrajes se han informado [6].

Teniendo en cuenta que *M. alba* y *C. tinctoria* fueron las especies mayormente consumidas, y que su consumo se incrementó en la primera parte de la evaluación, resalta la factibilidad de estos forrajes en la alimentación de las cabras.

Asimismo, se observaron diferencias acentuadas en la palatabilidad absoluta entre los forrajes leguminosos evaluados. Esto pudiera sugerir que existen características singulares que las hacen muy diferentes desde el punto de vista nutricional, y enfatiza la necesidad de utilizar en la dietas de los rumiantes plantas de otras familias botánicas que también presenten aceptable valor nutritivo y palatabilidad. Por ello, la rápida identificación de ramones preferidos por los animales podría incrementar la adopción de éstos en los sistemas agropecuarios donde los árboles y arbustos constituyan la fuente suplementaria primordial de proteínas.

Considerando los resultados desde el punto de vista integral, éstos demuestran la importancia de involucrar al componente animal en las evaluaciones iniciales de árboles y ar-

bustos tropicales con elevadas potencialidades para ser integrados a las prácticas agroforestales en el trópico.

CONCLUSIONES

En la prueba de cafetería realizada con cabras la especie más consumida fue la Mora (*C. tinctoria*), seguida por *M. alba* y *P. pedicellare*; mientras que *G. sepium*, *G. ulmifolia*, *C. alba*, *T. gigantea* y *T. diversifolia* fueron medianamente apetecidas. El consumo de *L. leucocephala* y *M. oleifera* fue bajo y las forrajeras menos consumidas fueron *A. indica* y *S. saman*.

Si bien, en términos generales, el orden de preferencia no presentó relación con la composición bromatológica, la presencia cuantiosa de polifenoles, terpenos, saponinas y compuestos amargos en los forrajes pudieron haber influido en la diferenciación en cuanto al consumo realizado por los animales.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su profundo agradecimiento a los trabajadores de la Estación Experimental y de Producción Agrícola "Rafael Rangel" perteneciente a la Universidad de los Andes del estado Trujillo, por su valioso apoyo para llevar a cabo esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AERTS, R.J.; BARRY, T.N.; MC NABB, W.C. Polyphenols and agriculture: beneficial effect of proanthocyanidins in forages. **Agri. Ecosyst. and Environm.** 75:1-12. 1999.
- [2] ARNOLD, G.W. Grazing behaviour. In: **Grazing animals. World Animal Science BI.** Morley, F.H.W. (Ed.) Elsevier Scientific Pub, New York. 79 pp. 1981.
- [3] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). Official methods of analysis. 15th Ed. Association of Official Agricultural Chemistry. Washington, D.C. USA. 500 pp. 1990.
- [4] BALDIZÁN, A. Producción de biomasa y nutrimentos de la vegetación del bosque seco tropical y su utilización por rumiantes a pastoreo en los Llanos Centrales de Venezuela. Universidad Central de Venezuela. Tesis de Doctorado. Caracas, Venezuela. 288 pp. 2003.
- [5] BEN SALEM, H.; NEFZAOU, A.; ABDOULI, H. Palatability of shrubs and fodder trees measured on sheep and dromedaries: Methodological approach. **Anim. Feed Sci. and Technol.** 46:143-147. 1994.
- [6] DE MARCANO, D; HASEGAWA, M. Terpenos. **Fitoquímica orgánica.** Universidad Central de Venezuela. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Caracas, Venezuela. 451 pp. 1991.
- [7] FAINT, M.A.; MCNEILL, D.M.; STEWART, J.L.; CASTILLOS, A.C.; ACASIO, R.N.; LYNCH, L.J. Palatability of *Leucaena* to ruminants. *Leucaena*-adaptation, quality and farming systems. Proceedings of a Workshop held in Hanoi, Vietnam. 22-26 mayo. IDRC. 215 pp. 1998.
- [8] GALINDO, W.; ROSALES, M.; MURGUEITIO, E.; LARRAHONDO, J. Sustancias antinutricionales en las hojas de árboles forrajeros. **Livest. Res. Rural Develop.** 1(1): 36-41. 1989.
- [9] GARCÍA, D.E. Evaluación de los principales factores que influyen en la composición fitoquímica de *Morus alba* (Linn.). EEPF "Indio Hatuey", Cuba. Tesis de Maestría. 97pp. 2003.
- [10] GARCÍA, D.E. Principales factores antinutricionales de las leguminosas forrajeras y sus formas de cuantificación. **Past y Forr.** 27(2):101-111. 2004.
- [11] GARCÍA, D.E; MEDINA, M.G. Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros. **Zoot. Trop.** 24(3):233-250. 2006.
- [12] KAITHO, R.J. Nutritive value of browses as protein supplement to poor quality roughages. Department of Animal Nutrition. Wageningen Agricultural University. Wageningen, The Netherlands. Thesis Ph.D. 190 pp. 1997.
- [13] KAKADE, M.L.; RACKIS, J.J.; MCGEE, J.E.; PUSKI, G. Determination of Trypsin inhibitory activity of soy products: a collaborative analysis of an improved procedure. **Cereal Chem.** 51:376-382. 1974.
- [14] LARBI, A.; OSAKWE, I.; LAMBOURNE, J.W. Variation in relative palatability to sheep among *Gliricidia sepium* provenances. **Agrofor. Syst.** 22:221-226. 1993.
- [15] MAKKAR, H.P.S. Quantification of tannins in tree and shrub foliage. Klumer Academic Publishers. Netherlands. A laboratory manual. 102 pp. 2003.
- [16] MARTEN, G.C. The animal complex in forage palatability phenomena. **J. Anim. Sci.** 46:1470-1475. 1978.
- [17] PERSONIOUS, T.L.; NWAMBOLT, C.L.; STEPHENS, J.R.; KEISER, R.C. Crude terpenoid influence on mule deer preference for sagebrush. **J. Range Manage.** 40 (1):84-89. 1987.
- [18] PINEDA, M. Resúmenes de Fisiología vegetal. Servicios de publicaciones de la Universidad de Córdoba, Córdoba, España. 204 pp. 2004.
- [19] PORTER, L.J.; HRSTICH, L.N.; CHAN, B.G. The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin. **Phytochem.** 25:223-230. 1986.
- [20] RUTAGWENDA, T.; LECHNER, D.M.; SCHWARTZ, H.J.; SCHULTKA, W.; VON ENGELHARDT, W. Dietary preference and degradability of forage on a semiarid thorn bush savannah by indigenous ruminants, camels and donkeys. **Anim. Feed Sci. and Technol.** 31: 179-183. 1990.
- [21] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE (SAS). User's guide. 4th Ed. North Carolina, USA. 470 pp. 1994.
- [22] SOTELO, A; CONTRERA, E.; FLORES, S. Nutritional value and content of antinutritional compounds and toxics in ten wild legumes of Yucatan Peninsula. **Plant Food.** 47:115-123. 1995.
- [23] SOTELO, A.; MIGLIARO, P.; TOLEDO, A.; CONTRERAS, J. Chemical composition, digestibility and antinutritional factors content of two wild legumes: *Styphonolobium burseroides* and *Acacia bilimekii*. **Plant Foods for Huma. Nutri.** 54: 59-65. 1999.
- [24] VALERIO, S. Contenido de taninos y digestibilidad *in vitro* de algunos forrajes tropicales. **Agrofor en las Amé.** 1(1):10-13. 1994.
- [25] VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.; LEWIS, B. Carbohydrate, methodology, metabolism and nutritional implications in dairy cattle, methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **J. Dairy Sci.** 74:3583-3597. 1991.