

Preferencia de vacunos por el follaje de doce especies con potencial para sistemas agrosilvopastoriles en el Estado Trujillo, Venezuela

Preference of cattle for the foliage of twelve species with potential for agrosilvopastoral systems in the Trujillo State, Venezuela

D.E. García¹, María Gabriela Medina¹, L.J. Cova², A. Torres¹, Mildrey Soca³, P. Pizzani⁴, A. Baldizán⁴ y C.E. Domínguez⁴

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA),
Pampanito, Estado Trujillo, Venezuela
E-mail: dagamar8@hotmail.com

²Núcleo Universitario "Rafael Rangel", Universidad de Los Andes, Estado Trujillo, Venezuela

³Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba

⁴Universidad Nacional Experimental "Rómulo Gallegos", San Juan de los Morros,
Estado Guárico, Venezuela

Resumen

Con el objetivo de conocer la preferencia de bovinos jóvenes por doce especies forrajeras en el Estado Trujillo, Venezuela (*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 cuadrado latino con período de evaluación de 12 días. A los forrajes se les determinó la composición fitoquímica (PB, EB, FDN, fenoles, taninos condensados, taninos que precipitan proteínas y esteroides totales) y la degradabilidad ruminal *in situ* (DMS y DMO). Las especies más preferidas fueron: *P. pedicellare* (327,98 g MS), *L. leucocephala* (325,63 g MS), *M. alba* (293,37 g MS), *G. ulmifolia* (292,48 g MS), *C. tinctoria* (277,18 g MS) y *C. alba* (274,49 g MS). Los follajes de *G. sepium* (108,05 g MS), *T. diversifolia* (106,09 g MS), *M. oleifera* (76,28 g MS), *A. indica* (76,19 g MS) y *S. saman* (58,72 g MS) fueron medianamente consumidos. Sin embargo, la biomasa de *T. gigantea* (1,39 g MS) fue prácticamente rechazada. Durante el período experimental se observaron diferentes tendencias en el consumo de cada especie. No obstante, no se observó una relación significativa entre el consumo y la composición química, la concentración de metabolitos secundarios y la degradabilidad ruminal. Se concluye que es importante realizar ensayos de preferencia con animales para la selección de especies con potencial para sistemas silvopastoriles.

Palabras clave: Calidad, consumo, ganadería, metabolitos

Abstract

With the objective of knowing the preference of young cattle for twelve forage species of the Trujillo State, Venezuela (*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 test was performed through foliage intake measurements, by means of a Latin square design with a 12-day evaluation period. The chemical composition (CP, CE, NDF,

phenols, condensed tannins, protein precipitable tannins and total sterols) and the *in situ* ruminal degradability (DMD and OMD) of the forages were determined. The most preferred species were: *P. pedicellare* (327,98 g DM), *L. leucocephala* (325,63 g DM), *M. alba* (293,37 g DM), *G. ulmifolia* (292,48 g DM), *C. tinctoria* (277,18 g DM) and *C. alba* (274, 49 g DM). The foliages of *G. sepium* (108,05 g DM), *T. diversifolia* (106,09 g DM), *M. oleifera* (76,28 g DM), *A. indica* (76,19 g DM) and *S. saman* (58,72 g DM) were moderately consumed. However, the biomass of *T. gigantea* (1,39 g DM) was practically rejected. During the experimental period different trends were observed in the intake of each species. Nevertheless, no significant relationship was observed among the intake and chemical composition, the concentration of secondary metabolites and ruminal degradability. It is concluded that to carry out preference trials with animals for the selection of species with potential for silvopastoral systems is important.

Key words: Quality, intake, cattle production, metabolites

Introducción

El estado Trujillo se encuentra localizado en la zona occidental de Venezuela y abarca 740 000 hectáreas, de las cuales solamente 130 000 ha se utilizan en explotación con rumiantes. En la mayoría de los casos las áreas de pastoreo están constituidas por gramíneas nativas de baja calidad nutritiva, se encuentran mal manejadas y hay poca presencia de árboles y arbustos en los potreros; esta situación, conjuntamente con otros factores psicosociales y tecnológicos, ha generado un déficit de 60% en los rubros leche y carne en la última década (Torres, 2007).

En la mayoría de los sistemas de producción de rumiantes del Estado, la utilización del follaje de arbóreas como fuente de nutrimentos para el ganado es escasa, y en muchos casos la biomasa de los árboles y arbustos es aprovechada ocasionalmente por los animales en pastizales o en zonas de bosques secundarios, ya que la mayoría de los productores solamente reconocen el potencial de estas especies para la delimitación de linderos y/o como árboles que proporcionan sombra y madera.

Aun cuando existen numerosas especies vegetales de amplia distribución geográfica que son representativas de la Zona Baja Trujillana, el potencial nutritivo y la factibilidad de uso como forraje de la mayoría de ellas para bovinos no ha sido documentado en las condiciones del Pie de Monte Andino (García y Medina, 2006).

Por tales motivos, el objetivo del presente trabajo fue determinar la preferencia por vacunos jóvenes, en condiciones de estabulación, del

Introduction

The Trujillo State is located in the western area of Venezuela and comprises 740 000 hectares, of which only 130 000 ha are used in exploitation with ruminants. In most cases the grazing areas are constituted by low nutritive quality native grasses, are poorly managed and there is little presence of trees and shrubs in the paddocks; this situation, together with other psychosocial and technological factors, has generated a 60% deficit in the milk and meat productions in the last decade (Torres, 2007).

In most ruminant production systems of the State, the use of tree foliage as a source of nutrients for cattle is scarce, and in many cases the biomass of trees and shrubs is occasionally utilized by the animals in pasturelands or zones of secondary forests, because most producers only acknowledge the potential of these species for limiting borders and/or as shade and wood providers

Although there are many plant species of wide geographical distribution that are representative of the Low Trujillo Zone, the nutritive potential and use feasibility as forage of most of them has not been documented under the conditions of the Andean Foothills (García and Medina, 2006).

For such reasons, the objective of this work was to determine the preference by young cattle, under confinement conditions, of the foliage from twelve widely distributed species in the Trujillo state, Venezuela.

follaje de doce especies de amplia distribución en el estado Trujillo, Venezuela.

Materiales y Métodos

Ubicación del área experimental

El ensayo de preferencia se realizó en el área para suplementación de rumiantes de la Estación Experimental y de Producción Agrícola "Rafael Rangel" (EEPARR) perteneciente a la Universidad de Los Andes, en el sector La Catalina, Vega Grande, parroquia La Paz, municipio Pampán del Estado Trujillo, Venezuela. La EEPARR se encuentra situada entre los paralelos 09°35'00" y 09°37'19" de latitud Norte y entre los meridianos 70°27'00" y 70°31'39" de longitud Oeste, a una altitud entre 270 y 300 msnm.

Manejo zootécnico

Se utilizaron 12 vacunos jóvenes con predominio Carora (Holstein x Pardo Suizo x Cebú) de 157,43 ± 5,65 kg de peso vivo, los cuales se seleccionaron teniendo en cuenta la homogeneidad en cuanto a edad, condición corporal y grupo de manejo, sin antecedentes de consumo de las especies ofrecidas. Antes de comenzar el experimento los animales se encontraban en condiciones de pastoreo en áreas forrajeras de la Estación, con predominio de *Cynodon* spp., *Digitaria* spp. y *Panicum maximum*, y eran suplementados con sal mineral y 500 g de concentrado comercial (PB: 28%, FDN: 56,8%, cenizas: 6,5%) en horas de la tarde. Quince días antes de comenzar la experiencia, los bovinos se desparasitaron con Ricoben® (Sulfóxido de Albendazol: 4,0 mL por animal) y complejo vitamínico.

Cada animal fue colocado en compartimentos individuales techados, de 5 x 5 m, con piso de cemento y separados entre sí por paredes de 1,8 m de altura, en los cuales se situaron comederos de madera y cabilla divididos en 12 compartimentos, donde se colocaron las especies. Los animales fueron adaptados a la alimentación en confinamiento durante 12 días, después de los cuales se comenzó a ofrecer las especies. En la etapa de consumo estos no tuvieron contacto visual entre sí.

Materials and Methods

Location of the experimental area

The preference essay was performed in the area for ruminant supplementation of the "Rafael Rangel" Experiment and Agricultural Production Station (EEPARR), belonging to the University of Los Andes, in the La Catalina sector, Vega Grande, La Paz parish, Pampán municipality of the Trujillo State, Venezuela. The EEPARR is located between the parallels 09°35'00" and 09°37'19" latitude north and between the meridians 70°27'00" and 70°31'39" longitude west, at an altitude between 270 and 300 m above sea level.

Zootechnical management

Twelve young cattle were used with Carora predominance (Holstein x Brown Swiss x Zebu) of 157,43 ± 5,65 kg live weight, which were selected taking into consideration the homogeneity regarding age, body condition and management group, without consumption antecedents of the species supplied. Before starting the trial the animals were under grazing conditions in forage areas of the Station, with predominance of *Cynodon* spp., *Digitaria* spp. and *Panicum maximum* and were supplemented with mineral salt and 500 g of commercial concentrate (CP: 28%, NDF: 56,8%, ash: 6,5%) in the afternoon. Fifteen days before starting the experiment, the cattle were dewormed with Ricoben® (Albendazole Sulfoxide: 4,0 mL per animal) and vitamin complex.

Each animal was placed in individual 5 x 5 m roofed compartments, with cement floor and separated from each other by 1,8 m-high walls, in which wood and reinforcing bar feeding troughs were put, divided into 12 compartments, where the species were placed. The animals were adapted to confinement feeding for 12 days, after which the species began to be supplied. In the consumption stage they did not have visual contact among themselves.

Evaluated species

The species *Chlorophora tinctoria*, *Morus alba*, *Pithecellobium pedicellare*, *Gliricidia*

Especies evaluadas

Se evaluaron las especies: *Chlorophora tinctoria* (mora de palo), *Morus alba* (morera), *Pithecellobium pedicellare* (hueso de pescao), *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* (nim) y *Samanea saman* (samán).

La recolección del forraje se realizó a partir de parcelas individuales de cinco años de establecidas (5 x 10 m), pertenecientes al banco forrajero de la EEPARR, las cuales contenían todas las especies a evaluar, podadas cada 90 días a 0,5 m sobre el nivel del suelo. El follaje se colocó aleatoriamente en cada compartimento del comedero durante los días de evaluación, de tal forma que ocupara todos los lugares posibles para así bloquear el hábito reflejo de cada animal a la posición, la distancia del alimento y el primer encuentro con este.

Sistema de alimentación

Durante el período de adaptación a las condiciones de estabulación los bovinos fueron alimentados con pasto estrella (*C. nlemfuensis*) como dieta basal *ad libitum* y libre acceso al agua. En el período experimental los animales se alimentaron con las especies de manera simultánea y a razón de 4 kg de MS animal/especie/día. Cada follaje se cosechó el mismo día de su utilización (7:00 y 8:45 h) y fueron ofrecidos durante seis horas por la misma persona. Con el objetivo de satisfacer la capacidad ingestiva de los animales, en las horas siguientes a la prueba solo se les ofreció pasto estrella y agua a voluntad en los bebederos individuales de cada corral.

Variables medidas

Diariamente se midió el consumo de las especies, el cual se determinó mediante la diferencia entre la cantidad de forraje ofrecido y rechazado por los animales, haciendo la corrección para cada forraje a través de la pérdida espontánea de agua durante las horas en que fueron ofrecidos.

sepium, *Guazuma ulmifolia*, *Cordia alba*, *Trichantera gigantea*, *Tithonia diversifolia*, *Leucaena leucocephala*, *Moringa oleifera*, *Azadirachta indica* and *Samanea saman* were evaluated.

The forage collection was performed from individual plots that had been established for five years (5 x 10 m), belonging to the forage bank of the EEPARR, which had all the species to be evaluated pruned every 90 days at 0,5 m above the soil level. The foliage was randomly placed in each compartment of the feeding trough during the evaluation days, so that it occupied every possible place in order to block the reflex habit of each animal to the position, distance of the feed and the first encounter with the latter.

Feeding system

During the period of adaptation to the confinement conditions the cattle were fed star grass (*C. nlemfuensis*) *ad libitum* as basal diet and free access to water. In the experimental period the animals were fed the species simultaneously and at a rate of 4 kg DM/animal/species/day. The foliage of each species was harvested the same day it would be used (7:00 and 8:45 h) and they were supplied during six hours by the same person. With the objective of satisfying the ingestive capacity of the animals, in the hours following the test they were only supplied star grass and water *ad libitum* in the individual troughs of each pen.

Measured variables

The intake of the species was measured daily, being determined by the difference between the quantity of forage supplied and the forage rejected by the animals, making the correction for each forage species through the spontaneous water loss during the hours in which they were supplied.

Four hundred and fifty grams were taken individually from each forage species in order to quantify dry matter content through oven drying. In addition, 500 g were dried at ambient temperature in absence of light for five days; afterwards they were ground to a particle size of 1 mm, storing each sample in amber flasks until the performance of the laboratory analyses. The

Se tomaron 450 g individuales de cada uno para cuantificar el contenido de materia seca a través del secado en estufa. Adicionalmente, se secaron 500 g a temperatura ambiente en ausencia de luz durante cinco días; con posterioridad fueron molidas hasta un tamaño de partícula de 1 mm, almacenando cada muestra en frascos ámbar hasta la realización de los análisis de laboratorio. Se determinaron los contenidos de proteína bruta (PB) mediante el método Kjeldahl; la energía bruta (EB) se cuantificó con bomba calorimétrica, empleando ácido benzoico como patrón interno, y los niveles de cenizas se estimaron por previa calcinación, todos mediante protocolos tradicionales para análisis de alimentos (AOAC, 1990).

La fibra detergente neutro (FDN) se cuantificó según el fraccionamiento con detergente y filtraciones subsecuentes (Van Soest, Robertson y Lewis, 1991).

La determinación de los fenoles totales (FT) se realizó mediante el método de Folin en medio alcalino (Makkar, 2003), los taninos condensados (TC) fueron cuantificados usando nButanol/HCl/Fe³⁺ (Porter, Hrstich y Chan, 1986) y los taninos precipitantes de proteínas (TPP) con la utilización de albúmina sérica bovina (Makkar, Dawra y Singh, 1988). Los terpenoides y esteroides totales (ET) se determinaron empleando el protocolo de desarrollo de color, obtención del espectro de absorción en el rango visible y lecturas simultáneas en dependencia de las estructuras detectadas mediante pruebas cualitativas (García, 2003).

Para la estimación de la degradabilidad *in situ* de la MS (DMS) y la degradabilidad *in situ* de la materia orgánica (DMO), el tiempo de incubación fue de 48 horas. Se evaluaron cinco muestras por especie. El experimento se llevó a cabo en 12 períodos continuos de 15 días. Dichas variables se estimaron mediante el procedimiento de las bolsas de nailon (tamaño de poro: 50 micrones) en rumen (Mehrez y Ørskov, 1977), empleando dos bolsas por cada muestra y tres repeticiones.

Aproximadamente 3,5 g de biomasa comestible fueron incubados en el rumen de tres bovi-

crude protein (CP) contents were determined by the Kjeldahl method; the crude energy (CE) was quantified with calorimetric pump, using benzoic acid as internal pattern, and the ash levels were estimated by previous calcination, all of them through traditional protocols for feed analyses (AOAC, 1990).

The neutral detergent fiber was quantified according to fractioning with detergent and subsequent filtrations (Van Soest, Robertson and Lewis, 1991).

The determination of total phenols (TP) was made by means of the Folin method in alkaline medium, condensed tannins (CT) were quantified using nButanol/HCl/Fe³⁺ (Porter, Hrstich and Chan, 1986) and protein precipitable tannins (PPT) with the use of cattle serum albumin (Makkar, Dawra and Singh, 1988). Terpenoids and total sterols (TS) were determined using the color development protocol, attainment of the absorption spectrum in the visible range and simultaneous readings depending on the structures detected by qualitative tests (García, 2003).

For the estimation of the *in situ* DM degradability (DMD) and the *in situ* organic matter degradability (OMD), the incubation time was 48 hours. Five samples were evaluated per species. The experiment was carried out in 12 continuous periods of 15 days. Such variables were estimated by means of the nylon bag procedure (pore size: 15 microns) in rumen (Mehrez and Ørskov, 1977), using two bags per sample and three repetitions.

Approximately 3,5 g of edible biomass were incubated in the rumen of three Creole cattle (147,76 ± 4,54 kg live weight) with permanent cannula. Before the incubation of each treatment, the cannulated animals were fed forage for one week (3% LW), as supplement of a basal diet formed by hay *ad libitum* of *C. nlemfuensis*, 360 g of commercial concentrate per animal per day (CP: 25,5%; NDF: 55,3%, ash: 5,2%) and water at will.

Treatments, experimental design and statistical analysis

Twelve species were evaluated, which constituted the treatments. For the acceptability

nos Criollos (147,76 ±4,54 kg de peso vivo) con cánula permanente. Antes de la incubación de cada tratamiento, a los animales canulados se les suministró cada forraje por una semana (3% del PV), como suplemento de una dieta basal formada por heno *ad libitum* de *C. nlemfluensis*, 360 g de concentrado comercial por animal por día (PB: 25,5%; FDN: 55,3%; cenizas: 5,2%) y agua a voluntad.

Tratamientos, diseño experimental y análisis estadístico

Se evaluaron 12 especies, las cuales constituyeron los tratamientos. Para la prueba de aceptabilidad se empleó un diseño cuadrado latino equilibrado (12 posiciones de cada especie por animal por día) y todos los resultados se sometieron a un análisis de varianza mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (SAS, 1994). El consumo de cada especie se comparó usando la prueba de Tukey a $P < 0,05$.

El modelo estadístico 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)

E_{ijk} = Efecto de la variación residual

La correlación entre las variables se realizó utilizando el mismo paquete estadístico mediante el coeficiente de correlación de Pearson.

Resultados y Discusión

En la tabla 1 se presenta la composición nutricional de las especies utilizadas en la prueba de preferencia; se observaron diferencias significativas entre los follajes en los niveles de PB, EB, cenizas, metabolitos secundarios y la degradabilidad ruminal *in situ*. Sin embargo, todas presentaron contenidos de PB elevados que confirman las potencialidades como alimentos esencialmente proteicos para los sistemas de producción con rumiantes.

Los niveles proteicos, de energía y cenizas de los forrajes fueron superiores a los informa-

test a balanced Latin square design was used (12 positions of each species per animal per day) and all the results were subject to a variance analysis by means of the GLM procedure of the statistical pack SAS (SAS, 1994). The intake of each species was compared using Tukey's test at $P < 0,05$.

The statistical model was:

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

Where:

Y_{ijk} = Random variable

M = General mean

F_i = Line effect (day)

C_j = Column effect (position of the species)

T_k = Treatment effect (species)

E_{ijk} = Effect of residual variation

The correlation between the variables was carried out using the same statistical pack through Pearson's correlation coefficient.

Results and Discussion

Table 1 shows the nutritional composition of the species used in the preference test; significant differences were observed among the foliages in the levels of CP, CE, ash, secondary metabolites and *in situ* ruminal degradability. However, all of them showed high CP contents that corroborate their potential as essentially protein feeds for ruminant production systems.

The protein, energy and ash levels of the forages were higher than the ones reported in other ligneous plants that are used successfully in animal feeding in semi-extensive systems in the Central Plains of the Aragua and Guárico states (Baldizán, 2003), and in turn coincide with characterizations performed by García and Medina (2006) in other species with forage potential in the Trujillo state.

These values were high because of the conditions under which the forages were cultivated and because most of the harvested material did not show mature leaves, but young ones, with a higher protein content (García, 2003).

The NDF levels were not different among species; this variable presented high intraspecific

Tabla 1. Composición nutricional, metabolitos secundarios y degradabilidad *in situ* de forrajes ofrecidos a vacunos en la prueba de aceptabilidad.Table 1. Nutritional composition, secondary metabolites and *in situ* degradability of forages fed to cattle in the acceptability test.

Especie	PB (% MS)	EB (kJ/g MS)	FDN (% MS)	Ceniza (% MS)	FT ¹ (% MS)
<i>C. tinctoria</i>	26,07 ^b	16,52 ^b	38,41	12,76 ^b	1,43 ^c
<i>M. alba</i>	21,32 ^c	16,47 ^b	32,26	9,19 ^c	2,21 ^b
<i>P. pedicellare</i>	23,29 ^{bc}	19,18 ^a	39,48	4,56 ^e	4,35 ^a
<i>G. sepium</i>	27,45 ^b	17,10 ^{ab}	39,39	9,55 ^c	2,01 ^b
<i>G. ulmifolia</i>	22,25 ^c	15,96 ^{bc}	37,74	9,25 ^c	1,73 ^c
<i>C. alba</i>	26,65 ^b	15,88 ^{bc}	38,90	15,57 ^b	3,32 ^a
<i>T. gigantea</i>	21,28 ^c	13,16 ^c	35,03	21,68 ^a	2,18 ^b
<i>T. diversifolia</i>	25,62 ^b	16,25 ^b	38,41	14,91 ^b	1,49 ^c
<i>L. leucocephala</i>	29,95 ^a	18,66 ^a	40,26	7,53 ^{cd}	4,32 ^a
<i>M. oleifera</i>	26,56 ^b	17,93 ^{ab}	42,48	10,29 ^c	3,87 ^a
<i>A. indica</i>	22,15 ^c	18,52 ^a	43,39	7,86 ^{cd}	4,87 ^a
<i>S. saman</i>	24,51 ^{bc}	20,89 ^a	40,74	5,38 ^d	4,23 ^a
ES ±	2,2*	2,5*	9,6	3,1*	0,56*

Especie	TC ² (% MS)	TPP ¹ (% MS)	ET ³ (% MS)	DMS (%)	DMO (%)
<i>C. tinctoria</i>	0,70 ^b	nd	1,00 ^d	80,54 ^b	82,26 ^b
<i>M. alba</i>	nd	nd	1,20 ^d	84,04 ^b	87,12 ^b
<i>P. pedicellare</i>	1,88 ^a	2,32 ^b	0,98 ^d	43,79 ^d	47,61 ^d
<i>G. sepium</i>	0,45 ^c	0,15 ^d	0,32 ^e	74,61 ^c	75,49 ^c
<i>G. ulmifolia</i>	0,10 ^c	1,02 ^c	0,60 ^e	79,06 ^c	80,70 ^b
<i>C. alba</i>	nd	nd	1,02 ^d	49,15 ^d	51,37 ^d
<i>T. gigantea</i>	nd	nd	0,54 ^e	57,79 ^d	53,93 ^d
<i>T. diversifolia</i>	nd	nd	2,67 ^b	69,72 ^c	70,12 ^c
<i>L. leucocephala</i>	2,15 ^a	4,20 ^a	0,52 ^d	67,06 ^c	67,78 ^c
<i>M. oleifera</i>	1,02 ^b	0,30 ^d	1,02 ^c	90,38 ^a	90,86 ^a
<i>A. indica</i>	0,97 ^b	1,25 ^c	3,83 ^a	63,36 ^c	64,70 ^c
<i>S. saman</i>	0,34 ^c	2,76 ^b	1,80 ^c	44,69 ^d	47,43 ^d
ES ±	0,35*	0,27*	0,30*	7,9*	6,1*

a,b,c,d,e Medias con superíndices desiguales, en una misma columna, difieren estadísticamente

¹ Como equivalente de ácido tánico (MERCK), ² como equivalente de leucocianidina, ³ como equivalente de beta-sitosterol (BDH)

nd No determinado

* P<0,05

dos en otras leñosas que se utilizan con éxito en la alimentación animal en sistemas semiextensivos de los Llanos Centrales de los estados Aragua y Guárico (Baldizán, 2003), y a su vez coinciden con caracterizaciones realizadas por García y Medina (2006) en otras especies con potencial forrajero en el estado Trujillo.

Estos valores fueron altos debido a las condiciones en que se cultivaron los forrajes y a que la mayor parte del material cosechado no pre-

fluctuation maybe due to variations in biosynthesis and the coupling of the cell wall components of each plant, processes that are related to the genotype and the intrinsic conditions under which the plants are cultivated (Pineda, 2004).

According to the bromatological composition, and independently from the numerical differences, all these evaluated species can be considered as good options for the

sentó hojas maduras, sino foliolos jóvenes, con un mayor contenido proteico (García, 2003).

Los niveles de FDN no se diferenciaron entre las especies; esta variable presentó una elevada fluctuación intraespecífica, debido quizás a variaciones en la biosíntesis y el acoplamiento de los componentes de la pared celular de cada planta, procesos que se encuentran relacionados con el genotipo y con las condiciones intrínsecas en las que son cultivadas (Pineda, 2004).

De acuerdo con la composición bromatológica, e independientemente de las diferencias numéricas, todas estas especies evaluadas pueden ser consideradas como buenas opciones para la suplementación de vacunos y rumiantes menores en condiciones de bajos insumos en el trópico; los valores coinciden con los de otras forrajeras de amplia distribución en la zona baja del occidente de Venezuela, que han sido evaluadas mediante metodologías similares (García, Medina, Domínguez, Baldizán, Humbría y Cova, 2006).

Al analizar los niveles de metabolitos secundarios, *P. pedicellare*, *C. alba*, *L. leucocephala*, *A. indica*, *M. oleifera* y *S. saman* presentaron las mayores concentraciones de FT. Sin embargo, los niveles de estos compuestos en el resto de las especies coincidieron, en términos generales, con los informados en forrajes tropicales (0,20-4,00%), los cuales no causaron problemas digestivos asociados a las concentraciones de dichos metabolitos, cuando se emplearon como suplemento de dietas de mala calidad (Makkar, 2003). Asimismo, los contenidos de taninos en los forrajes con menores niveles de FT se encontraron en el rango en que pueden causar efectos beneficiosos en los rumiantes (2-4%), no solo por la formación de proteína sobrepasante y el posterior desacoplamiento del complejo tanino-proteína (debido al cambio drástico de pH a la entrada del abomaso), sino también porque su productividad y salud se puede favorecer con la presencia de fenoles de variada complejidad estructural en la dieta; estos poseen la capacidad de inactivar la formación de radicales libres, los cuales afectan la productividad y el tiempo de

suplementación de ganado y pequeños rumiantes en condiciones de bajo insumo en el trópico; los valores coinciden con los de otras plantas de forraje distribuidas en la zona baja del occidente de Venezuela, que han sido evaluadas por metodologías similares (García, Medina, Domínguez, Baldizán, Humbría y Cova, 2006).

Al analizar los niveles de metabolitos secundarios, *P. pedicellare*, *C. alba*, *L. leucocephala*, *A. indica*, *M. oleifera* y *S. saman* presentaron las mayores concentraciones de TP. No obstante, los niveles de estos compuestos en las otras especies coincidieron, en términos generales, con los reportados en forrajes tropicales (0,20-4,00%), que no causaron problemas asociados a las concentraciones de dichos metabolitos, cuando se usaron como suplementos de dietas de baja calidad (Makkar, 2003). Asimismo, los contenidos de taninos en los forrajes con niveles de TP más bajos se encontraron en el rango en el que pueden causar efectos beneficiosos en los animales (2-4%), no solo por la formación de proteína de bypass y el desacoplamiento posterior del complejo tanino-proteína (debido al cambio de pH severo al entrar en el abomaso), sino también porque su productividad y salud pueden verse favorecidas por la presencia de fenoles de complejidad estructural variable en la dieta; tienen la capacidad de inactivar la formación de radicales libres, que afectan la productividad y el tiempo de explotación de los animales (Makkar, 2003; García y Medina, 2006).

Aunque la fracción de compuestos fenólicos fue alta en las especies mencionadas, la concentración de estos tipos de metabolitos, como indicador aislado, no es un elemento conclusivo de la posible actividad perjudicial de los forrajes, porque la estructura química de los fenoles, principalmente la de CT y PPT, constituye uno de los elementos en los que depende la formación del complejo polifenol-proteína en el medio ruminal, el grado de reversibilidad de la interacción y la posterior degradación (por las enzimas endógenas) de las estructuras fenólicas principales (Makkar *et al.*, 1988; Makkar, 2003).

explotación de los animales (Makkar, 2003; García y Medina, 2006).

Aun cuando la fracción de compuestos fenólicos fue alta en las especies mencionadas, la concentración de estos tipos de metabolitos, como indicador aislado, no es un elemento concluyente de la posible propiedad deletérea de los forrajes, ya que la estructura química de los fenoles, fundamentalmente la de TC y TPP, constituye uno de los elementos de los cuales dependen la formación del complejo polifenol-proteína en el medio ruminal, el grado de reversibilidad de la interacción y la posterior degradación (por parte de las enzimas endógenas) de las estructuras fenólicas mayoritarias (Makkar *et al.*, 1988; Makkar, 2003).

P. pedicellare y *L. leucocephala* exhibieron una elevada concentración de TC y también de TPP en el caso de la última especie. Los niveles de estos grupos de metabolitos secundarios fueron superiores a los contenidos críticos (TC: 4,00%; TPP: 2,2%) que causan daño a la fisiología digestiva de los rumiantes, demostrado mediante pruebas *in vitro* (Makkar, 2003). No obstante, la actividad biológica de estos compuestos, expresada como la capacidad de interacción de los polifenoles con metabolitos endógenos (tales como enzimas, compuestos intermedios de degradación, fosfolípidos, aminoácidos, péptidos y bases nitrogenadas), es la clave para interpretar el verdadero efecto antinutritivo de los fenoles, ya que las mediciones analíticas con estándares invariantes, y no con los mismos compuestos que se pretende cuantificar, constituyen una de las principales limitantes en la caracterización fitoquímica de especies forrajeras (García, 2004).

Asimismo, en muchas ocasiones se ha observado que plantas con concentraciones elevadas de taninos no afectan el desempeño de los bovinos (Makkar, 2003). Sin embargo, otras con niveles moderados o bajos resultan ser más tóxicas para el ganado en condiciones específicas de manejo (Baldizán, 2003).

La mayor cantidad de TPP que de TC en algunos de los forrajes (*P. pedicellare*, *G. ulmifolia*, *L. leucocephala*, *A. indica* y *S. saman*) demues-

P. pedicellare and *L. leucocephala* showed a high concentration of CT and also PPT in the case of the latter species. The levels of these groups of secondary metabolites were higher than the critical contents (CT: 4,00%; PPT: 2,2%) which damage the digestive physiology of ruminants, proven by means of *in vitro* tests (Makkar, 2003). However, the biological activity of these compounds, expressed as the interaction capacity of polyphenols with endogenous metabolites (such as enzymes, intermediate degradation compounds, phospholipids, aminoacids, peptides and nitrogen bases), is the key to interpret the real antinutritional effect of phenols, because the analytical measurements with invariant standards, and not with the compounds that are intended to be quantified, constitute one of the main limitations in the phytochemical characterization of forage species (García, 2004).

Likewise, very often it has been observed that plants with high tannin concentrations do not affect the performance of cattle (Makkar, 2003). Nevertheless, other plants with moderate or low levels turn out to be more toxic for cattle under specific management conditions (Baldizán, 2003).

The higher quantity of PPT than CT in some of the forages (*P. pedicellare*, *G. ulmifolia*, *L. leucocephala*, *A. indica* and *S. saman*) shows that when the quantification methods used in the characterization of the polyphenolic profile of forages are not sequential and are ruled by different chemical principles, in many cases, the results must be carefully interpreted.

Regarding the concentrations of TS, *A. indica* showed the highest quantity, *T. diversifolia* a moderate content, and the other species showed lower levels.

Terpenes show extremely diverse structures and belong to a numerous family of compounds that can sometimes be deleterious and cause low voluntary intake in ruminants, mainly because of the bitter flavor (sesquiterpenic lactones or terpenes with high molecular weight) and penetrating smell (volatile isoprenoids), for which they must be taken into consideration in

tra que cuando los métodos de cuantificación que se utilizan en las caracterizaciones del perfil polifenólico de forrajes no son secuenciales y se rigen por diferentes principios químicos, en muchos casos, los resultados deben ser interpretados cuidadosamente.

En relación con la concentración de ET, *A. indica* presentó la mayor cantidad, *T. diversifolia* un contenido intermedio y el resto de las especies niveles más bajos.

Los terpenos presentan estructuras extremadamente diversas y pertenecen a una numerosa familia de compuestos que en ocasiones pueden ser deletéreos y provocar bajo consumo voluntario en los rumiantes, fundamentalmente por el sabor amargo (lactonas sesquiterpénicas o terpenos con elevado peso molecular) y el olor penetrante (isoprenoides volátiles), por lo que deben tenerse en cuenta en las pruebas de aceptabilidad (Personious, Nwambolt, Stephens y Keiser, 1987). Al respecto, en ensayos de caracterización de forrajes no convencionales es de vital importancia considerar los niveles de estos metabolitos como un elemento para discriminar, en principio, cuáles de los ofrecidos podrían ser menos preferidos por parte de los rumiantes (Ben Salem, Nefzaoui y Abdouli, 1994; García, 2004).

En la figura 1 se muestra la preferencia promedio de los bovinos por el follaje de las 12 especies estudiadas. Los resultados se encuentran expresados como el consumo promedio (g de MS/animal) durante las seis horas en que fueron ofrecidos.

Las especies más preferidas fueron: *P. pedicellare* (327,98 g MS), *L. leucocephala* (325,63 g MS), *M. alba* (293,37 g MS), *G. ulmifolia* (292,48 g MS), *C. tinctoria* (277,18 g MS) y *C. alba* (274,49 g MS). El follaje de *G. sepium* (108,05 g MS), *T. diversifolia* (106,09 g MS), *M. oleifera* (76,28 g MS), *A. indica* (76,19 g MS) y *S. saman* (58,72 g MS) fue medianamente aceptado. Sin embargo, la biomasa de *T. gigantea* (1,39 g MS) casi no fue consumida.

De acuerdo con la evolución del consumo durante la etapa experimental, en la figura 2 se muestra las particularidades para cada especie.

acceptability tests (Personious, Nwambolt, Stephens and Keiser, 1987). Regarding this, in characterization essays of non conventional forages it is extremely important to consider the levels of these metabolites as an element to discriminate, in principle, which of the forages fed could be less preferred by ruminants (Ben Salem, Nefzaoui and Abdouli, 1994; García, 2004).

Figure 1 shows the average preference of cattle for the foliage of the 12 species studied. The results are expressed as the average intake (g DM/animal) during the six hours in which they were supplied.

The most preferred species were: *P. pedicellare* (327,98 g DM), *L. leucocephala* (325,63 g DM), *M. alba* (293,37 g DM), *G. ulmifolia* (292,48 g DM), *C. tinctoria* (277,18 g DM) and *C. alba* (274,49 g DM). The foliage of *G. sepium* (108,05 g DM), *T. diversifolia* (106,09 g DM), *M. oleifera* (76,28 g DM), *A. indica* (76,19 g DM) and *S. saman* (58,72 g DM) were moderately accepted. However, the biomass of *T. gigantea* (1,39 g DM) was almost not consumed.

According to the evolution of intake during the experimental stage, figure 2 shows the particularities for each species.

Three defined trends were observed. The intake of most species increased numerically until the middle of the essay and showed lower fluctuations as the test advanced. This trend coincides with the reports made by Palma and Román (1999) in the evaluation of the acceptability of fruits by coarse hair sheep, which consumed, progressively, the meals of some species, aspect related to the type of feed and the degree of familiarization of the animals with it.

On the other hand, the intake of the lower forage quantity increased in the first days, to decrease later towards mid-essay (day 5-6), moment in which it began to show less numerical fluctuations.

The third behavior corresponded to the intake of *T. gigantea*, which did not show variations during the experimental period, for being the least consumed species by cattle, and, in addition, during the twelve days of measurement the

Consumo (g MS/animal/6 horas)

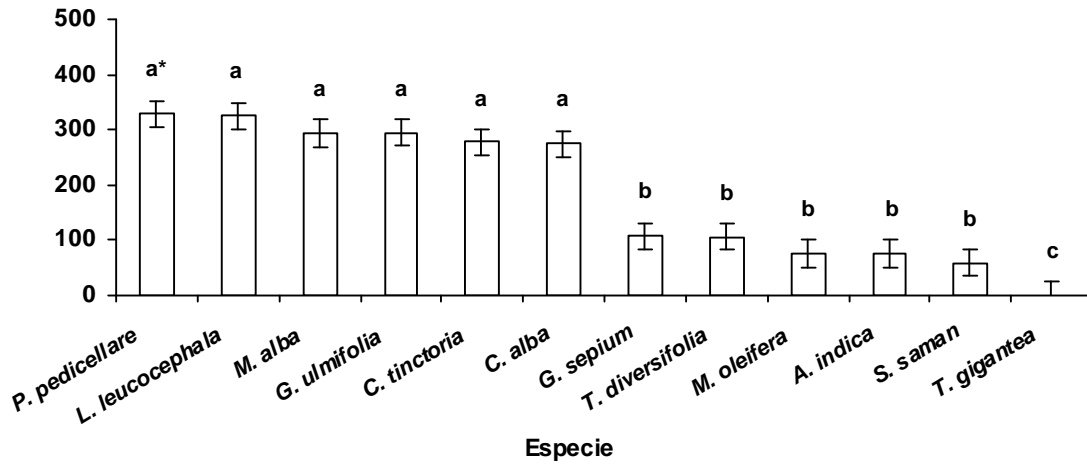


Fig. 1. Consumo promedio de especies forrajeras durante el período experimental.
 Fig. 1. Average intake of forage species during the experimental period.

Consumo (g MS/animal/6horas)

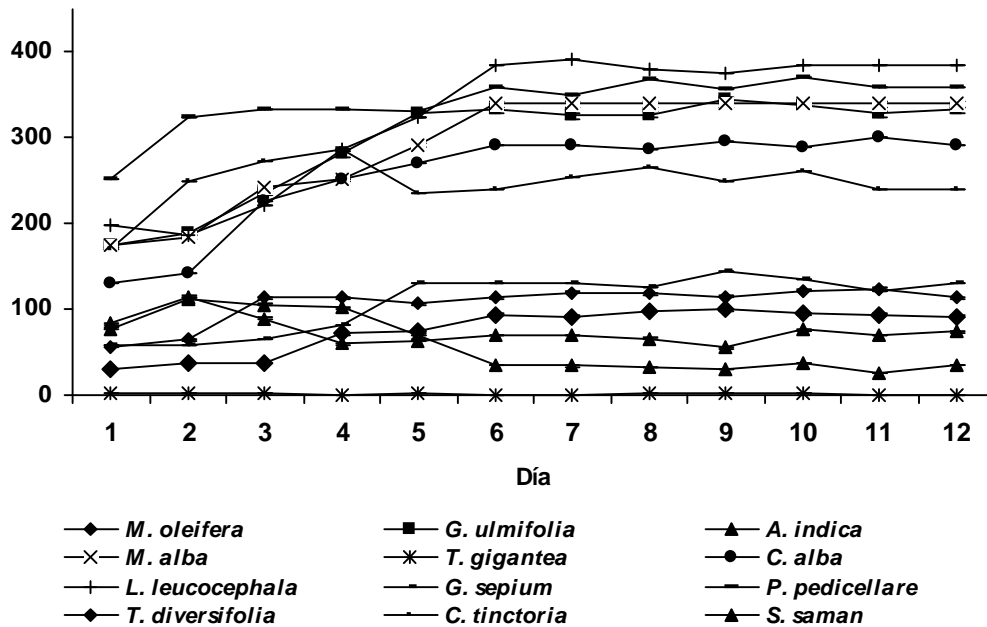


Fig. 2. Evolución del consumo en la prueba de aceptabilidad de doce forrajes del estado Trujillo, Venezuela.
 Fig. 2. Evolution of intake in the acceptability test of twelve forages of the Trujillo state, Venezuela.

Se observaron tres tendencias definidas. El consumo de la mayoría de las especies aumentó numéricamente hasta la mitad del ensayo y presentó menores fluctuaciones a medida que trans-

adaptation of the animals to consume the foliage of this species was not observed.

Taking these results into consideration, the variations in intake could be associated to the

currió la prueba. Esta tendencia coincide con lo informado por Palma y Román (1999) en la evaluación de la aceptabilidad de frutos por ovinos de pelo, los cuales consumieron, de forma progresiva, las harinas de algunas especies, aspecto relacionado con el tipo de alimento y el grado de familiarización de los animales con éste.

Por otra parte, el consumo de la menor cantidad de forraje se incrementó en los primeros días, para después disminuir hasta la mitad del ensayo (día 5-6), momento en el cual comenzó a presentar menos fluctuaciones numéricas.

El tercer comportamiento correspondió al consumo de *T. gigantea*, el cual no presentó variaciones durante el período experimental, por ser la especie menos consumida por los bovinos, y además durante los doce días de medición no se observó la adaptación de los animales a consumir el follaje de esta especie.

Teniendo en cuenta estos resultados, las variaciones en el consumo podrían estar asociadas a la calidad nutritiva y/o a la presencia de compuestos secundarios con características disuasivas o estimuladoras del consumo, aspecto señalado tempranamente por Marten (1978) y Arnold (1981). No obstante, en algunos estudios de aceptabilidad realizados con ovinos, no se ha encontrado relación del consumo con la composición química de la biomasa, ni con la presencia de metabolitos polifenólicos (Pinto, Gómez, Hernández, Medina, Martínez, Aguilar, Tirado, Pérez, Galdámez, Pérez y Carmona, 2005). Sin embargo, en pruebas de selectividad desarrolladas por García, Medina, Clavero, Cova, Baldizán y Domínguez (2008), con las mismas especies, pero con cabras, se encontró una fuerte relación entre el consumo y la concentración de metabolitos secundarios; ello demuestra que en muchos casos la aceptabilidad es un fenómeno complejo, el cual no ha sido abordado con profundidad, aun cuando en las últimas décadas se ha tratado de comprender la interacción herbívoro-alimento desde un enfoque multicausal con la ayuda de modelos matemáticos y experimentos exhaustivos realizados en estabulación (Provenza, Scout, Phy y Lynch, 1996).

nutritive quality and/or the presence of secondary compounds with intake-dissuasive or stimulating characteristics, aspect early mentioned by Marten (1978) and Arnold (1981). Nevertheless, in some acceptability studies carried out with sheep, no relationship has been found of intake with the chemical composition of the biomass, or the presence of polyphenolic metabolites (Pinto, Gómez, Hernández, Medina, Martínez, Aguilar, Tirado, Pérez, Galdámez, Pérez and Carmona, 2005). However, in selectiveness tests developed by García, Medina, Clavero, Cova, Baldizán and Domínguez (2008), with the same species, but in goats, a strong relationship was found between intake and the concentration of secondary metabolites; this proves that in many cases acceptability is a complex phenomenon, which has not been deeply approached, although in the last decades the herbivore-feed interaction has been attempted to be understood from a multicausal approach with the aid of mathematical models and exhaustive trials performed in confinement (Provenza, Scout, Phy and Lynch, 1996).

In this regard, by means of biochemical studies it has been proven that ruminants have a sensorial detection system of deleterious compounds, completely rejecting the feed that contains them, although sometimes the ingesta can be stimulated by the presence of some specific chemicals by mechanisms poorly understood at present (Launchbaugh, Provenza and Burritt, 1993; García and Medina, 2006).

In addition, the selectiveness of ruminants in natural grazing systems is closely related to the ingestive capacity of the animal, the category and previous experience in the intake of tree foliage (Cárdenas, Edgar and Lascano, 1988; Sosa, Sansores, Zapata and Ortega, 2000). Yet, in recent studies it has been reported that, among a large group of species belonging to forests from the Central Plains, although the cattle preferably consumed grasses in the season of higher availability, they selected in the dry period those tree forages with lower diversity of secondary metabolites (Baldizán, Domínguez, García, Chacón and Aguilar, 2007), maybe for being

Al respecto, mediante estudios bioquímicos se ha comprobado que los rumiantes se encuentran provistos de un sistema sensorial de detección de compuestos deletéreos frente a los cuales rechazan totalmente el alimento que los contiene, aunque en ocasiones la ingesta puede ser estimulada por la presencia de algunos químicos específicos mediante mecanismos no muy bien comprendidos en la actualidad (Launchbaugh, Provenza y Burritt, 1993; García y Medina, 2006).

Adicionalmente, la selectividad de los rumiantes en sistemas naturales de pastoreo se encuentra muy relacionada con la capacidad ingestiva del animal, la categoría y la experiencia previa en el consumo de follaje arbóreo (Cárdenas, Edgar y Lascano, 1988; Sosa, Sansores, Zapata y Ortega, 2000). No obstante, en investigaciones recientes se ha informado que, entre un grupo numeroso de especies pertenecientes a los bosques de los Llanos Centrales, aunque los bovinos consumieron preferentemente gramíneas en la época de mayor disponibilidad, seleccionaron en el período seco aquellos forrajes del extracto arbustivo con menor diversidad de metabolitos secundarios (Baldizán, Domínguez, García, Chacón y Aguilar, 2007), quizás por encontrarse familiarizados con la vegetación del área y por la necesidad de consumir biomasa con mayor contenido proteico en la época de menores precipitaciones.

La tabla 2 muestra la relación entre las variables medidas. En este sentido, el consumo no se relacionó con la composición química, los niveles de compuestos deletéreos ni la degradabilidad ruminal. Sin embargo, la EB de los forrajes se relacionó negativamente con los contenidos de cenizas y de forma positiva con la fracción polifenólica (FT, TC, TPP). Los niveles de FT presentaron una fuerte relación con el contenido de FDN y también con los taninos, y estos últimos con la proporción de cenizas.

La poca relación entre las variables nutricionales y el consumo de los vacunos quizás se deba a que en las condiciones de confinamiento, durante el período de toma de datos, los bovinos tuvieron solamente la posibilidad de consumir

familiarizados con la vegetación de la zona y la necesidad de consumir biomasa con mayor contenido proteico en la época seca.

Table 2 shows the relationship between the measured variables. In this sense, the intake was not related to the chemical composition, the levels of deleterious compounds or ruminal degradability. However, the CE of the forages was negatively related to the ash contents and positively to the polyphenolic fraction (TP, CT and PPT). The TP levels showed a strong relationship with the NDF content and also with tannins, and the latter with the ash proportion.

The little relationship between the nutritional variables and the intake of cattle occurs perhaps because under confinement conditions, during the data taking period, the cattle had only the possibility of consuming forages and not grasses, for which these ruminants could be less selective, regarding the presence of secondary metabolites, than under free grazing conditions.

The strong relationship among the components of the polyphenolic fraction describes that most of the phenols present in these forages are tannin compounds and show protein precipitation capacity; this aspect coincides with the assertions made by Makkar (2003) concerning that in the foliage of tropical tree species phenolic metabolites show the highest antinutritional importance, as well as the statements by Baldizán *et al.* (2006), who emphasize that TP and alkaloids are the metabolite groups of higher natural distribution.

In this research the intake of *T. gigantea* was very low, result that does not coincide with the statements by authors who report that this species is avidly consumed by ruminants and monogastric animals (Rosales, 1997; Rosales and Ríos, 1999). Regarding this, in studies with this forage tree the nutritional composition of its biomass has been proven to be closely related to the provenance of each accession, because it shows high genetic variability (Rosales and Ríos, 1999). In this sense, the provenance used for the test with cattle is widely cultivated in the Trujillo state, and in studies carried out with *T. gigantea* the accessions of the Andean region of Vene-

Tabla 2. Correlación entre las variables medidas en el ensayo de aceptabilidad con vacunos.
Table 2. Correlation among the variables measured in the acceptability test with cattle.

	PB	EB	FDN	Ceniza	FT	TC	TPP	ET	DMS
CONS	0,17	0,09	-0,25	-0,35	-0,04	0,35	0,27	-0,36	0,05
PB		0,28	0,44	-0,11	0,12	0,42	0,31	-0,27	0,09
EB			0,64*	-0,89**	0,71**	0,58*	0,70*	0,29	-0,28
FDN				-0,42	0,64*	0,51	0,40	0,40	-0,16
Ceniza					-0,55	-0,57*	-0,64*	-0,14	0,07
FT						0,65*	0,67*	0,31	-0,48
TC							0,73**	-0,07	-0,13
TPP								-0,02	-0,42
ET									-0,15

* P<0,05

** P<0,01

CONS: consumo de bovinos, PB: proteína bruta, EB: energía bruta, FDN: fibra detergente neutro, FT: fenoles totales, TC: taninos condensados, TPP: taninos precipitantes de proteínas, ET: esteroides totales, DMS: degradabilidad ruminal *in situ* de la materia seca

forrajes y no gramíneas, por lo que estos rumiantes pudieron ser menos selectivos, en función de la presencia de metabolitos secundarios, que en condiciones de libre pastoreo.

La fuerte relación entre los componentes de la fracción polifenólica describe que la mayoría de los fenoles presentes en estos forrajes son compuestos tánicos y presentan capacidad de precipitar proteínas; este aspecto coincide con las aseveraciones realizadas por Makkar (2003) acerca de que en el follaje de las especies arbóreas tropicales los metabolitos fenólicos presentan la mayor importancia antinutricional, así como con lo expresado por Baldizán *et al.* (2006), quienes enfatizan que los FT y los alcaloides son los grupos de metabolitos de mayor distribución natural.

En esta investigación el consumo de *T. gigantea* fue muy bajo, resultado que no coincide con lo planteado por autores que informan que esta especie es ávidamente consumida por los rumiantes y los monogástricos (Rosales, 1997; Rosales y Ríos, 1999). Al respecto, en estudios con esta forrajera se ha demostrado que

la composición nutricional de la biomasa está muy relacionada con la procedencia de cada accesión, ya que presenta una elevada variabilidad genética (Rosales y Ríos, 1999). En este sentido, la procedencia que se utilizó para la prueba con los vacunos es ampliamente cultivada en el

zuela have shown high biomass yields, but considerable levels of saponins and flavonoids (Ospina, Rosales and Ararat, 2002), metabolites that were not quantified in this research. Maybe for such reason the foliage of this provenance was little craved by cattle.

The results of the essay show the importance of involving the animal component in the initial evaluations of forages and the need to characterize them integrally from the bromatological, phytochemical and nutritive points of view, with the objective of creating coherent strategies in the propagation and implementation of agrosilvopastoral systems in livestock production farms, where the foliage of these species would play a prevailing role as feed supplement for ruminants.

Although the preference for the foliages was varied, they constitute viable options as dry matter and protein source in ruminant feeding, considering that most of these species are representative in the plant systems of the livestock production municipalities of the Trujillo state.

Conclusions

The most consumed species by cattle under confinement conditions were: *P. pedicellare*, *L. leucocephala*, *M. alba*, *G. ulmifolia*, *C. tinctoria* and *C. alba*. The foliages of *G. sepium*, *T.*

estado Trujillo, y en investigaciones realizadas con *T. gigantea* las accesiones de la región Andina de Venezuela han mostrado elevados rendimientos de biomasa, pero considerables niveles de saponinas y flavonoides (Ospina, Rosales y Ararat, 2002), metabolitos que no se cuantificaron en esta investigación. Por tal motivo, quizás el follaje de esta procedencia fue poco apetecido por el ganado.

Los resultados del ensayo demuestran la importancia de involucrar el componente animal en las evaluaciones iniciales de forrajes y la necesidad de caracterizarlos integralmente desde el punto de vista bromatológico, fitoquímico y nutritivo, con el fin de crear estrategias coherentes en la propagación e implementación de sistemas agrosilvopastoriles en fincas ganaderas, donde el follaje de estas especies desempeñe un papel preponderante como suplemento alimenticio para rumiantes.

Aunque la preferencia por los forrajes fue variada, todos constituyen opciones viables como fuente de materia seca y proteína en la alimentación de rumiantes, considerando que la mayoría de estas especies son representativas en los sistemas vegetales de los municipios ganaderos del estado Trujillo.

Conclusiones

Las especies más consumidas por los vacunos en condiciones de estabulación fueron: *P. pedicellare*, *L. leucocephala*, *M. alba*, *G. ulmifolia*, *C. tinctoria* y *C. alba*. Los follajes de *G. sepium*, *T. diversifolia*, *M. oleifera*, *A. indica* y *S. saman* fueron medianamente aceptados. Sin embargo, el consumo de *T. gigantea* fue muy bajo.

La preferencia por los forrajes no presentó relación con la composición química, los niveles de metabolitos secundarios cuantificados y la degradabilidad del forraje.

Agradecimientos

Los autores desean expresar un agradecimiento especial a los trabajadores de la Estación Experimental y de Producción Agrícola "Rafael Rangel" perteneciente a la Universidad de Los

diversifolia, *M. oleifera*, *A. indica* and *S. saman* were moderately accepted. However, the intake of *T. gigantea* was very low.

The preference for the forages did not show relationship to the chemical composition, the levels of secondary metabolites quantified and the forage degradability.

Acknowledgements

The authors wish to express special thanks to the workers of the "Rafael Rangel" Experiment and Agricultural Production Station, belonging to the University of Los Andes of the Trujillo state, Venezuela, for their valuable support to carry out the trial.

--End of the English version--

Andes del Estado Trujillo, Venezuela, por su valioso apoyo para llevar a cabo el ensayo.

Referencias bibliográficas

- Arnold, G.W. 1981. Grazing behaviour. In: Grazing animals. (Morley, F.H.W., Ed.). World Animal Science BI. Elsevier Scientific Pub., New York. p. 79
- AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Association of Official Agricultural Chemistry. Washington, D.C., USA. 500 p.
- Baldizán, A. 2003. 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. Tesis de Doctorado en Ciencias Agrícolas. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 288 p.
- Baldizán, A.; Domínguez, C.; García, D.E.; Chacón, E. & Aguilar, L. 2006. Metabolitos secundarios y patrón de selección de dietas en la vegetación del Bosque Decídúo Tropical de los Llanos Centrales Venezolanos. *Zootecnia Trop.* 24 (3):213
- Ben Salem, H.; Nefzaoui, A. & Abdouli, H. 1994. Palatability of shrubs and fodder trees measured on sheep and dromedaries: Methodological approach. *Anim. Feed Sci. Technol.* 46:143
- Cárdenas, R.; Edgar, A. & Lascano, C.E. 1988. Estudio comparativo del efecto del pastoreo por ovinos y bovinos en pasturas asociadas. *Acta Agronómica (Colombia)*. 38 (1):64
- García, D.E. 2003. Evaluación de los principales factores que influyen en la composición fitoquímica

- de *Morus alba* (Linn.). Tesis presentada en opción al título de Máster en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 97 p.
- García, D.E. 2004. Principales factores antinutricionales de las leguminosas forrajeras y sus formas de cuantificación. *Pastos y Forrajes*. 27 (2):101
- García, D.E. & Medina, María Gabriela. 2006. Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros. *Zootecnia Trop*. 24 (3):233
- García, D.E.; Medina, María Gabriela; Clavero, T.; Cova, L.J.; Baldizán, A. & Domínguez, C. 2008. Preferencia caprina de árboles y arbustos forrajeros en la zona baja de los Andes Trujillanos, Venezuela. *Rev. Cient. Fac. Vet. LUZ*. XVIII (2):68
- García, D.E.; Medina, María Gabriela; Domínguez, C.; Baldizán, A.; Humbría, J. & Cova, L. 2006. Evaluación química de especies no leguminosas con potencial forrajero en el estado Trujillo, Venezuela. *Zootecnia Trop*. 24 (4):401
- Launchbaugh, K.L.; Provenza, F.D. & Burritt, E.A. 1993. How herbivores track variable environments: response to variability of phytotoxins. *Journal of Chemical Ecology*. 19 (6):1047
- Makkar, H.P.S. 2003. Quantification of tannins in tree and shrub foliage. A laboratory manual. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. 102 p.
- Makkar, H.P.S.; Dawra, R.K. & Singh, B. 1988. Determination of both tannin and protein in a tannin-protein complex. *J. Agric. Food Chem*. 36:523
- Marten, G.C. 1978. The animal complex in forage palatability phenomena. *J. Anim. Sci*. 46:1470
- Mehrez, A.Z. & Ørskov, E.R. 1977. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *J. Agric. Sci. (Cambridge)*. 88:645
- Ospina, S.; Rosales, M. & Ararat, J.E. 2002. Variación genotípica en la composición química y digestibilidad de *Trichanthera gigantea*. *Agroforestería en las Américas*. 9 (33):
- Palma, J.M. & Román, Leonor. 1999. Prueba de selectividad con ovinos de pelo de harinas de frutos de especies arbóreas. En: Memorias Primer Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción animal sostenible. (H. Osorio, Ed.). FAO-CIPAV. Cali, Colombia. [cd-rom]
- Personious, T.L.; Nwambolt, C.L.; Stephens, J.R. & Keiser, R.C. 1987. Crude terpenoid influence on mule deer preference for sagebrush. *J. Range Manage*. 40 (1):84
- Pineda, M. 2004. Resúmenes de Fisiología vegetal. Servicios de publicaciones de la Universidad de Córdoba. Córdoba, España. 204 p.
- Pinto, R.; Gómez, H.; Hernández, A.; Medina, F.; Martínez, B.; Aguilar, V.H.; Tirado, L.; Pérez, L.; Galdámez, D.; Pérez, G. & Carmona, J. 2005. Preferencia ovina de árboles forrajeros del centro de Chiapas, México. Memorias del Primer Simposio Nacional de forrajes tropicales en la producción animal. Universidad Autónoma de Chiapas, México
- Provenza, F.D.; Scott, C.B.; Phy, T.S. & Lynch, J.J. 1996. Preference of sheep for foods varying in flavors and nutrients. *Journal of Animal Science*. 74 (10):2355
- Porter, L.J.; Hrstich, L.N. & Chan, B.G. 1986. The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin. *Phytochemistry*. 25:223
- Rosales, M. 1997. Avances en la investigación en el valor nutricional de Nacedero (*Trichanthera gigantea* (Humboldt et Bonpland) Nees.). En: Árboles y arbustos forrajeros utilizados en la alimentación animal como fuente proteica. Fundación CIPAV, Colombia.p. 127-144
- Rosales, M. & Ríos, C. 1999. Avances de la investigación en la variación del valor nutricional de procedencias de *Trichanthera gigantea* (H. & B.) Nees. En: Agroforestería para la producción animal en América Latina. (Eds. M. Sánchez y M. Rosales). FAO, Roma. No. 143, p. 351-362
- SAS. 1994. User's guide. 4th ed. Statistical Analysis System Institute, Inc. North Carolina, USA. p. 470
- Sosa, R.E.E.; Sansores, L.L.I.; Zapata, B.G.J. & Ortega, R.L. 2000. Composición botánica y valor nutricional de la dieta de bovinos en un área de vegetación secundaria en Quintana Roo. *Téc. Pecu. Méx*. 38 (2):105
- Torres, A. 2007. Perspectivas de la producción bovina en el estado Trujillo. *Mundo Pecuario*. III (1):14
- Van Soest, P.J.; Robertson, J. & Lewis, B. 1991. Symposium: 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

Recibido el 12 de febrero del 2008

Aceptado el 24 de junio del 2008