

Evaluación integral de recursos forrajeros para rumiantes en el estado Trujillo, Venezuela

Integral evaluation of fodder resources for ruminants in Trujillo state, Venezuela

D.E. García^{1*}, M.G. Medina¹, L.J. Cova², T. Clavero³,
A. Torres¹, D. Perdomo¹ y O. Santos¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Trujillo, Venezuela

²Núcleo Universitario "Rafael Rangel", Universidad de los Andes. Trujillo, Venezuela

³Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia (LUZ). Zulia, Venezuela

Resumen

Utilizando análisis multivariado y la determinación de índices jerárquicos, se realizaron dos experimentos para estimar el potencial forrajero de doce especies cultivadas en zona de vida de Bosque seco Tropical perteneciente al 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*). En el primer experimento se evaluó el comportamiento de las leñosas en condiciones de vivero, el establecimiento en campo y la aceptabilidad relativa de vacunos, ovinos y cabras en condiciones de pastoreo. En el segundo se determinó la producción de biomasa comestible, la composición química, la degradabilidad ruminal y la aceptabilidad en estabulación. Se detectó una alta variabilidad en el análisis de componente principal (97,71%). Las variables de mayor relevancia para caracterizar las especies fueron: la altura para el transplante, la tasa de crecimiento, la sobrevivencia final en el establecimiento, la producción de biomasa, el contenido de fibra detergente neutro y terpenoides totales y la aceptabilidad de vacunos, ovinos y caprinos en estabulación y pastoreo. Mediante el análisis de clasificación automática y el índice de potencial forrajero se determinó que las especies con mejores resultados integrales fueron: *M. alba*, *C. tinctoria*, *G. ulmifolia*, *P. pedicellare*, *L. leucocephala* y *C. alba*. El resto de las especies presentaron poca relevancia como forraje.

Palabras clave: forrajes, ovinos, caprinos, vacunos, aceptabilidad.

Recibido el 10-4-2008 • Aceptado el 28-7-2009

^{1*}Autor de correspondencia e-mail: dannyg@inia.gob.ve

Abstract

By using a multivariate analysis and hierarchical index determination the fodder potential of twelve species (*Chlorophora tinctoria*, *Morus alba*, *Pithecellobium pedicellare*, *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia*, *Cordia alba*, *Trichanthera gigantea*, *Tithonia diversifolia*, *Leucaena leucocephala*, *Moringa oleifera*, *Azadirachta indica* and *Samanea saman*) in dry tropical forest area, Trujillo state, Venezuela were studied. The behavior of woody species in nursery conditions, establishment and relative acceptability by ovine, goats and cattle was evaluated in experiment 1. However, edible biomass production, chemical composition, rumen degradability and relative acceptability in confinement condition were determined in experiment 2. A high variability for the first three components (97.71%) was detected. The transplant height, growth rate, the final survival in establishment, the biomass production, NDF total terpenoids content and cattle, sheep and goat acceptability in confinement and grazing conditions were the most relevant variables. Using the automatic classification analysis and fodder potential index *M. alba*, *C. tinctoria*, *G. ulmifolia*, *P. pedicellare*, *L. leucocephala* and *C. alba* showed better results. The rest of species showed little relevance as fodder.

Key words: fodder, sheep, goats, cattle, acceptability.

Introducción

La evaluación integral de especies con potencial para sistemas silvopastoriles constituye uno de los aspectos más importantes para intensificar la producción de rumiantes en el estado Trujillo (Venezuela), y de esta forma garantizar un incremento sustancial de leche y carne; productos que en la actualidad se encuentran en déficit en el Estado (Torres, 2007).

Aun cuando en el país, y particularmente en Trujillo, se han desarrollado investigaciones para dilucidar las principales problemáticas asociadas a la producción de rumiantes en las fincas ganaderas enfocados en el recurso pastizal y aspectos de la comercialización (Osechas y Becerra, 2004; Osechas y Becerra, 2006;

Introduction

The integral evaluation of species with potential for silvopastoral systems constitutes one of the more important aspects to intensify the ruminants production in Trujillo state (Venezuela), and to guarantee an essential increase of milk and meat; products that nowadays are in shortage in the state (Torres, 2007).

Even though in country and especially in Trujillo, a lot of researches have been carried out to solve the main troubles related to the ruminants production in farms focused on the grass resource and commercialization aspects (Osechas and Becerra, 2004; Osechas and Becerra, 2006; Osechas *et al.*, 2006), there is also a lot of species of trees

Osechas *et al.*, 2006), existen muchas especies de árboles y arbustos que no han sido estudiadas secuenciadamente para su inclusión como alimento animal (García y Medina, 2006).

Por otra parte, en la zona baja del estado Trujillo se encuentran numerosos sistemas de producción de ruminantes, especialmente de vacunos doble-propósito y en menor medida de ovinos y caprinos, y es además donde se concentra la mayor variedad de géneros forrajeros promisorios para implementar sistemas de pastoreo-ramoneo, corte-acarreo, cercas vivas y bancos de proteína y energía (García y Medina, 2006).

Asimismo la evaluación, desde la etapa de vivero hasta la explotación de estas fuentes de alimento animal en condiciones silvopastoriles, permitirá conocer en igualdad de condiciones experimentales cuales de las especies arbóreas y arbustivas de mayor distribución en la zona presentan mejor comportamiento, con vista a establecer sistemas que permitan garantizar una oferta de forraje de calidad en el periodo de menor disponibilidad de pastos; garantizando así la sustentabilidad de las áreas ganaderas y el abaratamiento de los costos totales a partir de la disminución de insumos alimenticios externos en la finca de los productores.

Considerando lo planteado anteriormente, el presente trabajo tuvo como objetivo determinar el potencial forrajero para ruminantes de algunas especies representativas del estado Trujillo, Venezuela; a partir del uso de métodos multivariados y el cálculo de índices jerárquicos basado en me-

and shrubs which have not been enough studied (García and Medina, 2006).

On the other hand, in the lower region of state, there are ruminant production systems, especially dual purpose cattle and some sheep and goats, and there is also the higher variety of promissory genre to implement grazing-browse, cut and carry systems, living fences and protein and energy banks (García and Medina, 2006).

Likewise, the evaluation from the nursery stage until the exploitation of these animal feeding resource in silvopastoral systems will permit to know in the same experimental conditions which of trees and shrubs with higher distribution in region have a better behavior, with the purpose of establishing silvopastoral systems that permit to guarantee a high quality fodder offer in the period of little pasture availability; making sure the sustainability of livestock systems and the cheeping of total prices from external feeding resources decrease in the producers farm.

This research had as objective to determine the fodder potential for ruminants of some representative species of Trujillo state, Venezuela; from the use of multivariate methods and the estimation of hierarchy indexes based on measurements in the nursery phase, establishment, biomass production, chemical composition, rumen degradability and acceptance in confinement and grazing-free.

diciones en la fase de vivero, establecimiento, producción de biomasa, composición química, degradabilidad ruminal y aceptabilidad en confinamiento y libre pastoreo.

Materiales y métodos

Ubicación

Los estudios de campo se realizaron en áreas de la Estación Experimental y de Producción Agrícola "Rafael Rangel" (EEPARR) de 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. La temperatura media anual en la zona es de 26°C, la precipitación acumulada de 1360 mm, la humedad relativa de 72% y la evaporación del 5% (León, 1996).

Especies evaluadas

Se evaluó el potencial forrajero de doce especies presentes en la zona baja del estado Trujillo: *Chlorophora tinctoria* (Mora), *Morus alba* (Morera), *Pithecellobium pedicellare* (Hueso de pescado), *Gliricidia sepium* (Mataratón o Rabo de ratón), *Guazuma ulmifolia* (Guácimo), *Cordia alba* (Caujaro o Cuajaro), *Trichanthera gigantea* (Nacedero o Naranjillo), *Tithonia diversifolia* (Tara o Flor amarilla), *Leucaena leucocephala* (Leucaena), *Moringa oleifera* (Moringa o Ben), *Azadirachta indica* (Árbol del Nim) y *Samanea saman* (Samán).

Las características generales de cada especie se muestran en el cuadro 1.

Materials and methods

Location

The field studies were carried out in the Experimental Station and Agricultural Production "Rafael Rangel" (EEPARR) of the Universidad de los Andes in "La Catalina", Vega Grande, La Paz Parrish, Pampán municipality, Trujillo state, Venezuela. The EEPARR is located between the 09°35'00" and 09°37'19" North Latitude and between 70°27'00" and 70°31'39" West Length, at a height of 270-300 masl. The annual mean temperature in region is of 26°C, the rainfall was 360 mm, the relative moisture is 72% and the evaporation is 5% (León, 1996).

Species evaluated

The fodder potential was evaluated of twelve species presents in the low region of Trujillo state: *Chlorophora tinctoria* (Mora), *Morus alba* (Morera), *Pithecellobium pedicellare* (Fish Bond), *Gliricidia sepium* (Mataratón or "Rabo de ratón"), *Guazuma ulmifolia* (Guácimo), *Cordia alba* (Caujaro or Cuajaro), *Trichanthera gigantea* (Nacedero or Naranjillo), *Tithonia diversifolia* (Tara or Yellow Flower), *Leucaena leucocephala* (Leucaena), *Moringa oleifera* (Moringa or Ben), *Azadirachta indica* (Neen tree) and *Samanea saman* (Samán).

The general characteristics of each species are shown in table 1.

Variables measured

Experiment 1

-Nursery

Essay was carried out in the agroforestral nursery of EEPARR, after making seeds and vegetative

Cuadro 1. Características de las especies evaluadas en el estado Trujillo, Venezuela.

Table 1. Characteristics of evaluated species in Trujillo state, Venezuela.

Especie	Familia	Porte	Uso tradicional en el Estado	Municipios del Estado donde es representativa
<i>A. indica</i>	Meliaceae	Arbóreo	ornato y cercas vivas**	3, 5, 8
<i>C. tinctoria</i>	Moraceae	Arbóreo	sombra y madera*	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
<i>C. alba</i>	Esterculeaceae	Arbóreo	sombra y cercas vivas*	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9
<i>G. sepium</i>	Leguminosae	Arbóreo	forrajero y cercas vivas*	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
<i>G. ulmifolia</i>	Esterculiaceae	Arbóreo	forrajero y sombra*	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
<i>L. leucocephala</i>	Leguminosae	Arbóreo	forrajero**	1, 2, 3, 5, 8
<i>M. oleifera</i>	Moringaceae	Arbóreo	medicinal**	1, 3, 5
<i>M. alba</i>	Moraceae	Arbustivo	forrajero**	1, 2
<i>P. pedicellare</i>	Leguminosae	Arbóreo	cercas vivas y madera*	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
<i>S. saman</i>	Leguminosae	Arbóreo	Sombra*	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
<i>T. gigantea</i>	Acanthaceae	Arbustivo	cerca viva**	1, 2, 7, 8
<i>T. diversifolia</i>	Asteraceae	Arbustivo	Medicinal*	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

* leñosa autóctona **leñosa introducida

(1) Pampan, (2) La Ceiba, (3) Pampanito, (4) José Felipe Márquez Cañizales, (5) Miranda, (6) Andrés Bello, (7) Bolívar, (8) Candelaria, (9) Sucre

VARIABLES MEDIDAS

Experimento 1

-Vivero

El ensayo se llevó a cabo en el vivero agroforestal de la EEPARR, después de realizar colectas de semillas y material vegetativo a partir de prospecciones realizadas en la zona baja del estado. Para la siembra se usaron bolsas de nailon de polietileno negro de 1 kg, donde se depositó un sustrato compuesto con 70% de suelo franco limoso y 30% de materia orgánica (estiércol bovino tratado), utilizándose 50 estacas o semillas de cada especie para llevar a cabo el experimento.

Las mediciones se realizaron, durante 10 semanas, con una frecuencia semanal en cinco plantas por tratamiento, identificadas como unidad de muestreo. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de germinación, longitud de la rama, número de hojas por rama, sobrevivencia, afectación por plagas y enfermedades y tasa de crecimiento. Todas las mediciones se realizaron acorde a las descripciones realizadas por Medina *et al.* (2007). *C. tinctoria*, *M. alba*, *G. sepium*, *C. alba*, *T. gigantea*, *T. diversifolia* se sembraron por estacas, y *L. leucocephala*, *M. oleifera*, *A. indica*, *S. saman*, *P. pedicellare*, *G. ulmifolia* por semilla botánica.

-Establecimiento para la explotación con animales

Después de concluir a las 10 semanas las mediciones en la fase de vivero (altura promedio: 48,76 cm), las especies fueron transplantadas a campo en el área forrajera de la EEPARR (1,8 ha) la cual se encontraba sembrada de pastos (*Cynodon nlemfluensis*

material collection from researches made in the low area of state. Black polyethylene nylon bags of 1 kg were used for the sowing, where a substrate formed by 70% of sandy clay soil and 30% of organic matter (treated bovine manure), being used 50 stakes or seeds from each specie to carry out the experiment.

Measurements were accomplished during 10 weeks, with a weekly frequency in five plants by treatment, identified as sampling unit. The variables evaluated were: germination percentage, branch length, number of leaves per plant, survival, affectation by pests and diseases and growth rate. All the measurements were made according to Medina *et al.* (2007) descriptions. *C. tinctoria*, *M. alba*, *G. sepium*, *C. alba*, *T. gigantea*, *T. diversifolia* were by stakes sowed, and *L. leucocephala*, *M. oleifera*, *A. indica*, *S. saman*, *P. pedicellare*, *G. ulmifolia* for botanical seed.

-Establishment for animal's exploitation

After finishing 10 weeks the measurements in the nursery phase (height in average: 48.76 cm), the species were transplanted to field in the fodder area of the EEPARR (1.8 ha) sowed with pastures (*Cynodon nlemfluensis* and *Panicum maximum*). At the beginning, furrows were made at a depth of 30.0 cm and the 28 better individual of each accession, selected from nursery phase, in four plots of 90 x 20 m (7 plants/specie/plot), which had all the species to be evaluated (84 plants/plot). Distance between furrows was 5 m, whereas trees and shrubs were sowed

y *Panicum maximum*). Inicialmente se surcó a una profundidad aproximada de 30,0 cm y se plantaron los 28 mejores individuos de cada aceción seleccionados de la fase de vivero, en cuatro parcelas de 90 x 20 m (7 plantas/especie/parcela), las cuales contenían todas las especies a evaluar (84 plantas/parcela). La distancia entre surcos fue de 5 m, mientras que los árboles y arbustos se sembraron con una separación de 4 m entre cada individuo. Durante la etapa de establecimiento las parcelas constituyeron réplicas (se evaluaron cinco plantas/especie/parcela); mientras que para la explotación con animales estas áreas fueron consideradas potreros.

Los aspectos relacionados con el procedimiento desarrollado en esta etapa fueron descritos por Toral *et al.* (2007) en evaluaciones similares llevadas a cabo en Cuba. A los 15 días de efectuar la plantación, se realizó una labor de resiembra sustituyendo las plantas que perecieron durante el proceso, por otras que también provenían del vivero. En estas condiciones y durante doce meses, con una frecuencia mensual, se determinó la sobrevivencia, la afectación por plagas y enfermedades, y por último se midió la altura a los 12 meses. Las especificaciones en cuanto a las mediciones en campo corresponden con las descripciones realizadas por Medina y García (2008) en investigaciones desarrolladas en la misma área de estudio.

-Aceptabilidad en condiciones de pastoreo

Para estimar la aceptabilidad en condiciones silvopastoriles se utilizaron entre tres y seis vacunos

with a separation of 4 m among them. During the establishment stage, plots constituted replications (five plants/specie/plot were evaluated), meanwhile for animals exploitation these areas were considered as paddocks.

The aspects related to the procedure development in this stage were described by Toral *et al.*, (2007) in similar evaluations carried out in Cuba. At 15 days of making plantation, a re-sowing was made by substituting plants becomes dead during process, by others also coming from nursery. In these conditions and during twelve months, with a month frequency, survival and the affectation by pests and diseases were determined, and finally, height was measured at twelve months. Specifications in relation to field measurements correspond with descriptions made by Medina and García (2008) in researches carried out in the same area.

-Acceptance in grazing conditions

To estimate the acceptance in silvopastoral conditions, between three and six bovines were used (158.43 ±8.36 kg alive weight), four and eight sheeps (25.37±1.48 kg alive weight) and four and six goats (38.43±2.40 kg alive weight) different to those used in confinement test, but with similar racial characteristics and without records of the evaluated species intake. Four consecutive grazing cycles were carried out with rest periods of 70 days approximately and occupation of six days in paddocks of 90 x 20 m with 84 plants each (seven each specie). To determine the

(158,43±8,36 kg de peso vivo), cuatro y ocho ovinos (25,37±1,48 kg de peso vivo) y cuatro y seis cabras (38,43±2,40 de peso vivo) diferentes a las utilizadas en la prueba en confinamiento, pero con similar características raciales y sin antecedentes de consumo de las especies evaluadas. Se realizaron 4 ciclos de pastoreos consecutivos con periodos de descanso aproximado de 70 días y ocupación de seis días en potreros de 90 x 20 m con 84 plantas cada uno (siete de cada especie evaluada). Para determinar la aceptabilidad de los rumiantes, el primer pastoreo se realizó después de los doce meses de plantadas las especies en el campo y cuando la población de todos los individuos medía un promedio de 1,50 m de altura. En cada rotación el número de animales estuvo en función de la disponibilidad de pastos y de arbórea, tratando que la intensidad de pastoreo fuera constante; evitando así que el consumo de los follajes se encontrara influenciado por la mayor o menor cantidad de pasto disponible en cada rotación.

En la prueba de preferencia en silvopastoreo los vacunos, ovinos y caprinos entraron separados a las áreas destinadas para cada grupo (Toral *et al.*, 2007). Los pastoreos con cada tipo de rumiante se realizaron de forma simultánea en los diferentes potreros (uno por tipo de rumiante) desde las 6:00 am a las 12:00 meridiano. Para estimar la disponibilidad inicial de forraje de los árboles y arbustos y el rechazo al final de cada pastoreo, inicialmente, a cinco plantas de cada especie se les cosechó la biomasa comestible mediante corte manual y al final de cada periodo de

acceptance of ruminants, the first grazing was made after twelve months of planning and when population had a mean measure of 1.50 m height.

In each rotation the animal's number was as a function of grasses availability, looking for grazing intensity was constant, by avoiding the fodder intake was influenced by the higher or lower weight quantity available in each rotation.

In the silvopastoral preference test the bovines, sheeps and goats entered by separate to the areas guided to each group (Toral *et al.*, 2007). The grazings with each type of ruminant were simultaneously made in different paddocks (one by type of ruminant) from 6:00 am to 12:00 m. To estimate the initial availability of trees and shrubs fodder and the reject at the end of each grazing; initially, the edible biomass was harvested in five plants of each specie through manual removal and at the end of each grazing time, the biomass rejected was took off, to estimate intake made by animals during grazing time.

Experiment 2

-Biomass production in fodder bank

The agronomical evaluation was accomplished in the fodder bank of EEPARR in an area of 0.76 ha, in which the twelve species evaluated were at random distributed in each of five plots of 40 m² (three rows/plot separated 2 m, four plants each 1 m separated). The plantation used was not used for the animal's evaluation because the biomass production evaluation assumed periodical cuts in

pastoreo se retiró la biomasa rechazada del resto, para estimar el consumo realizado por los animales durante el periodo de pastoreo.

Experimento 2

-Producción de biomasa en banco forrajero

La evaluación agronómica se realizó en el banco forrajero de la EEPARR en un área de 0,76 ha, en la cual las doce especies evaluadas se encontraban distribuidas al azar en cada una de las cinco parcelas de 40 m² (tres surcos/parcela, separados por 2 m con cuatro plantas cada uno separadas por 1 m). No se utilizó la plantación empleada para la evaluación con animales debido a que la cosecha de biomasa suponía cortes periódicos en la totalidad de las plantas estudiadas.

La plantación, en las que se encontraban todas las especies a evaluar agronómicamente, tenía tres años de establecida y con anterioridad a la investigación había sido sometida a cortes periódicos cada 60 días durante 2 años.

C. tinctoria, *M. alba*, *G. sepium*, *C. alba*, *T. gigantea* y *T. diversifolia* se habían plantado por estacas de 20,0±4,2 cm de largo; 3,2±0,8 cm de diámetro y con 4 yemas. En el caso de *P. pedicellare*, *G. ulmifolia*, *L. leucocephala*, *M. oleifera*, *A. indica* y *S. saman* se había realizado a partir de plántulas de 10 semanas de edad, las cuales fueron inicialmente sembradas en vivero utilizando semilla botánica.

Durante la evaluación se realizaron seis cortes (tres en el periodo poco lluvioso y tres en el lluvioso) con una frecuencia de 60 días, después de

the total of plants studied.

All the species to be evaluated were in an agronomical plantation, which had three years-old established and previous to the research, was subject of periodical cuts each 60 days during 2 years.

C. tinctoria, *M. alba*, *G. sepium*, *C. alba*, *T. gigantea* and *T. diversifolia* were planted in stakes of 20.0±4.2 cm long; 3.2±0.8 cm diameter and with 4 buds. In case of *P. pedicellare*, *G. ulmifolia*, *L. leucocephala*, *M. oleifera*, *A. indica* and *S. saman* were carried out from plantlets of 10 weeks-old, which were initially sowed in nursery by using botanical seed.

During the evaluation, six cuts were done (three in the little-rainy time and three in rainy time) with a frequency of 60 days, after an initial uniformity cut. Cuts were made taking into account the pre-fixed height (1 m).

Based on all the plants of plot, the total weight of edible biomass was determined (leaves and stems inferior to 6 mm diameter). From the individual biomass of each plant, a portion of 300 to 600 g was took for carrying out the dry matter content determinations (AOAC, 1990), the chemical analysis and the essays of rumen degradability. The rest of vegetal material obtained after cut of each specie was used for making the cafeteria trial in confinement.

Nutritional quality

Determination of all the chemical and nutritional variables was made from the biomass collected in the agronomical essay.

Bromatology

un corte de uniformidad inicial. Los cortes se realizaron teniendo en cuenta la altura prefijada (1 m).

Sobre la base de todas las plantas de la parcela se determinó el peso total de la biomasa comestible (hojas y tallos tiernos inferiores a 6 mm de diámetro). De la biomasa individual de cada planta se tomó una porción de 300 a 600 g para llevar a cabo las determinaciones del contenido de materia seca (AOAC, 1990), los análisis químicos y los ensayos de degradabilidad ruminal. El resto del material vegetal obtenido después del corte de cada especie fue utilizado para la realización de la prueba de cafetería en confinamiento.

Calidad nutricional

La determinación de todas las variables químicas y nutricionales se realizó a partir de la biomasa recolectada en el ensayo agronómico.

Bromatología

Los contenidos de proteína cruda (PC), energía bruta (EB) y cenizas se cuantificaron mediante las metodologías propuestas por la AOAC (1990). La fibra detergente neutro (FDN) se determinó según Van Soest *et al.* (1991).

Metabolitos secundarios

La cuantificación de los polifenoles totales (FT) se llevó a cabo mediante el método de Folin-Ciocalteu (Makkar, 2003), los taninos que precipitan las proteínas (TPP) por el protocolo de precipitación en presencia de proteína de origen animal (Makkar *et al.*, 1988), los taninos condensados (TC) basados en el ensayo del nbutanol/Fe³⁺ y ácido clorhídrico (Porter *et al.*, 1986) y los esteroides y terpenoides totales (ET), en esencia,

Contents of crude protein (CP), gross energy (GE) and ashes were quantified through the methodologies proposed by the AOAC (1990). The neutral detergent fiber (NDF) was determined according to Van Soest *et al.* (1991).

Secondary metabolites

The quantification of total polyphenols (TP) was carried out by the Folin-Ciocalteu method (Makkar, 2003), the tannins that precipitate proteins (TPP) according to the precipitation protocol in presence of animal origin protein (Makkar *et al.*, 1988), the condensed tannins (CT) based in the essay of nbutanol/Fe³⁺ and chlorhidric acid (Porter *et al.*, 1986) and total sterols and terpenoids (TS), basically, through method described by Galindo *et al.* (1989), making individuals readings for each group as a function of more absorption area in the visible spectrum.

In situ ruminal degradability

In the estimation of *in situ* degradability of dry matter (DDM) and the organic matter (DOM), the incubation time was used during 48 hours, evaluating five samples by specie. The experiment was carried out in continue periods of fifteen days; seven of animals adaptation to the specie intake to be after incubated in rumen and eight of measurements (three repeated incubations of 48 hours for each specie with rests inserted of 24 hours). Degradability was estimated through the procedure of nylon bags in rumen (Mehrez and Ørskov, 1977), by using two bags (porum size approximate: 50 micra) by each sample.

Approximately, 2.8 g fodder

mediante el método descrito por Galindo *et al.* (1989), realizando lecturas individuales para cada grupo en función de la zona de mayor absorción en el espectro visible.

Degradabilidad ruminal in situ

En la estimación de la degradabilidad *in situ* de la materia seca (DMS) y de la materia orgánica (DMO), se empleó el tiempo de incubación de 48 horas, evaluando cinco muestras por especie. El experimento se llevó a cabo en periodos continuos de quince días; siete de adaptación de los animales al consumo de la especie a incubar posteriormente en el rumen y ocho de mediciones (tres incubaciones repetidas de 48 horas para cada especie con descansos intercalados de 24 horas). La degradabilidad se estimó mediante el procedimiento de las bolsas de nailon en rumen (Mehrez y Ørskov, 1977), empleando dos bolsas (tamaño aproximado de poro: 50 micra) por cada muestra.

Aproximadamente 2,8 g de forraje fueron incubados por 48 horas en el rumen de tres ovinos Criollos (35,2±2,43 kg de peso vivo) con cánula permanente los cuales, antes de la incubación, fueron adaptados a consumir los forrajes por una semana, como suplemento de una dieta basal formada por heno de *C. nlemfluensis*, concentrado comercial (170 g/animal/día) y agua a voluntad. Las especificaciones sobre el ensayo con animales fueron descritas por García *et al.* (2008a,b).

-Aceptabilidad relativa en estabulación a partir de la biomasa colectada

were incubated by 48 hours in rumen of three Creole sheeps (35.2±2.43 kg of alive weight) with permanent cannula that before the incubation were adapted to consume forages by a week, as a basal diet supplement formed by hay of *C. nlemfluensis*, commercial concentrate (170 g/animal/day) and free-access water. Specifications about the essay with animals were described by García *et al.* (2008a,b).

-Relative acceptance in stabling from collected biomass

The fodder acceptance in stabling was estimated through a preference test in the Ruminants Supplementation Module of EEPARR. Twelve young bovines with Carora predominance of 157.43±5.65 kg of alive weight were used, twelve young Creole sheeps of 21.50±2.15 kg of alive weight and twelve crossbreeds goats (Canaria x Nubiam) of 36.30±4.4 of alive weight, which were selected by considering the ages homogeneity, body condition and procedence. Any of animals used in test showed consumption records of species offered.

Before beginning animals experiment, in dependence of management group, were found in grazing conditions in areas of the Station, with *Cynodon* sp., *Digitaria* sp. and *P. maximum* predominance and only were suplemented with mineral salt and commercial concentrate (BP: 28%, NDF: 56.8%, Ashes: 6.5%). Albendazole sulfoxide (methyl N-(6-propilsulfanyl-1H-benzimidazole-2-yl) carbamate) for removing off ruminants parasites, and vitamin complex fifteen days before beginning

La aceptabilidad de los forrajes en estabulación se estimó mediante una prueba de preferencia en el Módulo de Suplementación de Rumiantes de la EEPARR. Se utilizaron doce vacunos jóvenes enteros con predominio Carora de $157,43 \pm 5,65$ kg de peso vivo, doce ovinos jóvenes Criollos de $21,50 \pm 2,15$ kg de peso vivo y doce cabras mestizas (Canaria x Nubiam) de $36,30 \pm 4,4$ de peso vivo, los cuales se seleccionaron considerando la homogeneidad de edades, condición corporal y procedencia. Ninguno de los animales utilizados en la prueba presentaba antecedentes de consumo de las especies ofertadas. Antes de comenzar el experimento los animales, en dependencia del grupo de manejo, se encontraban en condiciones de pastoreo en áreas de la Estación con predominio de *Cynodon* sp., *Digitaria* sp. y *P. maximum*; y únicamente eran suplementados con sal mineral y concentrado comercial (PB: 28%, FDN: 56,8%, Cenizas: 6,5%). Los rumiantes se desparasitaron con Sulfóxido de Albendazol (metil N-(6-propilsulfanil-1H-benzimidazol-2-il) carbamato) y complejo vitamínico quince días antes de comenzar la experiencia, con dosis dependiente del peso vivo.

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 para vacunos y de 1,2 m para ovinos y caprinos, en los cuales se situaron comederos de madera y cabilla divididos en doce espacios donde se les ofertaron las especies a evaluar. Los animales fueron adaptados a la alimentación en confinamiento durante un periodo de 12 días, después de los

the essay, with a doze depending of alive weight.

Each animal was placed on individual under cover compartments of 5 x 5 m with cement floor and separated among them by walls of 1.8 m height for bovines and 1.2 m for sheeps and goats, in which wood and iron rod feeding trough were placed and divided into twelve spaces where species to be evaluated were offered. The animals were adapted to the feeding in confinement during a period of 12 days, after that, forages were offered at the offer level established. Daily, the same species were offered to each animal, looking for the placing of forage in feeding trough was different every evaluation days (12 species x 12 different positions in 12 days). Daily, each forage acceptance was calculated by averaging intake made by the twelve animals of each speciea. To avoid the dominance effect of some animals during daily intake stage these had not visual contact among them.

During the adaptation period to the stabling conditions, the ruminants were feed with *C. nlemfluensis* as basal diet *ad libitum*. In the experimental period, species were simultaneously offered and at a reason of 4 kg DM.animal.day⁻¹ for bovines and 3 kg DM.animal.day⁻¹ for sheeps and goats, to guarantee a reject over 60% any case. Each forages was daily offered during six hours by the same person; durign the following hours, animals only received Stargrass and free-access water in watering places of each experimental place. The measurement of daily intake was determined through the

cuales se comenzó a ofrecer los follajes al nivel de oferta establecido. Diariamente a cada animal se le ofreció las mismas especies logrando que la colocación del forraje en el comedero fuera diferente todos los días de evaluación (12 especies x doce posiciones en doce días). Diariamente la aceptabilidad de cada forraje se calculó promediando el consumo realizado por los doce animales de cada especie. Para evitar el efecto de dominancia de algunos animales, durante la etapa diaria de consumo éstos no tuvieron contacto visual entre sí.

Durante el periodo de adaptación a las condiciones de estabulación los rumiantes fueron alimentados con *C. nlemfluensis* como dieta basal *ad libitum*. En el periodo experimental se les ofrecieron las especies de manera simultánea y a razón de 4 kg MS.animal.día⁻¹ para vacunos y 3 kg MS.animal.día⁻¹ para ovinos y cabras, para garantizar un rechazo superior al 60% en cada caso. Cada follaje fue ofrecido durante seis horas diariamente por la misma persona; en las horas siguientes a los animales solo se les ofertó pasto Estrella y agua a voluntad en los bebederos de cada local experimental.

La medición de consumo diario se determinó mediante la diferencia entre la cantidad de forraje ofrecido en los comederos y rechazado por los animales al final de cada día de prueba, realizando la corrección correspondiente a la pérdida de agua.

-Cálculo del índice de potencial forrajero

Con el propósito de jerarquizar las especies estudiadas de acuerdo a sus características, se utilizó la me-

difference between the forage quantity offered in feeding troughs and rejected by animals at the end of each testing day, making the corresponding correction in relation to the water loss.

-Index estimation of fodder potential

With the purpose of hierarchizing the species studied according to its characteristics, the methodology proposed by Stewart and Dunsdon (1998) in which by the initial selection of variables not related among them (Experiment 1: germination, survival in nursery, survival to transplanting and height at 12 months of establishment and acceptance in silvopastoral systems. Experiment 2: Biomass production, CP, dry matter degradability and acceptance in stabling), different indexes of fodder potential were calculated:

In this research important individual indexes were calculated as a function of relationship among them; the variables were obtained through the mean components analysis (MCA). The two more representative variables each stage, as a function of components that grouped the high numeric variability.

Experiment 1

Index 1: nursery behavior (VI)

Index 2: IV + establishment behavior (EI)

Index 3: IV + IE + acceptance in silvopastoral system (SPI)

Experiment 2

Index 4: biomass production (BPI)

Index 5: BPI + chemical composition and rumen degradability (CDI)

metodología propuesta por Stewart y Dunsdon (1998) en la cual, mediante la selección inicial de variables no correlacionadas entre sí (Experimento 1: germinación, sobrevivencia en vivero, sobrevivencia al trasplante, altura a los 12 meses de establecimiento y aceptabilidad en silvopastoreo. Experimento 2: Producción de biomasa, PC, degradabilidad de la MS y aceptabilidad en estabulación), se calculan índices diferentes de potencial forrajero:

En esta investigación se calcularon índices individuales importantes en función de la relación entre las variables obtenidas mediante el análisis de componentes principales (ACP). En ese sentido, se seleccionaron las dos variables más representativas de cada etapa, en función de los componentes que agruparon la mayor variabilidad numérica.

Experimento 1

Índice 1: comportamiento en vivero (IV)

Índice 2: IV + comportamiento en establecimiento (IE)

Índice 3: IV + IE + aceptabilidad en silvopastoreo (ISP)

Experimento 2

Índice 4: producción de biomasa (IPB)

Índice 5: IPB + composición química y degradabilidad ruminal (IQD)

Índice 6: IPB + IQD + aceptabilidad en estabulación (IAE)

La información de cada variable no correlacionada se incorporó en un valor único para cada especie. Cada índice se calculó como la suma de las diferencias ajustadas al promedio. Por cada variable que contribuyó al índice, el promedio general fue sustraído

Index 6: BPI + CDI + stabling acceptance (SAI)

The information of each non-related variable was added on a unique value by specie. Each index was calculated as the total of differences adjusted to average. By each variable contributing to the index, the general average was subtracted from the each specie value and the result, like adjusted differences, was expressed in standard deviation multiples. This procedure permitted to give each variable, the same weight by transformation of a normal standard distribution for each case. The positive adjusted difference showed a best group than the average for the studied variable. The adjusted differences were algebraically added to obtain a global index; considering that the higher values shows a higher fodder potential.

Experimental design, statistical methods and processing

A totally at random design was used for the species in nursery stage, establishment, biomass production, evaluation of chemical composition and the grazing preference test. However, for the preference essay in stabling, a balanced square Latin design 12 (species) x 12 (offer daily positions) x 12 (evaluation days) ways. The evaluated species constituted the treatments in every case. For the information processing, the statistical program SAS (SAS, 1994) was used. The procedures for MCA making and the automatic classification analysis (ACA); likewise, data standardization was made by using the Machado (2006) procedure with the objective of

del valor para cada especie y el resultado, como diferencias ajustadas, se expresó en múltiplos de la desviación estándar. Este procedimiento permitió conferirle a cada variable igual peso, mediante la transformación de una distribución normal estándar para cada caso. La diferencia ajustada positiva indicó un grupo mejor que el promedio para la variable en estudio. Las diferencias ajustadas, se sumaron algebraicamente para obtener un índice global; considerando que los valores más altos son indicativos de un mayor potencial forrajero.

Diseño experimental, métodos estadísticos y procesamiento

Se empleó un diseño totalmente aleatorizado para las especies en la etapa de vivero, establecimiento, producción de biomasa, evaluación de la composición química y la prueba de preferencia en pastoreo. Sin embargo, para el ensayo de preferencia en estabulación se utilizó un diseño cuadrado Latino balanceado 12 (especies) x 12 (posiciones diarias de la oferta) x 12 (días de evaluación). En todos los casos las especies evaluadas constituyeron los tratamientos. Para el procesamiento de la información se utilizó el paquete estadístico SAS (SAS, 1994). Los procedimientos para la realización del ACP y el análisis de clasificación automática (ACA); así como la estandarización de los datos con el objetivo de conferirle a las variables igual peso en los análisis multivariados, se realizaron siguiendo los señalamientos descritos por Machado (2006).

giving the same weight to the variables in the multivariate analysis.

Results and discussion

Table 2 shows the results of MCA for the fodder potential variables. The total variance was evaluated (97.71%).

In the first mean component (MC1) the higher variability of fodder collection (72.25%) and the more represented variables were the transplant height, the growth rate, the final survival in the establishment, the biomass production, the NDF and total terpenoids and the acceptance by cattle, ovine and goats respect to stabulation and grazing. Respect to the interrelationship between the variables, the more relevant indicators in the nursery stage, establishment, biomass production and preference showed a positive relationship among them and other negative with the variables of higher fluctuation of chemical composition (NDF and TS). These results describes, from the integral point of view, that species of best behavior in every evaluated phase showed lower proportion of fibrous fraction and terpenoids; aspect of high nutritional significance, considering that the cell wall compounds and isoprenoid of median molecular weight, causes negative effects in nutrition, as ruminants as monogastrics (Personious *et al.*, 1987, Alonso-Díaz *et al.*, 2007). On this respect, in characterization reseaches of tropical forages, through the

Resultados y discusión

En el cuadro 2 se muestran los resultados del ACP para las variables de potencial forrajero. En este sentido, la varianza total acumulada fue elevada (97,71%).

En el primer componente principal (CP1) se extrajo la mayor variabilidad de la colección de forrajes (72,25%) y las variables con mayor representación fueron la altura al trasplante, la tasa de crecimiento, la sobrevivencia final en el establecimiento, la producción de biomasa, el contenido de FDN y terpenoides totales y la aceptabilidad de vacunos, ovinos y caprinos en estabulación y pastoreo. Con respecto a la interrelación entre las variables, los indicadores más relevantes en la etapa de vivero, establecimiento, producción de biomasa y preferencia presentaron relación positiva entre sí y negativa con las variables de mayor fluctuación de la composición química (FDN y ET). Estos resultados describen, desde el punto de vista integral, que las especies de mejor comportamiento en todas las fases evaluadas presentaron menos proporción de fracción fibrosa y terpenoides; aspecto de elevada significación nutricional, considerando que los compuestos de la pared celular y los isoprenoides de mediano peso molecular, son causantes de efectos negativos en la nutrición, tanto de rumiantes como de monogástricos (Personious *et al.*, 1987. Alonso-Díaz *et al.*, 2007). Al respecto, en investigaciones de caracterización de forrajes tropicales, a través de evaluaciones de la composición química, el valor nutritivo y median-

evaluations of chemical composition, the nutritive value and by experiments with animals have been determined that fiber and its polyphenolics compounds constitutes some of discriminant indicators; taking into account that they are negatively correlated with the *in vitro* and *in vivo* digestibility, the ruminal *in situ* degradability and the ruminants acceptance in stabling (Makkar, 2003; Sandoval *et al.*, 2005).

Additionally, a coherence between the intake of ruminants in stabling and grazing was observed, thus, restriction showed by animals in the preferente test in controlled conditions, had no influence when animals did not select the forages in grazing-free; ratifying that species were little liked in stabling, also, in silvopastoral conditions.

These results describes that the more liked species were the same, independently of evaluation way used, by showing the preference importance as variable of high hierarchial weight.

These results shows the practical importance of cafeteria trial in pens, in the evaluation of fodder resources for ruminants, when species foliages to be evaluated do not shows other limitations such as the presence of physical defense or particular architecture that makes difficult the ruminant accessibility to biomass.

In the second component (CP2) the 20.27% of the total variance was extracted and the variables with higher relationship were the damages caused by pests and disease syptoms in nursery, the survival to transplant, the diseases syptoms in the establishment and the levels of precipitant

Cuadro 2. Resultados del ACP y relación entre las variables de potencial forrajero en especies vegetales del estado Trujillo, Venezuela.**Table 2. Results of MCA and relationship between the variables of fodder potential in vegetables species of Trujillo state, Venezuela.**

Variable		CP1	CP2	CP3
Vivero	Germinación	-0,178	0,014	0,301
	Número de ramas	0,033	0,285	0,128
	Hojas por ramas	0,432	-0,164	-0,552
	Sobrevivencia	0,281	-0,310	-0,048
	Síntomas de enfermedades	0,165	0,542	-0,002
	Daño por plagas	0,184	0,626	0,094
	Altura para trasplante	0,432	-0,189	-0,092
	Tasa de crecimiento	0,664	-0,387	-0,543
Establecimiento	Sobrevivencia al trasplante	0,247	-0,412	0,273
	Sobrevivencia final	0,558	0,268	0,273
	Daño por plagas	0,033	0,196	-0,322
	Síntomas de enfermedades	-0,184	0,530	-0,072
	Altura a los 12 meses	0,138	-0,095	0,042
Agronómica	Producción de biomasa	0,505	-0,062	0,008
	Composición química			
Composición química	Proteína cruda	0,032	0,366	0,063
	Energía bruta	-0,222	0,393	0,581
	Fibra detergente neutro	-0,524	0,363	0,375
	Cenizas	-0,075	-0,380	-0,561
	Polifenoles totales	-0,389	0,481	0,579
	Taninos condensados	0,085	0,296	0,675
	Taninos precipitantes	-0,090	0,605	0,556
	Terpenoides totales	-0,469	0,077	0,141
Degradabilidad	Ruminal de la MS	0,227	-0,057	-0,595
	Ruminal de la MO	0,285	-0,023	-0,545
Aceptabilidad	Vacunos en estabulación	0,904	0,353	0,242
	Ovinos en estabulación	0,954	0,188	-0,017
	Caprinos en estabulación	0,836	-0,543	-0,033
	Vacunos en pastoreo	0,826	0,432	-0,358
	Ovinos en pastoreo	0,716	0,212	-0,183
	Caprinos en pastoreo	0,841	-0,537	-0,008
	Valor propio (λ)	6,845	3,884	3,775
	Varianza (%)	72,246	20,272	5,187
	Varianza total (%)	72,246	92,519	97,706

CP: componente principal

te experimentos con animales se ha determinado que la fibra y sus componentes polifenólicos constituyen algunos de los indicadores discriminantes más importantes; considerando que se correlacionan negativamente con la digestibilidad *in vitro* e *in vivo*, la degradabilidad ruminal *in situ* y la aceptabilidad de rumiantes en estabulación (Makkar, 2003; Sandoval *et al.*, 2005).

Adicionalmente, se observó una coherencia entre el consumo de los rumiantes en estabulación y en pastoreo, aspecto que demuestra que el constreñimiento al cual se encontraban sometidos los animales en la prueba de preferencia en condiciones controladas, no influyó cuando éstos tuvieron la posibilidad de seleccionar los forrajes en libre pastoreo; ratificando que las especies que fueron poco apetecidas en estabulación, también lo fueron en condiciones silvopastoriles.

Estos resultados describen que las especies más apetecidas fueron las mismas, independientemente de la forma de evaluación utilizada, demostrando la importancia de la preferencia como variable de elevado peso jerárquico.

Adicionalmente estos resultados ponen de manifiesto la importancia práctica de las pruebas de cafetería en corrales, en la evaluación de recursos forrajeros para rumiantes, cuando los follajes de las especies a evaluar no presentan limitaciones adicionales tales como la presencia de defensas físicas o peculiar arquitectura, que dificulten la accesibilidad de los rumiantes a la biomasa.

En el segundo componente (CP2) se extrajo el 20,27% de la varianza

tanins, all related among them, except for survival. This connection describes that the more affected species by pathogens and foliage pests in nursery and the establishment showed the lower survival to transplant, even though the showed considerable levels of precipitant tannins.

On this respect, it has been reported that tannins of vegetable species shows protector functions for pest and pathogens, because they inhibites the activity of some endogenous enzymes of these organisms (García, 2004). Nevertheless, positive relationships have been obtained in some researches between the tannins quantity and the pest attack as in case of psílido (*Heterosylla cubana*) in *L. leucocephala* (Espinosa *et al.*, 2003) accesions related to the biological activity variable of tannins; which can vary in a same plant as a function of the growing stage, phenology and the biomass age, because the biological repercusion is conditioned by the molecular weight of tannins, the glycosidation of hydroxile groups causing astringency and its interaction with other vegetal and animals metabolites (García and Medina, 2005).

The third component (CP3) only explained the 5.19% of variability and in its formation contributed (considering the modular value of coefficient), the quantity of leaves per branches, the RE, TP and CT levels and DM and OM degradability. These results describes the classic negative effect of phenolic compounds informed in numerous researches in the rumen

total y las variables con mayor relación fueron los daños causados por plagas y los síntomas de enfermedades en vivero, la sobrevivencia al trasplante, los síntomas de enfermedades en el establecimiento y los niveles de taninos precipitantes, todas relacionadas positivamente entre sí, exceptuando la sobrevivencia. Este nexo describe que las especies más afectadas por patógenos y plagas foliares en el vivero y el establecimiento exhibieron la menor sobrevivencia al trasplante, aún cuando presentaron considerables niveles de taninos precipitantes.

Al respecto, se ha señalado que los taninos de las especies vegetales presentan funciones protectoras frente al ataque de plagas y patógenos, ya que inhiben la actividad de algunas enzimas endógenas de dichos organismos (García, 2004). Sin embargo, en algunas investigaciones se han obtenido relaciones significativamente positivas entre la cantidad de taninos y el ataque de plagas, como en el caso del psílido (*Heterosylla cubana*) en accesiones de *L. leucocephala* (Espinosa *et al.*, 2003) asociados a la diferenciada actividad biológica de los taninos presentes; la cual puede variar en una misma planta en función de la etapa de crecimiento, la fenología y la edad de la biomasa, ya que la repercusión biológica se encuentra condicionada por el peso molecular del tanino, la glicosidación de los grupos hidroxilos causantes de la astringencia y su interacción con otros metabolitos vegetales y de los animales (García y Medina, 2005).

El tercer componente (CP3) solamente explicó el 5,19% de la varia-

degradability (Makkar, 2003); even though the concentration of these metabolites were not related (low coefficient closed to zero), with the voluntary intake made by the three ruminants types in controlled conditions and grazing-free.

On the other hand, germination, survival and the number of branches in nursery; likewise the damages caused by pests in the establishment and the CP and ashes contents of biomass were not related through high coefficients in the components that grouped the higher variability between the evaluated species; which shows, by following the experimental conditions described, that these variables are not important to differentiate the fodder potential of the evaluated species.

The results obtained in this research emphasize that the most of measured variables in nursery are not adequate to estimate the real fodder potential in the following stages.

On the other hand, the ACA separated the species in two clear groups, with different characteristics among them (figure 1).

Taking into account each conglomerate, the group 1 (GI) was formed by *C. tinctoria*, *M. alba*, *P. pedicellare*, *L. Leucocephala*, *G. ulmifolia* and *C. alba*, and they were characterized by showing the best results; whereas the species of group II (*T. gigantea*, *G. sepium*, *T. diversifolia*, *M. oleifera*, *A. Indica* and *S. saman*) comparatively showed discrete results.

In relation to formed group's categorization, table 3 shows the group averages and each contribution percentages.

bilidad y en su formación contribuyeron mayoritariamente (considerando el valor modular del coeficiente), la cantidad de hojas por ramas, los niveles de EB, FT y TC y la degradabilidad de la MS y la MO. Estos resultados describen el efecto negativo clásico de los compuestos fenólicos informado en numerosas investigaciones en la degradabilidad ruminal (Makkar, 2003); aún cuando la concentración de estos metabolitos no se relacionaron de forma apreciable (coeficientes bajos cercanos a cero), con el consumo voluntario realizado por los tres tipos de rumiantes en condiciones controladas y libre pastoreo.

Por otra parte, la germinación, la sobrevivencia y el número de ramas en el vivero; así como los daños ocasionados por plagas en el establecimiento y los contenidos de PC y cenizas de la biomasa no se encontraron relacionados mediante coeficientes elevados en los componentes que agruparon la mayor variabilidad entre las especies evaluadas; lo cual demuestra, bajo las condiciones experimentales descritas, que estas variables no son importantes para diferenciar el potencial forrajero de las especies estudiadas.

En este sentido, los resultados obtenidos en la presente investigación enfatizan que la mayoría de las variables medidas en el vivero no son adecuadas para estimar el verdadero potencial forrajero en etapas subsiguientes.

Por otra parte, el ACA separó las especies en dos grupos definidos, con características distintivas entre sí (figura 1).

Teniendo en cuenta las particu-

GI showed a high positive contribution (76.67%); meanwhile GII showed a lower percentage (23.33).

The conglomerates I and II grouped two leguminous species each. These results emphasize the importance, like fodder species, of other species for the animal nutrition and also describes that not all the foliages coming from *Leguminosae* are promissory and do not constitute adequate supplies for ruminants.

Although groups with contrasting characteristic were observed, the use of foliage showing lower detached results is not rule out as animal feed; because its use depends on particular conditions of each production system, the dominance and geographical distribution of species, the management systems of each farms, the socio-cultural characteristics of livestock areas population and of knowledge about it by producers, for taking advantage one or another specie as fodder.

In relation to the integral potentialities, table 4 shows each location in dependence of estimated index.

When analyzing the results of index 1, the species with better behavior in nursery were: *C. tinctoria*, *M. alba* and *C. alba*. Nevertheless, when combining the representative coefficients of nursery and the establishment (index 2); the nursery, the establishment and the edible biomass production (index 3) and the nursery, the establishment, the edible biomass production and chemical composition (index 4), a higher quantity of species with significant results was observed (*M. alba*, *C. tinctoria*, *P. pedicellare*,

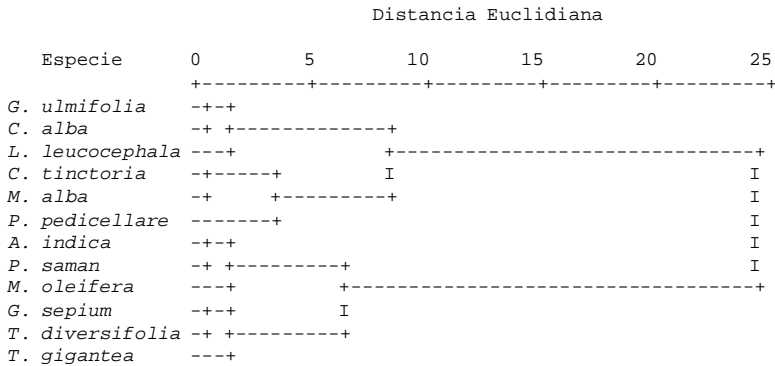


Figura 1. Dendrograma que muestra los grupos formados mediante el análisis de clasificación automática según las características forrajeras de las especies evaluadas.

Figure 1. Dendrogram showing the groups formed through the automatic classification analysis according the fodder characteristics of evaluated species.

laridades de cada conglomerado, el grupo 1 (G I) estuvo integrado por *C. tinctoria*, *M. alba*, *P. pedicellare*, *L. leucocephala*, *G. ulmifolia* y *C. alba* y se caracterizaron por presentar los mejores resultados integrales; mientras que las especies del grupo II (*T. gigantea*, *G. sepium*, *T. diversifolia*, *M. oleifera*, *A. indica* y *S. saman*) exhibieron resultados discretos, comparativamente.

Con relación a la categorización de las agrupaciones formadas, el cuadro 3 muestra las medias grupales y los porcentajes de cada contribución.

El G I presentó una contribución positiva elevada (76,67%); mientras que el G II exhibió un porcentaje muy inferior (23,33%).

Los conglomerados I y II agruparon dos especies leguminosas cada uno. Estos resultados enfatizan la importancia también, como especies forrajeras, de otras leñosas no leguminosas para la alimentación animal

T. diversifolia, *L. leucocephala*, *M. oleifera* and *C. alba*). By means of index 5, which grouped all the relevant variables measured in each stage, a higher difference between the species as a function of its fodder attributes was observed. *M. alba* showed the higher positive index, aspect that is not in agreement with the results obtained by Toral *et al.* (2007) in evaluations of fodder germplasm under Cuba edaphoclimatic conditions, perhaps related to the variety used for the test and edaphoclimatic conditions prevailing in the study area.

From the rest of species that showed excellent potentialities, *L. leucocephala* and *T. diversifolia* are the most known in relation to the potential like plants of higher nutritional importance for the animal feed. However, *C. alba* is considered an invader weed, and *C. tinctoria* and *P. pedicellare*, even though they

Cuadro 3. Media grupal de los conglomerados formados en el ACA y su contribución a la formación de los grupos en especies vegetales del estado Trujillo, Venezuela.**Table 3. Annual mean of conglomerated formed in the ACA and its contribution to the groups formation in vegetables species of Trujillo state, Venezuela.**

Variable		Grupo		
		I	II	Media general
Vivero	Germinación (%)	94,83	96,41	95,62
	Número de ramas	5,45	4,81	5,13
	Hojas por ramas	6,50	5,54	6,02
	Sobrevivencia (%)	97,03	96,43	96,73
	Síntomas de enfermedades*	0,51	0,21	0,36
	Daño por plagas*	0,46	0,12	0,29
	Altura para trasplante (cm)	46,18	40,56	43,37
	Tasa de crecimiento (cm/día)	1,32	0,82	1,07
Establecimiento	Sobrevivencia al trasplante (%)	90,17	87,83	89,00
	Sobrevivencia final (%)	91,83	76,50	84,17
	Daño por plagas*	0,20	0,21	0,20
	Síntomas de enfermedades*	0,97	0,96	0,96
	Altura a los 12 meses (m)	1,88	1,83	1,85
Agronómica	Producción de biomasa**	34,50	30,33	32,42
Composición química***	Proteína cruda	24,92	24,60	24,76
	Energía bruta	17,11	17,31	17,21
	Fibra detergente neutro	37,84	39,91	38,87
	Cenizas	9,81	11,61	10,71
	Polifenoles totales	2,89	3,11	3,00
	Taninos condensados	0,81	0,47	0,64
	Taninos precipitantes	1,26	0,75	1,00
	Terpenoides totales	0,89	1,70	1,29
	Degradabilidad (%)	Ruminal de la MS	67,27	66,76
	Ruminal de la MO	69,47	67,09	68,28

ACA: análisis de clasificación automática, *(% foliar afectado), ** (gMS/planta/corte), *** (en porcentaje, exceptuando la EB (kJ/gMS), **** (gMS/animal/6 horas)

y describe además que no todos los follajes provenientes de *Leguminosae* son promisorios y tampoco constituyen suplementos adecuados para rumiantes.

shown the higher geographical distribution of every species evaluated in Trujillo, only are used as shadow trees, basically for boundaries limiting relimitación de linderos and

Cuadro 3. Media grupal de los conglomerados formados en el ACA y su contribución a la formación de los grupos en especies vegetales del estado Trujillo, Venezuela (Continuación).

Table 3. Annual mean of conglomerated formed in the ACA and its contribution to the groups formation in vegetables species of Trujillo state, Venezuela (Continuation).

Variable		Grupo		
		I	II	Media general
Aceptabilidad****	Vacunos en estabulación	298,59	70,85	184,72
	Ovinos en estabulación	45,80	14,16	29,98
	Caprinos en estabulación	210,48	99,10	154,79
	Vacunos en pastoreo	176,82	42,01	96,12
	Ovinos en pastoreo	42,01	6,81	24,41
	Caprinos en pastoreo	256,87	147,29	202,08
Contribución (%)	Positiva	76,67	23,33	
	Negativa	23,33	76,67	

ACA: análisis de clasificación automática, *(% foliar afectado), ** (gMS/planta/corte), *** (en porcentaje, exceptuando la EB (kJ/gMS), **** (gMS/animal/6 horas)

Aunque se observaron grupos con potencialidades contrastantes, no se descarta la utilización de los follajes que exhibieron los resultados menos sobresalientes como alimento animal; ya que su uso depende de las condiciones particulares de cada sistema de producción, la dominancia y distribución geográfica de las especies en las áreas, los sistemas de manejo de cada finca, las características socioculturales de los pobladores de las zonas ganaderas y del conocimiento que exista, por parte de los productores, para aprovechar una u otra especie como forraje.

Con relación a las potencialidades integrales, en el cuadro 4 se muestran la ubicación de cada una, en dependencia del índice calculado.

as resistant wood for "estantillos" prop-support. To establish diffusion strategies of its potentialities as fodder for ruminants and to extend technologies for its propagation, agronomical management and exploitation, have to be constituted the main objectives of professional working in this area of agricultural sciences in the state.

It is possible to detach that even the CT were negatively related with the DM and OM degradability, did not affect the voluntary intake of ruminants. However, the acceptance of evaluated species was negatively related to the NDF and ST levels, which highlight the need of considering these two main variables of chemical composition in the

Al analizar los resultados del Índice 1, las especies de mejor comportamiento en vivero fueron: *C. tinctoria*, *M. alba* y *C. alba*. Sin embargo, al combinar los coeficientes representativos del vivero y el establecimiento (índice 2); el vivero, el establecimiento y la producción de biomasa comestible (índice 3) y el vivero, el establecimiento, la producción de biomasa comestible y la composición química (índice 4), se observó una mayor cantidad de especies con resultados sobresalientes (*M. alba*, *C. tinctoria*, *P. pedicellare*, *T. diversifolia*, *L. leucocephala*, *M. oleifera* y *C. alba*). Mediante el índice total, el cual agrupó todas las variables relevantes medidas en cada etapa, se observó una mayor diferencia entre las especies en función de sus atributos forrajeros. En este sentido, *M. alba* exhibió uno de los mayores índices positivo; aspecto que no coincide con los resultados obtenidos por Toral *et al.* (2007) en evaluaciones del germoplasma forrajero bajo las condiciones edafoclimáticas de Cuba; quizás relacionado con la variedad utilizada para la prueba y las condiciones edafoclimáticas que prevalecieron en el área de estudio.

Del resto de las especies que mostraron excelentes potencialidades *L. leucocephala* y *T. diversifolia* son las más conocidas en cuanto a su potencial como plantas de elevada importancia nutricional para la alimentación animal. Sin embargo, *C. alba* es considerada una maleza invasora en los pastizales del estado, y *C. tinctoria* y *P. pedicellare*; aun cuando presentan la mayor distribución geográfica de todas las especies evalua-

sequenced evaluation of promissory fodders like nutritional indicators of high impact.

The results obtained through the analysis multivariate shows the importance in selection of reliable variables for the evaluation of fodder species, with the purpose of hierarchizer as a function of the higher inter specific variability.

Conclusions

The more promising fodder and shrubs species in the low zone of Trujillo state, Venezuela are: *C. tinctoria*, *M. alba*, *L. leucocephala*, *C. alba*, *G. ulmifolia* and *P. pedicellare*. The most of evaluated species showing high fodder potential shows a wide distribution, except *M. alba*. This species have to be propagated in intensive way because it shows one of the best results. The main limitations of rest of fodders showing a no significant behavior are related with its performance in the nursery phase, in the establishment and the low acceptance by sheeps, goats and bovines in stabling and grazing.

End of english version

das en Trujillo, solamente son utilizadas como árboles de sombra, para la delimitación de linderos y como madera resistente para estantillos, fundamentalmente. En este sentido, establecer estrategias de difusión de sus potencialidades como forrajes para rumiantes y extender las tecnologías pertinentes para su propagación, manejo agronómico y explota-

Cuadro 4. Índice de potencial forrajero de especies vegetales del estado Trujillo, Venezuela.

Grupo de especie por forma de propagación	Índice de potencial forrajero						Total
	Experimento 1			Experimento 2			
	1	2	3	4	5	6	
<i>C. tinctoria</i> (E)	1,00	8,62	20,18	8,94	20,45	29,46	88,65
<i>M. alba</i> (E)	1,25	4,72	21,54	6,85	22,64	31,33	88,33
<i>C. alba</i> (E)	0,68	6,60	15,63	12,93	6,53	9,46	51,83
<i>G. sepium</i> (E)	0,22	-4,53	7,03	12,73	9,43	8,63	33,51
<i>T. diversifolia</i> (E)	0,29	14,96	7,73	4,84	16,43	-13,34	30,91
<i>T. gigantea</i> (E)	0,31	-19,77	-12,85	-24,75	-4,54	-17,64	-79,24
<i>P. pedicellare</i> (S)	-0,29	13,34	19,74	7,43	14,74	21,43	76,39
<i>G. ulmifolia</i> (S)	0,08	3,67	17,83	6,38	16,67	20,74	65,37
<i>L. leucocephala</i> (S)	-2,25	10,01	9,35	5,63	13,86	15,53	52,13
<i>M. oleifera</i> (S)	-0,19	11,60	11,52	2,86	3,85	-2,64	27,00
<i>A. indica</i> (S)	-0,27	-7,48	-16,25	-21,53	-5,74	-12,53	-63,80
<i>S. saman</i> (S)	-0,83	-31,24	-18,32	-16,64	-2,53	-22,52	-92,08

Índice 1: comportamiento en vivero (IV), Índice 2: IV + comportamiento en establecimiento (IE), Índice 3: IV + IE + aceptabilidad en silvopastoreo (ISP), Índice 4: producción de biomasa (IPB), Índice 5: IPB + composición química y degradabilidad ruminal (IQD), Índice 6: IPB + IQD + aceptabilidad en estabulación (IAE), E: estaca, S: semilla.

ción, deben constituir los objetivos prioritarios de los profesionales que laboran en esta área de las ciencias agrícolas en el estado.

En sentido general, vale destacar que aunque los TC se relacionaron negativamente con la degradabilidad de la MS y la MO, no afectaron el consumo voluntario de los rumiantes. Sin embargo, la aceptabilidad de las especies evaluadas se relacionó negativamente con los niveles de FDN y ET, lo que enfatiza la necesidad de considerar estas dos variables prioritarias de la composición química en la evaluación secuenciada de forrajes promisorios como indicadores nutricionales de elevada repercusión.

Los resultados obtenidos mediante el análisis multivariado ponen de manifiesto la importancia en la selección de variables fidedignas para la evaluación de especies forrajeras, con el propósito de jerarquizar en función de la mayor variabilidad interespecífica.

Conclusiones

Las especies arbóreas y arbustivas más promisorias como forrajeras en la zona baja del estado Trujillo, Venezuela son: *C. tinctoria*, *M. alba*, *L. leucocephala*, *C. alba*, *G. ulmifolia* y *P. pedicellare*. La mayoría de las especies evaluadas que exhibieron elevado potencial forrajero presentan amplia distribución en el estado, exceptuando a *Malba*. Esta especie debe ser propagada de forma intensiva, ya que exhibió uno de los mejores resultados integrales. Las principales limitaciones del resto de los forrajes que presentaron un comporta-

miento poco significativo se encuentran relacionadas con su desempeño en la fase de vivero, en el establecimiento y la baja aceptabilidad por parte de ovinos, caprinos y vacunos en estabulación y pastoreo.

Literatura citada

- Alonso-Díaz, M.A., J.F.J. Torres-Acosta, C.A. Sandoval-Castro, H. Hoste, A.J. Aguiar-Caballero y C.M. Cepetillo-Leal. 2007. Is goats preference of forage trees affected by their tannins or fiber content when offered in cafeteria experiments?. *Anim Feed Sci. Technol.* 141: 36-48.
- AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Association of Official Agricultural Chemistry. Washington, D. C., USA. 500 p.
- Espinoza, F., Y. Díaz, F. Requena, C. Araque, E. Perdomo y L. León. 2003. Selectividad, composición química y resistencia al psílido en accesiones de *Leucaena leucocephala*. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.*, 11(3):149-156.
- Galindo, W., M. Rosales, E. Muergueitio y J. Larrahondo. 1989. Sustancias antinutricionales en las hojas de árboles forrajeros. *Livestock Res. Rural Develop*, 1:36-41.
- García, D.E. 2004. Principales factores antinutricionales de las leguminosas forrajeras y sus formas de cuantificación. *Pastos y Forrajes*, 27(2):101-111.
- García, D.E. y M.G. Medina. 2005. Metodología para el estudio de los compuestos polifenólicos en especies forrajeras. Un enfoque histórico. *Zootecnia Trop.*, 23(3):261-296.
- García, D.E. y M.G. Medina. 2006. Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros. *Zootecnia Trop.*, 24(3):233-250.

- García, D.E., H.B. Wencomo, M.E. González, M.G. Medina, L.J. Cova y I. Spengler. 2008a. Evaluación de diecinueve ecotipos de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit basada en la calidad nutritiva del forraje. *Zootecnia Trop.* 26(1):1-10.
- García, D.E., H.B. Wencomo, M.G. Medina, M.E. González, Y. Noda, L.J. Cova y I. Spengler, 2008b. Evaluación de la calidad nutritiva de siete ecotipos de *Leucaena macrophylla* (Benth.) en un Suelo Ferralítico Rojo Lixiviado. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 25(1):43-67.
- León, N.I. 1996. Diseño de un sistema silvopastoril en la Estación Experimental Finca "El Reto". Informe de Pasantía. Núcleo Universitario "Rafael Rangel", Universidad de los Andes, Trujillo, Venezuela 52 p.
- Machado, R. 2006. Adaptabilidad de gramíneas y leguminosas en suelos hidromórficos del humedal Ciénaga de Zapata. Establecimiento. *Pastos y Forrajes*, 29(2):155-167.
- Makkar H.P.S., R.K. Dawra y B. Singh. 1988. Determination of both tannin and protein in a tannin-protein complex. *J. Agric. Food Chem.* 36: 523-525.
- Makkar, H.P.S. 2003. Quantification of tannins in tree and shrub foliage. A laboratory manual. Kluwer Academic Publishers, Netherlands. 102 p.
- Medina, M.G., D.E. García T. Clavero, J.M. Iglesias y J.G. López. 2007. Evaluación inicial de la morera (*Morus alba* L.) en condiciones de vivero. *Zootecnia Trop.* 25(1): 43-49.
- Medina, M.G. y D.E. García. 2008. Estudios con especies forrajeras desarrolladas en la Estación Experimental y de Producción Agrícola "Rafael Rangel" de la Universidad de los Andes, Trujillo, Venezuela. Informe de Investigación 2006-2008. Universidad de los Andes 25 p.p.
- Mehrez, A.Z. y E.R. Ørskov. 1977. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *J. Agric. Sci. (Cambridge)*, 88: 645-649.
- Osechas, D. y L. Becerra. 2004. Diagnóstico sobre el manejo y uso del recurso pastizal en fincas del estado Trujillo. Academia, Año 2, No. 04: 21- 24.
- Osechas, D., L. Becerra y A. Torres. 2006. Interrelación de estrategias usadas en el manejo y aprovechamiento de pastizales en fincas del estado Trujillo. *Revista de la Facultad de Agronomía, LUZ.* Vol. 23 (3): 338-348.
- Osechas, D. y L. Becerra. 2006. Producción y mercadeo de carne de conejo en el estado Trujillo. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias, LUZ:* Vol. XVI (2): 129-135.
- Personious, T.L., C.L. Nwambolt, J.R. Stephens y R.C. Keiser. 1987. Crude terpenoid influence on mule deer preference for sagebrush. *J. Range Manage.*, 40(1): 84-88.
- Porter, L.J., L.N. Hrstich y B.G. Chan. 1986. The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin. *Phytochemistry.* 25: 223- 230.
- Sandoval, C.A., H.L. Lizarraga y F.J. Solorio. 2005. Assessment of tree fodder preference by cattle using chemical composition, *in vitro* gas production and *in situ* degradability. *Anim. Feed Sci. Technol.* 123:277-289.
- SAS. 1994. User's guide. 4th ed. Statistical Analysis System Institute, Inc. North Carolina, USA. p. 470
- Stewart, J.L. y A.J. Dunsdon. 1998. Preliminary evaluation of potential fodder quality in a range of *Leucaena* species. *Agroforestry Systems*, 40:177-198.
- Toral O.C., J.M. Iglesias y J. Reino. 2007. Comportamiento del germoplasma arbóreo forrajero en condiciones de Cuba. En línea. Disponible en: <http://209.85.207.104/search?q=caché:7okQ9WN5QzoJ:dict.isch.edu.cu/dict/>

publicacionesdeeventos/
agroforesteria%25202007/data/
mesasredondas/odalystoral.
pdf+toral+odalys+estab
lecimiento+arboretum
&hl=es&ct=clnk&cd=1&gl=ve

Torres, A. 2007. Perspectivas de la producción bovina en el estado Trujillo. *Mundo Pecuario*, III(1):14-16.

Van Soest, P.J., J. Robertson y B. Lewis. 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.*, 74:3583-3597.