

Aceptabilidad de follajes arbóreos tropicales por vacunos, ovinos y caprinos en el estado Trujillo, Venezuela

Danny E. García^{1*}, María G. Medina¹, Luis J. Cova², Mildrey Soca³, Pablo Pizzani⁴, Alfredo Baldizán⁴ y Carlos E. Domínguez⁴

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Estación Experimental del estado Trujillo, Pampanito, Trujillo, Venezuela

*Correo electrónico: dagamar8@hotmail.com

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

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

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

RESUMEN

Se evaluó la preferencia de bovinos, ovinos y caprinos por el follaje de doce especies 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 determinó la composición química (PC, EB, FDN, polifenoles totales, taninos condensados, taninos que precipitan proteínas y terpenoides totales), se estimó la degradabilidad ruminal *in situ* y se realizaron mediciones del consumo mediante un diseño experimental cuadrado latino con periodo de evaluación de doce días. La preferencia de los ovinos con vacunos y caprinos con ovinos presentaron relaciones significativas. La aceptabilidad de vacunos y ovino no se encontró relacionada con la composición química de la oferta, aun cuando se observaron diferencias significativas en la mayoría de las variables nutricionales cuantificadas. Las cabras prefirieron los follajes con menor contenido de FDN y concentraciones bajas de polifenoles totales. Los follajes de *C. tinctoria*, *M. alba* y *P. pedicellare*, seguido por *G. ulmifolia* y *C. alba* presentaron las mayores potencialidades. Los resultados demuestran la importancia de realizar ensayos de preferencia para la selección de especies con potencial forrajero para sistemas de producción con rumiantes.

Palabras clave: Preferencia, consumo, rumiantes, metabolitos secundarios, calidad nutritiva

Acceptability of tropical tree fodder by cattle, sheep and goats in Trujillo state, Venezuela

ABSTRACT

Preference by cattle, sheep and goats for twelve foliage species (*Chlorophora tinctoria*, *Morus alba*, *Pithecellobium pedicellare*, *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia*, *Cordia alba*, *Trichantera gigantea*, *Tithonia diversifolia*, *Leucaena leucocephala*, *Moringa oleifera*, *Azadirachta indica*, and *Samanea saman*) in Trujillo state, Venezuela were evaluated. Chemical composition (CP, GE, NDF, total polyphenols, condensed tannins, tannins precipitating proteins, and total terpenoids), ruminal degradability, and intake measurements were determined using a latin square design with evaluation period of twelve days. The preferences of cattle with sheep and sheep with goats were related. No relationships of cattle and sheep intake with chemical composition of the offer were found. However, significant differences in the majority of nutritional variable were observed. Goats preferred the foliage with smaller NDF content and low total polyphenols concentration. *C. tinctoria*, *M. alba* and *P. pedicellare*, followed by *G. ulmifolia* and *C. alba* foliage presented the best potentialities. The results showed the importance of preference assay for the selection of species with fodder potential for ruminant production systems.

Keywords: Preference, intake, ruminants, secondary metabolites, nutritive quality

INTRODUCCIÓN

En algunos municipios de tradición ganadera en el estado Trujillo, Venezuela, los productores conocen las bondades que presentan el follaje de las leñosas perennes para la alimentación animal. Sin embargo, en muchos casos, las especies no se encuentran integradas en la estrategia de alimentación de las fincas como fuente esencial de nutrimentos y solo constituyen un elemento más del ecosistema ganadero (Torres, 2007).

Considerando esta situación, en los últimos años se han realizado estudios encaminados a caracterizar forrajes representativos de la vegetación de la zona baja del estado. No obstante, la preferencia por éstos, independientemente de sus características agronómicas, composición nutricional y persistencia al pastoreo; constituye uno de los elementos medulares para establecer, de forma integrada, sistemas agrosilvopastoriles para la producción de rumiantes, donde el follaje de las especies desempeña un rol protagónico en la alimentación animal.

Por tales motivos, el objetivo del presente trabajo fue determinar la preferencia de vacunos, ovinos y caprinos por el follaje de doce especies de amplia distribución en las zonas ganaderas del estado Trujillo, Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El ensayo de preferencia se realizó en el área para rumiantes de la Estación Experimental y de Producción Agrícola "Rafael Rangel", perteneciente a la Universidad de los Andes, municipio Pampán del estado Trujillo, Venezuela. La precipitación media anual en el área es de 1.200 mm con temperatura media de 28°C y humedad relativa de 68%.

Manejo animal

Se utilizaron doce vacunos mestizos con predominio Carora de $157,43 \pm 5,65$ kg de peso vivo, doce ovinos Criollos de $29 \pm 2,15$ kg de peso vivo y 12 cabras mestizas (Canaria x Anglo-Nubiam) de $36,3 \pm 4,4$ de peso vivo. Las especificaciones zootécnicas y la metodología de evaluación del consumo siguen en su totalidad lo descrito por Pinto *et al.* (2005).

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 cabras), en los cuales se situaron comederos de madera y cabilla divididos en doce compartimentos donde se introdujeron las especies a evaluar.

Especies evaluadas

Los follajes evaluados fueron *Chlorophoratorinctoria* (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* (mim) 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 Estación, las cuales contenían todas las especies podadas a 0,5 m sobre el nivel del suelo. En el momento de la recolección del material vegetal la biomasa tenía 90 días de edad.

Alimentación

Durante el periodo de adaptación a las condiciones de estabulación (12 días) los rumiantes fueron alimentados con pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) como dieta basal *ad libitum*. En el periodo experimental (12 días) se alimentaron con las especies de manera simultánea (2,2 a 4,0 kg MS/animal/d). Cada follaje fue ofrecido durante seis horas diariamente por la misma persona.

Variables medidas

Los niveles de materia seca (MS), proteína cruda (PC), energía bruta (EB), cenizas, fibra detergente neutro (FDN), fenoles totales (FT), taninos condensados (TC), taninos precipitantes de proteínas (TPP), terpenoides y esteroides totales (ET) y la degradabilidad *in situ* de la MS (DMS) y la degradabilidad *in situ* de la materia orgánica (DMO) coinciden con las técnicas utilizadas por García *et al.* (2008).

Tratamientos, diseño experimental y análisis estadístico

Se evaluaron doce especies, las cuales constituyeron los tratamientos. Para la prueba de aceptabilidad se empleó un diseño cuadrado latino 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 $P < 0,05$.

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

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presenta la composición nutricional, la degradabilidad ruminal y el consumo de las especies utilizadas en la prueba de preferencia, donde se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$) en todas las variables medidas, exceptuando la FDN. En sentido general, todas las especies evaluadas pueden ser consideradas como buenas opciones para la suplementación de vacunos y rumiantes menores en condiciones silvopastoriles y su composición nutritiva, considerando la edad de la biomasa, es similar a otras especies forrajeras de amplia distribución en Venezuela.

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 coinciden, en términos generales, con las informadas en el follaje de algunas leñosas integrantes de géneros forrajeros utilizadas como material suplementario, los cuales no causan problemas en la fermentación y la formación de proteína microbiana a nivel ruminal (Makkar, 2003).

Los contenidos de taninos en los forrajes con menores niveles de FT se encuentran en el rango que pueden causar efectos beneficiosos en los rumiantes (TPP < 2,2%, TC < 6,0%). Esto puede deberse no solo por la formación de proteína sobrepasante, sino también porque algunos de estos compuestos influyen positivamente en la productividad y la salud de los animales, ya que pueden disminuir la parasitosis, evitar el timpanismo y aumentar la longevidad y el tiempo de vida productivo por sus propiedades antioxidantes (Pinto *et al.*, 2005; García *et al.*, 2008).

En relación con la concentración de ET, *A. indica* presentó la mayor cantidad, *T. diversifolia* contenido intermedio y el resto de las especies niveles más bajos. Considerando que los terpenos presentan estructuras extremadamente diversas y

que las lactonas sesquiterpénicas y los isoprenoides volátiles son algunos de los compuestos que exhiben acentuadas características antinutricionales, resulta importante considerar estos grupos de metabolitos en las pruebas de aceptabilidad como posibles factores que influyen en la selección de una u otra especie por los animales.

La especie más apetecida por las cabras fue *C. tinctoria*. Los ovinos consumieron ávidamente la biomasa de *M. alba*, *C. tinctoria*, *G. ulmifolia*, *C. alba*, *P. pedicellare* y *L. leucocephala*, mientras que los vacunos prefirieron el follaje de *P. pedicellare*, *L. leucocephala*, *G. ulmifolia*, *M. alba*, *C. tinctoria* y *C. alba*.

Las variaciones en el consumo podrían estar asociadas a la calidad nutritiva y/o a la presencia de compuestos secundarios con características aversivas o estimuladoras del consumo y su interacción con el tipo de animal. No obstante, en algunos estudios de aceptabilidad realizado con bovinos y ovinos no se ha encontrado relación del consumo con la presencia de metabolitos polifenólicos (Sandoval *et al.*, 2005; Pinto *et al.*, 2005), lo que demuestra que en muchos casos la aceptabilidad es un fenómeno multicausal y en ocasiones complicado de interpretar.

El Cuadro 2 muestra la relación entre las variables medidas. En este sentido, el consumo de los bovinos y ovinos no se encontró relacionado con la composición química, los niveles de compuestos secundarios ni con la degradabilidad ruminal. Sin embargo, estos dos tipos de rumiantes prefirieron consumir los mismos forrajes ($r = 0,92$; $P < 0,01$). Al respecto, en un estudio desarrollado por Sandoval *et al.* (2005), estos autores encontraron relación significativa entre el consumo realizado por vacunos con el contenido de lignina, la producción de gas *in vitro* y los parámetros de degradabilidad ruminal, pero no se observó nexo entre la selectividad en estabulación con los contenidos de FT y TC. Sin embargo, Pinto *et al.* (2005), utilizando ovinos, concluyeron que no existía relación entre la preferencia de estos rumiantes con la composición química de los forrajes ofertados.

Las cabras seleccionaron mayormente follajes con baja fracción fibrosa ($r = -0,63$; $P < 0,05$) y poca concentración de FT ($r = -0,61$; $P < 0,05$), aun cuando también el consumo de éstas se relacionó positivamente con el de ovinos ($r = 0,69$; $P < 0,05$).

Cuadro 1. Composición química, degradabilidad *in situ* (%) y consumo (g MS/kg PV/6 horas) de forrajes ofertados a vacunos, ovinos y caprinos

| Especie | PC | EB‡ | FDN | Cenizas | FT | TC | TPP | ET | DMS | DMO | Consumo | |
|------------------------|---------------------|---------------------|-------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| | | | | | | | | | | | Vacunos | Caprinos |
| <i>C. tinctoria</i> | 26,07 ^{b†} | 16,52 ^b | 38,41 | 12,76 ^b | 1,43 ^c | 0,70 ^b | nd | 1,00 ^d | 80,54 ^b | 82,26 ^b | 1,76 ^a | 2,04 ^a |
| <i>M. alba</i> | 21,32 ^c | 16,47 ^b | 32,26 | 9,19 ^c | 2,21 ^b | nd | nd | 1,20 ^d | 84,04 ^b | 87,12 ^b | 1,86 ^a | 2,47 ^a |
| <i>P. pedicellare</i> | 23,29 ^{bc} | 19,18 ^a | 39,48 | 4,56 ^e | 4,35 ^a | 1,88 ^a | 2,32 ^b | 0,98 ^d | 43,79 ^d | 47,61 ^d | 2,08 ^a | 1,98 ^a |
| <i>G. sepium</i> | 27,45 ^b | 17,10 ^{ab} | 39,39 | 9,55 ^c | 2,01 ^b | 0,45 ^c | 0,15 ^d | 0,32 ^e | 74,61 ^c | 75,49 ^c | 0,69 ^b | 1,07 ^b |
| <i>G. ulmifolia</i> | 22,25 ^c | 15,96 ^{bc} | 37,74 | 9,25 ^c | 1,73 ^c | 0,10 ^c | 1,02 ^c | 0,60 ^e | 79,06 ^c | 80,70 ^b | 1,87 ^a | 2,32 ^a |
| <i>C. alba</i> | 26,65 ^b | 15,88 ^{bc} | 38,90 | 15,57 ^b | 3,32 ^a | nd | nd | 1,02 ^d | 49,15 ^d | 51,37 ^d | 1,74 ^a | 1,99 ^a |
| <i>T. gigantea</i> | 21,28 ^c | 13,16 ^c | 35,03 | 21,68 ^a | 2,18 ^b | nd | nd | 0,54 ^e | 57,79 ^d | 53,93 ^d | 0,01 ^c | 0,54 ^c |
| <i>T. diversifolia</i> | 25,62 ^b | 16,25 ^b | 38,41 | 14,91 ^b | 1,49 ^c | nd | nd | 2,67 ^b | 69,72 ^c | 70,12 ^c | 0,67 ^b | 0,99 ^b |
| <i>L. leucocephala</i> | 29,95 ^a | 18,66 ^a | 40,26 | 7,53 ^{cd} | 4,32 ^a | 2,15 ^a | 4,20 ^a | 0,52 ^d | 67,06 ^c | 67,78 ^c | 2,07 ^a | 1,98 ^a |
| <i>M. oleifera</i> | 26,56 ^b | 17,93 ^{ab} | 42,48 | 10,29 ^c | 3,87 ^a | 1,02 ^b | 0,30 ^d | 1,02 ^c | 90,38 ^a | 90,86 ^a | 0,48 ^b | 0,98 ^b |
| <i>A. indica</i> | 22,15 ^c | 18,52 ^a | 43,39 | 7,86 ^{cd} | 4,87 ^a | 0,97 ^b | 1,25 ^c | 3,83 ^a | 63,36 ^c | 64,70 ^c | 0,48 ^b | 0,25 ^c |
| <i>S. saman</i> | 24,51 ^{bc} | 20,89 ^a | 40,74 | 5,38 ^d | 4,23 ^a | 0,34 ^c | 2,76 ^b | 1,80 ^c | 44,69 ^d | 47,43 ^d | 0,37 ^b | 0,32 ^c |
| ±EE | 2,2* | 2,5* | 9,6 | 3,1* | 0,56* | 0,35* | 0,27* | 0,30* | 7,9* | 6,1* | 0,29* | 0,32* |

†Medias con superíndices desiguales, en una misma columna, difieren estadísticamente a P<0,05 nd: no detectado en el análisis cuantitativo
‡(expresada en kJ/gMS).

Cuadro 2. Correlación entre las variables medidas en el ensayo de aceptabilidad llevado a cabo con vacunos, ovinos y caprinos

| | Cov | Cvac | PC | EB | FDN | CEN | FT | TC | ET | TPP | DMS | DMO |
|------|--------|--------|-------|-------|--------|---------|--------|--------|-------|--------|-------|--------|
| Cca‡ | 0,69*† | 0,55 | -0,15 | -0,40 | -0,63* | 0,17 | -0,61* | 0,01 | -0,43 | -0,42 | 0,22 | 0,25 |
| Cov | | 0,92** | 0,12 | 0,18 | -0,49 | -0,11 | -0,33 | 0,18 | -0,55 | -0,01 | 0,26 | 0,32 |
| Cvac | | | 0,18 | 0,09 | -0,25 | -0,35 | -0,04 | 0,44 | -0,36 | 0,27 | 0,05 | 0,12 |
| PC | | | | 0,28 | 0,44 | -0,11 | 0,12 | 0,08 | -0,27 | 0,31 | 0,09 | 0,10 |
| EB | | | | | 0,63* | -0,89** | 0,71** | 0,60* | 0,29 | 0,70* | -0,28 | -0,20 |
| FDN | | | | | | -0,42 | 0,64* | 0,25 | 0,40 | 0,39 | -0,16 | -0,15 |
| CEN | | | | | | | -0,55 | -0,63* | -0,14 | -0,64* | 0,07 | -0,02 |
| FT | | | | | | | | 0,59* | 0,31 | 0,67* | -0,48 | -0,45 |
| TC | | | | | | | | | -0,11 | 0,77** | -0,57 | -0,52 |
| ET | | | | | | | | | | -0,02 | -0,15 | -0,13 |
| TPP | | | | | | | | | | | -0,42 | -0,40 |
| DMS | | | | | | | | | | | | 0,98** |

*†(P<0,01) ** (P<0,001)

‡Cca: consumo caprinos, Cov: consumo ovinos, Cvac: consumo vacunos.

La EB se relacionó negativamente con los contenidos de cenizas ($r = -0,89$; $P < 0,05$) y de forma positiva con la fracción polifenólica (FT ($r = 0,71$; $P < 0,01$), TC ($r = 0,60$; $P < 0,05$), TPP ($r = 0,70$; $P < 0,01$)). Estos resultados quizás describen que la mayoría de los minerales de la biomasa no se encuentran en forma de sales inorgánicas y compuestos órgano-metálicos en forma reducida (quelatos), sino que están presentes formando sales (carbonatos, sulfatos, fosfatos, oxalatos) y óxidos, preferiblemente, considerando la cantidad de energía desprendida en la prueba calorimétrica, y que los polifenoles presentes exhiben una elevada capacidad de oxidación.

Los niveles de FT presentaron una fuerte relación con el contenido de FDN ($r = 0,64$; $P < 0,05$) y también con los taninos (TC: $r = 0,59$; $P < 0,05$, TPP: $r = 0,67$; $P < 0,05$) y estos últimos con la proporción de cenizas (TC: $r = -0,63$; $P < 0,05$, TPP: $r = -0,64$; $P < 0,05$). Estos resultados coinciden con estudios bioquímicos realizados en especies vegetales con potencial nutricional en los cuales se ha demostrado la importancia de los compuestos polifenólicos solubles como precursores de las reacciones de poli-condensación para la formación de algunos componentes de la fracción fibrosa tales como ligninas, cateoles y alcoholes aromáticos (Makkar, 2003).

La DMS se relacionó positivamente con la DMO ($r = 0,98$; $P < 0,01$), aspecto que describe la importancia de la selección de una u otra, como variable importante, en la caracterización nutricional integral de forrajes para la alimentación animal.

Los compuestos fenólicos se relacionaron entre sí, observándose el mayor nexo entre los contenidos de TC y TPP ($r = 0,77$; $P < 0,01$). Esta relación pone de manifiesto la capacidad precipitante de los taninos presentes en los forrajes evaluados, aspecto de gran significación nutricional considerando los niveles de polifenoles encontrados en la biomasa (García *et al.* 2008). Sin embargo, los FT y TC ($r = 0,59$; $P < 0,05$) y los FT y TPP ($r = 0,67$; $P < 0,05$) también exhibieron relación, pero menos significativas. Dichos resultados sugieren que no todos los polifenoles presentes en las especies evaluadas precipitan proteínas, y a su vez, no todos son taninos de elevado peso molecular (Makkar, 2003).

La fuerte relación negativa entre el consumo realizado por las cabras y la proporción de FDN y los

FT también ha sido documentada por Alonso-Díaz *et al.* (2007) quienes describieron el fuerte nexo entre los componentes de la pared celular y los fenoles con el consumo. La relación positiva entre el consumo preferencial de caprinos y ovinos quizás se encuentra influenciado por la categoría animal (pequeños rumiantes), aun cuando es conocido que las cabras son más selectivas y capaces de diversificar más su dieta, comparado con los ovinos (Pinto *et al.*, 2005; Alonso-Díaz *et al.*, 2007).

A partir de los resultados integrales obtenidos en esta investigación, la aparente inocuidad de los taninos presentes en las especies para rumiantes pudiera estar justificada por la ausencia de relación negativa entre los contenidos de polifenoles y la degradabilidad ruminal, el débil nexo entre la concentración de taninos y el consumo realizado por las cabras, la concentración relativamente baja de los fenoles presentes en todas las especies y la discreta proporción de polifenoles con capacidad para precipitar proteínas.

CONCLUSIONES

Las especies más consumidas por vacunos, ovinos y caprinos fueron *C. tinctoria*, *P. pedicellare* y *M. alba*, aunque los follajes de *L. leucocephala*, *G. ulmifolia*, *C. alba*, *G. sepium*, *T. diversifolia*, *M. oleifera*, *A. indica* y *S. saman* constituyen también posibles opciones para ser incluidos como material suplementario para rumiantes en condiciones silvopastoriles.

Se observó coherencia en la preferencia de vacunos y ovinos y entre la aceptabilidad de estos últimos y las cabras. Mediante el ensayo se demostró la mayor selectividad de las cabras por los forrajes ofertados en función de la proporción de FDN y los FT, aspecto asociado a su mayor capacidad de selección y hábito de ramoneo.

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.
- García D.E., H.B. Wencomo, M.E. González, M.G. Medina, L.J. Cova e I. Spengler. 2008. Evaluación de diecinueve ecotipos de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit basada en la calidad

- nutritiva del forraje. *Zootecnia Trop.*, 26(1): 1-10.
- Makkar H.P.S. 2003. Quantification of Tannins in Tree and Shrub Foliage. A Laboratory Manual. Kluwer Academic Pub. Netherlands.
- Pinto R., H. Gómez, A. Hernández, F. Medina, B. Martínez, V.H. Aguilar, L. Tirado, L. Pérez, D. Galdámez, G. Pérez y J. Carmona. 2005. Preferencia ovina de árboles forrajeros del centro de Chiapas, México. Memorias Primer Simposio Nacional de forrajes tropicales en la producción animal. Universidad Autónoma de Chiapas, México.
- 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. SAS User's guide. 4^{ta} ed. SAS Institute. Cary, NC, USA.
- Torres A. 2007. Perspectivas de la producción bovina en el estado Trujillo. *Mundo Pecuario*, 3(1): 14-16.