



Avances en Investigación Agropecuaria

ISSN: 0188-7890

revaia@ucol.mx

Universidad de Colima

México

Ojeda, Á.; Obispo, N.; Gil, J. L.

Variación anual en la composición química y astringencia del follaje de *Enterolobium cyclocarpum*
(Jacq.) Griseb

Avances en Investigación Agropecuaria, vol. 17, núm. 3, 2013, pp. 25-34

Universidad de Colima

Colima, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83728497003>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Variación anual en la composición química y astringencia del follaje de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb

Annual variation of chemical composition and astringency of the foliage of *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb

Ojeda, Á.;^{1*} Obispo, N.² y Gil, J. L.²

¹Facultad de Agronomía
Universidad Central de Venezuela
Maracay 2101, Venezuela.

²Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas
Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias
Maracay 2101, Venezuela.

*Correspondencia: ajojeda99@yahoo.com

Resumen

El objetivo del presente estudio fue determinar la variación anual en la composición química y astringencia de la fracción comestible por vacunos del follaje de *Enterolobium cyclocarpum*. Durante el año 2009, se realizaron seis muestreos (febrero, abril, junio, agosto, octubre y diciembre) en un bosque semicaducifolio tropical en Venezuela. En cada muestreo se consideraron 10 plantas diferentes, cada una como repetición en un diseño completamente aleatorizado. Los valores obtenidos para materia orgánica ($84.50 \pm 1.38\%$), proteína cruda ($17.8 \pm 1.83\%$), extracto etéreo ($4.50 \pm 1.05\%$), fibra en detergente neutro ($42.90 \pm 2.26\%$) y ácido ($27.10 \pm 3.30\%$) se ubicaron dentro de los valores de referencia para plantas leñosas tropicales. La relación calcio:fósforo varió de 2.6:1 (abril) hasta 6.8:1 (octubre). Los fenoles totales ($4.50 \pm 0.64\%$), taninos totales ($3.40 \pm 0.65\%$) y taninos condensados ($0.77 \pm 0.25\%$), al igual que las fracciones anteriores, se incrementaron ($P < 0.05$) al final del periodo húmedo, coincidiendo con el inicio

Abstract

The objective of the present study was to determine the yearlong variation of the chemical composition and astringency of the *Enterolobium cyclocarpum* foliage edible fraction by cattle. During 2009, six foliage samples (February, April, June, August, October and December) were collected from plants located at a semi-deciduous tropical forest in Venezuela. At each sampling, 10 different plants were considered as a replicate in a completely randomized design. The values for organic matter ($84.50 \pm 1.38\%$), crude protein ($17.80 \pm 1.83\%$), ether extract ($4.50 \pm 1.05\%$), neutral detergent fiber ($42.90 \pm 2.26\%$) and acid detergent fiber ($27.10 \pm 3.30\%$) were similar to the reference values for foliage from tropical browse species. The calcium:phosphorus relation ranged from 2.6:1 (April) to 6.8:1 (October). Total phenols ($4.50 \pm 0.64\%$), total tannins ($3.40 \pm 0.65\%$) and condensed tannins ($0.77 \pm 0.25\%$), like the fractions before mentioned, increased ($P < 0.05$) at the end of the rainy period, coinciding with the beginning

de la floración. La astringencia (1.50 a 2.30 g Eat/100 g MS) evidenció baja actividad biológica de compuestos que precipitan proteínas. Se concluye que el follaje de *E. cyclocarpum* puede emplearse como una fuente suplementaria de nutrientes a vacunos en sistemas silvopastoriles en áreas de bosque seco tropical semicaducifolio.

Palabras clave

Enterolobium, silvopastoreo, taninos, valor nutricional.

of flowering. The astringency (1.50 to 2.30 g Eat/100 g DM) showed low biological activity of compounds that precipitate proteins. It is concluded that the *E. cyclocarpum* foliage could be used as a supplementary nutrient source to feed cattle at silvopastoral systems in semideciduous tropical forest areas.

Keywords

Enterolobium, silvopastoral, tannins, nutritional value.

Introducción

E*nterolobium cyclocarpum* es una mimosoideae arbórea nativa del neotrópico americano, identificada con diferentes nombres comunes, tales como: guanacaste, orejón, parota, corotú y carocaró, entre otros. Presenta una amplia distribución geográfica, localizándose como especie secundaria en vegetación perturbada desde el centro de México (23°N) hasta el norte de la América del Sur (7°N) (Francis, 1988).

Es una planta que alcanza hasta 40 m de alto, frecuentemente empleada en programas de reforestación, restauración y en sistemas agroforestales, en virtud de su amplio desarrollo radicular y capacidad de fijación de nitrógeno; todo esto, en el marco de una abundante producción de madera, follaje y hojarasca (Francis, 1988; Rocha y Aguilar, 2006). De amplia adaptabilidad a diferentes condiciones agroecológicas, *E. cyclocarpum* se considera una planta leñosa con potencial forrajero por la composición química y valor nutricional de su follaje y frutos, ambos de elevada aceptabilidad por rumiantes (Pizzani *et al.*, 2006; Pinto-Ruiz *et al.*, 2010).

Al igual que el resto de las fabáceas arbóreas, sus potencialidades se ven limitadas en sistemas silvopastoriles por la presencia de una variada gama de metabolitos secundarios; donde destacan saponinas, taninos condensados y esteroides, entre otros (Babayemi, 2006). En el caso de los taninos condensados (TC), éstos pueden impactar el valor nutricional del follaje de modo directo, a través de una disminución del valor biológico de las proteínas y minerales; o de modo indirecto, como consecuencia de daños al epitelio del tracto digestivo y una reducción del consumo voluntario, esto último debido a su efecto astringente (Makkar, 2001).

En virtud de lo anterior, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la variación anual de la composición proximal, compuestos fenólicos y la astringencia de la fracción comestible del follaje de plantas *E. cyclocarpum* localizadas en un bosque seco tropical semicaducifolio en Venezuela.

Materiales y métodos

El estudio se desarrolló de enero a octubre de 2011, en la Estación Experimental “San Nicolás” (8°49′58″ N y 69°48′00″ O) de la Universidad Central de Venezuela, localizada entre 133 y 140 msnm. El área se ubica dentro de la zona de vida denominada Bosque Seco Tropical (Holdridge, 1947), con precipitación (P) de 1,324 mm, y promedios de temperatura y humedad relativa de $25.10 \pm 1.10^{\circ}\text{C}$ y $76.60 \pm 8.20\%$, respectivamente.

En la zona se evidenciaron tres períodos bien definidos: seco (diciembre a abril, $P = 124$ mm), húmedo (mayo a noviembre, $P = 1,200$ mm), incluido en este último un periodo muy húmedo (mayo a julio, $P = 646$ mm). El área experimental comprendió una superficie de 50 ha de vegetación semicaducifolia con bajo nivel de intervención antrópica y suelos de textura arcillosa fina mixta, no ácida e isohipertérmica (Abarca, 2005).

Se colectó follaje verde (foliolos, estructuras reproductivas y material leñoso) de plantas con altura superior a cinco metros y mayores a los cinco años de edad; considerando seis ocasiones a lo largo del año, e identificando en cada muestreo las fenofases predominantes (Fournier, 1974). En este sentido, se tomaron muestras en febrero (dehiscencia foliar, floración y fructificación), abril (desarrollo foliar), junio (desarrollo foliar), agosto (desarrollo foliar), octubre (inicio de floración) y diciembre (floración y desarrollo foliar).

Las muestras comprendieron la fracción potencialmente disponible para el ramoneo por vacunos, considerando la biomasa presente a una altura igual o inferior a dos metros, y tallos con diámetro inferior a seis milímetros (Muller-Dumbois y ElleMBERG, 1974). En cada ocasión se seleccionaron 10 plantas; cada una, empleada como réplica durante el análisis estadístico. Las muestras colectadas se mantuvieron refrigeradas hasta su deshidratación a 40°C en estufa con ventilación forzada. Posteriormente, se trituraron en un molino de martillos con malla de un milímetro de diámetro de paso, y luego fueron colocadas en envases de color ámbar.

Se determinó la proteína bruta (PB, $N \times 6.25$), extracto etéreo (EE), cenizas, calcio (Ca) y fósforo (P), de acuerdo a AOAC (1995); así como fibra en detergente neutro (FDN) y fibra en detergente ácido (FDA), de acuerdo a Van Soest *et al.* (1991), con adición de sulfito de sodio a la solución de detergente neutro, para remover parcialmente los complejos taninos-proteína (Terril *et al.*, 1994).

El contenido de materia orgánica (MO) se estimó como la diferencia entre la materia seca (105°C) y el contenido de cenizas de la muestra. Fenoles totales (FT) y taninos totales (TT) extractables se evaluaron por el método de Folin-Ciocalteu (Makkar, 2001), expresando los resultados como equivalentes de ácido tánico (Eat, Lab. Merck®). Los taninos condensados extractables (TC) se determinaron empleando n-Butanol/HCl/ Fe^{3+} (Porter *et al.*, 1986), citando los resultados como equivalentes de leucocianidinas (Eleu) en base seca.

La astringencia se estimó mediante el ensayo de difusión radial (Hagerman, 1987), considerando los taninos extractables contenidos en 100 mg de muestra deshidratada, los cuales fueron colocados en cápsulas de Petri que contenían una solución con base de

agarosa (Sigma® A-6013/ Tipo I: Low EEO), en buffer de acetato y seroalbúmina bovina (Sigma® A-3350); esta última, como proteína de referencia. Se construyó una curva patrón con ácido tánico, expresando los resultados en g Eat por cada 100 g de muestra en base seca.

Todos los resultados se sometieron a un análisis de varianza, utilizando el procedimiento GLM (General Linear Models) del *software* estadístico SAS (SAS, 1994), y en aquellas variables que presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) se efectuaron las comparaciones entre medias mediante la Prueba de Tukey. El grado de asociación entre las variables se estableció a través del coeficiente de correlación de Pearson.

Resultados

En el cuadro 1 se observa la composición de las muestras evaluadas. A excepción de los contenidos de MO ($84.50 \pm 1.40\%$) y P ($0.14 \pm 0.01\%$), las restantes variables mostraron diferencias respecto al momento en que se colectó la muestra.

La PB se presentó en un rango de 20.90 a 15.70, con el mayor valor ($P < 0.05$) durante el mes de octubre, y sin diferencias para el resto de la evaluación ($17.20 \pm 1.10\%$). El EE fue superior durante los meses de agosto y octubre ($5.70 \pm 0.50\%$), lo que representó un incremento ($P < 0.05$) de 42.10% respecto al resto del periodo considerado.

Cuadro 1
Composición química y astringencia (g Eat/100 g MS)
del follaje de *E.cyclocarpum*.

Determinaciones	Febrero	Abril	Junio	Agosto	Octubre	Diciembre	EE±
MO	86	85.1	84.5	82	84.3	85.3	2.8
PB	15.70b	17.40b	17.70b	18.70b	20.90a	16.50b	1.70*
EE	3.00c	4.50b	3.90b	5.30a	6.00a	4.50b	1.00*
FDN	46.00a	39.40b	43.40b	44.00b	41.40b	43.10b	3.20*
FDA	28.40b	26.90bc	22.40d	29.60b	31.10a	24.20c	1.60**
Ca	0.49c	0.42c	0.65b	0.71ab	0.88a	0.65b	0.10*
P	0.14	0.16	0.16	0.14	0.13	0.13	0.01
FT	4.10b	4.00b	3.80b	4.50b	5.20a	5.30a	0.70*
TT	3.10b	3.00b	2.70b	3.40b	4.00a	4.40a	0.50**
TC	0.70b	0.50b	0.50b	0.80b	1.10a	1.00a	0.30*
Astringencia	2.30a	2.20a	1.80b	1.90b	1.50c	2.20a	0.20*

MO: materia orgánica (100-cenizas); PB: proteína bruta; EE: extracto etéreo; FDN: fibra detergente neutro; FDA: fibra detergente ácido; Ca: calcio; P: fósforo; FT: fenoles totales; TT: taninos totales; TC: taninos condensados. *($P < 0.05$) **($P < 0.01$).

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la pared celular, la FDN varió de 39.4 a 46.0%, con el mayor registro durante el mes de febrero; mientras que para la fracción de FDA, el mayor valor ($P < 0.01$) se presentó durante el mes de octubre, 31.1%. En este mes, el contenido de Ca fue superior ($P < 0.05$) respecto del resto de los meses evaluados, que presentaron un rango de 0.42 a 0.71%. Concerniente a lo anterior, y considerando la fracción de P, la relación Ca:P varió ampliamente, con registros que oscilaron entre 2.6:1 y 6.8:1 para los meses de abril y octubre, respectivamente.

En lo referente a la fracción de compuestos fenólicos, los FT presentaron los mayores valores durante los meses de octubre y diciembre ($5.30 \pm 0.07\%$), sin variaciones para el resto del año ($4.10 \pm 0.29\%$). Un comportamiento similar presentaron los TT, incrementándose ($P < 0.01$) durante octubre y diciembre en un 35.50% con relación al resto del periodo ($3.10 \pm 0.29\%$). La mayor astringencia en el follaje se registró de

diciembre a abril (2.20 ± 0.06 g Eat/100 g MS), con pocas variaciones para los otros muestreos (1.70 ± 0.21 g Eat/100 g MS).

En el cuadro 2, se observa que hubo una correlación entre las fracciones de fenoles evaluadas ($P < 0.01$), mientras la PC presentó una relación negativa con la astringencia, sin asociación entre la presencia de compuestos fenólicos y su capacidad de precipitar proteínas.

Cuadro 2
Coeficientes de correlación entre parámetros químicos evaluados.

	MO	PC	FDN	FDA	FT	TT	TC	Ast
MO	1	-0.51	-0.34	-0.28	-0.25	-0.16	-0.35	0.57
PC		1	-0.52	0.43	0.4	0.26	0.42	-0.91**
FDN			1	-0.04	-0.1	-0.08	0.06	0.23
FDA				1	0.32	0.23	0.77*	-0.3
FT					1	0.99**	0.96**	-0.28
TT						1	0.92**	-0.13
TC							1	-0.37
Ast								1

MO: materia orgánica (100-cenizas); PC: proteína bruta; FDN: fibra detergente neutro; FDA: fibra detergente ácido; FT: fenoles totales; TT: taninos totales; TC: taninos condensados; Ast: astringencia.

*($P < 0.05$) **($P < 0.01$).

Fuente: Elaboración propia.

Discusión

El contenido de PB se ubicó en el rango señalado para el follaje de esta especie bajo diferentes condiciones agroecológicas (Carranza *et al.*, 2003; Babayemi, 2006). Durante todo el periodo de muestreo, esta fracción fue superior a lo señalado en el caso de pastos tropicales naturales e introducidos, ubicándose por encima de las necesidades para un óptimo consumo y funcionamiento ruminal en vacunos (NRC, 2001).

Las fracciones de FDN y FDA presentaron registros similares a los referidos por otros estudios (Babayemi, 2006) y dentro de lo señalado para diversas plantas leñosas forrajeras (Hassan *et al.*, 2000; García y Medina, 2006), destacando su potencial para ser incorporado como parte de la dieta de vacunos en sistemas silvopastoriles, sin esperar efectos depresivos sobre la ingesta de materia seca, debido a una digestibilidad que se refiere similar a la del follaje de alfalfa (Hassan *et al.*, 2000; Anele *et al.*, 2009).

Todas las fracciones antes mencionadas mostraron variaciones a lo largo del periodo de muestreo y, a excepción de la FDN, se incrementaron ($P < 0.05$) al final del periodo húmedo, coincidiendo con el inicio de la fenofase de floración. En el caso de plantas leñosas, la floración es un estado fenológico altamente dependiente de una adecuada relación de nutrientes en sus tejidos; en su estado inicial, es caracterizada en muchas especies por un incremento en el contenido de nutrientes del follaje, con una tendencia a disminuir a medida que avanza en su desarrollo dicha fenofase (Pathak y Pandey, 1978; Márquez *et al.*, 2010). A lo largo del año, la PB presentó menores cambios que los señalados para gramíneas tropicales, ratificando la capacidad de retención de nutrientes en el follaje de *E. cyclocarpum* bajo diferentes condiciones hídricas (Anele *et al.*, 2009).

La relación Ca:P enfatiza la superioridad relativa del follaje con respecto a gramíneas tropicales en cuanto a suministro de Ca, con valores ajustados a las necesidades estimadas para vacunos con niveles medios de producción (NRC, 2001). Sin embargo, el moderado contenido de P sugiere la importancia de implantar programas de suplementación para cubrir las demandas de dicho mineral cuando se emplee este recurso forrajero arbóreo como parte de la ración de estos animales.

Los FT y TT se ubicaron dentro de lo señalado para plantas leñosas tropicales de valor forrajero (Valerio, 1994; García y Medina, 2006); aunque inferiores a lo referido para especies leñosas de los géneros *Acacia* y *Erica*, tradicionalmente empleadas en sistemas silvopastoriles (Abdulrazak *et al.*, 2000; Hervás *et al.*, 2003).

El contenido de TC fue similar a lo referido para diferentes plantas leñosas de valor forrajero localizadas en condiciones de bosque seco tropical (García y Medina, 2006), con una mediana actividad biológica (Hagerman, 1987). De acuerdo a su concentración y actividad biológica, la participación de estos metabolitos secundarios en el follaje evaluado puede ser considerada benéfica en la nutrición de rumiantes por su capacidad para reducir el riesgo de timpanismo, controlar infecciones parasitarias y promover el flujo de nitrógeno no amoniacal al tracto posterior (Makkar, 2001).

A pesar de lo anterior, es preciso resaltar que estos valores de TC son inferiores a lo generalmente esperado de acuerdo a los niveles de FT (Frutos *et al.*, 2002; Melaku *et al.*, 2010). Aunque no quedan claros los motivos de los bajos valores de TC, éstos pueden resultar de la poca sensibilidad al método empleado para su análisis químico debido a una reducida participación de leucocianidinas en la estructura química de la fracción de polifenoles (Schofield *et al.*, 2001), o una limitada fijación genética de estrategias fitoquímicas de defensa, tales como la síntesis y almacenamiento vacuolar de TC, debido a que el manejo tradicional de estos bosques bajo un esquema de pastoreo estacional no promueve la interacción planta-ramoneador (Launchbaugh *et al.*, 2001).

En general, los compuestos polifenólicos evaluados mostraron variaciones a lo largo del periodo de muestreo, las cuales han sido ampliamente referidas no sólo entre especies, sino incluso entre individuos de la misma especie; y se señalan como consecuencia de modificaciones metabólicas asociadas a cambios fenológicos, los cuales son producto de la interacción de factores genéticos y ambientales; mencionándose, dentro de estos últimos

la intensidad de luz, humedad relativa, tipo de suelo, nutrición mineral y exposición a defoliables, entre otros (Wood *et al.*, 1994).

La relación negativa entre PC y la astringencia, así como la ausencia de relación entre compuestos polifenólicos; y esta última, permite deducir una limitada participación de fenoles de elevado peso molecular, así como la presencia de compuestos no nitrogenados con capacidad astringente (Makkar, 2001). Por otra parte, la relación positiva entre FDA y TC es consecuencia de la participación de los compuestos polifenólicos como precursores en los procesos metabólicos que conducen a las reacciones de condensación múltiple requeridas para la formación de algunas fracciones de la pared celular (Hervás *et al.*, 2003).

Conclusiones

La composición química y el nivel de astringencia de la fracción comestible del follaje de plantas de *E. cyclocarpum* localizadas en un bosque seco tropical semicaducifolio demuestran el valor forrajero a lo largo del año de esta planta perenne, y evidencian su elevado potencial para ser incorporada como una fuente suplementaria de nutrientes en sistemas silvopastoriles con vacunos.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela, por el apoyo financiero para la realización de esta investigación (Proyecto CDCH N° PG-01-36-4995-2002).

Literatura citada

- Abarca, O. I. (2005). Conflictos de intensidad de uso de la tierra en las estaciones experimentales de la Universidad Central de Venezuela. Análisis espacial con sistemas de información geográfica. *Agronomía Trop.* 55(2):289-313.
- Abdulrazak, S. A.; Fujihara, T.; Ondiek, J. K. y Ørskov, E. R. (2000). Nutritive evaluation of some *Acacia* tree leaves from Kenya. *Anim. Feed Sci. Technol.* 85 (1-2):89-98.
- Anele, U. Y.; Arigbede, O. M.; Südekum, K. H.; Oni, A. O.; Jolaosho, A. O.; Olanite, J. A.; Adeosun, A. I.; Dele, P. A.; Ike, K. A. y Akinola, O. B. (2009). Seasonal chemical composition, *in vitro* fermentation and *in sacco* dry matter degradation of four indigenous multipurpose tree in Nigeria. *Anim. Feed Sci. Technol.* 154(1-2):47-57.
- AOAC. (1995). *Official Methods of Analysis* (16th Ed.). Association of Official Analytical Chemist. Washington, D.C.
- Babayemi, O. J. (2006). Antinutritional factors, nutritive value and *in vitro* gas production of foliage and fruit of *Enterolobium cyclocarpum*. *World J. Zool.* 1(2):113-117.
- Carranza, M. A.; Sánchez, L. R.; Pineda, M. R. y Cuevas, R. 2003. Calidad y potencial forrajero de especies leñosas del bosque tropical caducifolio de la Sierra de Manantlán, México. *Agrociencia.* 37(2):203-210.
- El Hassan, S. M.; Lahlou, A.; Newbold, C. J. y Wallace, R. J. (2000). Chemical composition and degradation characteristics of foliage of some African multipurpose trees. *Anim. Feed Sci. Technol.* 86 (1):27-33.
- Fournier, L. A. (1974). Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Turrialba.* 24(4):422-423.
- Francis, J. K. (1988). *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. Guanacaste, earpod-tree. Department of Agriculture, Forest Service. Southern Forest Experimental Station. pp. 195-199. En: <http://www.fs.fed.us/global/iitf/Enterolobiumcyclocarpum.pdf> (Consultado el 22 de agosto de 2012).

- Frutos, P.; Hervás, G.; Ramos, G.; Giráldez, F. J. y Mantecón A. R. (2002). Condensed tannin content of several shrub species from a mountain area in northern Spain, and its relationship to various indicators of nutritive value. *Anim. Feed Sci. Technol.* 95(3-4):215-226.
- García, D. E. y Medina, M. G. (2006). Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros. *Zootecnia Trop.* 24 (3):233-250.
- Hagerman, A. E. (1987). Radial diffusion method for determining tannin plant extracts. *J. Chem. Ecol.* 13(3):437-449.
- Hervás, G.; Mandaluniz, N.; Oregui, L. M.; Mantecón, A. R. y Frutos, P. (2003). Evolución anual del contenido de taninos del brezo (*Erica vagans*) y relación con otros parámetros indicativos de su valor nutritivo. *ITEA.* 99A(1):69-84.
- Holdridge, L. R. (1947). Determination of world plant formations from simple climatic data. *Science.* 105 (2727): 367-368.
- Launchbaugh, K.; Provenza, F. y Pfister, J. 2001. Herbivore response to anti-quality factors in forages. *J. Range Manage.* 54 (4):431-440.
- Makkar, H. P. S. (2001). *Quantification of tannins in tree foliage*. Laboratory Manual for the FAO/IAEA Co-coordinated Research Project on "Use of Nuclear and Related Techniques to Develop Simple Tannin Assays for Predicting and Improving the Safety and Efficiency of Feeding Ruminants on Tanniferous Tree Foliage". FAO/IAEA. Vienna. 26 pp.
- Márquez, J.; Alba-Landa, J.; Mendizábal-Hernández, L. C.; Ramírez-García, E. O. y Cruz-Jiménez, H. (2010). La fenología reproductiva y el manejo de los recursos forestales. *Foresta Veracruzana.* 12(2):35-38.
- Melaku, S.; Aregawi, T. y Nigatu, L. (2010). Chemical composition, *in vitro* dry matter digestibility and *in sacco* degradability of selected browse species used as animal feeds under semi-arid conditions in Northern Ethiopia. *Agroforest. Syst.* 80(2):173-184.
- Muller-Dumbois, D. y Ellemborg, H. (1974). *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons, New York. 547 pp.
- NRC. (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th Rev. Ed. National Academy of Sciences (Eds). National Research Council. Washington, D.C. 381 pp.
- Pathak, R. A. y Pandey, R. M. (1978). Changes in the chemical composition of mango (*Mangifera indica* L.) leaves Cv. Dashehari at different stages of flowering and fruit growth. *Indian J. Hortic.* 35(4): 309-313.
- Pinto-Ruiz, R.; Hernández, D.; Gómez, H.; Cobos, M. A.; Quiroga, R. y Pezo, D. (2010). Árboles forrajeros de tres regiones ganaderas de Chiapas, México: Usos y características nutricionales. *Uniciencia.* 26(1):19-31.
- Pizzani, P.; Matute, I.; De Martino, G.; Arias, A.; Godoy, S.; Pereira, L.; Palma, J. y Rengifo, M. (2006). Composición fitoquímica y nutricional de algunos frutos de árboles de interés forrajero de los llanos centrales de Venezuela. *Rev. Fac. Cienc. Vet.* 47(2):105-113.
- Porter, L. J.; Hrstich, L. N. y Chan, B. G. (1986). The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin. *Phytochem.* 25(1): 223-230.
- Rocha, O. J. y Aguilar, G. 2006. Reproductive biology of the dry forest tree *Enterolobium cyclocarpum* (guanacaste) in Costa Rica: a comparison between trees left in pastures and trees in continuous forest. *Am. J. Bot.* 88(9):1607-1614.
- SAS. (1994). *User's guide*. 4th Ed. Statistical Analysis System Institute, Inc. EUA. 470 pp.
- Schofield, P.; Mbugua, D. M. y Pell, A. N. (2001). Analysis of condensed tannins: a review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 91(1):21-40.
- Terril, T. H.; Windham, W. R.; Evans, J. J. y Hoveland, C. S. (1994). Effect of drying method and condensed tannin on detergent fiber analysis of *Sericea lespedeza*. *J. Sci. Food Agric.* 66(3): 337-343.
- Valerio, S. (1994). Contenido de taninos y digestibilidad *in vitro* de algunos forrajes tropicales. *Agroforestería en las Américas* 1 (3):10-13.
- Van Soest, P. J.; Robertson, J. B. y Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74(10):3583-3597.

Wood, C. D.; Tiwari, B. N.; Plumb, V. E.; Powell, C. J.; Roberts, B. T.; Sirimane, V. D. T.; Rossiter, J. T. y Gill, M. (1994). Interspecies differences and variability with time of protein precipitation activity of extractable tannins, crude protein, ash, and dry matter content of leaves from 13 species of Nepalese fodder tress. *J. Chem. Ecol.* 20 (12):3149-3161.

Recibido: Septiembre 03, 2012

Aceptado: Abril 15, 2013