



Avances en Investigación Agropecuaria
ISSN: 0188-7890
reviaia@ucol.mx
Universidad de Colima
México

García, D. E.; Medina, M. G.; Ojeda, F.
Efecto de los niveles de fertilización, la variedad y la época en los contenidos de saponinas
esteroidales en morera(*Morus alba L.*)
Avances en Investigación Agropecuaria, vol. 9, núm. 2, mayo-agosto, 2005, pp. 87-96
Universidad de Colima
Colima, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83790206>

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



Efecto de los niveles de fertilización, la variedad y la época en los contenidos de saponinas esteroidales en morera (Morus alba L.)

Fertilization levels, variety and seasonal effects of steroid saponin contents in mulberry (*Morus alba* L.)

García, D. E.;^{1*} Medina, M. G.² y Ojeda, F.¹

¹Laboratorio de Evaluación de Alimentos, Estación Experimental de Pastos y Forrajes
“Indio Hatuey”, Central España Republicana, Matanzas, Cuba, CP 44280

²Instituto de Investigaciones Agrícolas (INIA), Estado Trujillo, Venezuela

*Correspondencia: danny.garcia@indio.atenas.inf.cu

Resumen

Con el objetivo de determinar el efecto de la fertilización orgánica (0, 100, 300 y 500 kg N/ha/año), la variedad (Cubana, Indonesia, Tigreada y Acorazonada) y la época (periodo lluvioso y poco lluvioso) en el contenido total de saponinas esteroidales (SE) de la fracción comestible de la morera, se llevó a cabo una investigación con un diseño de bloques al azar con arreglo factorial $4 \times 4 \times 2$ ($n=5$). No se observaron interacciones significativas de ningún orden entre los factores en estudio ($P<0,05$) y, tanto en las hojas como en los tallos tiernos, los niveles de abonado no afectaron significativamente las concentraciones. La variedad Acorazonada presentó el máximo contenido de SE en las hojas (11,57^a mg/gMS), mientras que la Indonesia, Cubana y Tigreada mostraron niveles más bajos (11,00^{ab}; 10,65^b y 9,30^c mg/gMS, respectivamente). En los tallos tiernos no se observaron diferencias significativas entre las variedades. La mayor concentración de SE (en las hojas) se observó en el periodo lluvioso (14,38 mg/gMS), mientras que en los tallos tiernos el nivel más elevado correspondió con el periodo poco lluvioso (2,52 mg/gMS). Los resultados permiten concluir que, entre los factores evaluados en las hojas, la época y la variedad, mostraron la mayor importancia. En los tallos tiernos sólo la época ocasionó variaciones marcadas. En ambas partes de la planta, los niveles de fertilización no produjeron efecto en las concentraciones de las SE.

Palabras clave

Esteroides, fitoquímica, hormonas reguladoras, metabolitos.

Abstract

With the objective to determine the effects of the organic fertilization (0, 100, 300 and 500 kg N/ha/year), the variety (Cubana, Indonesia, Tigreada and Acorazonada) and the season (rainy



Árbol de cuastecomate

Nombre común: Cuastecomate, cuastecomate, tecomate, jícaro

Nombre científico: *Crecentia alata*

Usos: el fruto se utiliza como alimento para ganado y la madera se emplea para hacer fustes

Municipio: Colima

Estado: Colima

País: México

Fotografía: José Manuel Palma García

and little rainy period) in the esteroidal saponins (SE) contents of mulberry, a research was carried out using a randomized block design with $4 \times 4 \times 2$ factorial arrangement ($n=5$). Significant interactions of any order between the factors were not observed ($P<0,05$) and, as much in the leaves as in the stems, the fertilization levels did not affect the concentrations significantly. The variety Acorazonada showed the maximum content in the leaves (11,57^a mg/gDM) whereas Indonesia, Cubana and Tigreada showed lower levels (11,00^{ab}; 10,65^b and 9,30^c mg/gDM, respectively). The greater concentration in the leaves were observed in rainy period (14,38 mg/gDM); whereas in the fresh stems the highest level corresponded with the little rainy period (2,52 mg/gDM). The results allow concluding that, between the factors evaluated in the leaves, the season and the variety showed the greater importance. In fresh stems the season factor caused noticeable variations. In both parts of the plant, the fertilization levels did not produce effect in SE concentrations.

Key words

Steroids, phytochemistry, hormones, metabolites.

Introducción

La morera (*Morus alba* L.), dentro de un numeroso grupo de plantas, se distingue por presentar una rápida recuperación ante la poda, brotes abundantes y rápido desarrollo. Por tales motivos, en la última década, se han llevado a cabo numerosas investigaciones para conocer con profundidad la composición química de la especie, debido a su uso extensivo como forraje en países de América Central.

Estas particularidades se deben, en buena medida, a los esteroides reguladores del crecimiento, que, en su forma glicosilada, constituyen saponinas esteroideas (SE), las cuales presentan una elevada distribución en las especies del género [Ashok *et al.*, 2000].

En dependencia de las concentraciones y las estructuras químicas específicas, los compuestos saponínicos pueden constituir

nómico, no han sido realizadas. Por tales motivos, la investigación tuvo como objetivo fundamental determinar el efecto de los niveles de fertilización orgánica, la variedad y la época en el contenido de SE presentes en la biomasa comestible de la morera.

Materiales y métodos

Ubicación y características del área

El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”, situada a los 22° 48'7” de latitud Norte y 81° 2’ de longitud Oeste, a 19 msnm, en el municipio de Perico, provincia de Matanzas, Cuba. Los muestreos se realizaron en dos períodos correspondientes a los años 2002 y 2003, enmarcados entre los meses de enero-abril como período poco lluvioso (PPLL) y mayo-septiembre, como período lluvioso (PLL). El suelo donde se

factores antinutricionales en rumiantes y monogástricos, por conferirles a los forrajes un sabor amargo, provocar espumas consistentes e interferir en la absorción de los alimentos [Kumar, 1992]. No obstante, también pueden producir efectos positivos en el metabolismo digestivo, al complejear otros metabolitos secundarios con características tóxicas [Makkar *et al.*, 1995].

En condiciones tropicales, la caracterización de las SE presentes en la biomasa comestible de *M. alba*, la determinación de su potencial anti o pro nutricionales, así como las variaciones asociadas con factores ambientales, genéticos y de manejo agro-

llevó a cabo la investigación presentó una topografía plana y se clasifica como Suelo Ferralítico Rojo lixiviado, según Hernández [1999].

Diseño experimental, factores y niveles

En esta investigación se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 4 x 4 x 2 con cinco repeticiones. Los factores estudiados fueron:

- Fertilización orgánica (gallinaza) equivalente a: 0, 100, 300 y 500 kg N/ha/año
- Variedad: Cubana, Indonesia, Tigreada y Acorazonada
- Época (PPLL y PLL)

Manejo agronómico de las unidades experimentales

Las mediciones se realizaron en el tercer año de evaluación agronómica de una plantación de morera con 4 años de edad y una densidad de 25,000 plantas/ha.

- El experimento se llevó a cabo en un área que abarcó 108 parcelas de 7 x 3 m, sin separación entre ellas y 12 parcelas control.
- Cada parcela estuvo integrada por 64 plantas, separadas a 0.4 m y 1 m entre los surcos, los cuales se orientaron de Este a Oeste.
- El corte de cada planta se realizó de manera manual (con tijera de poda), a la altura fija de 0.5 m sobre el nivel del suelo.
- La fertilización orgánica se aplicó directamente en el tronco de cada planta y el control de malezas se realizó de forma manual, ambos después de cada corte.

Muestreo, mediciones analíticas y procesamiento de datos

La biomasa de 90 días de edad, dividida en hojas-pecíolos y tallos tiernos, fue recolectada de forma manual a partir de 10 plantas por parcela seleccionadas al azar, luego de ser eliminado el efecto borde de las unidades experimentales.

Las muestras se secaron a temperatura ambiente, en un local ventilado y oscuro por espacio de 12 días. Posteriormente, fueron molinadas hasta un tamaño de partícula de 1 mm, y se almacenaron en frascos ámbar hasta el momento del análisis.

• García, D. E. *et al.* 2005. Rev. AIA 9(2):87-96

La cuantificación de las SE se realizó mediante el método de Liebermann y Buchard descrito por Galindo *et al.* (1989), utilizando colesterol como patrón en las determinaciones y éter de petróleo como solvente de extracción.

Para el procesamiento de los datos se utilizó un análisis factorial, para lo cual se empleó la opción GLM (General Lineal Model), correspondiente al paquete estadístico SPSS versión 10.0. Fue usada la dócima de comparación múltiple de Student-Newman-Keuls (SNK) y las medias fueron comparadas para $P < 0,05$.

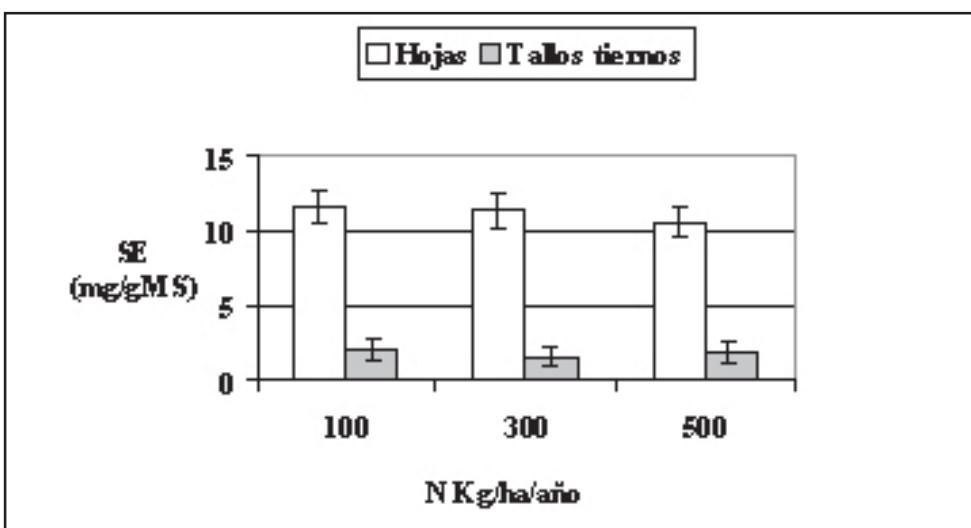
Resultados

Se debe señalar que las parcelas no fertilizadas carecieron de biomasa comestible para llevar a cabo la evaluación. Este comportamiento fue común en las dos épocas y en todas las variedades estudiadas. Por otra parte, los niveles de SE, en ninguno de los casos, presentaron interacciones significativas (dobles y triples) para $P < 0,05$.

Efecto de los niveles de fertilización orgánica en los contenidos de SE de las hojas y los tallos tiernos

La Gráfica 1 muestra el comportamiento de las SE con los niveles nitrogenados aplicados al suelo. Tanto en las hojas como en los tallos tiernos no se observó efecto significativo de los niveles de fertilización ($P < 0,05$).

Gráfica 1. Comportamiento de las SE con los niveles de fertilización orgánica en *M. alba*. SE: saponinas esteroideas.

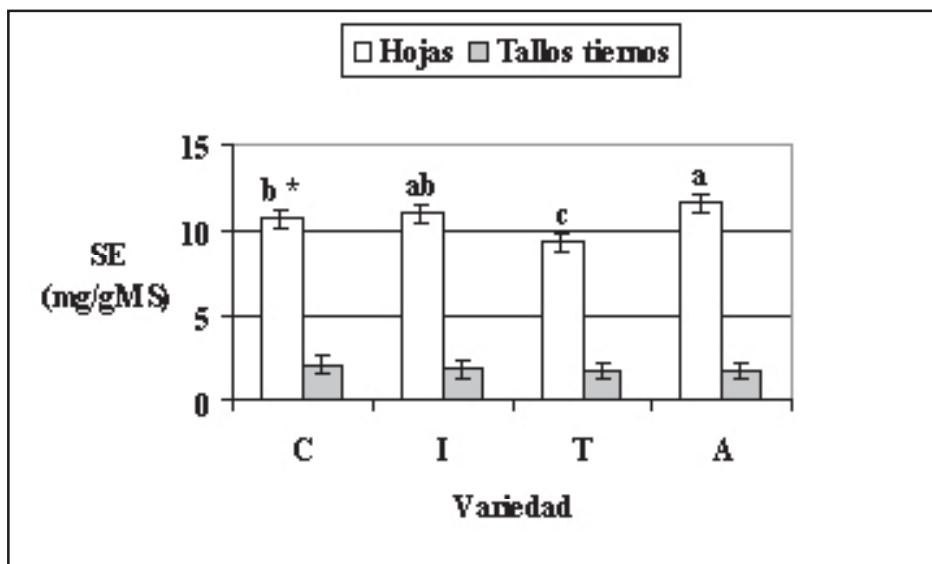


Efecto de la variedad en los contenidos de SE de las hojas y los tallos tiernos

En las hojas, los máximos niveles de SE, se encontraron en las variedades Acorazonada e Indonesia; la Cubana presentó una concentración intermedia (sin diferencias estadísticas con la anterior) y la más baja correspondió a la Tigreada.

En los tallos tiernos no se encontraron diferencias significativas entre ninguna de las variedades ($P<0,05$). En este sentido, la Gráfica 2 muestra el comportamiento de las SE con el factor variedad.

Gráfica 2. Niveles de SE en cuatro variedades de *M. alba*.



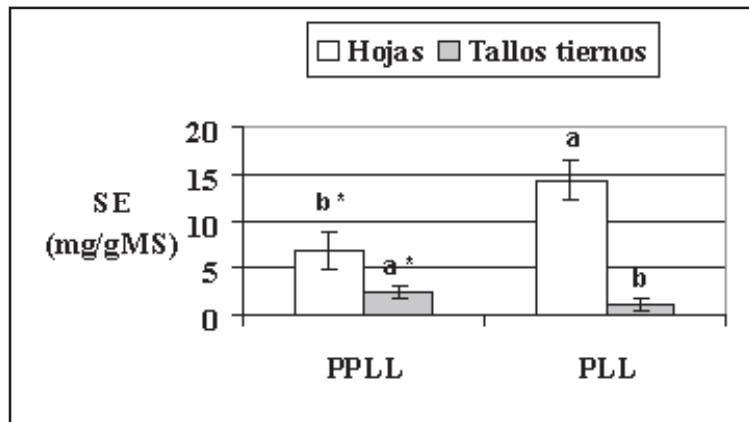
(a,b,c) Valores con superíndices desiguales difieren estadísticamente mediante la dócima de SNK a $P<0,05$ *
SE: saponinas esteroïdales C: Cubana I: Indonesia T: Tigreada A: Acorazonada



Efecto de la época en los contenidos de SE de las hojas y los tallos tiernos

La época proporcionó diferencias cuantitativas en los niveles de SE, tanto en las hojas como en los tallos tiernos. La mayor concentración en las hojas se observó en el PLL, mientras que un efecto contrario, con relación a la época, se observó en los tallos tiernos. La Gráfica 3 muestra el comportamiento de las SE con el factor época.

Gráfica 3. Efecto época en los contenidos de SE en *M. alba*



(a,b) Valores con superíndices desiguales entre períodos difieren estadísticamente mediante la dócima de SNK a $P<0,05^*$ SE: saponinas esteroidales PPLL: periodo poco lluvioso PLL: periodo lluvioso

Discusión

Que las variedades de morera sin fertilizar, en las condiciones experimentales descritas con anterioridad, no hayan producido follaje con cortes cada 90 días, demuestra las características particularmente extractivas que tiene la especie y su dependencia a las fuentes de nutrientes minerales y de materia orgánica; estos criterios coinciden con los resultados de evaluaciones agronómicas, con niveles crecientes de fertilización, donde se han demostrado incrementos cuantiosos en la producción de biomasa y en algunos indicadores de su calidad nutritiva [Benavides, 2002].

Efecto de los niveles de fertilización orgánica

Las pocas variaciones en los niveles de SE con el incremento de la fertilización, quizás se relacione con el hecho de que la síntesis de los esteroides en algunas especies, es

Efecto de los niveles de fertilización, la variedad y...

independiente de las necesidades de nitrógeno de la planta, así como de su disponibilidad en el suelo [Valdés y Balbín, 2000].

En este sentido, se ha demostrado que las variaciones en las concentraciones de los metabolitos secundarios solamente dependen de factores químicos específicos que forman parte de los procesos enzimáticos a nivel celular [Azcón-Bieto y Talón, 2000]. Al respecto, muchas investigaciones relacionadas con la biosíntesis de SE (isoprenoides glicosilados) en el reino vegetal, señalan al ácido mevalónico como principal precursor de sus estructuras. Este compuesto, a nivel celular, se forma por condensación de tres unidades de ácido acético y mediante transformaciones en cadena, genera las estructuras básicas de los triterpenos; reacciones que en la planta sólo dependen de los niveles energéticos, los esqueletos carbonados básicos, la concentración de fósforo (P) y los equivalentes de reducción [de Marcano y Hasegawa, 1991]. Por tales motivos, quizá en *M. alba*, la síntesis de los SE no dependan, como en otras especies, de los niveles de nitrógeno aplicados al suelo y, por ende, de su concentración foliar.

Efecto de la variedad

Los contenidos de SE, en las hojas de las variedades, fueron muy variables, lo que demuestra el posible dinamismo de transporte, síntesis y/o degradación de estos compuestos como activadores del crecimiento vegetal y las diferencias específicas en los patrones isoenzimáticos y la actividad del metabolismo secundario de cada variedad [Chappell *et al.*, 1991].

Es evidente que dichas variaciones se encuentren asociadas con las particularidades genotípicas, ya que las variedades Indonesia, Tigreada y Acorazonada, proceden de programas independientes de mejoramientos genéticos de la sericultura y, fenotípicamente, también presentan características muy diferenciadas.

Adicionalmente, las mismas variedades también muestran concentraciones diferentes de otros compuestos, tales como los polifenoles, las cumarinas y los carbohidratos solubles [García, 2003].

En sentido comparativo, los contenidos de SE cuantificados en estas plantas denotan resultados superiores al compararlas con las arbóreas forrajeras *Trichantera gigantea*, *Inga spectabilis* y *Gliricidia sepium*, investigadas por Galindo *et al.* [1989].

Con relación a los niveles de SE en los tallos tiernos de las variedades, las concentraciones encontradas fueron mucho menores que en las hojas. Este comportamiento se debe, probablemente, a que las SE en los tallos se sinteticen en menor cuantía porque quizás no presenten funciones directas como activadores del crecimiento vegetal [Chappell, 1995].

Por otra parte, las diferencias numéricas encontradas entre los niveles de SE de las hojas y los tallos en morera, apoyan los resultados obtenidos por numerosos autores sobre las diferencias que existen entre las concentraciones de los compuestos primarios

• García, D. E. *et al.* 2005. Rev. AIA 9(2):87-96



(grasa, proteínas y sacáridos) y los metabolitos secundarios, entre las partes de la planta [Boschini, 2002].

Asimismo, la cantidad de SE, en los tallos tiernos de las variedades, son superiores a las obtenidas por Mengzhao [1989], quien reportó contenidos de 0,03 y 0,04 mg/gMS de glicósidos de Estigmasterol y β -Sitosterol, respectivamente.

Efecto época

En investigaciones realizadas en morera, se ha demostrado que en el PLL, las concentraciones de carbohidratos solubles son superiores a las del PPLL [González *et al.*, 2002]. Estos niveles energéticos condicionan una mayor actividad y metabolismo de los compuestos reguladores del crecimiento, que, a su vez, se encuentran estrechamente correlacionados con la activación y la síntesis de las SE.

Por tales motivos, la duplicación de las concentraciones de SE en el PLL, con respecto al PPLL, posiblemente se encuentra debido al aumento de la actividad y la síntesis hormonal en las hojas, por el mayor protagonismo que tienen los esteroides en el metabolismo, cuando el crecimiento vegetativo es más rápido [Chappell, 1995].

En ese sentido, las condiciones climáticas favorables en el PLL proporcionaron una mayor disponibilidad de nutrientes, lo que trajo consigo la aceleración del crecimiento. Un aumento significativo en el desarrollo de la región aérea de *M. alba* en el PLL ha sido observado, en las mismas condiciones experimentales, mediante mediciones de respuesta al corte [García, 2003].

Por otra parte, el comportamiento inverso de las concentraciones de SE en los tallos tiernos con relación a la época, quizás se deba a que las saponinas se sinteticen, específicamente, en mayor cuantía en las hojas, o sean transportadas desde los tallos tiernos hacia éstas en el PLL.

El nivel máximo de SE cuantificado en este experimento fue de 14,38 mg/gMS, valor que dista numéricamente de las concentraciones encontradas en géneros de leguminosas forrajeras, tales como *Albizia* y *Cassia*, donde, empíricamente, se ha demostrado que causan disminución en el consumo voluntario y problemas digestivos severos en rumiantes [García, 2004].

Los resultados de esta investigación señalan que, debido al contenido de SE encontrado, este grupo de metabolitos no debe constituir un factor antinutricional en la especie, independientemente de que, en nuestras condiciones, las concentraciones hayan sido superiores a las informadas en la sericultura [Duke, 2001], e inferiores al límite crítico en que una saponina causa efectos adversos (39 mg/g MS), reportado por Makkar *et al.*[1997].

Por otra parte, las saponinas presentes en la fracción comestible de la morera son de tipo esteroide y no triterpénicas [García *et al.*, 2002]; estas últimas se caracterizan por

tener los mayores índices de toxicidad en la alimentación animal. Por tales motivos, desde el punto de vista químico-estructural, las saponinas de *M. alba* no presentan potencial deletéreo para rumiantes y monogástricos.

Conclusiones

- Tanto en las hojas como en los tallos tiernos, la fertilización orgánica con gallinaza en dosis equivalentes a 100, 300 y 500 kgN/ha/año, no provoca variaciones en los contenidos de SE en *M. alba*.
- Solamente en las hojas de las variedades estudiadas, las concentraciones de SE son diferenciadas. En ese sentido, la variedad Acorazonada presenta el máximo valor numérico.
- Las mayores niveles de SE en las hojas de la morera se observan en el PLL.

Literatura citada

- Ashok, K.J.; Vincent, R.M. y Nessler, C.L. 2000. *Molecular characterization of a hydroxymethylglutaryl-CoA reductase gene from mulberry (Morus alba L.)*. Plant Mol. Biol. 42:559.
- Azcón-Bieto, J. y Talón, M. 2000. *Fundamentos de fisiología vegetal*. Interamericana Mc. Graw-Hill. 555 p.
- Benavides, J.E. 2002. *Utilization of mulberry in animal production systems*. In: Mulberry for animal production. Animal Production and Health Paper No. 147. FAO, Rome. p. 291.
- Boschini, C. 2002. *Nutritional quality of mulberry cultivated for ruminant feeding*. In: Animal Production and Health Paper No. 147. FAO, Rome. p. 171.
- Chappell, J. 1995. *The biochemistry and molecular biology of isoprenoid metabolism*. Plant Physiol. 107:1.
- Chappell, J.; Vonlanken, C. and Vogeli, U. 1991. *Elicitor inducible 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A reductase activity is required for sesquiterpene accumulation in tobacco cell suspension cultures*. Plant Physiol. 97:693.
- De Marcano, D. y Hasegawa, M. 1991. *Fitoquímica orgánica*. Universidad Central de Venezuela. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Caracas, Venezuela, 451 p.
- Duke, J.A. 2001. *Morus alba* (L.). <http://newcrop.hort.purdue.edu/newcrop/duke-energy>. (Consultada el 3 de diciembre de 2001).
- Galindo, W.; Rosales, M., Murgueitio, E. y Larrahondo, J. 1989. *Sustancias antinutricionales en las hojas de árboles forrajeros*. Livestock Research for Rural Development. 1(1):36.
- García, D.E.; Ojeda, F. y Pérez, G. 2002. Comportamiento fitoquímico de cuatro variedades de *Morus alba* en suelo Ferralítico Rojo con fertilización. En: Memorias V Taller Internacional Silvo-pastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería tropical” y II Reunión Regional de Morera. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba.
- García, D.E. 2003. *Evaluación de los principales factores que influyen en la composición fitoquímica de Morus alba* (L.). Tesis presentada en opción al título de Master en Pastos y Forrajes, EEPF “Indio

• García, D. E. et al. 2005. Rev. AIA 9(2):87-96



- Hatuey”, Cuba. 97 p.
- García, D.E. 2004. *Principales factores antinutricionales de las leguminosas forrajeras y sus formas de cuantificación*. Pastos y Forrajes. 27(2):101.
- González, E.; Martín, G.; Alvanell, E.; Cajas, G. y Rosas, N. 2002. Composición nutritiva del forraje de morera (*Morus alba* var. Tigreada) ante diferentes frecuencias de corte y niveles de fertilización nitrogenada. I. Contenido celular. En: Memorias V Taller Internacional Silvo-pastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería tropical” y II Reunión regional de Morera. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba.
- Hernández, A. 1999. *Clasificación genérica de los suelos de Cuba*. Instituto de Suelos. Ministerio de la Agricultura. AGRINFOR. Ciudad de la Habana, Cuba. 64 p.
- Kumar, R. 1992. *Antinutritional factors. The potential risks of toxicity and the methods to alleviate them*. In: Legumes trees and other fodder trees as protein source for livestock. (Eds. Speedy, A. W. & Pugliese, P.L.). FAO Animal Production and Health Paper. No. 102. p. 145.
- Makkar, H.P.S.; Blumer, M. and Becker, K. 1995. *In vitro effects and interactions of tannins and saponins and fate of tannins in rumen*. J. Sci. Food Agric. 69:481.
- Makkar, H.P.S.; Becker, K.; Abel, E. and Pawelzik, E. 1997. *Nutrient contents, rumen protein degradability and antinutritional factor in some colour-and white-flowering cultivars of Vicia faba beans*. J. Sci. Food Agric. 45:511.
- Mengzhao, Y. 1989. *Determination of sterol plant growing substance in mulberry leaves*. J. Zhejiang Agric. Univ. 15(4):335.
- Valdés, R. y Balbín, M.I. 2000. *Curso de fisiología y bioquímica vegetal*. (Ed. UNACH), La Habana. Cuba. 89 p.

Recibido: Diciembre 1, 2004.

Aceptado: Junio 13, 2005.