

BOLETÍN
DE LA



RED LATINOAMERICANA PARA EL ESTUDIO DE PLANTAS INVASORAS

Volumen 2, Número 2



Boletín de la Red Latinoamericana para el Estudio de
Plantas Invasoras
Volumen 2, número 2
Diciembre 2012

Editores

Ileana Herrera

Ramiro Bustamante

Silvia Ziller

Foto de la portada: Plantas y Flor de *Stapelia gigantea* invadiendo en zonas semi-áridas del norte de Venezuela (por: Jorge Vega)

Depósito Legal N° ppi201103MI713

Propuesta para el análisis de riesgo de la especie de planta exótica *Morus alba* L. (Moraceae) en Venezuela

ADOLFO J. AGUAS G.*, ADRIANA E. GARCÍA-RIVAS, GRISEL VELÁSQUEZ, NURIANGEL CASANOVA y VIOLETA CHANG.

I: Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), Centro de Ecología, Venezuela.

*adoagu@gmail.com

Existen varios protocolos de análisis de riesgo para especies exóticas, que han sido introducidas de forma intencional o accidental en países como Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Estados Unidos, México y Sur África, entre otros (Baptiste *et al.* 2010). En estos protocolos se establecen niveles de riesgo para tomar acciones de control o erradicación, y verificar, de manera más precisa, cuáles de las especies exóticas que aún no han manifestado su potencial de invasión, puedan ser reconocidas y erradicadas de un país antes de que invadan (Baptiste *et al.* 2010). Para el desarrollo de dichas metodologías es determinante tener como base el conocimiento amplio de la especie a ser evaluada. Los principales indicadores del potencial de invadir de una especie exótica son: su invasividad, que indica cuán propensa es la especie a ser invasora y la invasibilidad, referente a las condiciones del ambiente receptor que podrían favorecer la invasión (Cronk *et al.* 1996; Davis 2009).

Venezuela cuenta con las bases legales que sustentan las medidas que se deban aplicar en la introducción de especies exóticas al país, destacándose las siguientes: 1. La Ley de Gestión de la Diversidad Biológica (2008), capítulos 75, 76 y 81; 2. La quinta línea estratégica dentro de la Estrategia Nacional para la Conservación de la Diversidad Biológica 2010-2020; y 3. Ser uno de los 193 países dentro del Convenio de Diversidad Biológica. Sin embargo, hasta la fecha no encontramos información sobre el desarrollo de alguna metodología o protocolo de análisis de riesgo para especies exóticas en el ámbito nacional. Adicionalmente, la información disponible sobre la lista de especies exóticas, en particular de plantas, es escasa y poco actualizada. Caben resaltar los trabajos de Ojasti 2001 y Ojasti *et al.* 2001; la Base de Datos de Especies Exóticas Invasoras de Venezuela del Museo del Instituto de Zoología Agrícola Francisco Fernández Yépez, y la lista oficial publicada en línea por “El Sistema Venezolano de Información sobre la Diversidad Biológica (SVIDB)”.

Tomando lo anterior en cuenta, surge la necesidad de generar un protocolo de análisis de riesgo para especies exóticas y en particular de plantas introducidas de forma intencional o accidental a Venezuela. Para ello se deben tomar como base las directrices de otras metodologías internacionales, pero haciendo énfasis en las necesidades, realidades sociales, prioridades y riesgos a los que pueden estar sujetos tanto las especies como los ecosistemas naturales del país, y atendiendo a su vez, a los basamentos legales establecidos hasta la fecha como palanca ejecutora en la toma de decisiones. Particularmente, la presente iniciativa surge como respuesta ante la preocupación de evaluar a la especie de planta exótica *Morus alba* L. (Morera) y los posibles riesgos de su introducción en Venezuela. *M. alba* (Figura 1), originaria de Asia, se ha adaptado de forma exitosa a diversas condiciones edafoclimáticas y, en la actualidad es reconocida como una de las especies multipropósitos más versátil (Medina *et. al.* 2007). Sin embargo, ha sido catalogada en varias regiones del mundo como especie invasora, capaz de competir y desplazar a otras especies de plantas nativas, por su alta tasa de crecimiento y gran adaptabilidad ante ambientes adversos. Estas características podrían permitirle a *M. alba* establecerse y dispersarse rápidamente (Falck & Garske 2003; Weber & Gut 2004; Burgess & Husband 2006; Wu *et. al.* 2009).



Figura 1. Frutos de la planta exótica *M. alba* (Foto por Ileana Herrera 2012).

En este trabajo nos planteamos como objetivo general proponer el desarrollo y la aplicación de un análisis de riesgo para especies de

plantas exóticas en Venezuela, utilizando como caso de estudio la introducción de *M. alba*.

Métodos

-Revisión bibliográfica

Se llevó a cabo una revisión exhaustiva de los protocolos para el análisis de riesgo de invasión; así como también sobre las leyes y normativas que regulan la introducción de especies exóticas en Venezuela. Para la revisión se realizaron búsquedas en bases de datos publicadas en Internet a nivel nacional y mundial. Para ello se consideraron los siguientes buscadores: Google Académico, BioOne y Wiley OnLine Library. Se introdujeron diferentes palabras claves tales como: protocolos para análisis de riesgo, evaluación de análisis de riesgo, especies exóticas, especies invasoras, *Morus alba*, Morera, Invasive Species Assessment Protocol, Protocols of invasive plants, invasive plants, Management of Invasive Plants, convenios de diversidad biológica, estrategias y/o normativas para la regulación de la introducción de especies exóticas, leyes contra exóticas, entre otras.

Con toda esta información recabada se realizó una ficha técnica con las características descriptivas más resaltantes de *M. alba*. Dentro de estas se incluyó: taxonomía, descripción botánica, reproducción, ecología, condiciones climáticas de cultivo; genética, plagas y enfermedades, origen y distribución nativa, introducción y distribución fuera de su área nativa, y relación con las actividades humanas.

-Instrumentos de análisis de riesgo aplicados a M. alba en Venezuela

Se aplicaron dos instrumentos para el análisis de riesgo de *M. alba*: 1. Se utilizó la planilla del Invasive Information Network (I3N) que es empleada por los signatarios de la Inter-American Biodiversity information Network (IABIN) (Zalba & Ziller 2008). La planilla de evaluación de este instrumento se encuentra disponible en la página: <http://www.databasin.org/iabin/invasive-species>; y 2. El instrumento de evaluación de riesgo elaborado en Europa Central por Weber & Gut (2004). Este instrumento toma en cuenta la siguiente información: A) característica botánicas y reproductivas de las especies de la Flora Europea (<http://rbg-web2.rbge.org.uk/FE/fe.html>), B) datos biogeográficos y ecológicos de la Flora de Gran Bretaña (Fitter & Peat 1994); y C) la base de la Red de Información Nacional de Germoplasma de Europa (ver <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/index.pl>). Este método fue adaptado a Venezuela conservando la descripción

original de *M. alba*, es decir, las características botánicas y reproductivas.

-Modelación del área de distribución potencial de Morus alba.

Los datos de distribución de *M. alba* fueron tomados de la base del portal de la Global Biodiversity Information Facility (GBIF 2012). Esta base contiene 3.941 registros, incluyendo el área de distribución nativa y exótica. Luego de revisar la data, se desarrollaron los modelos de predicción de distribución a nivel mundial. Para generar el modelo de distribución de *M. alba* y realizar este estudio a nivel de Latinoamérica, se definió como área de estudio los siguientes países: Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, Nicaragua, Perú, Paraguay y Venezuela, para los cuales fueron disponibles un total de 46 registros.

Como variables predictivas se usaron las 19 variables bioclimáticas del proyecto Worldclim (Hijmans *et al.* 2005; disponibles en <http://www.worldclim.org/>). Dichas variables cuentan con resolución espacial de 1 km y corresponden a índices bioclimáticos que tienen relevancia directa en la ecología de las especies vegetales (Busby 1991). Para la modelación se usó el programa openModeller, que genera una distribución de probabilidad de presencia de la especie utilizando el algoritmo “Envelope Score” (Muñoz *et al.* 2009; Nix 1986; Piñeiro *et al.* 2007).

Resultados y discusión

-Ficha técnica de M. alba

Tomando en cuenta toda la información recabada y sistematizada a partir de la revisión bibliográfica, se hizo una ficha con las características más importantes de *M. alba*. Dichas características sirvieron como base para llevar a cabo la evaluación de riesgo de la misma (ver anexo 1).

-Aplicación del protocolo de análisis de riesgo I3N para M. alba.

Al aplicar el protocolo de evaluación de riesgo I3N a *M. alba*, se obtuvo un valor de 6,25 con porcentaje de incertidumbre de 3,45%. De acuerdo a dicho valor, este protocolo sugiere que esta especie de planta tiene alto nivel de riesgo de convertirse en invasora al ser introducida en Venezuela. Consideramos por ende, que es importante que los entes gubernamentales promuevan e incentiven el estudio de la autoecología de dicha especie, y los impactos que podría ocasionar. Así mismo, es importante identificar los mecanismos que puedan permitir controlar los cultivos, evitando el escape de *M. alba* hacia los ecosistemas naturales.

La evaluación de riesgo anterior deberá mejorarse y precisarse a la hora de realizar análisis a futuro para otras especies de plantas introducidas. Debe aplicarse dicha evaluación a un conjunto de especies introducidas en nuestro país, reconocidas como invasoras y otras como no-invasoras y de las cuales se tenga amplio conocimiento de sus características. Así, se podrán reajustar los valores de los intervalos de los umbrales de invasión.

-Aplicación del instrumento de evaluación de riesgo elaborado en Europa Central por Weber & Gut (2004)

Este análisis ubicó a *M. alba* en la categoría 2 de “riesgo intermedio”, con el total de 25 puntos en Europa Central, mientras que para Venezuela, se obtuvo 38 puntos ubicándola en la categoría 1 de “alto riesgo“. Esto sugiere que su potencial invasor pudiera ser mayor en Venezuela que en Europa. Según Weber & Gut (2004) esta especie representa una amenaza en Europa con 77% de confianza, y por referencia puede convertirse en una amenaza para las comunidades de plantas nativas si es naturalizada en Venezuela.

-Modelación del área de distribución potencial de M. alba

La modelación realizada con base en los 46 registros encontrados en varios países de Latinoamérica (Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, Nicaragua, Perú, Paraguay y Venezuela), arrojó alta probabilidad de distribución en la zona centro y suroeste de Brasil, los Andes colombianos y venezolanos y la Sierra Nevada de Santa Marta, en Colombia (Figura 2). En la región centroamericana, todos los países pertenecientes a este subcontinente, a excepción de Panamá presentaron altas probabilidades de tener distribuciones viables de *M. alba*. Para el caso de Venezuela, la modelación indicó que la zona de los Andes venezolanos es la más propensa a ser invadida por dicha especie. Luego de haber identificado estas áreas como potenciales nuevos sitios de invasión, se sugiere que las mismas sean monitoreadas para poder evitar, o por lo menos atenuar, el crecimiento poblacional de *M. alba* en esta importante región.

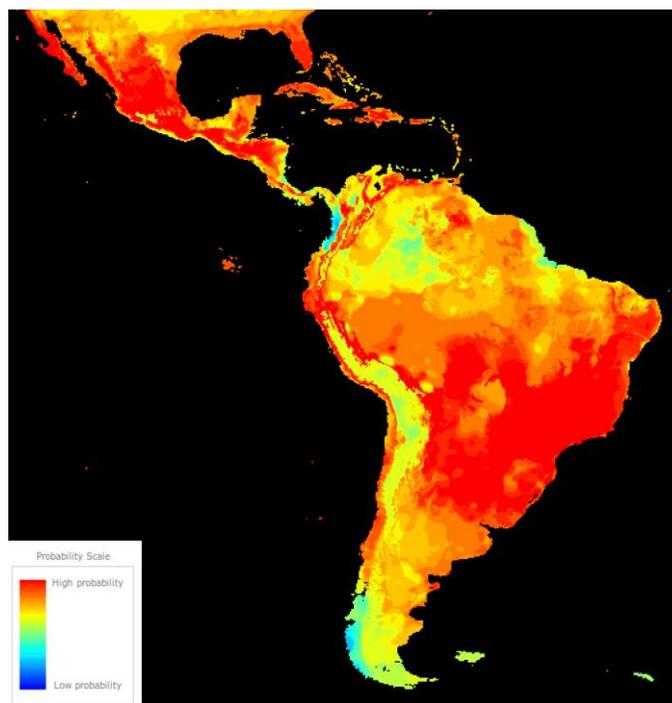


Figura 2. Modelación del área de distribución potencial de *M. alba* en Centroamérica, Suramérica y el Caribe.

Conclusiones

1. En Venezuela existe vacío de información actualizada con respecto a las especies de plantas exóticas presentes en el territorio nacional, con potencial de invasión o que ya están invadiendo y afectando los diferentes ecosistemas venezolanos. Es por ello, que dentro de las estrategias de control de las invasiones en Venezuela, proponemos el desarrollo de protocolos para análisis de riesgo, que se ajusten a las condiciones naturales y sociales del país.
2. Según los resultados obtenidos en el presente estudio, *M. alba* constituye una invasora potencial, dado el valor de 6,25 del índice de riesgo de invasión del análisis I3N y al ser ubicada en la categoría 1 del análisis desarrollado en Europa del Este por Weber & Gut (2004).
3. La modelación del área de distribución potencial de *M. alba* indica que la zona de los Andes venezolanos es la zona más propensa en Venezuela a ser invadida por la especie, debido a su susceptibilidad ecológica, por tanto los ecosistemas en esta región deben ser monitoreados para poder evitar o atenuar el crecimiento poblacional de esta especie.

Agradecimientos

Este trabajo fue realizado y financiado en el marco de la asignatura electiva “Ecología de Plantas Invasoras”, dictada por la profesora Ileana Herrera, en el posgrado de Ecología del Centro de Estudios Avanzados-

Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas.

Literatura Citada

Baptiste MP, N Castaño, D Cárdenas, FP Gutiérrez, DL Gil, CA Lasso (eds). 2010. *Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 200 pp.

Burgess KS, BC Husband. 2006. Habitat differentiation and the ecological costs of hybridization: the effects of introduced mulberry (*Morus alba*) on a native congener (*M. rubra*). *Journal of Ecology* 94: 1061-1069.

Busby JR. 1991. *BIOCLIM, A bioclimate analysis and prediction system*. In: Margules, C. R., Austin, M. P. (eds.). *Nature conservation: cost effective biological surveys and data analysis*. pp. 64-68. Canberra: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. (CSIRO).

Cronk QC, J Fuller. 1996. *Plantas invasoras. La amenaza para los ecosistemas tropicales*. Fondo mundial para la naturaleza. UK-UNESCO. Editorial Nordan-comunidad. 207 pp.

Davis MA. 2009. *Invasion Biology*. Oxford University Press, 245 pp.

Falck M, S Garske. 2002. *Invasive non-native plant management during 2001*. Great Lakes Indian Fish & Wildlife Commission.

Fitter AH, HJ Peat. 1994. The Ecological Flora Database. *Journal of Ecology* 82: 415-425.

Global Diversity Information Facility (GBIF) data portal, Especímenes INBio, Disponible en: <http://data.gbif.org/datasets/resource/13473>.

Hijmans RJ, SE Cameron, JL Parra, PG Jones, A Jarvis. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25:1965-1978.

Medina MG, DE García, T Clavero, J Iglesias, JG López. 2007. Influencia de la distancia entre surcos y altura de corte en algunos indicadores de *Morus alba* L. sometida a pastoreo. *Revista de la Facultad de Agronomía, LUZ* 24: 468-480.

Muñoz ME, R Giovanni, MF Siqueira, T Sutton, P Brewer, RS Pereira, DA Canhos, VP Canhos. 2009. "openModeller: a generic approach to species' potential distribution modelling". *GeoInformatica* 15: 111-135.

Nix HA. 1986. *A biogeographic analysis of Australian elapid snakes*. In: Atlas of Elapid Snakes of Australia. (Ed.) R. Longmore, pp. 4-15. Australian Flora and Fauna Series Number 7. Australian Government Publishing Service: Canberra.

Ojasti J. 2001. *Estudio sobre el estado actual de las especies exóticas*. Estudio nacional. Comunidad Andina de Naciones (CAN). 223 pp.

Ojasti J, E González-Jiménez, E Szeplaki-Otahola, LB García-Román. 2001. *Informe sobre las especies exóticas en Venezuela*. Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales. Caracas, Venezuela. 200 pp.

Piñeiro R, JF Aguilar, DD Munt, GN Feliner. 2007. Ecology matters: Atlantic-Mediterranean disjunction in the sand-dune shrub *Armeria pungens* (Plumbaginaceae). *Molecular Ecology*. 16: 2155-2171.

Weber E, D Gut. 2004. Assessing the risk of potentially invasive plant species in central Europe. *Journal for Nature Conservation* 12: 171-179.

Wu Y, CQ Liu, PP Li, JZ Wang, D Xing, BL Wang. 2009. Photosynthetic characteristics involved in adaptability to Karst soil and alien invasion of paper mulberry (*Broussonetia papyrifera* (L.) Vent.) in comparison with mulberry (*Morus alba* L.). *Photosynthetica* 47: 155-160.

Zalba SM, SR Ziller. 2008. *I3N. Iabin - I3N. Red Interamericana de Información sobre Especies Invasoras*. Disponible en: <http://i3n.iabin.net/Espanol/index.html>.

Anexo 1. Ficha técnica de la planta exótica *Morus alba* en Venezuela

TAXONOMÍA Y VARIEDADES	<p><i>Morus alba</i> cuyo nombre común es morera, pertenece al orden Urticales, género <i>Morus</i>, familia Moraceae (Cifuentes & Kee-Wook 1998).</p> <p>Para este género, las especies más conocidas son <i>M. alba</i> y <i>M. nigra</i>, de las cuales se han originado innumerables variedades e híbridos, incluyendo muchos poliploides, como producto de una intensiva selección y mejoramiento genético (Sánchez 2002). En Venezuela se han cultivado cerca de 10 variedades de <i>M. alba</i>, entre las cuales se destacan: Criolla, Indonesia, Guatemalteca y Acorazonada (Medina <i>et al.</i> 2009).</p>
DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	<p>Árbol caducifolio monoico o dioico, de tamaño mediano (12-18 m), porte bajo y de rápido crecimiento, en particular en las primeras etapas de crecimiento y puede sobrepasar los 100 años.</p> <p>Copa: La copa es amplia, aboval, formada de ramas alargadas muy ramificadas. Los ramillos son grisáceos o gris-amarillentos.</p> <p>Tallo: el árbol juvenil tiene la corteza de color marrón hacia anaranjado y bastante lisa, llega a medir hasta 2 m de diámetro. Con los años se va agrietando en sentido vertical y volviéndose gris. El tronco tiende a retorcerse con los años. Ramifica abundantemente y con fuerza, hasta el punto que las ramas se pueden cruzar. Son de un color que va del anaranjado al gris. Los brotes son muy vigorosos.</p> <p>Ramas: tiene muchas ramas, abiertas en altura y muy flexibles, dóciles de moldear incluso por enredaderas.</p> <p>Hojas: son polimorfos generalmente ovales, puntiagudas o acuminadas en el extremo; los bordes presentan grandes dientes iniguales. El envés es más pálido y ligeramente pubescente en las xilas de los nervios principales; peciolo largo, pubescente; estípulas lineales-lanceoladas u oblongo-lanceoladas fuertemente acuminadas, lampiñas.</p> <p>Flores monoicas o dioicas; sépalos lampiños en los bordes. Estambres apenas más largos que el periantio; estigmas filiformes, más cortos o subglobulosos.</p> <p>Frutos pequeños, blancos, rosas o negros, sincarpio ovoide u oblongo o subglobuloso. (Najera & Angulo 1969).</p>
REPRODUCCIÓN	<p>Se reproduce por semilla, acodo y estaca. Para la propagación vegetal se toman esquejes semi-leñosos. La morera admite el injerto, los más usados son los de yema, púa o aproximación (Martín <i>et al.</i> 2000).</p>
ECOLOGÍA	<p>La morera es una especie cosmopolita por su capacidad de adaptarse a diferentes climas y altitudes. Crece bien desde el nivel del mar hasta los 4.000 m. y en zonas secas y húmedas. Se puede plantar tanto en suelos planos como en pendientes, pero no tolera suelos de mal drenaje o muy compactos y tiene altos requerimientos nutricionales por lo que su fertilización permanentemente es necesaria (Benavides 1995). Entre sus ventajas se encuentran su fácil propagación vegetativa, adaptándose de manera exitosa a gran diversidad de condiciones edafoclimáticas (Fernández <i>et al.</i> 2007; Medina <i>et al.</i> 2007)</p>

CONDICIONES CLIMÁTICAS DE CULTIVO	Temperatura entre 18 y 38°C; precipitación de 600 a 2500 mm; fotoperíodo de 9 a 13 horas/día y humedad relativa de 65 a 80% (Ting-Zing, Yun-Fang, Guang-Xian, Huaizhong & Ben, 1988).
GENÉTICA	La mayoría de las especies son diploides con 28 cromosomas; sin embargo, las triploides se cultivan también extensivamente por su adaptabilidad, crecimiento, vigor y calidad de las hojas (Machii <i>et al.</i> 1999). La introgresión existente entre <i>M. alba</i> y <i>M. rubra</i> , es asimétrica y favorece el establecimiento de <i>M. alba</i> y de los híbridos generados, llevando a un comportamiento competitivo superior desplazando a otras especies del mismo género (Burgess <i>et al.</i> 2005; Burgess & Husband 2006).
PLAGAS	En la literatura existente se menciona que en condiciones muy húmedas puede ser atacada por la fumagina. El tallo puede ser invadido de hongos blancos. Otras plagas comunes son orugas, defoliadoras y cochinillas (Benavides 1995).
ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN NATIVA	Parece ser que el área primitiva del <i>M. alba</i> es la India y la China templada, no pareciendo haber sido introducido en Europa antes del siglo VI, bajo Justiniano, época en que los monjes habrían llevado el gusano de seda a Constantinopla. Hoy día este árbol está perfectamente naturalizado en toda Europa (Najera & Angulo 1969).
INTRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN FUERA DE SU REGIÓN NATIVA	Con el inicio de la sericultura las plantas de la morera fueron llevadas a los diversos continentes. El creciente interés por esta práctica ha propiciado el mayor movimiento de especies y variedades de morera por todos los continentes, por lo que estas leñosas se distribuyen tanto en las zonas templadas como en las tropicales y subtropicales (Cifuentes & Kee-Wook 1998).
RELACIÓN CON ACTIVIDADES ANTROPOGENICAS	Se cultiva principalmente como flora ornamental, para sombrear paseos, parques, avenidas y jardines, debido a su amplio follaje. Es referida como planta medicinal, con cualidades diuréticas y expectorantes, y se emplea para reducir la presión y el azúcar en sangre. Las posibilidades de su empleo se extienden hasta la industria vinatera y como colorante de productos alimenticios y confituras (Sánchez 2001). Se ha documentado como particularmente problemático en habitats perturbados y urbanos (Burgess & Husband 2006; Wu <i>et al.</i> 2009).

Referencias para el Anexo 1.

Benavides JE. 1995. Manejo y utilización de la morera (*Morus alba*) como forraje. *Agroforestería en las Américas* 2: 27-30.

Burgess KS, M Morgan, L DeVerno, BC Husband. 2005. Asymmetrical introgression between two *Morus* species (*M. alba*, *M. rubra*) that differ in abundance. *Molecular Ecology* 14: 3471-3483.

Burgess, KS, BC Husband. 2006. Habitat differentiation and the effect of hybridization on establishment of red mulberry (*Morus rubra* L.) in Canada. *Journal of Ecology* 94: 1061-1069.

- Cifuentes CA, S Kee-Wook. 1998. *Manual técnico de sericultura: Cultivo de la morera y cría del gusano de seda en el trópico*. Convenio SENA-CDTS, Colombia. 438 p.
- Fernández J, J Diez, O Licea, JR Ayala. 2007. Evaluación en corte y pastoreo de cuatro variedades de morera. (*Morus alba*). *Ciencia y Tecnología Ganadera* 2: 63-69.
- Machii H, A Koyama, H Yamanouchi. 1999. A list of genetic mulberry resources maintained at National Institute of Sericultural and Entomological Science. *Miscellaneous Publication of the National Institute of Sericultural and Entomological Science* 26: 1-77.
- Martín G, F García, F Reyes, I Hernández, T González, M Milera. 2000. Estudios agronómicos realizados en Cuba en *Morus alba*. *Pastos y Forrajes* 23: 323-332.
- Medina MG, DE García, P Moratinos, LJ Cova. 2009. La morera (*Morus spp.*) como recurso forrajero: Avances y consideraciones de investigación. *Zootecnia Tropical* 27:343-362.
- Najera F, VL Angulo. 1969. *Estudio de las principales maderas comerciales de frondosas peninsulares*. Ministerio de Agricultura. Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias.
- Sánchez MD. 2001. *Mulberry as animal feed in the world*. In: Mulberry for animal feeding in China. (Eds. L. Lian, C. Yuyin, M. Sánchez and L. Xingmeng). Hangzhou, China. p. 17
- Sánchez, MD. 2002. *World distribution and utilization of mulberry and its potential for animal feeding*. In: Animal Production and Health Paper No. 147. FAO, Rome. p.1.
- Ting-Zing Z, T Yun-Fang, H Guang-Xian, F Huaizhong, M Ben. 1998. *Mulberry cultivation*. FAO Agricultural Services Bulletin. No. 73/1. FAO, Roma. 127 p.
- Wu Y, CQ Liu, PP Li, JZ Wang, D Xing, BL Wang. 2009. Photosynthetic characteristics involved in adaptability to Karst soil and alien invasion of paper mulberry (*Broussonetia papyrifera* (L.) Vent.) in comparison with mulberry (*Morus alba* L.). *Photosynthetica* 47: 155-160, 2009.