

**ALGUNOS ASPECTOS DE LAS ESTRATEGIAS REPRODUCTIVAS DE
MASTICHODENDRON FOETIDISSIMUM (JACQ.) CRONQ**

**SOME ASPECTS OF THE REPRODUCTIVE STRATEGIES OF
MASTICHODENDRON FOETIDISSIMUM (JACQ.) CRONQ**

Yamir Torres-Arias, Ricardo A. Herrera-Peraza, Jorge A. Sánchez y Ana Martell

*Instituto de Ecología y Sistemática, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.
Carretera de Varona, Km 3 ½, Capdevila, Boyeros, A. P. 8029, C. P. 10800, Habana 8, Cuba.*

Palabras clave: *Mastichodendron foetidissimum*, estrategias reproductivas, frutos, semillas, emergencia, plántulas.

Key words: *Mastichodendron foetidissimum*, reproductive strategies, fruits, seeds, emergency, seedlings.

La característica más notable de los bosques tropicales como comunidad vegetal es su gran diversidad de especies, su variedad de formas de vida y su complejidad estructural. Esta diversidad de especies motiva la búsqueda de mecanismos históricos, abióticos y bióticos que puedan explicarla, y en este sentido es determinante conocer las estrategias reproductivas y competitivas de las especies que forman el bosque, en particular de sus componentes más importantes, los árboles (Vázquez-Yanes y Orozco-Segovia 1987).

Para sobrevivir y establecerse en estos ecosistemas, las especies arbóreas han desarrollado diferentes estrategias que les permiten hacerle frente a las variaciones del hábitat condicionados por la dinámica de los bosques tropicales en constante cambio y renovación, con etapas sucesionales y de estabilización (Capote *et al.* 1988, Herrera *et al.* 1988). Estas estrategias han sido abordadas desde muy diversos e interesantes ángulos (Gómez-Pompa 1971, Guevara y Gómez-Pompa 1972, Vázquez-Yanes 1980, Grime 1982, Whitmore 1983, Herrera *et al.* 1988, Kageyama y Viana 1989) y pueden definirse como la capacidad de una especie para reproducirse, competir, sobrevivir y desarrollarse en una comunidad.

El análisis de las estrategias de los árboles tropicales incluye dos aspectos fundamentales: 1) las estrategias reproductivas donde se destacan los frutos, semillas, semillas/frutos, mecanismos de dispersión, latencia, viabilidad, germinación, tipos de emergencia y establecimiento, etc., y 2) las estrategias competitivas como: velocidad de crecimiento, área foliar, capacidad fotosintética,

esclerofilia, densidad de la madera, longevidad, etc. (Herrera *et al.* 1988, Márquez *et al.* 1990). Estas estrategias son muy variables en las especies arbóreas y están íntimamente relacionadas con los factores ambientales que influyen en la regeneración y establecimiento de cada especie.

El estudio de las estrategias funcionales de cada especie es imprescindible para poder conocer la propagación natural de los árboles en el bosque y su adecuación a los planes de reforestación. En cuanto a las especies que se establecen en las últimas etapas sucesionales del bosque, estas necesidades son más urgentes, pues en la mayoría de los programas silvícolas en utilización no están incluidas. *Mastichodendron foetidissimum* pertenece a este último grupo y su papel en el restablecimiento del hábitat original en estos ecosistemas es muy importante.

Conocido como jocuma en Cuba, *M. foetidissimum* suministra una madera de alto valor comercial, muy dura, pesada y durable (Forst 1975, Roig 1975). Es un árbol semitolerante a la sombra, de la familia *Sapotaceae*, que puede alcanzar hasta 25 m de altura y 1,5 m de diámetro. Habita principalmente en bosques semicaducifolios cercanos a las costas altas y secas, y en bosques siempreverdes del interior (montañas y llanuras húmedas) del archipiélago cubano (León y Alain 1957, Roig 1975, Bisse 1988). La fructificación abarca los meses de diciembre a mayo, y es particularmente abundante en enero y febrero (Fors 1975, Sablón 1984).

Con el objetivo de caracterizar algunos aspectos de las estrategias reproductivas de *M.*

NOTAS SOBRE *MASTICHODENDRON FOETIDISSIMUM*

Tabla 1. Medias (\bar{x}) de masa fresca, longitud y anchura en frutos de *Mastichodendrum foetidissimum* con: una semilla (F₁), dos semillas (F₂) y tres semillas (F₃).

Caracteres	F ₁	F ₂	F ₃
Masa fresca (mg)	3990,83 b	5105,69 a	5396,32 a
Longitud (mm)	21,40 a	21,60 a	22,50 a
Anchura (mm)	17,80 c	21,06 b	23,10 a

Medias con letras distintas en la misma línea difieren significativamente ($P < 0,05$) mediante la prueba de Duncan.

foetidissimum (Jacq.) Cronq, en este trabajo se estudian algunos parámetros morfológicos de los frutos y semillas, así como la emergencia y establecimientos de plántulas.

Materiales y Métodos

Se colectaron frutos maduros de *M. foetidissimum* en áreas del Instituto de Ecología y Sistemática en diciembre de 1997 y enero de 1998. A partir de la colecta inicial, se tomaron 500 frutos, de forma aleatoria, a los que se les determinó longitud (mm), anchura (mm) y masa fresca (mg). Los frutos se despulparon mediante maceración manual y se cuantificó el número de semillas por fruto, separándose en tres categorías: F₁ (frutos con una semilla); F₂ (frutos con dos semillas); y F₃ (frutos con tres semillas)

Se tomaron 100 semillas al azar de F₁ y F₂, y 50 de F₃ (poco frecuente en la naturaleza); a éstas se les midieron: longitud (mm) y anchura (mm), y en base a su tamaño se dividieron en los grupos siguientes: 14-14,9 mm, 15-15,9 mm, 16-16,9 mm y 17-17,9 mm. Seguidamente, las semillas se separaron en sus elementos componentes, determinándose, la masa fresca (mg) y masa seca (mg) de la cubierta seminal, del endospermo y del embrión. La masa fresca y seca fueron determinadas en una balanza con precisión de 0,001 g y el secado del material se efectuó en una estufa a 80°C durante 48 horas.

En base a la masa seca del embrión, del endospermo y de la cubierta seminal por separado se estimó la cantidad de recursos energéticos que le corresponde a cada uno de estos elementos; mediante la siguiente fórmula:

Embrión (Em) = Masa seca del embrión (mg) / Masa seca de la semilla (mg) x 100

Endospermo (En) = Masa seca del endospermo (mg) / Masa seca de la semilla (mg) x

100

Cubierta seminal (Cs) = Masa seca de la cubierta seminal (mg) / Masa seca de la semilla (mg) x 100

Para el estudio de la emergencia se utilizó como sustrato vermiculita, se sembraron 50 semillas intactas de F₁ y F₂ en macetas individuales inmediatamente después de su colecta. La siembra se realizó a finales de enero del 1998 en casa de vegetación. El conteo de la emergencia se efectuó diariamente durante 5 meses, con un riego periódico para mantener la humedad del sustrato.

La caracterización morfológica y funcional de la emergencia y los estadios iniciales de la plántula se realizó conforme a la diagnosis empleadas por Ricardi *et al.* (1987) y Hladik y Miquel (1990).

La normalidad de los datos se verificó mediante la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov y la homogeneidad de varianzas a través de la prueba de Bartlett. Los parámetros morfológicos en frutos y semillas se estudiaron por medio de un análisis de varianza de clasificación simple.

Caracterización de los frutos

El análisis de los frutos maduros permitió determinar de qué manera están distribuidas las semillas así como diferencias morfológicas en cuanto a forma, masa y tamaño.

Los frutos en drupas monospermas, dispermas y trispermas, son carnosos, de pulpa ácida, indehiscentes y pesados, con una frecuencia de aparición variable, la mayoría son monospermas (88,55 %) y en menor cuantía (10,51 %) dispermas, siendo muy escasos los frutos trispermos (0,93 %). Por otra parte, los frutos varían en cuanto a forma, masa y anchura, pero no muestran diferencias significativas en cuanto a longitud (Tabla 1). El aumento del número de semillas por fruto en esta

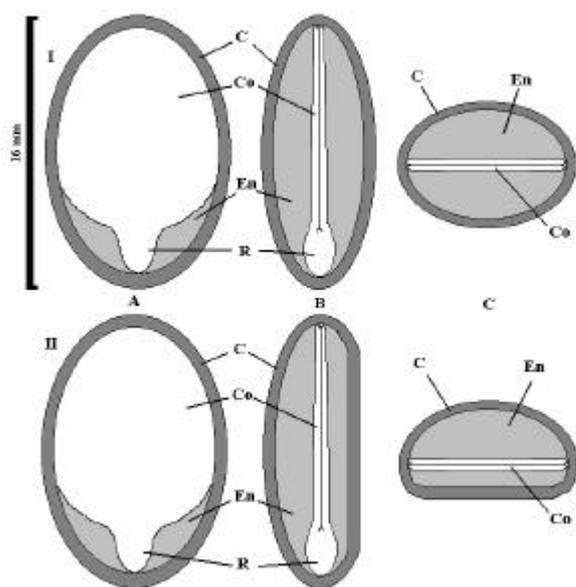


Figura 1. Representación esquemática de semilla de *Mastichodendrum foetidissimum* proveniente de fruto monospermo (I) y semilla proveniente de fruto dispermo o trispermo (II). A (sección mediana), B (sección transmediana) y C (sección transversal). C, cubierta seminal; Co, cotiledón; En, endospermo; R, radícula.

especie condiciona un incremento en masa y anchura de los frutos, así como diferencias en su forma. La mayor variabilidad se presenta en frutos con una semilla (generalmente elípticos a subglobosos), con relación a los frutos con dos o tres semillas (globosos).

Los frutos carnosos, indehiscentes y pesados, son característicos de muchas especies arbóreas

que se establecen en las últimas etapas sucesionales de los bosques tropicales (Vazques-Yanes y Orozco-Segovia 1987, Kageyama y Viana 1989). Estas especies tienen por lo general un área de dispersión limitada, los frutos caen por goteo bajo o cerca del árbol madre y en menor cantidad son transportados por los animales o el agua. Al mismo tiempo, la producción de frutos diferentes en forma, tamaño y masa puede estar relacionada con la dispersión de los mismos, debido a que teóricamente pueden recorrer distancias disímiles en comparación con lo que ocurre con frutos de tamaños y masas más constantes (Janzen 1977).

Semillas

Las semillas contienen un endospermo abundante y embrión bien desarrollado (Figura 1). La cubierta seminal es lisa, dura, 1-2 mm de grosor. El endospermo es córneo, parenquimatoso, con abundantes reservas, y el embrión es recto, bien diferenciado con un eje radícula-hipocotilo 2-4 mm de longitud, cotiledones foliáceos delgados, 8-10 mm de longitud y 7-9 mm de ancho y una plúmula diminuta.

La cantidad de recursos energéticos que se dedican a cada uno de estos elementos es variable (Tabla 2). En base a la masa seca, el 59,67% corresponde a la cubierta seminal, 37,33% al endospermo y un 2,99% al embrión, evidenciando que la especie, como estrategia en la formación y desarrollo de la semilla, prioriza mayores recursos para la cubierta seminal, confiriéndole a la semilla mejores posibilidades de supervivencia en

Tabla 2. Valores promedios (\bar{x}) de masa seca (mg) y porcentajes de distribución (%) de las semillas de *Mastichodendrom foetidissimum*, según la cantidad de semillas por fruto: una semilla (F₁), dos semillas (F₂) y tres semillas (F₃).

Estructura	F ₁		F ₂		F ₃	
	\bar{x}	(%)	\bar{x}	(%)	\bar{x}	(%)
Embrión (mg)	20,65	2,57 c	20,42	3,18 b	20,42	3,31 a
Endospermo (mg)	335,39 a	41,48 a	223,79 b	34,84 b	208,01 b	33,71 b
Cubierta seminal (mg)	443,43	55,59 b	396,39	61,95 a	386,49	62,95 a
Semillas (mg)	799,48 a		640,60 b		614,72 b	

Medias con letras distintas en la misma línea difieren significativamente ($P < 0,05$) mediante la prueba de Duncan

NOTAS SOBRE *MASTICHODENDRON FOETIDISSIMUM*

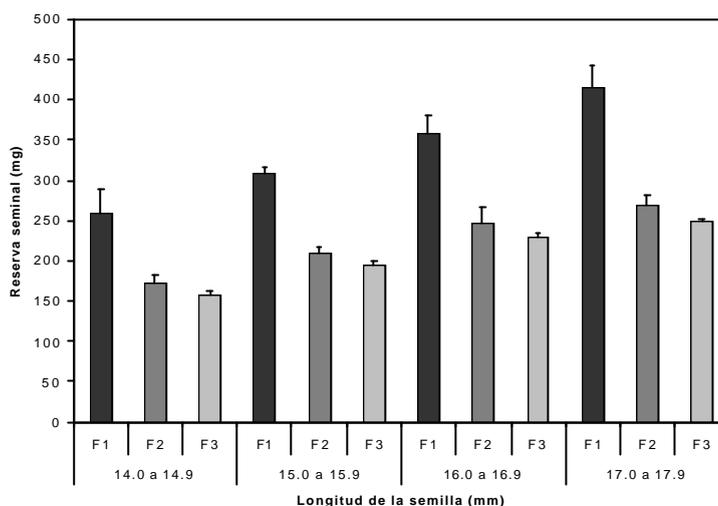


Figura 2. Distribución del peso seco de las reservas seminales (endospermo + embrión) en semillas de *Mastichodendrum foetidissimum* provenientes de frutos monospermos (F1), de frutos dispermos (F2) y de frutos trispermos (F3). Los rangos sobre las barras corresponden a las desviaciones estándar en cada caso.

ambientes altamente competitivos y/o fluctuantes.

En las semillas de esta especie, la cubierta seminal dura le garantiza permanecer latente en el suelo, hasta que las condiciones sean más favorables para su germinación. Esta estrategia es propia en árboles que se establecen en ambientes perturbados, como las especies pioneras *Cecropia schreberiana*, *Trema micrantha*, *Belotia grewifolius*, *Muntigia calabura* y otras especies típicas de ambientes fluctuantes y/o competitivos, *Juniperus lucayana*, *Cordia sebestena*, *Lysiloma sabicu*, *Zanthoxylum dictyophyllum*. En todos estos casos la relación: reservas seminales/cubierta seminal es siempre inferior a la unidad, lo que sugiere que en la formación y desarrollo de la semilla destinan mayores recursos para la cubierta seminal (Torres-Arias *et al.*, en preparación).

Otro aspecto interesante relacionado con las estrategias reproductivas de *M. foetidissimum* es la variabilidad morfológica y germinativa que manifiestan sus semillas dado por su distribución en el fruto (Sánchez *et al.* 1997.), así como dentro de cada tipo de semilla.

En dependencia de la cantidad de semillas en el fruto, las hay ovoides (una semilla/fruto) y planoconvexa (dos y tres semillas/fruto). Ambas clases de semillas muestran diferencias morfológicas y estructurales en sus componentes (Tabla 2).

Las semillas provenientes de frutos monospermos (F₁) presentan mayores masas y reservas alimenticias que las semillas de frutos

dispermos (F₂) y trispermos (F₃). Al agruparse en número de 2 ó 3 en el mismo fruto, las semillas varían su estructura (Figura 1) con reducciones importantes en el peso y cambios en la distribución de sus elementos; está reducción es más marcada en el endospermo con 33,23-37,98 %, y en menor medida 10,61-12,85 % en la cubierta seminal. El embrión, en las tres categorías de semillas es prácticamente igual en forma, tamaño y peso (Tabla 2).

Estos resultados muestran que la especie, al aumentar el número de semillas viables por unidad de dispersión, disminuye su masa, principalmente sus reservas alimenticias, resultado que corrobora los obtenidos por Sánchez *et al.* (1997). Por otra parte, estas reservas alimenticias en las semillas son muy variables, dentro de un mismo tipo de semilla (Figura 2), evidenciando que *M. foetidissimum* como estrategia, produce semillas con diferentes potencialidades nutrimentales, y por consiguiente, plántulas con recursos iniciales distintos para comenzar a crecer.

Emergencia de las plántulas

Sin tratamientos previos, los tipos de semillas (F₁ y F₂) mostraron una germinación prolongada, comenzando a los 56 días y finalizando a los 155 días; el porcentaje final de germinación fue de un 68% y está relacionado con su estructura: cubierta seminal dura y endospermo abundante. Ello propicia que la germinación de esta especie sea de

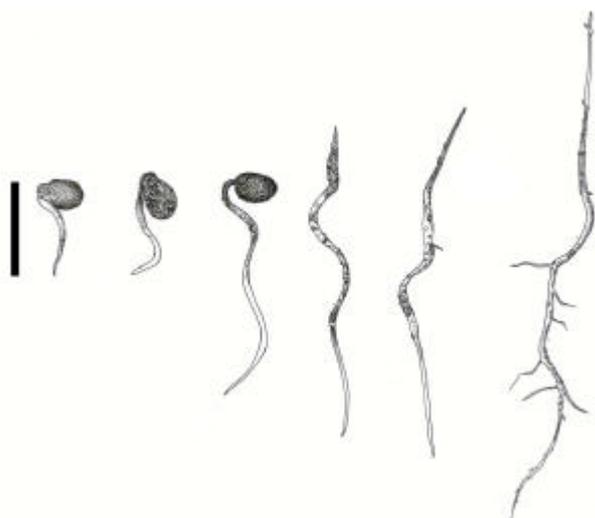


Figura 3. Representación esquemática del desarrollo de la plántula de *Mastichodendron foetidissimum* a los 7, 12, 18, 25, 30 y 45 días después de la germinación. La barra equivale a 3 cm.

forma escalonada, garantizando la existencia de plántulas durante un largo período, en disímiles condiciones ambientales.

La germinación se inicia con la ruptura de la cubierta seminal y la emergencia de la radícula. (Figura 3). La radícula comienza su actividad meristemática, aumentando considerablemente de tamaño; este ritmo de crecimiento que se manifiesta inicialmente solo en la radícula transcurre en un período de 30- 50 días. Luego, el hipocotilo con poca actividad meristemática, activa su crecimiento, emerge curvado y se endereza, inmediatamente después (2- 5 días), se separa la semilla (cubierta seminal, cotiledones y restos de endospermo), del hipocotilo, dejando una cicatriz en el punto de inserción de los cotiledones. La plúmula inicialmente diminuta, comienza su actividad meristemática con el crecimiento primero, del epicotilo y más tarde el incremento y desarrollo de los primordios foliares. Desde la emergencia de la radícula hasta el crecimiento y desarrollo de los primordios foliares transcurren de 40- 60 días.

En la germinación de *M foetidissimum*, la movilización y la transferencia de reservas seminales hacia el eje embrional, prioriza el crecimiento y desarrollo de la radícula en sus inicios y un crecimiento posterior más lento del hipocotilo. Una vez agotadas o transferidas estas reservas, el epicotilo y los primordios foliares inician su crecimiento activo empleando reservas de la radícula y/o por la actividad fotosintética del

hipocotilo en sus inicios, hasta el crecimiento y desarrollo del epicotilo y los primordios foliares.

En esta especie el contenido de reservas del endospermo es suficiente para mantener el crecimiento de la plántula por 30-50 días después de la germinación, lo cual le permite permanecer independiente de los suministros externos por un período relativamente largo. Por otra parte, casi la totalidad de estas reservas alimenticias son utilizadas en la formación y desarrollo de un sistema radicular fuerte, garantizando plántulas vigorosas y competitivas.

La modalidad de germinación, emergencia y establecimiento de plántulas de *M. foetidissimum* no coincide, con los tipos propuestos por Hladik y Miguel (1990) y ampliamente comentados y enriquecidos por Garwood (1996); esta clasificación se basa en los cotiledones y las funciones asociadas con él, fotosíntesis y/o reserva. En esta especie los cotiledones foliáceos y bien desarrollados (Figuras 1 y 3) no emergen, permaneciendo siempre encerrados dentro de la cubierta seminal hasta su desprendimiento junto con esta última y los restos del endospermo.

Estos cotiledones no realizan fotosíntesis para lo cual están estructural y morfológicamente capacitados (cotiledones foliáceos), y su función como órgano de reserva es poco probable, ya que las semillas de esta especie disponen de abundantes reservas en el endospermo para iniciar y mantener el crecimiento de las plántulas en sus primeros estadios de vida. Descripciones morfológicas y funcionales más exhaustivas y el análisis comparativo con la clasificación actual en estos momentos se hallan en preparación para su publicación.

Conclusiones

Las estrategias reproductivas de *M. foetidissimum*: producción de frutos carnosos, indehiscentes y pesados, con una, dos o tres semillas y un área de dispersión restringida; semillas grandes y pesadas, con altas y variables reservas alimenticias, capaces de lograr plántulas vigorosas, le permiten sobrevivir y establecerse en ambientes altamente competitivos. Estas estrategias son características en muchas especies que se establecen en la última fase sucesional de los bosques tropicales como *Calophyllum* spp, *Diospyros crassinervis*, *Rhedia aristata*, etc.

Estos resultados proveen un cuadro ecológico y evolutivo donde cada especie tiene una estrategia

reproductiva particular mejor adaptada para un grupo determinado de condiciones tales como luz, humedad y nutrientes. Conociendo estas estrategias se puede predecir el hábitat preferido y los requerimientos de cada especie y utilizar esta información en los planes de manejo y reforestación en los trópicos, tendientes a lograr la recuperación de nuestros bosques y mantener su alta diversidad.

Literatura citada

- BISSE, J. 1988. Árboles de Cuba. Editorial Científico-Técnica. La Habana.
- CAPOTE, R. A., L. MENÉNDEZ, E. E. GARCÍA y R. A. HERRERA. 1988. Sucesión vegetal. Pp. 272-296. *In* Herrera, R. A., Menéndez, L., Rodríguez, M. E. y García, E. E (eds): Ecología de los Bosques Siempreverdes de la Sierra de la Rosario. Proyecto MAB No 1, 1974-1987, Rostlac, Montevideo, Uruguay.
- FORST, A. J. 1975. Maderas cubanas. Editorial Pueblo y Educación, La Habana.
- GARWOOD, N. C. 1996. The Ecology of Tropical Forest tree Seedlings. (M. D. Swaine, de.) Man and the Biosphere Series, Vol. 18, Chapter 3. UNESCO and the Parthenon Publishing Group 1-71.
- GÓMEZ-POMPA, A. 1971. Posible papel de la vegetación secundaria en la evolución de la flora tropical. *Biotropica* 3(2):125-135.
- GRIME J. P. 1982. Estrategias de adaptación de las plantas y procesos que controlan la vegetación. Editorial Limusa, S. A. México.
- GUEVARA, S. y A. GÓMEZ-POMPA. 1972. Seeds from surface soils in a tropical region of Veracruz, México. *Journal of Arnold Arboretum* 53:312-335.
- HERRERA, R. A., L. MENÉNDEZ y D. VILAMAJÓ. 1988. Las estrategias regenerativas, competitivas y sucesionales en los bosques siempreverdes de Sierra del Rosario. Pp. 296-326, *in* Herrera, R. A., Menéndez, L., Rodríguez, M. E. y García, E. E. (eds): Ecología de los Bosques Siempreverdes de la Sierra de la Rosario. Proyecto MAB No 1, 1974-1987, Rostlac, Montevideo, Uruguay.
- HLADIK, A. y S. MIQUEL. 1990. Seedling types and plant establishment in an African rain forest. Pp. 261-282, *in* Bawa, K. S. and Handley, M. (eds.): Reproductive Ecology of Tropical Forest Plants. UNESCO/Parthenon, Paris/Carnoforth.
- JANZEN, D. H. 1977. Variation in seed size within a crop of a Costa Rican *Mucana andreana* (Leguminosae). *American Journal of Botany* 64:347-349.
- KAGEYAMA, P. Y. y V. M. VIANA. 1989. Tecnología de semillas e grupos ecológicos de especies arbóreas tropicales. Menorias del 2º Sipiio Brasileiro sobre Tecnología de Semillas Florestais, 16-19 de Octubre de 1989, Sao Paulo.
- LEÓN, Hno. y Hno. ALAIN. 1957. Flora de Cuba. Vol. 4. Contribuciones Ocasionales del Museo de Historia Natural, Colegio de la Salle, La Habana.
- MÁRQUEZ, F.C., L. G. SILVA y A. REIS. 1990. Estratégias de establecimiento de especies arbóreas o manejo de florestas tropicais. Pp 676 - 684. *In* Anais 6º Congreso Forestal Brasileiro, Sao Paulo/SP.
- RICARDI, M., C. HERNÁNDEZ y F. TORRES. 1987. Morfología de Plántulas de Árboles de los Bosques del Estado Mérida. Talleres Gráficos Universitarios. Mérida, Venezuela.
- ROIG, J. T. 1975. Diccionario botánico de nombres vulgares cubanos. 4a. de. Tomo 1. Editorial Pueblo y Educación, La Habana.
- SABLÓN, A. M. 1984. Dendrología. Editorial Pueblo y Educación, La Habana.
- SÁNCHEZ, J.A., B. MUÑOZ, R. ORTA, E. CALVO y R. A. HERRERA. 1997. Correlación entre el heteromorfismo somático y la respuesta germinativa de semillas de *Mastichodendron foetidissimum* (Jacq.) Cronq. *Acta Botánica Mexicana* 38:1-7.
- VÁZQUES-YANES, C. 1980. Notas sobre la autoecología de los árboles pioneros de la selva tropical húmeda. *Tropical Ecology* 21:103-112.
- VÁZQUES-YANES, C. y A. OROZCO-SEGOVIA. 1987. Fisiología ecológica de semillas en la Estación de Biología Tropical "Los Tuxtlas", Veracruz, México. Clark, D. A., R. Dirzo y N. Fetcher (eds.). Ecología y ecofisiología de plantas en los bosques mesoamericanos. *Revista de Biología Tropical* 35 (Supl. 1):85-96.
- WHITMORE, T. C. 1983. Secondary succession from seed in tropical rain forests. *Forestry Abstracts* 44:767-779.

Recibido 04 de diciembre de 1998; revisado 05 de febrero de 1999; aceptado 11 de mayo de 2001