

Morfología y germinación de la semilla de caoba, *Swietenia macrophylla* King (Meliaceae)*

Silvana Alvarenga

Depto. de Química, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.

Eugenia M. Flores

Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

(Recibido el 10 de agosto de 1987)

Abstract: The seed of *Swietenia macrophylla* is a wind-dispersed diaspore. The wing is formed by extension of the outer integument and has extensive air spaces. The cotyledons are fused in the upper 2/3, along the adaxial surface and, during the process of germination, they develop petiolar structures by intercalary growth at the base. Later, the petioles extend longitudinally and arch to the outside, allowing the enlargement and emergence of the epicotyl, enclosed between the cotyledons. Germination is hypogeous and cryptocotylar.

Las caobas, que abarcan unas 23 especies, podrían llegar a ser hacia 1990, una madera comercialmente extinta, según un informe publicado por la revista de la sociedad para la Preservación de la Fauna y de la Flora y se sugiere el control del comercio de estas especies por medio de la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas (Gorbitz 1983).

Según Standley (1937), el género *Swietenia* está representado en Costa Rica por dos especies: *Swietenia humilis* Zucc., en las partes secas de Guanacaste y *Swietenia macrophylla* King., en la región de la desembocadura del Río San Juan y en la zona circundante a Ciudad Colón. Holdridge (1973) y Withmore & Hinojosa (1977), indican que la especie presente en Guanacaste no es *S. humilis* Zucc., sino una forma de *Swietenia macrophylla* King. Una tercera especie (*S. mahogani* Jacq.) fue descrita para Costa Rica por Holdridge (1973). Es propia de elevaciones

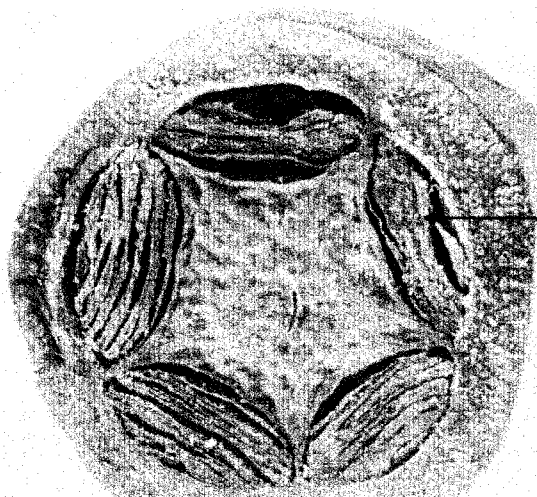
bajas a mediano bajas, con clima húmedo y aunque nativa del sur de Florida y las Antillas se ha sembrado en la zona de Palmar Norte.

La madera de la caoba es muy valiosa y es usada en carpintería, ebanistería fina, enchapados y todo tipo de construcción, por lo que las especies del género han sido muy explotadas al grado de que se encuentran en vías de extinción. Por ser árboles de lento crecimiento y susceptibles al ataque de la larva del barrenador de las meliáceas, *Hypsipyla grandella* Zeller., no han sido objeto de prácticas silviculturales para su explotación comercial (Osmar 1973). También es notoria la poca investigación referente a aspectos morfológicos de la semilla y al proceso de germinación (Bertoni & Juárez 1980, Mondala 1977, Rodríguez & Pacheco 1979), por lo que este trabajo pretende describir la morfología de las semillas y el desarrollo del embrión de *Swietenia macrophylla* King, antes de la germinación.

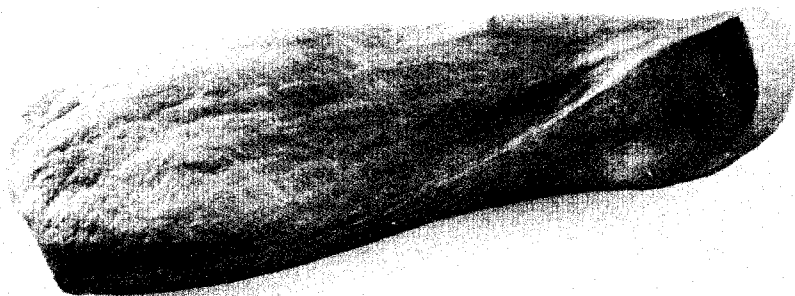
MATERIAL Y METODOS

Una parte de las semillas empleadas fue colectada en Tabarcia de Mora, en abril de 1984; otra fue donada por el Banco Latinoamericano

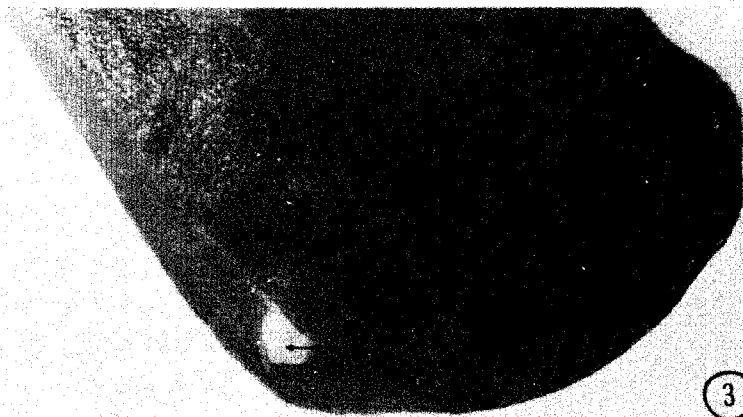
* Financiado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnologías (CONICIT) y la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica.



①



②



③

Fig. 1. Corte transversal del fruto de *Swietenia macrophylla*. Obsérvense los lóculos y la distribución de las semillas.

Fig. 2. Semilla alada de caoba.

Fig. 3. Emergencia de la radícula a los 12 días de imbibición.

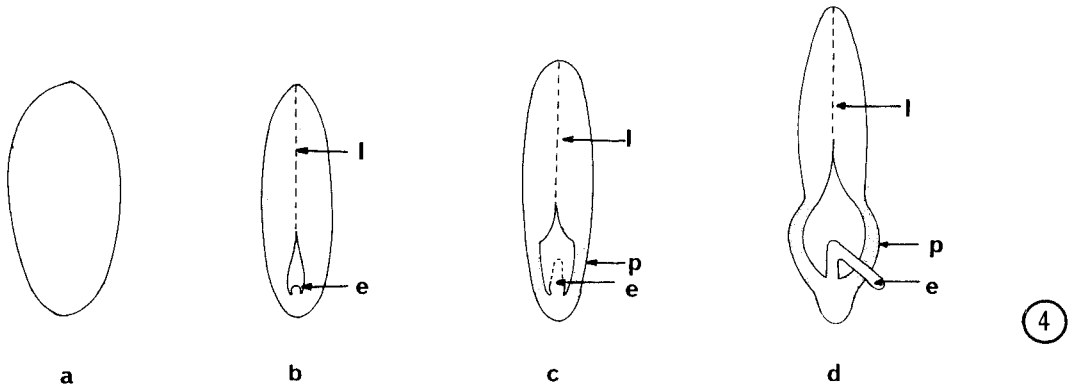


Fig. 4. Esquema de la fusión cotiledonar y del inicio y extensión de los peciolo que permite la emergencia del epicotilo. a, Vista lateral del embrión; b, corte longitudinal a través del plano medio del embrión; c, desarrollo de las estructuras peciolares mediante crecimiento intercalar en la base cotiledonar e inicio del crecimiento del epicotilo; d, alargamiento y arqueado peciolar seguido de alargamiento y curvatura epicotilar. Al curvarse el epicotilo inicia su emergencia al exterior.

de Semillas Forestales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Un tercer lote de semillas se consiguió en el Centro Regional de Turrialba de la Universidad de Costa Rica.

Semillas de frutos maduros e inmaduros se disectaron y observaron al microscopio de disección. También se fijó semillas imbibidas y en diferentes etapas de germinación en una mezcla de formalina-ácido acético-alcohol (Johansen 1940). Este material se disectó posteriormente o se procesó para microscopía de luz. Se deshidrató mediante una serie ascendente de alcohol butílico terciario (Jensen 1962), se infiltró en Paraplast Plus, se seccionó en un micrótopo rotatorio a 10-12 μm de grosor y se tiñó según la técnica de Sharman (1943). La presencia de endosperma se detectó con Lugol.

Antes de realizar los ensayos de germinación, se aplicó a las semillas una prueba de viabilidad y se obtuvo un índice mayor al 90%. Luego se colocó dos grupos de 30 semillas en cajas de Petri de 9 cm de diámetro, cubiertas en el fondo con papel Whatman No. 2 y se les agregó agua destilada y Orthocide, aplicando 3 onzas por kilo de semillas, para controlar los hongos. En el vivero del Instituto Tecnológico de Costa Rica, se realizaron diversos ensayos adicionales de germinación. Se evaluó la germinación en grupos de 20 semillas, colocadas en cajas de madera de 50 cm de ancho por 12 cm de altura y

100 cm de largo, en tierra con granza tratada con Difolátán.

RESULTADOS

Swietenia macrophylla King tiene frutos capsulares, leñosos, dehiscentes, septicidas, de forma elíptica, de 11 a 18 cm de longitud y 8 cm de ancho. El fruto es pentacarpelar, con carpelos cerrados cuya unión forma un eje central de gran tamaño; se observaron 5 lóculos (Fig. 1). La placentación es axilar. El promedio de semillas es de 60.57 por fruto y de 12.11 por lóculo. Durante la dehiscencia, la apertura del fruto se inicia en el extremo distal, quedando unidas las valvas en el extremo proximal del eje central. Las semillas se localizan en el extremo distal del fruto. Se disponen verticalmente en los lóculos, en forma estratificada y se mantienen unidas a la placenta por medio de un funículo largo y delgado. Estas miden aproximadamente 20 mm de largo y 9 mm de ancho y presentan un ala larga color pardo claro, con una longitud de 99.2 mm y un grosor variable en sus diferentes zonas (Fig. 2). El ala esta constituida por un tejido parenquimático, esponjoso, de origen tegumentario (proliferación de tejido del tegumento externo cerca de la calaza) y presenta numerosos espacios intercelulares llenos de aire, por lo que las semillas son muy livianas. El hilo es de color pardo oscuro, prominente, cubierto con tricomas ve-

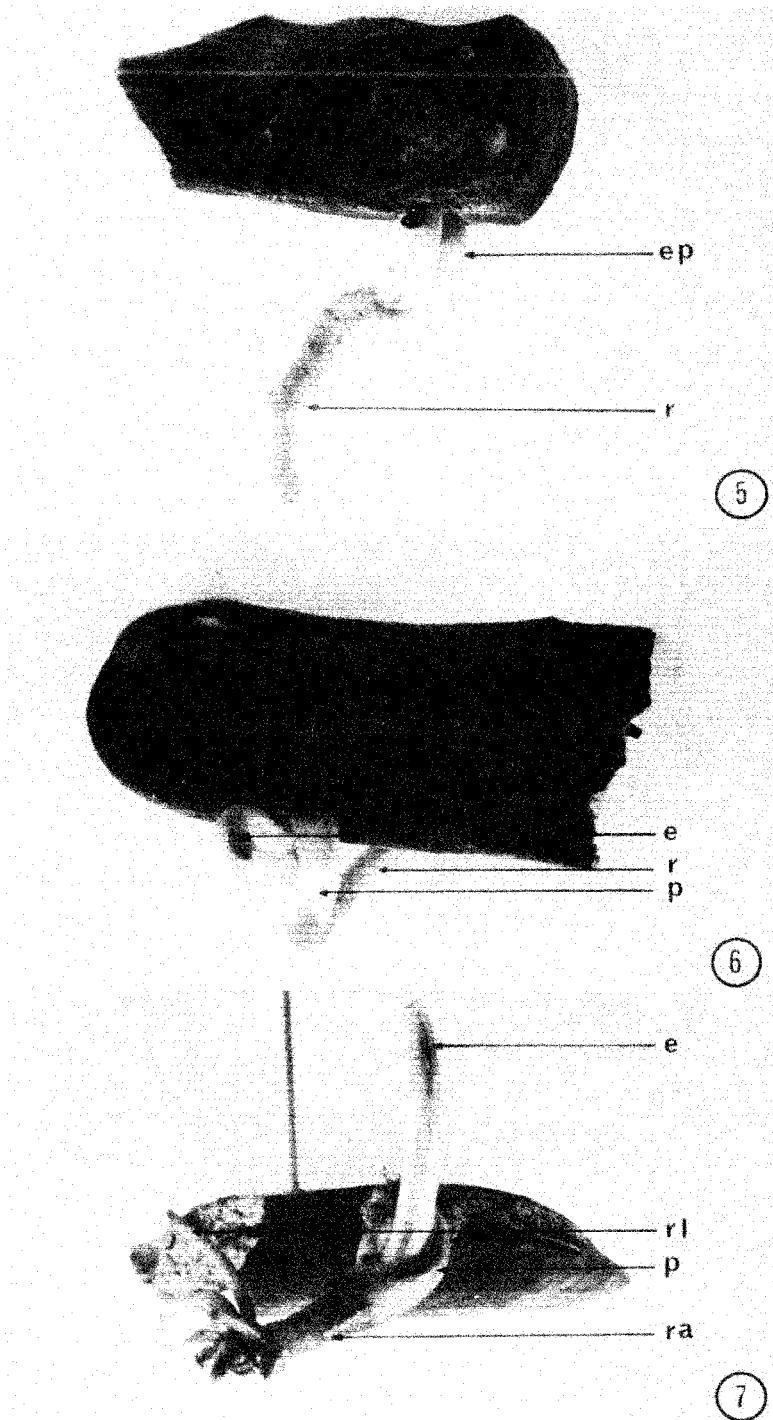


Fig. 5. Extensión de los peciolo cotiledonares. r, radícula; ep, estructura peciolares.
Fig. 6. Desarrollo del epicotilo e inicio de la emergencia a través del arco peciolar. e, epicotilo; p, peciolo; r, radícula.
Fig. 7. Epicotilo emergente. e, epicotilo; p, peciolo; ra, raíz; rl, raíces laterales.

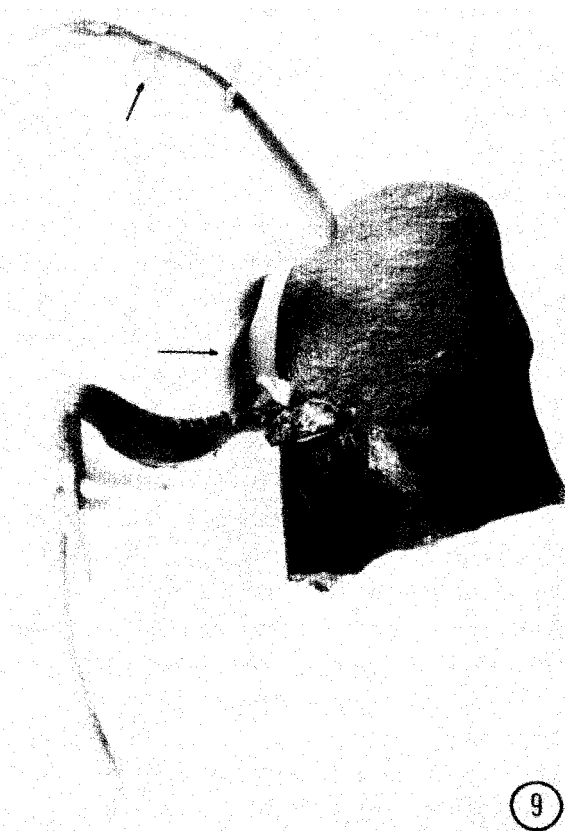
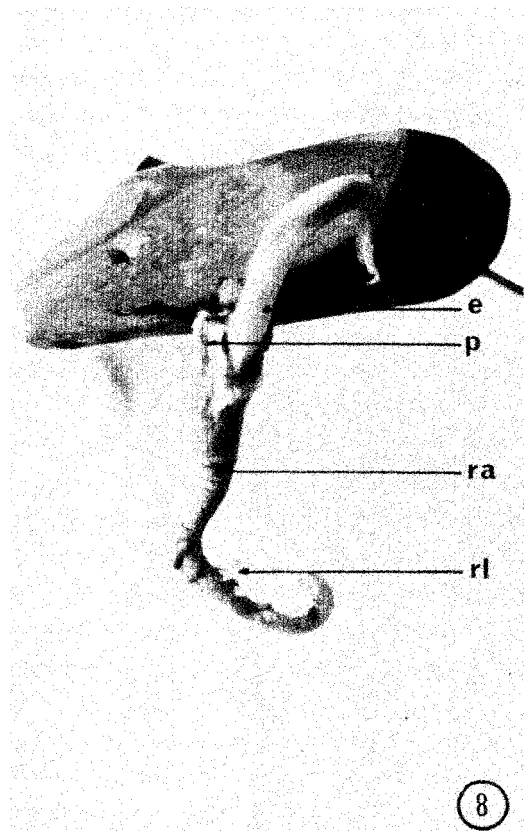


Fig. 8. Desarrollo del epicotilo y formación de la peridermis en los peciolo cotiledonares. e, epicotilo; p, peciolo; ra, raíz; rl, raíces laterales.

Fig. 9. Torque vertical del epicotilo y desarrollo de las escamas foliares.

llosos. En un extremo del hilo se encuentra incluido el micropilo.

El tegmen es delgado, tiene pocas capas celulares, y está muy unido a los cotiledones. El embrión presenta dos cotiledones grandes y carnosos, de nervadura reticulada y forma elíptica; éstos están fusionados (gamocotilia) adaxialmente en los dos tercios superiores (distales) (Fig. 4). La plúmula y la radícula son inconspicuas. El material de reserva es endosperma.

A las 48 horas de iniciada la imbibición, la semilla aumenta de volumen y el micropilo y el hilo se ensanchan. La germinación es hipogea y de tipo criptocotilar. La emergencia de la radícula se inicia a partir de los 12 días de imbibición y provoca la ruptura de la testa en el extremo opuesto al hilo (Fig. 3).

A los 7 días de brotación se distinguen claramente, la radícula y el hipocotilo: la primera es

de color pardo y el segundo de color blancuzco. No se observan pelos radicales. A partir del décimo día de la emergencia radicular, el embrión muestra una estructura anillada que rodea la zona de transición entre el hipocotilo y la radícula (Fig. 5) y la caliptra se convierte en una estructura más definida. Quince días después de iniciada la brotación, los cotiledones mantienen su posición dentro de la semilla pero se inicia el desarrollo de estructuras peciolares mediante crecimiento intercalar. Los peciolo se curvan hacia el exterior y forman una concavidad entre ellos, por la que inicia el epicotilo su salida (Figs. 4, 6). El desarrollo del epicotilo, entonces, es tardío y posterior al crecimiento longitudinal de los peciolo cotiledonares. Este no puede emerger de otra forma, debido a la fusión de los cotiledones a lo largo de la superficie adaxial de sus láminas (Fig. 4). A los 18 días se

inicia el proceso de salida o brotación del epicotilo (Figs. 4, 7).

Más tarde, a los 20 días de germinación, se inicia el desarrollo de raíces laterales y se observa una plúmula de color verde claro que se extiende formando un arco (Fig. 8). La brotación completa de la plúmula se efectúa varios días después. La plúmula comienza luego a girar para adoptar una posición erecta, de forma que la base del tallo queda totalmente retorcida a consecuencia del torque vertical (Fig. 9). Más adelante el hipocotilo y los peciolos cotiledonares muestran excrescencias en la zona donde se produjeron rupturas y existe un aparente suberificación de la zona (Figs. 8 y 10). Posteriormente, se diferencia la primera hoja simple. A los 70 días de desarrollo, se observan 3 hojas simples; no hay aún desarrollo de hojas compuestas, características en la etapa adulta de la especie. La primera hoja compuesta aparece después de los 75 días.

DISCUSION

Las semillas son anemocóricas y de acuerdo con su morfología pueden ubicarse dentro del grupo aerodinámico de los autogiros (Augspurger 1986), que se caracteriza por rotar estrechamente alrededor de un extremo de la diáspora. En general, los diseños morfológicos de las diásporas anemocóricas parecen disminuir la tasa de descenso y aumentar las posibilidades de exposición a los vientos horizontales o turbulentos. Los vientos horizontales distribuyen las diásporas en un área muy amplia y las llevan lejos de la planta progenitora (Augspurger 1986). De acuerdo con Augspurger (1986), las especies anemocóricas difieren en su potencial de dispersión y el conocimiento de los valores de la masa, el área y el llenado del ala (= peso/área), permite predecir la tasa de descenso. Esas diferencias en potencial de dispersión tienen implicaciones importantes para el tamaño del fruto, la demografía de la población y los patrones espaciales de plántulas sobrevivientes.

Swietenia macrophylla King presenta también características particulares en el embrión (fusión parcial de los cotiledones) y durante el proceso de germinación. El desarrollo y la curvatura de los peciolos cotiledonares, proporcionan un espacio para el desarrollo inicial del epicotilo y la posterior emergencia del mismo. El epicotilo emerge en forma lenta y para adoptar una

posición erecta, parece requerir de torque longitudinal en el extremo del tallo. El hipocotilo, los peciolos de los cotiledones y el extremo proximal de la raíz, desarrollan peridermis en forma precoz. La formación de este tejido en los peciolos cotiledonares, parece ser una respuesta al medio, ya que permanecen dentro de la tierra.

La germinación hipogea y la condición criptocotilar parecen ser, en esta especie, consecuencias de la estructura del embrión y sería pertinente determinar si otras especies criptocotilares presentan modificaciones estructurales semejantes en el embrión. En Meliaceae, esta es la única especie en que esta peculiaridad ha sido descrita.

RESUMEN

Se describe la morfología de las semillas de *Swietenia macrophylla* King antes y durante la germinación. La semilla es una diáspora alada, dispersada por el viento. El ala se forma por extensión del tegumento externo y contiene abundantes espacios aéreos. El embrión presenta fusión cotiledonar en los 2/3 superiores, a lo largo de la superficie adaxial y, durante el proceso de germinación, éstos desarrollan una estructura peciolar en la base, mediante crecimiento intercalar. Los peciolos se alargan y arquean hacia el exterior, permitiendo así el alargamiento y emergencia del epicotilo encerrado entre los cotiledones. La germinación hipogea y la condición criptocotilar parecen ser consecuencia de la fusión cotiledonar.

REFERENCIAS

- Augspurger, C.K. 1986. Morphology and dispersal potential of wind-dispersed diaspores of neotropical trees. *Amer. J. Bot.* 73:353-363.
- Bertoni, R. & M. Juárez. 1980. Comportamiento de 9 especies forestales tropicales, plantadas en 1971 en el C.E.F. Tropical "El Tormento". *Ciencia Forestal* 5:3-40.
- Gorbitz, A. 1983. La caoba en peligro. *Turrialba* 33:309.
- Holdridge, L. 1973. Ecología de las meliáceas latinoamericanas. *In: Proceedings of the First Symposium on Integrated Control of Hypsiphyla*, celebrado por el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas en Turrialba, Costa Rica. 54 p.

- Holdridge, L. & L. Poveda. 1975. Arboles de Costa Rica. Vol. I, Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica. 546 p.
- Jensen, A.W. 1962. Botanical Histochemistry. W.H. Freeman & Co., Berkeley, California. 345 p.
- Johansen, D.A. 1940. Plant Microtechnique. Mc Graw-Hill Book Co., Berkeley, California. 523 p.
- Mondala, C.A. 1977. Depth and position of sowing large leaf mahogany seeds. Sylvatrop. Philipp. For. Res. J. 2:131-137.
- Osmar, V. 1973. Microlepidópteros asociados en *Cara-pa*, *Cedrela* y *Swietenia* en Costa Rica. Tesis de *Magister Scientiae*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Centro Tropical de Enseñanza e Investigación. Turrialba, Costa Rica. 162 p.
- Rodríguez, A.A. & J.M. Pacheco. 1979. Desarrollo de la caoba, (*Swietenia macrophylla* King) en diferentes tipos de suelo. Ciencia Forestal 4: 45-59.
- Sharman, B.C. 1943. Tannic acid and iron alum with safranin and orange G in studies of the shoot apex. Stain Tech. 18:105-111.
- Standley, P.C. 1937. Flora de Costa Rica. Chicago Field Museum. Vol. 18.
- Whitmore, J.L. & G. Hinojosa. 1977. Mahogany (*Swietenia*) hybrids. Institute of Tropical Forestry. Río Piedras, Puerto Rico. 8 p.