

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOLOGIA

ESTUDIO MORFOLOGICO DE LA PLANTULA DE
SWIETENIA MACROPHYLLA KING Y ALGUNOS FACTORES
QUE INFLUYEN EN SU GERMINACION

SILVAÑA ALVARENGA VENUTOLO

TESIS PRESENTADA PARA OPTAR AL TITULO DE
LICENCIADA EN BIOLOGIA

MARZO - 1986

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOLOGIA

ESTUDIO MORFOLOGICO DE LA PLANTULA DE Swietenia macrophylla

King Y ALGUNOS FACTORES QUE INFLUYEN EN SU GERMINACION

Silvana Alvarenga Venutolo

Tesis presentada para optar al titulo de

Licenciado en Biología

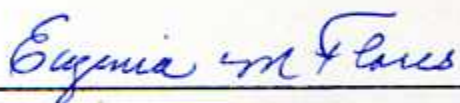
MARZO - 1986

ESTUDIO MORFOLOGICO DE LA PLANTULA DE Swietenia macrophylla King
Y ALGUNOS FACTORES QUE INFLUYEN EN SU GERMINACION

Silvana Alvarenga Venutolo

Tesis

Presentada a la Escuela de Biología como requisito parcial para optar
al título de Licenciado en Biología.



Dra. Eugenia Flores
Universidad de Costa Rica

Director de Tesis



MSc. Ma Isabel Morales
Universidad de Costa Rica

Miembro del Tribunal



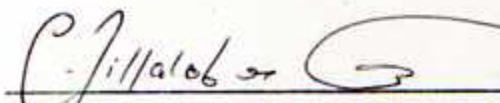
MSc. Dora I. Rivera
Universidad de Costa Rica

Miembro del Tribunal



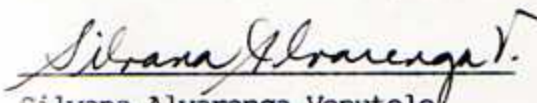
Lic. Benjamín Mora
Universidad de Costa Rica

Miembro del Tribunal



Dr. Carlos Villalobos
Universidad de Costa Rica

Director Escuela de Biología



Silvana Alvarenga Venutolo

Sustentante

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Patricia Flores

A la Lic. Berjatin Mont G.

A la Lic. Elizabeth Arceles S.

DEDICATORIA

QUE AL MUNDO ENTREGA

A mis Padres

A mis Hijas

Por haber tenido la dicha
de ser parte de sus vidas.

AGRADECIMIENTO

A la Dra. Eugenia Flores

Al Lic. Benjamín Mora G.

Y a la B.B. Elizabeth Arnáez S.

por su valiosa ayuda

INDICE

	CONTENIDOS	PAGINA
I	Introducción.....	1
II	Revisión de literatura.....	4
	A. Ubicación taxonómica de la especie.....	4
	B. Descripción de la especie.....	4
	C. Germinación de las semillas.....	6
III	Material y métodos.....	8
IV	Resultados.....	11
	A. Estructura del fruto.....	11
	B. Descripción de la semilla.....	11
	C. Germinación.....	20
	D. Efecto de factores externos sobre la germinación.....	45
V	Discusión.....	47
VI	Bibliografía.....	50

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PAGINA
Figura 1: Semilla alada de <u>Swietenia macrophylla</u> King.....	12
Figura 2: Semilla de <u>Swietenia macrophylla</u> King desprovista del ala.....	14
Figura 3: Corte transversal del fruto inmaduro de <u>Swietenia</u>	16
Figura 4: Patrón de dehiscencia del fruto de <u>Swietenia macrophylla</u> King.....	18
Figura 5: Ruptura del ala causada por la emergencia de la radícula a los 12 días de imbibición, en semillas de <u>Swietenia</u>	21
Figura 6: Semilla de <u>Swietenia macrophylla</u> King, a los 7 días de germinación en condiciones ambientales.....	24
Figura 7: Semilla de <u>Swietenia macrophylla</u> King, a los 14 días de brotación.....	26
Figura 8: Semilla de <u>Swietenia macrophylla</u> King, a los 18 días de emergencia radicular.....	28
Figura 9: Inicio de la brotación del epicótilo en una semilla de <u>Swietenia macrophylla</u> King, a los 20 días de brotación.....	30
Figura 10: Brotación curvada del epicótilo en una semilla de <u>Swietenia macrophylla</u> King, a los 26 días de la emergencia radicular.....	32
Figura 11: Plántula de <u>Swietenia macrophylla</u> King, a los 32 días de brotación.....	34

FIGURA	PAGINA
Figura 12. Plántula de <u>Swietenia macrophylla</u> King (caoba), a los 35 días de germinación.....	36
Figura 13. Semilla de <u>Swietenia macrophylla</u> King, 39 días después de germinadas.....	38
Figura 14. Plántula de <u>Swietenia macrophylla</u> King (caoba), a los 41 días de desarrollo, la semilla fue sometida a 20°C durante 96 horas.....	41
Figura 15. Plántula de <u>Swietenia macrophylla</u> King (caoba) a los 43 días de desarrollo, la semilla se trató por 96 horas con una temperatura de 20°C.....	43

RESUMEN

La caoba, Swietenia macrophylla King, es una de las 3 especies de Meliáceas, presentes en el país, Holdridge (1973).

A pesar del gran valor comercial de su madera, es relativamente poco lo que se conoce sobre aspectos de germinación de esta especie. Por lo que este trabajo pretende describir la morfología de las semillas antes y durante la germinación, así como evaluar algunos factores ambientales (luz y temperatura) que intervienen en el proceso de germinación de la caoba.

Para realizar la investigación, se tomaron muestras de las semillas tratadas germinadas y se fijaron en F.A.A. Se efectuó el respectivo estudio en microscopía de luz.

Las semillas colectadas fueron sometidas a diferentes tratamientos. El primer grupo se colocó en cajas de petri expuestas a la luz y a la oscuridad. Se presentó un porcentaje mayor de germinación en semillas expuestas a la luz.

Otro grupo de semillas se sometió a diferentes temperaturas (20°C, 25°C y 30°C) durante 96 horas. La mayor proporción de germinación se obtuvo a los 25°C. El último ensayo se realizó en el Vivero del ITCR, aplicando diferentes tratamientos en semillas: con ala, sin ala, con mantillo, sin mantillo, enterradas, sin enterrar, escarificadas y sin escarificar.

Se obtuvo un mayor número de semillas germinadas en las que se conservó el ala, un grupo fue enterrado y otro puesto a germinar en la superficie de la tierra.

Swietenia macrophylla King (caoba) es de germinación relativamente lenta, pues las plántulas no son autosuficientes hasta que han transcurrido aproximadamente 40 días de producida la brotación.

La germinación es criptocotilar y se inicia a partir de los 12 días de imbibición y muestra la particularidad de que los pecíolos de los cotiledones salen al exterior y forman una concavidad por la que inicia su salida el epicótilo. Posteriormente la plúmula emerge en forma curvada, luego gira y adopta una posición erecta.

I INTRODUCCION

En un país como Costa Rica, que posee más del 60% de territorio apto para la explotación forestal, se calcula que un 66% del área del país se debe conservar como bosque, por sus características de tipo ecológico y topográfico; por lo tanto, un rango comprendido entre las 800 000 Ha y 1 200 000 Ha, puede ser catalogado como bosque productor.

La tasa de deforestación actual en Costa Rica se calcula en 60 000 Ha/año, mientras que la reforestación alcanza cerca de 200 Ha/año. A treinta años plazo, no habrá madera para abastecer el mercado interno, lo que provocaría una importación de aproximadamente un millón de metros cúbicos de madera por año, esto significa una gran fuga de divisas, por la importación de un producto que el país está en capacidad de producir y hasta de exportar. Por esta razón, el Plan Nacional de Desarrollo Forestal, contempla el desarrollo de investigaciones en este campo, con énfasis en especies nativas amenazadas de extinción.

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 (Gorbirtz, 1983). Se sugiere el control del comercio de las por medio de la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas (Gorbirtz, 1983).

Los integrantes de la familia Meliaceae, del Orden Meliales (Sapindales), están ampliamente distribuidos en regiones tropicales y subtropicales. Representan cerca de 51 géneros y 550 especies, casi todas leñosas (Pennington & Styles, 1975). Algunas proporcionan madera de gran valor, como son las del género Swietenia, que constituye la madera más valiosa de las Antillas y de la América tropical y ha sido utilizada en Europa desde los inicios de la colonización española. En Costa Rica, además del género Swietenia, se encuentran otros géneros de reconocida importancia económica, como son: Carapa, Cedrela, Guarea y Trichilia (Holdridge & Poveda, 1975).

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) Withmore & Hinojosa, 1977, Styles y Fournier (19), indican que la especie presente en Guanacaste no es S. humilis Zucc., sino una forma de Swietenia macrophylla King.

Holdridge (1973), descubrió una nueva especie de este género en Costa Rica, Swietenia mahogani Jacq., propia de elevaciones bajas a mediano bajas, con clima húmedo. Es nativa del sur de Florida y de las Antillas y se ha sembrado en la zona de Palmar Norte. Al igual que S. macrophylla King., esta especie es productora

de madera de calidad. La madera de la caoba es muy valiosa y es usada en carpintería, ebanistería fina, enchapados y todo tipo de construcción.

Estas especies 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.

Es notoria la carencia de investigación sobre los aspectos morfológicos de la semilla y el proceso de germinación de estas especies, por lo que este trabajo pretende:

1. describir la morfología de las semillas de Swietenia, antes de la germinación y el desarrollo del embrión durante las primeras fases de la germinación.
2. conocer y evaluar algunos factores estructurales (estructura de la cubierta seminal) y ambientales (luz y temperatura), que intervienen en el proceso de germinación de la caoba.

II REVISION DE LITERATURA

A. Ubicación taxonómica de la especie;

Swietenia macrophylla King., pertenece a la familia Meliaceae que está compuesta por árboles o arbustos de hojas alternas, generalmente paripinnadas. Las flores son regulares, de cáliz con 4 ó 5 sépalos y corola con 4 ó 5 pétalos, libres ó adnatos al disco. Hay 5, 8 o 10 estambres, usualmente unidos en un tubo (libres en Cedrela). El ovario es libre, de estilo simple y estigma en forma de disco o piramidal; el fruto es una cápsula, raramente una drupa (Melia), (Amaral de Graca, 1981; Cáliz, 1970; Standley, 1926 y 1937).

B. Descripción de la especie:

Swietenia macrophylla King., habita en climas secos y húmedos, en elevaciones bajas, hasta los 900 m. En Costa Rica se distribuye desde el norte de Puntarenas hasta la frontera con Nicaragua en el Pacífico y en zonas aledañas a Ciudad Colón. Se desarrolla principalmente en suelos de origen calizo o aluvial, que pueden llegar a presentar mal drenaje (Pennington & Styles, 1975; Standley, 1926).

Su distribución en el continente americano abarca desde el sur

de México hasta Panamá. En América del Sur se encuentra en Colombia, Venezuela y en las zonas donde nace el Amazonas, en Perú, Bolivia y Brasil.

Los árboles de esta especie son grandes, con corteza pardo oscura, áspera, fisuras hondas y escamas aplanadas. La copa es espesa, con hojas compuestas, paripinnadas, alternas, de color verde oscuro y apariencia lustrosa, con 3 a 8 pares de folíolos de pecíolo corto y forma elíptica u oblonga, de borde entero, base cuneiforme y ápice acuminado. Miden de 6 a 18 cm de largo y de 2 a 7 cm de ancho. Las panículas florales tienen muchas flores amarillo-verdosas, actinomorfas, pequeñas y fragantes, de pedúnculo corto. El cáliz consta de cinco sépalos (raramente cuatro) y la corola tiene 5 pétalos libres, oblongos, glabros. El androceo tiene 10 estambres pequeños, de color castaño, unidos formando un tubo; las anteras oblongas son bitecas, con dehiscencia longitudinal. El gineceo está constituido por un ovario globoso de cinco lóculos. La floración se produce entre enero y febrero y la maduración de los frutos en los meses de diciembre, enero y febrero. El fruto es una cápsula leñosa, erecta, piriforme, de aproximadamente 7,5 cm de grosor. La longitud varía entre los 11 y los 18 cm. Las cápsulas nacen en pedúnculos largos y gruesos, son de pared gruesa y pesada, constan de cinco valvas y se abre de la base hacia arriba para dejar al descubierto numerosas semillas planas, aladas y de color castaño (Amaral da Graca, 1981; Cáliz, 1970; Holdridge &

Poveda, 1975; Hutchinson, 1964; Osmar, 1973; Pennington, 1975; Sing & Kumar, 1980).

La cápsula de Swietenia presenta un patrón de dehiscencia que difiere con el resto de las Meliáceas, la dehiscencia se inicia en el extremo proximal y las valvas permanecen unidas al extremo distal del fruto (Fig. 4), (Holdridge, 1976).

C. Germinación de las semillas:

A pesar de que S. macrophylla King, es una de las especies forestales tropicales de mayor interés económico y en vías de extinción, la germinación de esta especie ha sido poco estudiada.

Los escasos estudios realizados se refieren a las prácticas de cultivo empleadas, que afectan la germinación; por ejemplo, el tipo de suelo, la profundidad de siembra y la orientación de la semilla.

Así, se informa en estudios realizados en el Centro de Estudios Forestales "El Tormento" en México, que el mayor porcentaje de sobrevivencia y de altura media de plántulas de S. macrophylla King se dio en suelo de tipo Ka-cab, que es un suelo constituido por detritos no humificados, de textura arcillosa y estructura grumosa muy estable (Rodríguez & Pacheco, 1979).

En otro estudio realizado en este mismo Centro con 9 especies de interés forestal, entre las que se encontraban S. macrophylla King y Cedrela odorata L, se determinó que el porcentaje de sobrevivencia de S. macrophylla fue de más del 80% en suelo tipo YAAXHOOM*, mientras que el cedro alcanzó sólo un 25%.

Este suelo se caracteriza por estar constituido por detritos orgánicos de color pardo oscuro, textura arcillosa y estructura grumosa (Bertoni & Juárez, 1980).

Mondala (1977) informa que en trabajos efectuados en Filipinas con S. macrophylla King, se trató de relacionar la profundidad de siembra y la posición de la semilla (hacia arriba, hacia abajo y horizontal) con la velocidad de germinación, determinándose que a una profundidad de 3 cm, con la semilla en posición horizontal, se produce una germinación en un menor lapso (4, 20 días).

III MATERIAL Y METODOS

El trabajo se realizó en el Instituto Tecnológico de Costa Rica y en la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica. Una parte de las semillas empleadas fue colectada en la finca del Dr. Fernando Sáenz en Tabarcia de Mora, durante el mes de abril de 1984; otra parte fue donada por el Banco Latinoamericano 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.

Antes de realizar los diferentes ensayos, se aplicó a las semillas un test de viabilidad. Se obtuvo un índice mayor al 90%. Para determinar el efecto de la luz en la germinación, 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 Ortho, aplicando 3 onzas por kilo de semillas, para controlar los hongos. El primer grupo se expuso al fotoperíodo y temperatura ambiental; el segundo, se colocó bajo un cobertor de cartulina negra, para impedir el paso de la luz y se conservó a temperatura ambiental. Se realizaron dos repeticiones, se mantuvieron en observación por 60 días.

Para determinar el efecto de la temperatura se hizo un segundo ensayo, con tres tratamientos de 200 semillas cada uno. Estas se colocaron en cajas de Petri, similares a las del ensayo anterior y se

mantuvieron dentro de cámaras de germinación durante 96 horas. La temperatura aplicada al primer tratamiento fue de 20°C, 25°C al segundo y 30°C al tercero. Un cuarto grupo se mantuvo en condiciones ambientales de temperatura. En cada caso, se determinó el porcentaje de germinación.

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 Difolatán. Los tratamientos realizados con los diferentes grupos de semillas son los siguientes:

- T₁ Semillas con ala y no enterradas colocadas sobre la superficie de la tierra.
- T₂ Semillas con ala y enterradas.
- T₃ Semillas con ala y colocadas en mantillo
- T₄ Semillas sin ala y colocadas sobre la superficie de la tierra.
- T₅ Semillas sin ala y enterradas.
- T₆ Semillas sin ala y colocadas en mantillo.
- T₇ Semillas con ala y escarificadas colocadas en la superficie.
- T₈ Semillas con ala y escarificadas enterradas.
- T₉ Semillas con ala y escarificada colocadas en mantillo.

Para describir la semilla antes de la germinación, se removieron varias semillas de frutos maduros e inmaduros. Estas se disectaron y observaron al microscopio de disección.

También se fijó semillas imbibidas y en diferentes etapas de la 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 micrótomó rotatorio a 10-12 μ m de grosor y se tiñó según la técnica de Sharman (1943). La presencia de endosperma se detectó con Lugol.

IV RESULTADOS

A. Estructura del fruto:

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 (figura 1). La placentación es axilar. El número promedio de semillas pro fruto es de 60,57 y de 12,11 semillas por lóculo.

Durante la dehiscencia, la apertura del fruto se inicia en el extremo proximal, quedando unidas las valvas en el extremo distal del eje central (figura 2).

B. Descripción de la semilla:

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.

Las semillas 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 de un grosor variable en las diferentes zonas

Figura 1: Semilla alada de Swietenia macrophylla King



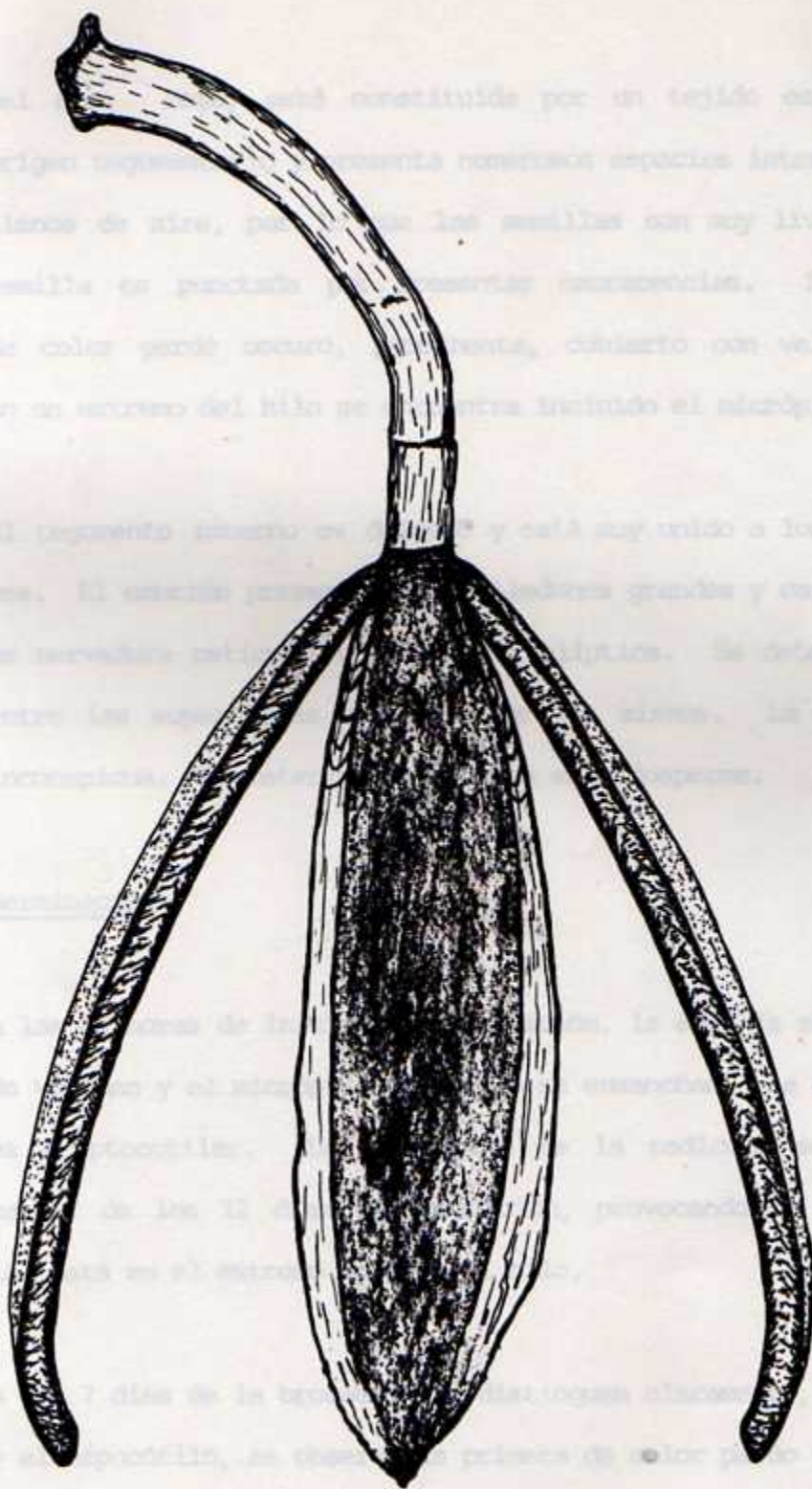
Figura 2: Semilla de Swietenia macrophylla King desprovistas
del ala



Figura 3: Corte transversal del fruto inmaduro de Swietenia



Figura 4: Patrón de dehiscencia del fruto de Swietenia
macrophylla King



del ala. Esta, está constituida por un tejido esponjoso de origen tegumentario y presenta numerosos espacios intercelulares llenos de aire, por lo que las semillas son muy livianas. La semilla es punctada por presentar excrecencias. El hilo es de color pardo oscuro, prominente, cubierto con vellosidades. En un extremo del hilo se encuentra incluido el micrópilo.

El tegumento interno es delgado y está muy unido a los cotiledones. El embrión presenta dos cotiledones grandes y carnosos de nervadura reticulada y de forma elíptica. Se detectó fusión entre las superficies adaxiales de los mismos. La plúmula es inconspicua. El material de reserva es endosperma.

C. Germinación:

A las 48 horas de iniciada la imbibición, la semilla aumenta de volumen y el micrópilo y el hilo se ensanchan. La germinación es criptocotilar. La emergencia de la radícula se inicia a partir de los 12 días de imbibición, provocando la ruptura de la testa en el extremo opuesto al hilo.

A los 7 días de la brotación se distinguen claramente, la radícula y el hipocótilo, se observa la primera de color pardo y el segundo de color blancuzco (figura 4). 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

Figura 5: Ruptura del ala causada por la emergencia de la radícula a los 12 días de imbibición, en semillas de Swietenia.

entre el hipocrito y la pulpa (figura 4) y la pulpa
se encuentra en una cavidad más profunda (figura 5). Cuando
el cuerpo de la pulpa se encuentra en la cavidad de la pulpa
se desarrolla un proceso que viene al exterior y se apoya
formando una estructura entre ellos, por lo que inicia el pro-
ceso de salida. Al desarrollo del epitelio, entonces, se



Figura 10 y 11.

El hipocrito y los procesos citoplásmicos muestran una estructura
en la zona donde se produce la pulpa; existe una gran
abundancia de la zona.

Las primeras estructuras que se desarrollan en la pulpa son
las que se encuentran en la zona de salida, de donde salen las

entre el hipocótilo y la radícula (figura 4) y la caliptra se convierte en una estructura más definida (figura 5). Quince días después de iniciada la brotación, los cotiledones muestran el desarrollo de pecíolos que salen al exterior y se arquean formando una concavidad entre ellos, por la que inicia el epicótilo su salida. El desarrollo del epicótilo, entonces, es tardío y posterior al crecimiento longitudinal de los pecíolos 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 (figura 6). A los 18 días se inicia el proceso de salida o brotación del epicótilo (figuras 7 y 8). Posteriormente a los 20 días de germinación, se inicia el desarrollo de raíces laterales y se observa una plúmula de color verde claro, emergiendo en forma curvada (figuras 7 y 8). La brotación completa de la plúmula se efectúa varios días después (figura 9). La plúmula comienza luego a girar para adoptar una posición erecta, de tal forma, que la base del tallo queda totalmente retorcida a consecuencia del giro continuo (figuras 10 y 11).

El hipocótilo y los pecíolos cotiledonares muestran excrecencias en la zona donde se produjeron rupturas; existe una aparente suberificación de la zona.

Las primeras estructuras que se diferencian en la plúmula son 2 ó 3 escamas enrolladas hacia el envés, de color verde claro

Figura 6: Semilla de S. macrophylla King a los 7 días de germinación en condiciones ambientales



Figura 7: Semilla de S. macrophylla King a los 14 días de
brotación



Figura 8: Semilla de Swietenia macrophylla King a los 18 días de emergencia radicular.

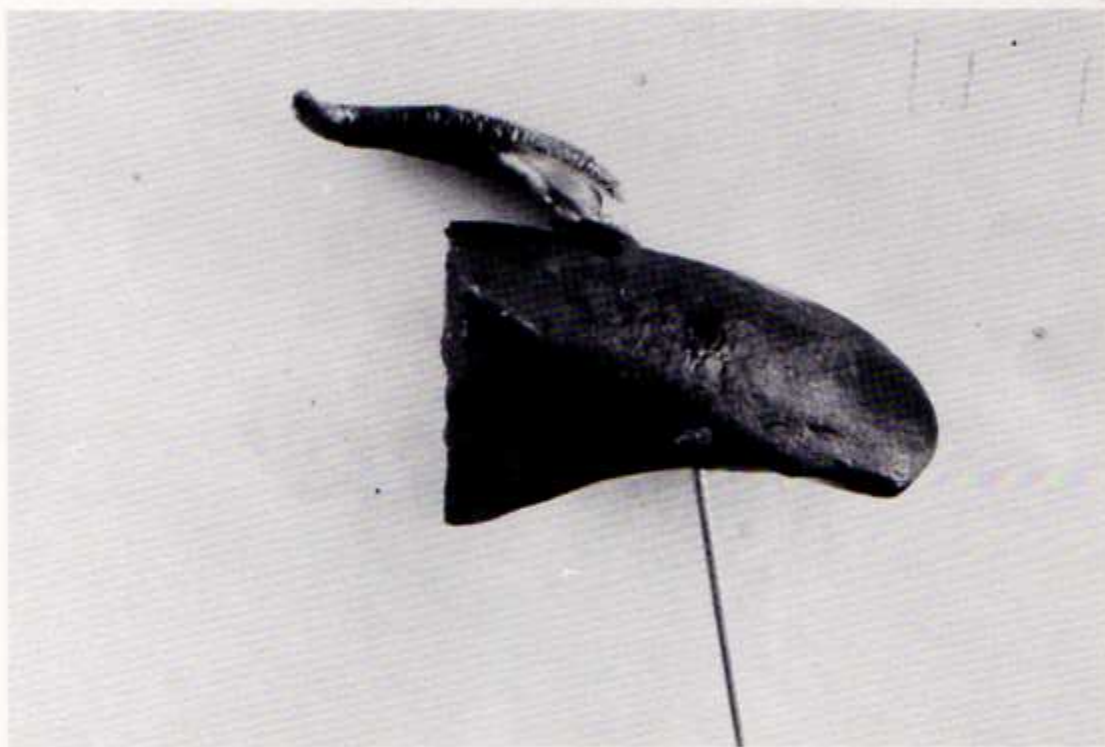


Figura 9: Inicio de la brotación del epicótilo en una semilla
de S. macrophylla King a los 20 días de brotación

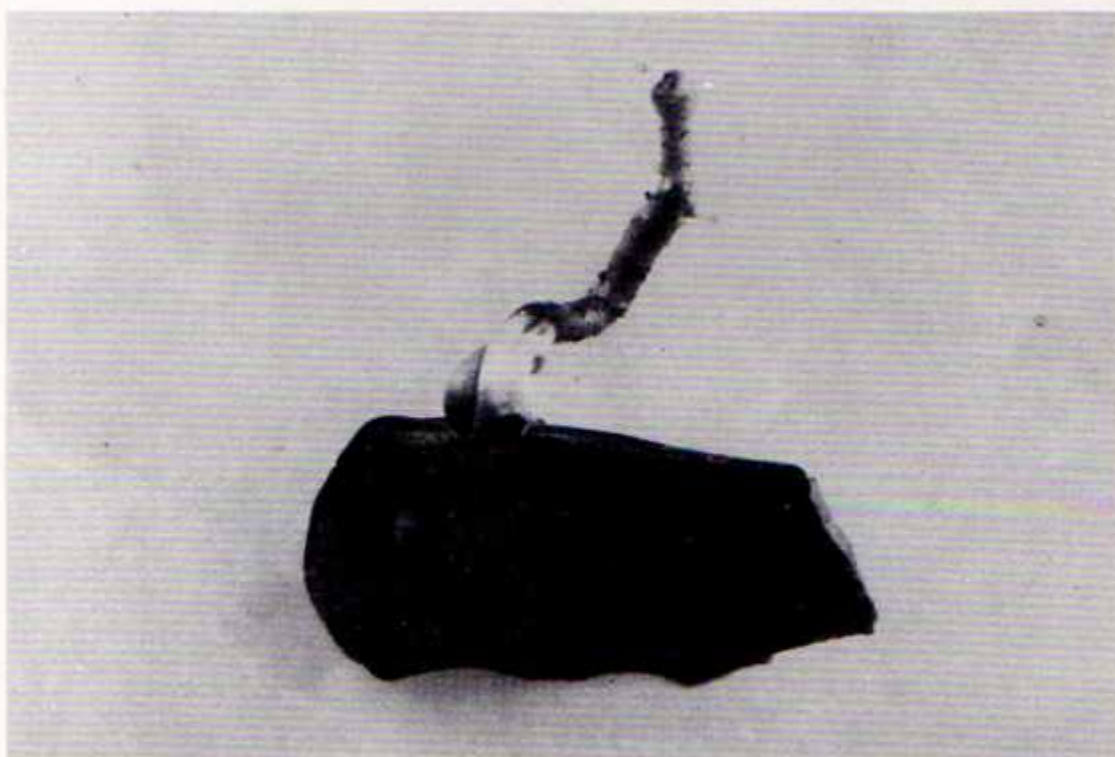


Figura 10 Brotación curvada del epicótilo en una semilla de S. macrophylla King, a los 26 días de emergencia radicular



Figura 11: Plántula de Swietenia macrophylla King, a los 32
días de brotación



Figura 12: Plántula de Swietenia macrophylla King (caoba)
a los 35 días de germinación

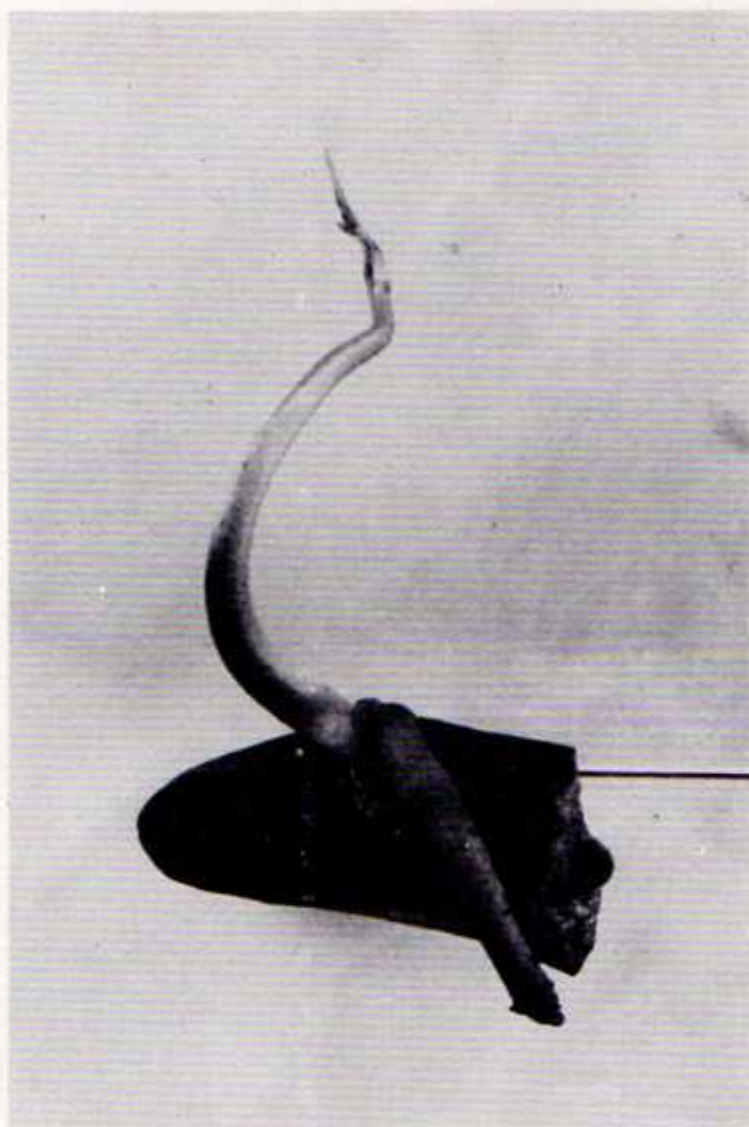


Figura 13: Semilla de S. macrophylla King 39 días después
de germinadas

(figuras 12 y 13). Posteriormente se diferencia la primera hoja simple.

A los 20 días de desarrollo, se observan 3 hojas simples (figura 14) en la planta. Después de 30 días de desarrollo de la planta, se observan 3 hojas simples en la especie. La primera hoja simple aparece a los 20 días.



(figuras 12 y 13). Posteriormente se diferencia la primera hoja simple.

A los 70 días de desarrollo, se observan 3 hojas simples (figura 14); no se observa todavía el desarrollo de hojas compuestas, características en la etapa adulta de la especie. La primera hoja compuesta aparece después de los 70 días.

Figura 14: Plántula de Swietenia macrophylla King (caoba)
a los 41 días de desarrollo, la semilla fue sometida a 20°C durante 96 horas

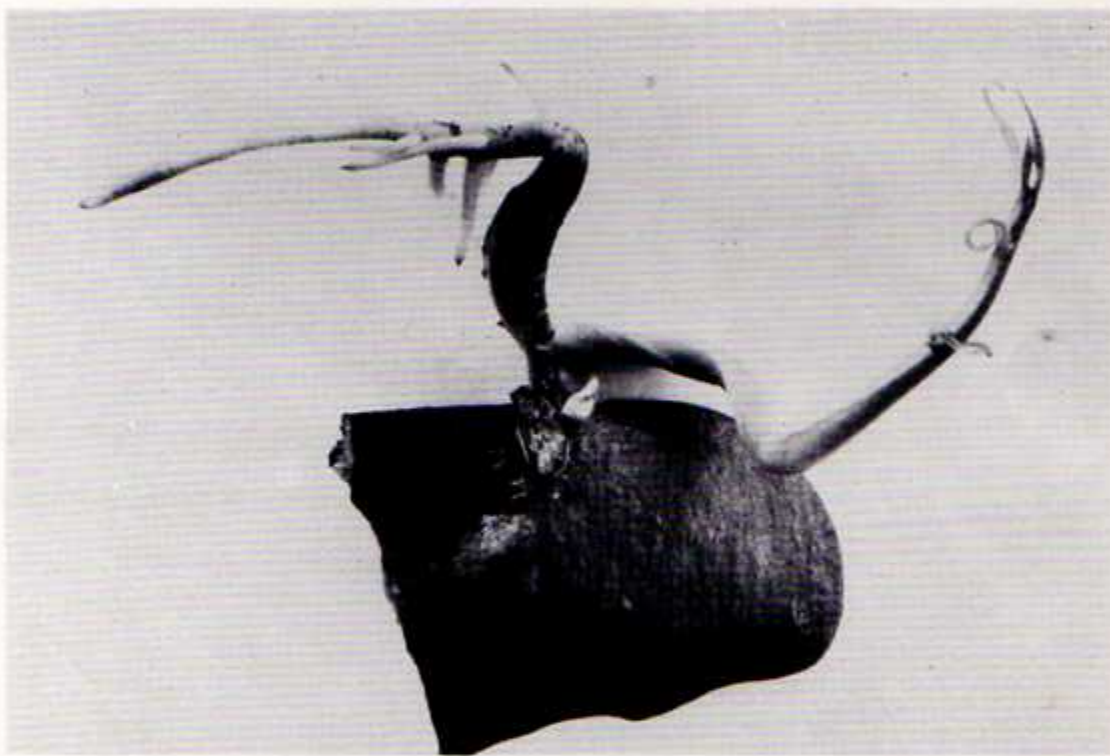
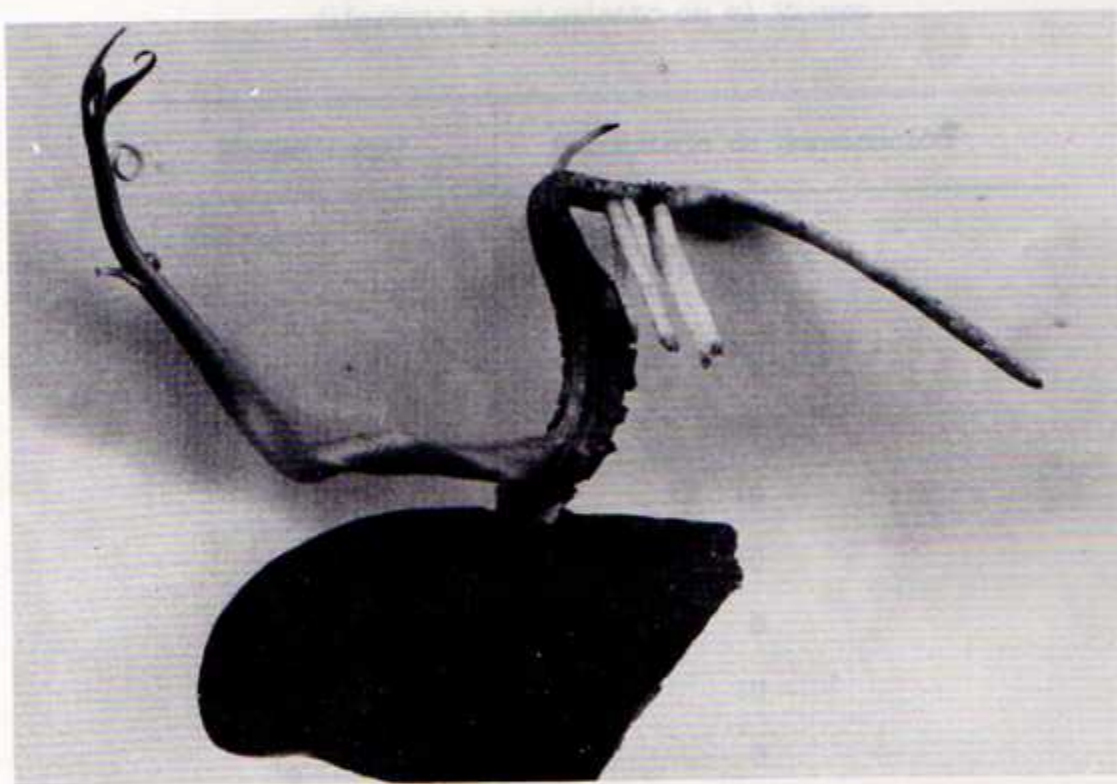


Figura 15: Plántula de Swietenia macrophylla King (caoba)
a los 43 días de desarrollo, la semilla se trató
por 96 horas con una temperatura de 20°C

2. Efecto de las fuerzas externas sobre la combinación

Los resultados obtenidos en las pruebas realizadas en el Vivero se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Resultados de combinación de semillas seleccionadas.



* Transmisión indirecta en material y métodos.

D. Efecto de factores externos sobre la germinación:

Los resultados obtenidos en las pruebas realizadas en el Vivero se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Porcentaje de germinación de semillas sometidas a diferentes tratamiento en el Vivero

Tratamiento*	Porcentaje de germinación
T ₁	25
T ₂	15
T ₃	0
T ₄	0
T ₅	10
T ₆	10
T ₇	0
T ₈	10
T ₉	0

* Tratamientos indicados en Material y Métodos

Los ensayos realizados para determinar el porcentaje de germinación de semillas expuestas al fotoperíodo normal y a la oscuridad se muestran en el Cuadro 2:

Cuadro 2: Porcentaje de germinación de semillas de S. macrophylla King, expuestas al fotoperíodo normal y a la oscuridad

Tratamiento	Porcentaje de germinación
T ₁₀ expuestas a la luz	30
T ₁₁ expuestas a la oscuridad	20

El último tratamiento que se llevó a cabo consistió en someter las semillas enteras y sin tratar a temperaturas de 20°C, 25°C y 30°C. Otro lote de semillas se expuso a la temperatura ambiental. Se determinó el porcentaje de germinación. Los resultados se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3: Porcentaje de germinación de semillas de S. macrophylla King, sometidas a diferentes temperaturas

Tratamiento	Porcentaje de germinación
T ₁₂ temperatura ambiente (Cartago)	10
T ₁₃ 20°C	28
T ₁₄ 25°C	66
T ₁₅ 30°C	36

V DISCUSION

Las semillas de esta especie han sufrido procesos selectivos y se han adaptado a la dispersión por el viento y presentan las siguientes características: alas prominentes, peso liviano y estructura aplanada, características propias de árboles invasores.

El embrión presenta cotiledones carnosos, de venación reticulada, que contienen gran cantidad de material de reserva. Se observó la fusión entre las superficies adaxiales de los cotiledones, pero el estudio realizado no permitió establecer si dicha fusión es ontogenética o filogenética. Esta fusión impide que los cotiledones salgan de la semilla durante la germinación y dificulta la emergencia de la plúmula.

Al iniciarse el proceso de imbibición, la semilla aumenta de volumen rápidamente debido a la presencia de materiales hidrofílicos en el ala y en la cubierta seminal.

La emergencia de la radícula en la semilla de la caoba, se produce en forma relativamente lenta; se observa hasta los 12 días de imbibición. Muestra germinación criptocotilar; los nutrientes necesarios para el desarrollo del eje embrional y de la plántula provienen de los cotiledones que cuentan con abundante material de reserva para abastecer al esporófito joven hasta que éste sea fotosintéticamente eficiente. Las primeras megáfilas no aparecen en la plántula hasta

después de los 40 días de iniciada la germinación y las raíces laterales no son evidentes hasta 20 días después de la brotación.

Swietenia macrophylla King, presenta características particulares durante el proceso de germinación, como son un mayor crecimiento y curvatura de los pecíolos cotiledonares, que proporcionan un espacio para el desarrollo inicial de la plúmula actúan probablemente como una estructura protectora. La plúmula emerge en forma curvada; posteriormente, adopta una posición erecta, gracias al torque longitudinal en el extremo proximal del tallo. El hipocótilo, los pecíolos de los cotiledones y el extremo proximal de la raíz, desarrollan peridermis en etapas muy tempranas. Es especialmente interesante la formación de este tejido en los pecíolos cotiledonares; en apariencia, como respuestas al medio en que se encuentran, ya que permanecen dentro de la tierra.

En cuanto a los ensayos efectuados para estudiar la influencia de factores externos sobre la germinación de esta especie, se encontró que en los tratamientos realizados en el Vivero (cuadro 1), el mayor porcentaje de germinación (25%) se obtuvo en las semillas que presentaban ala y que no fueron enterradas, el segundo grupo con mayor porcentaje de germinación (15%) fue el de semillas con ala y enterradas. Las pruebas en las que se utilizaron semillas sin ala y enterradas, semillas sin ala y colocadas en mantillo, así como semillas escarificadas con ala y enterradas obtuvieron un 10% de germinación.

En los casos de semillas con ala y colocadas en mantillo, así como semillas sin ala y colocadas en la superficie de la tierra; semillas con ala y escarificadas no enterradas, semillas con ala y escarificadas colocadas en mantillo, no germinaron.

En cuanto a los ensayos realizados "in vitro", se determinó un porcentaje mayor (30%) en semillas expuestas a la luz que en semillas sometidas a la oscuridad (20%). Este hecho sugiere que las semillas germinan mejor a la luz y coincide con los resultados obtenidos en el Vivero. (Ver cuadro 1 y 2) El último tratamiento efectuado para determinar el porcentaje de germinación en semillas sometidas a diferentes temperaturas (Cuadro 3), dio como resultado un mayor número de semillas germinadas (66%) a 25°C, el menor índice de germinación se obtuvo a temperatura ambiental (10%). La temperatura óptima de germinación debe oscilar alrededor de los 25°C por lo que sería conveniente realizar ensayos adicionales que permitan determinar el punto óptimo. El porcentaje de germinación en todos los tratamientos fue relativamente bajo, si se comparan los resultados con informes previos (Mondala, 1977; Rodríguez & Pacheco, 1979).

Probablemente debido a que la caoba se desarrolla en condiciones de altitud de los 300 a los 900m, con una temperatura media de 26 a 28°C y precipitación anual entre los 1800-2000mm (Rosero, 1976) y Cartago se encuentra a una altura de 1440m, y tiene una temperatura media de 19,2°C.

VI BIBLIOGRAFIA

Amaral da Graca, Flora do Estado de Goiás. Colecao Rizzo, Meliaceae
Vol. II, Goiânia, ed. da Universidade Federal de Goiás. 1981

Bertoni, R. & V.M. Juárez. Comportamiento de 9 especies forestales
tropicales, plantadas en 1971 en el C.E.F. Tropical "El Tormen-
to", Ciencia Forestal, 5(25):3-40, 1980

Bewley, J.D. & M. Black. Physiology and Biochemistry of Seeds. Vol.
I, Springer-Verlag, Berlín, 1978

Briseoe, C.B. & F.B. Lamb, Leaf size in Swietenia. Caribb. For.
Rio Piedras, 23(2):112-115, 1962

Cálix, R. Identificación Dendrológica y Anatómica de 37 especies
arbóreas en Honduras. Tesis de Grado de Magister Scientiae.
Instituto Interamericano de la OEA, Turrialba, Costa Rica,
1970

Ching, T.M. Metabolism of germination seeds. IN: Seed Biology T.T.
Kozlowski, ed. Vol. II Academic Press, New York, 1972

Esau, K. Anatomy of seed plants. Wiley & Sons, New York, 1977

González, R. Maderas de Costa Rica; algunas características. MAG-DGF, Depto de Investigaciones Forestales. Informe Divulgativo Nº 20-DIF, 1978

Gorbitz, A. La caoba en peligro. Turrialba 33(3):309, 1983

Holdridge, L. Ecología de la Meliáceas Latinoamericanas. Proceedings of the First Symposium on Integrated Control of Hypsipyla, celebrado por el Instituto Interamericano de Ciencias Agrarias en Turrialba, Costa Rica, 1973

Holdridge, L & L. Poveda, Arboles de Costa Rica. Vol. I, Centro Científico Tropical, San José, Costa Rica, 1975

Howe & Smallwood. Seed Dispersal. Ann. Rev. Ecol. Syst., 13:200-227, 1982

Hutchinson, J. The Families of Flowering Plants. Vol. I Dicotyledons 2ª ed. Clarendon Press, Oxford, 1964

Jensen, A.W. Botanical Histochemistry. W.H. Freeman & Co. Berkeley, California 1962

Johansen, D.A. Plant Microtechnique. Mc Graw-Hill, Book Co., New York, 1940

- Kozlowski, T.T. & C.R. Gunn. Importance and characteristics of seeds. Seed Biology, T.T. Kozlowski, ed. Vol. I, Academic Press, New York, 1972
- Lamb, F.B. An approach to mahogany tree improvement. Caribbean Forest, 21:12-20, 1960
- Lemckert, D. Instalación y Manejo de Viveros Forestales. EUNED, San José, Costa Rica, 1979
- Lovato, A. Germination of Seeds. Advances in Research and Tecnology of Seed. Ed. For the International Seed Testing Association by J.R. Thompson
- Mondala, C.A. Depth and position of sowing large-leaf mahogany seeds. Sylvatrop Philipp. For. Res. J, 2(2):131-137, 1977
- Osmar, V. Microlepidópteros asociados en Carapa, Cedrela y Swietenia en Costa Rica. Tesis de Grado de Magister Scientiae. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Centros Tropicales de Enseñanza e Investigación, Turrialba, Costa Rica, 1973
- Pennington, T.D. & B.T. Styles. A Genetic Monograph of the Meliaceae. Blumea, 22:419-540, 1975

- Rodríguez, A.A. & J.M. Pacheco. Desarrollo de la Caoba (Swietenia macrophylla King) en diferentes tipos de suelo. Ciencia Forestal, 4(22):45-59, 1979
- Rosero, Pablo; Zonificación y silvicultura de Meliáceas In Whitmore, J.L. ed. Studies on the Shootborer Hypsipyla grandella (Zeller) Vol. III. CATIE. Turrialba, C.R. pp 21-25, 116p, 1976.
- Sharman, B.C. Tannic acid and iron alum with safranin and orange G. in studies of the shoot apex Stain Tech., 18:105-111, 1943
- Singh, S., Bola & J. Kumar. Diseases of plantation trees in Fiji Island. Brown root rot of mahogany (Swietenia macrophylla King). Indian Forester, 106(8):526-32, 1980
- Standley, P.C. Trees and Shrubs of Mexico. Vol. I., Smithsonian Press, Washington, D.C., 1926.
- Standley, P.C. Flora of Costa Rica. Chicago Field Museum, Vol. 18, 1937
- Villiers, F.A. Seed dormancy. IN: Seed Biology, T.T. Kozlowsky, Vol. II, Ed. Academic Press, New York, 1972

Whitmore, J.L. & G. Hinojosa. Mahogany (Swietenia) hybrids. Institute of Tropical Forestry. Río Piedras, Puerto Rico. 1-8, 1977

