

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POST GRADO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**ADAPTACIÓN DE TRES ESPECIES
FORESTALES NATIVAS CON POTENCIAL COMERCIAL
EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL
IDIAP EN GUALACA**

MIRIAM JUDITH CLEAREY

**TESIS PRESENTADA COMO UNO DE LOS REQUISITOS PARA
OPTAR AL GRADO DE MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS
CON ESPECIALIZACIÓN EN MANEJO DE RECURSOS
NATURALES**

CHIRIQUÍ, PANAMÁ, REPÚBLICA DE PANAMÁ

2005

TH

25 AGO 2005

del autor

12945

APROBACIÓN

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

Marzo de 2005

Sr. Director del Programa de Maestría en Ciencias Agrícolas.

Sr. Director de Investigación y Postgrado.

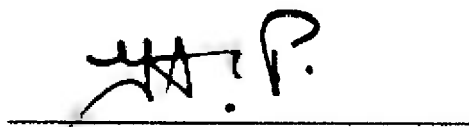
Nos es grato recomendar la investigación elaborada bajo nuestra supervisión por la señorita.

Ing. Miriam Judith Clearey Thills

Intitulada: Adaptación de tres especies forestales nativas con potencial comercial en la Estación Experimental del IDIAP en Gualaca.

Se aceptó como requisito parcial para optar por el grado académico de Maestría en Ciencias Agrícolas con especialización en Manejo de Recursos Naturales.

Comité supervisor



Ing. Gilberto Samaniego M.Sc.

Director de la Investigación



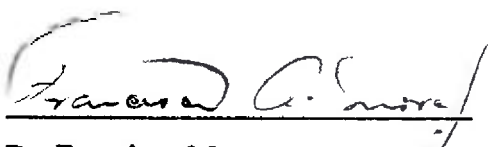
Ing. Alexis Samudio M.Sc.

Asesor



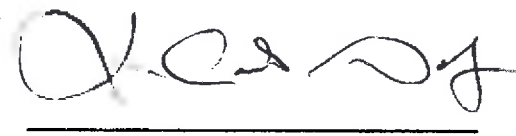
Ing. Roberto Atencio M.Sc.

Asesor



Dr. Francisco Mora

Director – Programa de Maestrías



Ing. Luis Carlos Salazar M.Sc.

Director – Investigación y Postgrado

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a mi Señor y Salvador Jesucristo por haberme dado la salud, la vida y toda la ayuda necesaria para concluir satisfactoriamente esta maestría.

Al Ing. Gilberto Samaniego M.Sc. por su valiosa ayuda y dirección en esta investigación.

Al Ing. Alexis Samudio M.Sc. y el Ing. Roberto Atencio M.Sc. por su cooperación y atinados consejos como asesores de este trabajo de investigación.

Al Administrador encargado de la Estación Experimental del IDIAP en Gualaca, Agr. Alonso González y a todo el personal que colaboró conmigo en el trabajo de campo.

A todos mis profesores, compañeros y compañeras de clase que de una u otra forma contribuyeron en mi formación.

¡ Muchas gracias ¡

DEDICATORIA

A mis padres: Don Walter A. Clearey y Doña Edith de Clearey. A mis hermanos Edwin E. Clearey y Walter A. Clearey (hijo), a mis cuñadas, a cada uno de mis sobrinos y sobrinas.

A mis amigos y amigas, y a todos mis hermanos y hermanas en Cristo Jesús.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Paginas
APROBACIÓN	i
AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	1
SUMMARY	2
I. INTRODUCCIÓN	3
A. Aspectos generales	4
1. Situación actual	5
2. Hipótesis general	6
3. Objetivos	7
4. Delimitación del trabajo	7
B. Justificación	8
1. Importancia	8
2. Aporte	9
II. REVISIÓN DE LITERATURA	10
A. Situación de los recursos forestales en Panamá	10
1. El problema de la deforestación en Panamá	10
a. Extracción no sostenible de árboles nativos	
maderables	11

2. La reforestación en el territorio nacional	11
a. Introducción de especies exóticas	13
b. Reforestación con especies forestales nativas	15
B. Especies nativas seleccionadas para el estudio	15
C. Problemas fitosanitarios	19
1. <i>Hypsipyla grandella</i>	19
D. Investigaciones realizadas sobre especies nativas en Panamá	21
E. Investigaciones sobre especies nativas en otros países	27
III. METODOLOGÍA	29
A. Instrumentación	29
B. Procedimiento	30
C. Variable de respuesta	31
D. Diseño experimental	31
IV. RESULTADOS	33
A. Presentación de resultados	33
B. Análisis estadísticos de los datos	36
C. Interpretación de resultados	38
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	43
VI. CONCLUSIONES	49
VII. RECOMENDACIONES	50
VIII. BIBLIOGRAFÍA	51
IX. ANEXOS	55

ÍNDICE DE CUADROS

<i>Cuadro N^o</i>	<i>Paginas</i>
I. Estimaciones cronológicas del área boscosa de Panamá para los años 1947, 1970, 1974, 1986, 1992 y 1998.....	10
II. Superficie reforestada por especie, año y a nivel nacional (Ha).....	12
III. Especies más utilizadas en proyectos de reforestación en Panamá.....	14
IV. Algunos resultados de manejo de semilla y vivero de cuadro espino, cedro amargo y caoba nacional.....	24
V. Manejo de semillas forestales.....	28
VI. Datos de crecimiento longitudinal, incremento volumétrico: diámetro medido en la base del árbol (db) y el diámetro a la altura del pecho (dap).	34
VII. Datos de sobrevivencia, porcentaje de afectación de la <i>Hypsipyla grandella</i> y porcentaje de afectación.....	35
VIII. Alturas a la que se dieron los tres primeros ataques de la <i>Hypsipyla grandella</i> con respecto al suelo y número de rebrotes o ataques de la <i>H. grandella</i>	35
IX. Datos de crecimiento longitudinal, incremento medio mensual (IMM) e incremento corriente mensual (ICM).....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figuras N°</i>	<i>Paginas</i>
1. Altura en metros entre las tres especies a los años	37
2. Diámetro basal (DB) y diámetro a la altura del pecho (DAP) en centímetros a los dos años	37
3. Crecimiento en altura de las especies <i>Bombacopsis quinata</i> , <i>Cedrela</i> <i>odorata</i> y <i>Swietenia macrophylla</i>	39
4. Crecimiento del diámetro basal de las especies <i>Bombacopsis quinata</i> , <i>Cedrela odorata</i> y <i>Swietenia macrophylla</i>	39
5. Crecimiento del diámetro a la altura del pecho de las especies <i>Bombocopsis quinata</i> , <i>Cedrela odorata</i> y <i>Swietenia macrophylla</i>	40
6. Incremento medio mensual (IMM) de las especies <i>Bombacopsis quinata</i> , <i>Cedrela odorata</i> y <i>Swietenia macrophylla</i>	47
7. Incremento corriente mensual (ICM) de las especies <i>Bombacopsis</i> <i>quinata</i> , <i>Cedrela odorata</i> y <i>Swietenia macrophylla</i>	47
8. Cedro espino (<i>Bombacopsis quinata</i>)	56
9. Corteza del árbol <i>Bombacopsis quinata</i>	57
10. Hojas del árbol <i>Bombacopsis quinata</i>	58
11. Fruto del árbol <i>Bombacopsis quinata</i>	58
12. Semillas	58
13. Madera	59
14. Cedro amargo (<i>Cedrela odorata</i>)	63
15. Corteza del árbol	64

16. Fruto del árbol	65
17. Madera	66
18. Caoba nacional (<i>Swietenia macrophylla</i> King)	72
19. Corteza del árbol (<i>Swietenia macrophylla</i> King)	72
20. Hojas de (<i>Swietenia macrophylla</i> King)	73
21. Fruto del árbol (<i>Swietenia macrophylla</i> King)	74
22. Madera y uso del <i>S. macrophylla</i>	75
23. <i>Hypsipyla grandella</i> (Zeller)	80
24. Larvas de <i>Hypsipyla grandella</i> (Zeller)	81
25. Destrucción del tallo por la larva	84
26. Montículo de aserrín, seda y excremento sobre el tallo	85

Clearey, M. 2005. Adaptación de tres especies forestales nativas con potencial comercial en la Estación Experimental del IDIAP en Gualaca. Tesis, Maestría, Universidad de Panamá. 85 p.

Palabras claves: Cedro espinó, *Bombacopsis quinata*, Cedro amargo, *Cedrela odorata*, Caoba nacional, *Swietenia macrophylla*, *Hypsipyla grandella*, barrenador de las meliáceas.

RESUMEN

Con el objetivo de conocer la adaptación de tres especies forestales nativas con potencial comercial, en El Rincón de Gualaca; a saber, el Cedro espinó (*Bombacopsis quinata*), el Cedro amargo (*Cedrela odorata*) y la Caoba nacional (*Swietenia macrophylla*). Se hicieron observaciones del crecimiento: en altura, del diámetro de la base del tronco, del diámetro a la altura del pecho, del porcentaje de sobrevivencia y del porcentaje de afectación de plagas y enfermedades, entre ellas la *Hypsipyla grandella* o barrenador de las meliáceas. Iniciándose este estudio en abril de 2002 y finalizando en septiembre del mismo año, de los 19 a los 24 meses de edad. El diseño experimental empleado fue el diseño completamente aleatorizado (DCA), debido a que las condiciones ambientales del sitio (clima, altitud, otras) son similares y las unidades experimentales de cada tratamiento son homogéneas. Los resultados indicaron que las condiciones del sitio parecen ser excelentes para el desarrollo de la especie *B. quinata*, ya que a los dos años de siembra alcanzó una altura promedio de 218.58 cm, un diámetro basal de 30.76 cm y un diámetro a la altura del pecho de 9.56 cm. Esta especie presentó las mejores dimensiones en cuanto al crecimiento longitudinal y al diámetro basal. Además no fue atacada por plaga alguna. Las otras especies también parecen adaptarse bien a las condiciones del sitio, pero debido al ataque de la *H. grandella* se vieron afectadas en su desarrollo. Se observó que en la *C. odorata* cada 60 cm, después del rebrote de la planta hay un nuevo ataque por parte del barrenador, mientras que en la *S. macrophylla* el ataque se dio 40 cm después del rebrote. Estos ataques se observaron en la parte terminal del tallo y no en las yemas laterales, en las dos especies meliáceas evaluadas.

Clearey, M. 2005. Adaptation of three native forest species with commercial potential in the Experimental Station of the IDIAP in Gualaca. Thesis, Master, University of Panama. 85 p.

Key words: Cedar hawthorn, *Bombacopsis quinata s*, bitter Cedar, *Cedrela odorata*, national Mahogany, *Swietenia macrophylla*, *Hypsipyla grandella*, driller of the meliaceas.

SUMMARY

With the objective to know the adaptation of three native forest species with commercial potential, in El Rincon of Gualaca; to knowing, the Cedar hawthorn (*Bombacopsis quinata*), the bitter Cedar (*Cedrela odorata*) and the national Mahogany (*Swietenia macrophylla*). Observations became of the growth: in height, of the diameter of the base of the trunk, of the diameter to the height of the chest, the percentage of surviving and the percentage of affectation of plagues and diseases, among them the *Hypsipyla grandella* or driller of the meliaceas. Beginning this study on April of 2002 and finalizing in September of the same year, of the 19 to the 24 months of age. The used experimental design was the completely randomized design (DCA), because the environmental conditions of the site (climate, altitude, others) they are similar and the experimental units of each treatment are homogenous. The results indicated that the conditions of the site seem to be excellent for the development of *B. quinata* species, since to both years of cultivated field reached a height average of 218.58 cm, a basal diameter of 30.76 cm and a diameter to the height of the chest of 9.56 cm. This species presented the best dimensions as far as the longitudinal growth and to the basal diameter. In addition it was not attacked by plague some. The other species also seem to adapt well to the conditions of the site, but due to the attack of the *H. grandella* was affected in their development. It was observed that in the *C. odorata* each 60 cm, after the sprout of the plant there is a new attack on the part of the driller, whereas in the *S. macrophylla* the attack occurred 40 cm after the sprout. These attacks were observed in the terminal part of the stem and not in the lateral yolks, in the two evaluated meliaceas species.

I. INTRODUCCIÓN

La superficie boscosa en la República de Panamá ha estado disminuyendo de una manera gradual y sistemática, por efectos de la deforestación; debido principalmente a la demanda de tierras para la agricultura y ganadería extensiva, la demanda de leña, la expansión urbana e industrial, el desarrollo de obras de infraestructuras y la sobreexplotación de la riqueza forestal (ANAM 2000). Según Garibaldi, citado por ANAM (1999c) la sobreexplotación de los recursos forestales en nuestro país como maderas preciosas locales, ha ocasionado una disminución a nivel regional de algunas especies forestales nativas con potencial comercial. Toda esta situación ha causado una creciente pérdida y deterioro de los suelos (ANAM 1999b). Los agentes erosivos como lo son la lluvia y el viento empiezan a llevar el suelo hasta los ríos y finalmente al mar. Así, no sólo se pierde la capa de superficie del suelo, sino también su fertilidad. Para corregir esta situación se han creado extensos programas de reforestación, promovidos por la Ley Forestal y la Ley de Incentivos a la Reforestación. Pero la mayoría de estos proyectos utilizan especies exóticas como la teca (*Tectona grandis*), el pino caribe (*Pinus caribaea*), acacia mangium (*Acacia mangium*) y caoba africana (*Khaya senegalensis*), de acuerdo al Departamento de Plantaciones Forestales de la ANAM (Castillo y otros 2000). Este estudio sobre el comportamiento inicial y la adaptabilidad de tres especies forestales nativas, seleccionadas en esta región del país, busca brindar información que permita su utilización por investigadores, reforestadores y los planificadores en las inversiones forestales.

A. Aspectos generales

La necesidad de experimentar con especies nativas se deriva de la urgencia de ofrecer otras especies forestales para sitios donde las exóticas no han cumplido sus objetivos, sobre todo cuando estos son de conservación y sustentabilidad. No se pueden concentrar los esfuerzos solamente en especies de alta tasa de rendimiento y corto turno de rotación. Se considera además, que las maderas tropicales consideradas preciosas, como *Cedrela, odorata, Swietenia macrophylla* y otras están desapareciendo de los bosques,;por lo tanto, las condiciones del mercado en un futuro no muy lejano, serán otras muy diferentes. Sin embargo, no debemos olvidar que la incorporación de estas nuevas especies es un proceso que lleva tiempo y debe tener un respaldo científico (Sautu 2000a).

El Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) dispone de fincas agropecuarias para el desarrollo de actividades de investigación en diferentes partes del país. Estas tierras forman parte del patrimonio institucional del IDIAP y deben ser utilizadas adecuadamente, respondiendo a los objetivos de investigación y desarrollo del instituto. En la finca de El Rincón en la Estación Experimental del IDIAP en el distrito de Gualaca, provincia de Chiriquí, se realizó este proyecto de investigación. La finca se encuentra ubicada en la zona de vida, bosque muy húmedo premontano (BmhP) (Tosi 1971); a 8°39'20" latitud norte y 82° 10'10" de longitud oeste, la temperatura media anual es de 26°C, y está a una altura de 80 m.s.n.m., la precipitación media anual es de aproximadamente 3500mm. Esta área pertenece al clima tropical húmedo. Los suelos del área son clasificados en la clase III según el mapa de capacidad agrológica de los suelos. El suelo es inceptisol de textura franco arenoso (Anexo 1), con pH de 4.8 muy ácido, alto

en materia orgánica (6.87), bajo en fósforo (0.90 ppm) y bajo en potasio (23.4 ppm), bajo en calcio (0.84 meq/100g), bajo en magnesio (0.17 meq/100g) y medio en aluminio (1.45 meq/100g). La toma de muestra de suelo fue hecha a una profundidad de 30 cms, debido a que la recomendación para especies arbóreas es de (20-40cm, 40-60cm), porque el sistema radicular abarca un volumen de suelo mayor que el de los cultivos anuales. La recomendación fue específicamente de 30 cms ya que este estudio trata acerca del comportamiento inicial y la adaptabilidad de las especies forestales nativas seleccionadas (Ramírez, 1990).

Las semillas y los plantones provienen del área de Chepo. El establecimiento de la plantación se realizó en el mes de septiembre de 2000 con el propósito inicial de reforestación.

1. Situación actual

En nuestro país se da la extracción no sostenible de recursos forestales y actualmente existe una alarmante tasa de deforestación anual, que está destruyendo la riqueza biológica de Panamá. Existen muchas especies nativas con potenciales de uso maderable, pero solo unas pocas son comercializadas. La extracción selectiva de estas pocas especies forestales está conduciendo a su extinción, según Garibaldi, citado por ANAM (1999c). Además, la reforestación con especies exóticas ha aumentado considerablemente. De acuerdo al Departamento de Plantaciones Forestales de la ANAM, citado por ANAM (1999c). Y aunque la ley de incentivos a la reforestación no lo permita, desafortunadamente, se han dado casos en los que se han deforestado el bosque nativo, para proyectos de reforestación con especies exóticas. Se han desarrollado proyectos de reforestación con especies nativas en Panamá, entre ellas

tenemos al cedro espino (*Bombacopsis quinata*) y otras. Pero estas especies forestales nativas representan menos del 10% de la superficie total reforestada en todo el territorio nacional (ANAM 1999c). Debido a la falta de experiencia técnica sobre el cultivo de especies nativas según Garibaldi, citado por ANAM (1999c). Muchos de los reforestadores no se han atrevido a invertir con especies nativas, debido a que la literatura que existe sobre ellas, en nuestro país es muy escasa y a menudo proviene del extranjero, en donde las investigaciones se han realizado con condiciones climáticas, edáficas y socioeconómicas diferentes a las nuestras (Budowski, 2000). También porque el conocimiento que se tiene en cuanto al ataque de plagas y enfermedades que los afectan es muy limitado (ANAM, 2000).

2. Hipótesis general

Ho: $U_1 = U_2 = U_3$

Ho: Las especies forestales nativas seleccionadas con valor comercial se adaptan a las condiciones bióticas y abióticas del sitio.

Ha: $U_1 \neq U_2 \neq U_3$

Ha: Las especies forestales nativas seleccionadas con valor comercial no se adaptan a las condiciones bióticas y abióticas del sitio.

Ho: $U_1 = U_2$

Ho: No existe diferencia significativa entre el ataque de la plaga: el barrenador de las meliáceas (*H. grandella*) y la respuesta del hospedero (especies meliáceas: *C. odorata* y *S. macrophylla*).

Ha: $U_1 \neq U_2$

Ha: Si existe diferencia significativa entre el ataque de la plaga: el barrenador de

las meliáceas (*H. grandella*) y la respuesta del hospedero (especies meliáceas: *C. odorata* y *S. macrophylla*).

3. Objetivos

Objetivo general:

Conocer el comportamiento inicial de las especies nativas seleccionadas: *Bombacopsis quinata*, *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla*; de tal manera que sirva de base para las siguientes investigaciones de estas especies en el sitio, y para el desarrollo de proyectos de reforestación con estas especies.

Objetivos específicos:

- Obtener información sobre el comportamiento dendrométrico de las especies de árboles nativos con valor comercial tales como crecimiento longitudinal, incremento volumétrico: diámetro medido en la base del árbol (db) y el diámetro a la altura del pecho (dap).
- Determinar si existe respuesta del hospedero ante el ataque de la plaga *H. grandella*.
- Generar información básica sobre la adaptación de las especies seleccionadas, a los suelos y a la zona ecológica del área.

4. Delimitación del trabajo

Se evaluarán solamente tres especies forestales nativas, entre los 19 meses hasta los 24 meses de edad, a saber: caoba nacional (*Swietenia macrophylla* King), cedro amargo (*Cedrela odorata*) y cedro espino (*Bombacopsis quinata*) en la finca El Rincón de Gualaca, Chiriquí. El proyecto se ha desarrollado en aproximadamente 5 hectáreas de terreno que forman parte del patrimonio institucional del IDIAP.

Se estudiará el porcentaje de afectación de plagas y enfermedades, especialmente la plaga conocida como el “barrenador de las meliáceas”, *Hypsipyla grandella* y la respuesta del hospedero.

B. Justificación

Las especies maderables nativas han sido poco estudiadas en nuestro país, sobre todo bajo condiciones de plantaciones con fines comerciales. Los estudios que hasta el momento se han efectuado han sido realizado por el Proyecto de Desarrollo Técnico de la Conservación de los Bosques (ANAM/JICA 2000) y por el Centro de Ciencias Forestales del Trópico (CTFS), el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRi) y la F. Natura (Sautu 1999, 2000a, 2000b, Condit y Sautu 2001 y González y otros 2001). De allí la necesidad de recabar información primaria sobre la adaptación de especies forestales nativas, sobre enfermedades y plagas como la *H. grandella* y la respuesta del hospedero: *C. odorata* y *S. macrophylla*; que sirva de base para proyectos futuros.

1. Importancia

Se necesita investigar más sobre nuestras especies forestales, para ampliar el conocimiento que ya se tiene de las mismas. antes de llegar a un pronóstico o recomendación definitiva para los reforestadores y empresarios, que les ahorren dinero y pérdidas. No se debe olvidar que la incorporación de estas nuevas especies es un proceso que lleva tiempo, y cuando hablamos de tiempo; hablamos de decenas en año (Sautu 2000a).

2. Aporte

Este trabajo de investigación evaluará el comportamiento inicial de tres especies forestales nativas: caoba, (*Swietenia macrophylla* King), el cedro amargo (*Cedrela odorata*) y el cedro espino (*Bombacopsis quinata*). Dentro de esta investigación se recabará información que permitirá ampliar los conocimientos que se tienen acerca del ataque de la *Hypsipyla grandella*; que afecta a las especies forestales de las meliáceas. Estos estudios se harán con el objetivo de brindar información que pueda ser de utilidad para los investigadores, en el proceso de “domesticación” de una nueva especie con potencialidades maderables y en el control químico, biológico o mecánico de la *Hypsipyla grandella*.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. Situación de los recursos forestales en Panamá

1. El problema de la deforestación

Nuestro país cuenta con una superficie de 7,551,690 hectáreas de las cuales 3,052,034 mantienen su cobertura boscosa que representa el 40.4% de la superficie total del país. Esta superficie está sin embargo, disminuyendo continuamente por efectos de la deforestación a una tasa promedio de 50,000 hectáreas por año (ANAM, 1999a). En 1947 el 70% de Panamá estaba cubierta de bosques tropicales, en 1970 había un 53%, en 1974 sólo quedó el 50% de los bosques originales, hacia 1986 quedaba un 48.5% para 1992 un 44.4%, y en 1998 solo el 40.4% de los bosques. (Cuadro I).

Cuadro I. Estimaciones cronológicas del área boscosa de Panamá para los años 1947, 1970, 1974, 1986, 1992 y 1998.

Año	Superficie	Porcentaje	Fuente
1947	5,245,000	70.0	Garver
1970	4,081,600	53.0	Falla 1978
1974	3,900,000	50.0	Falla 1978
1986	3,664,761	48.5	SIG / ANAM 1994
1992	3,358,304	44.4	SIG / ANAM 1995
1998 *	3,052,304	40.4	ENA

Fuente: Recursos Forestales de Panamá, ANAM, 1999.

* Calculada sobre la base de la tasa de deforestación 1986-1992 proporcionada por el SIG, ANAM.

Debido a esto los suelos han sido expuestos a graves procesos de pérdida y degradación, lo que afecta la capacidad de almacenamiento de agua y de producir

alimentos. En Panamá se estima que existen más de 2 millones de hectáreas de tierras degradadas (aproximadamente el 27% del territorio nacional); no aptas para la agricultura ni la ganadería. Estas tierras pueden ser incorporadas a la producción de bienes y servicios a través de la reforestación de las mismas (ANAM, 1999b).

a. Extracción no sostenible de árboles nativos maderables

Actualmente existe la extracción selectiva y sobreexplotación creciente de especies de árboles nativos de maderas valiosas, lo que está ocasionando la disminución y pérdida de la riqueza forestal nacional. Existen más de 100 especies nativas con potencialidades de uso maderable, pero sólo poco menos de 15 son comercializadas. La extracción selectiva de estas pocas especies forestales está conduciendo a la sobreexplotación de maderas preciosas locales y a la subutilización de las otras especies con la consecuente disminución y en algunos casos la extinción local de especies forestales nativas con potencial comercial como la caoba nacional (*Swietenia macrophylla* King), el cedro amargo (*Cedrela odorata*), cedro espino (*Bombacopsis quinata*), quira (*Platymiscium pleiostachum*) y otros. De acuerdo con Garibaldi, citado por ANAM (1999c).

2. La reforestación en el territorio nacional

Para hacerle frente al problema de la deforestación el estado panameño interesado en incentivar y reglamentar la actividad de reforestación, sancionó la Ley N°24 del 23 de noviembre de 1992. Hasta diciembre del año 2002, la superficie total reforestada privada y estatal en todo Panamá alcanzaba las 51,634 hectáreas (Cuadro II).

En enero de 2003, existía alrededor de 1,500 personas naturales y jurídicas, inscritas en el registro forestal de la ANAM desarrollando proyectos de reforestación; lo

Cuadro II. Superficie reforestada por especie, año y a nivel nacional (Há)

Especie	Antes de 1992	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Total
Teca	1,242	715	1,523	1,738	4,240	4,597	3,019	2,307	2,367	3,328	2,953	4,984	33,013
Pino	9,186	75	8	143	98	187	452	133	104	95	159	83	10,723
Cedro espino	63	51	34	77	166	85	567	264	70	67	72	86	1,602
Acacia mangium	257	112	12	58	46	272	95	20	237	41	148	22	1,320
Caoba africana	30	251	507	49	64	63	64	63	32	22	110	4	1,259
Otras	268	207	9	268	172	143	190	428	789	354	418	471	3,717
Total	11,046	1,411	2,093	2,333	4,786	5,347	4,387	3,215	3,599	3,907	3,860	5,650	51,634

Fuente: Servicio Nacional de Desarrollo y Administración Forestal, ANAM, 2003, Panamá.

que ha alcanzado una superficie reforestada en los últimos diez años, a la vigencia de la Ley de incentivos a la reforestación, de aproximadamente 40,000 hectáreas (ANAM, 2004).

Debido a que no existen programas de monitoreo de plagas, enfermedades, y otros factores que pueden afectar gravemente las plantaciones forestales, no se cuenta con registros o información sistematizada de la condición fitosanitaria de estos proyectos de reforestación (ANAM, 2000). Según el Ingeniero Manuel Hurtado las personas que están inscritas en el Registro Forestal de la ANAM presentan un informe con los datos de crecimiento, pero muchas veces no se refleja informe de alguna plaga, patógeno, o mortalidad. *

a. Introducción de especies exóticas

La mayoría de los proyectos de reforestación utilizan especies forestales foráneas. La Teca (*Tectona grandis*) es la especie con mayor superficie reforestada con 33,013 hectáreas, le sigue el Pino (*Pinus caribaea*) con 10,723 hectáreas, después la Acacia mangium (*Acacia mangium*) con 1,320 hectáreas y la Caoba africana (*Khaya senegalensis*) con 1,259 hectáreas. En la actualidad se encuentran sembradas con especies forestales exóticas un poco más de 46,315 hectáreas, que constituyen el 90% del total de las superficies reforestadas en nuestro país (Cuadro III).

La siembra preferencial de estas especies exóticas sobre las nativas se ha dado por varios factores. Entre ellos podemos mencionar, que la selvicultura de estas especies introducidas se conoce relativamente bien así como su aprovechamiento comercial.

* Hurtado, M. 2004. Plagas y enfermedades forestales (entrevista). Panamá, PA, ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente)

Algunos de estos árboles crecen más rápido que muchas especies comerciales nativas, especialmente cuando provienen de semilla certificada. Para la mayoría de estas especies exóticas hay datos precisos sobre condiciones ecológicas, el origen de las semillas certificadas, rendimientos esperados, normas para raleo y poda lo que es muy atractivo para inversionistas (especialmente grandes plantaciones) (Budowski, 2000).

Cuadro III. Especies más utilizadas en proyectos de reforestación en Panamá.

Nombre común	Nombre científico	Hectáreas	Porcentaje
Teca	<i>Tectona grandis</i>	33,013	64.0
Pino caribe	<i>Pinus caribaea</i>	10,723	21.0
Cedro espino	<i>Bombacopsis quinatum</i>	1,602	3.0
Acacia mangium	<i>Acacia mangium</i>	1,320	2.5
Caoba africana	<i>Khaya senegalensis</i>	1,259	2.4
Otras	Otras especies	3,717	7.1
Total		51,634	100.0

Fuente: Servicio Nacional de Desarrollo y Administración Forestal, ANAM, 2003, Panamá.

Sin embargo a pesar de sus ventajas, las especies exóticas presentan algunos problemas potenciales, como lo declaró el Dr. Von Chong en el Primer Taller sobre Plagas y Enfermedades de los Forestales en Panamá (Von Chong 2000), debido a que estas especies no evolucionaron junto con los patógenos o plagas locales, pueden convertirse en una población de plantas particularmente susceptibles. También puede darse el caso de la introducción de una plaga o patógeno que encuentre un hospedero

susceptible, si es así devastaría las plantaciones ya que el patógeno como la planta coevolucionaron por separado y no habrán selecciones con resistencia.

b. La reforestación con especies forestales nativas

Se han registrado proyectos de reforestación con especies nativas, de estas la que ocupa el primer lugar por cantidad de hectáreas reforestadas es el Cedro espino (*Bombacopsis quinatum*); que ha alcanzado en los últimos diez años una superficie reforestada de 1,602 hectáreas (Cuadro III). Además están el Roble (*Tabebuia pentaphylla*), el Laurel (*Cordia alliodora*) y otras especies nativas que han sido usadas para la reforestación (ANAM, 1999a). Menos del 10% de la superficie total reforestada en Panamá corresponden a las especies nativas. Sobre todo porque hay poco conocimiento acerca de la silvicultura y de los rendimientos esperados de estas especies (Budowski, 2000). Aunque hace unos pocos años, se están realizando en nuestro país las investigaciones necesarias de estas especies locales poco conocidas para reforestar con fines comerciales, como de conservación (Sautu 1999) actualmente existen excelentes publicaciones sobre manejo de semillas y crecimiento inicial de plantaciones (Budowski, 2000).

B. Especies nativas seleccionadas para el estudio

Bombacopsis quinata (Jacq) (Cedro espino)

Entre los factores considerados como limitantes para el crecimiento de la especie están los suelos superficiales de baja fertilidad natural, compactados y arcillosos según Navarro y Martínez, citado por Rodríguez (1991). También la falta de humedad del suelo se considera como el factor limitante principal de la especie, de allí que sus mayores crecimientos se presenten en sitios planos, así lo indican Navarro y Martínez, y Kane

citado por Rodríguez (1991). La falta de luz afecta el normal desarrollo de la especie a partir de los dos años de edad (Rodríguez, 1991) (Anexo 2).

Cedrela odorata L. (Cedro Amargo)

Según Sautu (2000a), el crecimiento de la *C. odorata* en plantaciones de Costa Rica ha sido de 12 a 15 metros de alto y de 15 a 22 cm de diámetro en 8 años; en nuestro país el Proyecto Agroforestal Gnöbe reporta árboles de 15 años con 22 metros de alto, y diámetro de aproximadamente 70 cm, con un volumen comercializable de 1.9 m³ y en Cuba, una plantación mezclada con bananos y frutales tenía 20 m de alto y diámetros de entre 50 y 80 cm a los 36 años.

Holdridge, citado por Cintron (1990) en un estudio sobre ecología de las meliáceas latinoamericanas, señala que dentro de los factores que limitan el desarrollo de esta especie forestal están el barrenador de los vástagos de la caoba, la *Hypsipyla grandella*, ella frena el crecimiento de las plántulas y puede arruinar la forma del árbol, ya que a menudo los resultados son la presencia de líderes múltiples y una apariencia arbustiva. Al igual que otras especies de la misma familia, este insecto ataca a los plantones en vivero y a los individuos jóvenes en la plantación. Hay reportes de plantaciones en Panamá, Colombia y Costa Rica, que se han recuperado al superar los 5 metros de altura alcanzando buena forma y altura. Aunque su sobrevivencia de la siembra en campo es alta, requiere suelos fértiles, profundos, bien drenados y con más de 1500 mm de precipitación anual (Sautu 2000a). (Anexo 3)

Swietenia macrophylla King (Caoba nacional)

Swietenia macrophylla... (s.f.) en un paquete tecnológico hace referencia a varias investigaciones realizadas en esta especie forestal; entre ellas están las siguientes: “si el

terreno presenta problemas de malezas se recomienda realizar deshierbes manuales o mecánicos dependiendo de las condiciones del terreno. Si este presenta pendientes mayores a 12%, se recomienda para evitar la erosión del suelo, remover la vegetación solamente en los sitios donde se sembrarán las plantas, en franjas o alrededor de las cepas. Esta actividad podrá realizarse por medio de chapear la vegetación con machete, o retirarla manualmente (Arriga y otros 1994). Elegir las plantas más vigorosas, libres de plagas y enfermedades. La raíz deberá ocupar por lo menos el 50% del volumen total del envase, el diámetro basal del tallo deberá ser ≥ 0.25 cm, la altura total del vástago no mayor a 30 cm, y por lo menos $\frac{1}{4}$ parte de la longitud total del tallo con tejido leñoso. Se recomienda aplicar un riego a saturación un día antes del transplante de las plantas (Cervantes y otros, s.f.). Se deben utilizar vehículos cerrados y trasladar las plantas debidamente cubiertas, para protegerlas del viento e insolación, y con ellos evitar su deshidratación. Para optimizar la capacidad de los vehículos y disminuir los costos de transporte, es conveniente construir estructuras sobre la plataforma de carga con la finalidad de acomodar dos o más pisos (SIRE: CONABIO – PRONARE). Con la finalidad de evitar que la planta sufra el menor estrés posible, idealmente el tiempo de transporte no debe exceder a 3 horas. Para proteger la plantación contra factores de disturbio como el pisoteo y ramoneo del ganado, se recomienda colocar una cerca en el perímetro de la plantación (Arriga y otros, 1994). La caoba en sus etapas iniciales de crecimiento demanda deshierbes continuos por lo menos durante los dos primeros años, después del segundo y hasta los 4 años de edad es necesario aplicar una limpia anual. La época de fertilización deberá ser de 15 a 30 días después de la plantación, y posterior a los deshierbes. Las dosis más recomendables varían de 100 a 150 gramos de N-P-K, por

planta; las formulaciones más utilizadas son la 17-17-17, 10-34-6, 10-28-6, 5-30-10, 10-30-10 y 5-30-6. Para obtener productos de cortas dimensiones como molduras y torneados, se pueden realizar aclareos a los 10, 15 y 20 años de edad de la plantación (Fierroz y otros, 1999)".

Se aconseja hacer dos o tres limpiezas anuales hasta que la copa cierre, el primer clareo debe hacerse entre los 5 y 10 años, repitiéndolos para mantener 25 a 30 m² de área basal por hectárea. La *S. macrophylla* se utiliza en sistemas agroforestales combinado con maíz y plátano, aunque la finalidad es la madera. El cultivo favorece la primera etapa de la plantación (2 a 5 años), que es la más crítica. El árbol desarrolla rápidamente su copa, a más largo plazo por lo que en esa etapa se ha combinado con cultivos de sombra como lo son el café y el cacao, pero que requiere de podas especiales para permitir la entrada de luz al cultivo. El turno de rotación está entre 15-25 años, con fertilización; y 30 – 50 años sin fertilización, así se obtiene unos 150 árboles de más de 50 cm de diámetro por hectárea. Aunque la calidad de la madera es algo inferior al aumentar la velocidad de crecimiento mediante la fertilización (Sautu 2000b).

Regeneración natural: esta depende de la presencia de fuentes de semilla y de las condiciones aptas para la germinación y desarrollo posterior. Estas condiciones pueden cumplirse mediante la implementación de un sistema parecido al TSS (Tropical Shelterwood System) utilizado en Trinidad; según Lamprecht, citado por Cornelius y otros (1996). Aquí la regeneración se estimula dejando un dosel abierto de árboles semilleros, para así asegurar la fuente de semillas y para que halla suficiente luz para permitir el desarrollo posterior de la regeneración.

Factores limitantes: Acerca de las limitantes para su desarrollo forestal, podemos

mencionar los suelos compactados, muy pesados, y de mal drenaje, y el barrenador del ápice del cogollo (*Hypsipyla grandella*), según Lam, citado por Lao (1999). Esta plaga ha provocado los mayores daños, tanto en viveros como en las plantaciones jóvenes y ha limitado el establecimientos de plantaciones puras a lo largo de los trópicos (Soihet y Méndez 1997c). El ataque del gusano barrenador (*Hypsipyla grandella*), afecta el crecimiento del tallo causando bifurcaciones y debilitando al árbol. Al igual que otras especies de la misma familia, este gusano ataca a los individuos jóvenes en plantación (Sautu 2000b), también ataca a los frutos y a las semillas (Soihet y Méndez 1997c)

Anexo 3.

C. Problemas fitosanitarios

1. *Hypsipyla grandella*

Hacemos especial mención a esta plaga, debido al daños económico que ha causado a las plantaciones de las meliáceas, en las especies forestales *Swietenia macrophylla* y la *Cedrela odorata*.

Según el comercio internacional estos árboles son las especies maderables tropicales más importantes en el continente americano. Recientemente, *S. macrophylla*, ha sido propuesta como una especie en peligro de extinción (*Hypsipyla grandella*... s. f.)

Ikeda (1990) encontró que la intensidad de los ataques de esta plaga se daban al inicio de la estación lluviosa y disminuían durante la estación seca. También observó que los ataques a estas especies forestales se han dado con mayor frecuencia a una altura de 0-2 m del suelo y han disminuido a mayores alturas, además indicó en su estudio que las larvas eclosionadas se alimentan de los retoños nuevos o follaje nuevo.

“Casi siempre el ataque de esta plaga es más severo en árboles jóvenes, de dos o

más años, que crecen en áreas expuestas al sol. La larva se desarrolla en las ramas nuevas, donde puede alimentarse de la médula y de la corteza y en los frutos, cuyas semillas y tejidos internos consume. El daño más grave resulta de la perforación de los brotes nuevos, especialmente el brote terminal donde taladra una galería que puede alcanzar 25 cm de longitud. A consecuencia de ellos el brote terminal se deforma o se ramifica, lo que reduce el valor comercial del árbol. Cuando el ataque es repetido, se produce retardo en el crecimiento o incluso la muerte. El daño se reconoce externamente por el secamiento de brote terminal y por la presencia de montículos rojizos de aserrín, seda y excrementos sobre el tallo” (Hilje y otros, 1991). Estudios fenológicos mostraron que la germinación de *C. odorata* y *S. macrophylla* ocurre de 3 a 5 veces por año, principalmente en la estación húmeda; según Yamazaki y otros citado por Ikeda (1990). Esto sugiere que los árboles estarán siempre expuestos a los ataques en cuanto germinen.

Se han realizado numerosas investigaciones para desarrollar una metodología que contrarresten los efectos negativos del insecto en las meliáceas. Sin embargo, pocas medidas han sido prácticas y eficaces.

“Algunos autores han sugerido que una solución para luchar contra esta plaga podría ser mediante la búsqueda y selección de individuos resistentes (Gripjma, 1976; Newton, 1990; Newton et al; 1993a). Se ha comprobado que algunas especies de caoba son menos susceptibles que otras al ataque de *Hypsipyla*; por ejemplo, Whitmore e Hinojosa (1977) señalan que en Puerto Rico la *S. mahagoni* es menos atacada que la *S. macrophylla* y el híbrido *S. mahagoni* x *S. macrophylla* presenta una situación intermedia de susceptibilidad en comparación con las especies parentales. Newton et al (1994) proponen una estrategia para domesticar las caobas, basada en la selección a favor de su

resistencia como parte de un programa de mejora genética. Recientemente, Watt et al. (1996)... llegan a la conclusión de que el manejo de la *Hypsipyla* implica el uso de material de plantación resistente en sistemas selvícolas que favorecen el control biológico natural” (Citado por la *Hypsipyla*, principal... [s.f.])

El manejo de este insecto mediante el uso de insecticidas conocidos ha sido infructuoso debido al comportamiento que tienen sus larvas al introducirse en la madera inmediatamente después de la eclosión, lo cual hace imposible su control. El manejo integrado de esta plaga es posible si se toman en cuenta factores tales como uso de variedades o especies menos susceptibles, manejo de las semillas y plántulas en el vivero, selección del sitio de plantación con suelos bien drenados y fértiles, ejecutar prácticas silviculturales: podas, control de maleza alrededor del plantón, fertilización foliar y al suelo, cuando así se requiera y liberación de avispas parasíticas de los huevos como *Trychogramma* spp, cuando halla altas poblaciones de adultos. Todas estas prácticas han sido intentadas en un ensayo de campo llevado a cabo en EMLLCA, Ticoporo, Barinas, Venezuela con resultados preliminares promisorios (citado por El barrenador de las meliáceas... [s.f.]).

D. Investigaciones realizadas sobre especies nativas en Panamá.

Estudios realizados por ANAM/JICA (2000) en un bosque demostrativo multietápico, sobre el desarrollo de la *S. macrophylla*, plantada en las fajas de aprovechamiento del bosque original. Un bosque multietápico es una plantación compuesta por varios estratos, formado por una o más especies con diferentes edades. Este sistema es poco común en plantaciones artificiales en Panamá, casi siempre se realizan para ir cambiando la especie por otra de mayor valor, o para disponer de maderas

continuamente en una misma área (sostenibilidad del bosque). En este ensayo existía una plantación de *Pinus caribaea* (pino caribe), de 18 años y se plantó *S. macrophylla* (caoba nacional), bajo dosel donde se hizo raleo a una y dos fajas y sin raleo, el primero para permitir la entrada de luz y la otra con menor porcentaje de luz, para observar el ataque de la *H. grandella* y comparar el crecimiento de esta especie en asociación con el *Pinus caribaea* de mayor edad. Dentro de los resultados obtenidos se observó que los mayores crecimientos; tanto en altura como del diámetro basal se obtuvieron donde se ralearon dos fajas de *P. caribaea* y se plantaron dos fajas de *S. macrophylla*, no fue sino hasta los 15 meses de plantada la *S. macrophylla* cuando se iniciaron los ataques del insecto. Se hizo una comparación del sistema multietápico, con uno mixto de *Acacia mangium* con *S. macrophylla* ambos de una misma edad; y con este sistema creció menos el caoba que en el multietápico. Ensayos realizados con la *S. macrophylla*, *B. quinquatum* y el *P. Caribaea* revelaron que la fertilización y la aplicación de materia orgánica al momento de plantar mejora el crecimiento de las dos primeras especies forestales mientras que el *P. caribaea* se mantiene constante en su crecimiento. Además una información recolectada en la misma publicación acerca de un ensayo de plantaciones establecidas de las especies forestales nativas seleccionadas caoba, cedro espino, cedro amargo y otras reportan que las dos fases de la luna, cuarto menguante y creciente son etapas donde el establecimiento de la plantación, no es influenciada siempre y cuando las condiciones ambientales, de humedad del suelo y planta sean las adecuadas.

Por otra parte otro estudio revela en esta publicación que establecer plantaciones mixtas coetáneas *S. macrophylla* y *Acacia magium* para lograr incrementos y desarrollo en altura, diámetro, así como protección contra plagas y enfermedades, en suelos con baja

fertilidad, los crecimientos no son estimulados por la combinación entre especies en los primeros años de desarrollo pero, la selección del sitio para el establecimiento de plantaciones es fundamental para el logro de buenos resultados. La tecnología actual de modificar el medio, tales como la introducción de especies fijadoras de nitrógeno, la aplicación de riego complementario y otras más, son costosas y no aplicables a todos los sitios por esto se recomiendan los mejores suelos dentro de la finca para la producción de caoba nacional dentro del esquema de manejo aplicado desde su inicio y por el contrario los suelos de baja fertilidad incorporarle materia orgánica.

El centro de Ciencias Forestales del Trópico del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales realizaron investigaciones que generaron información detallada sobre el manejo de semillas y vivero para especies forestales nativas en Panamá de las que existía poca o ninguna información. Entre ellas podemos mencionar al Cedro espinoso (*Bombacopsis quinata*), Cedro amargo (*Cedrela odorata*), y Caoba nacional (*Swietenia macrophylla*), (Sautu 2000a; 2000b; Condit y Sautu, 2001). (Cuadro IV).

Se han desarrollado otras investigaciones con el fin de obtener información que contribuya con la selección de especies nativas apropiadas, para el área de tierra dada en concesión a reforestar con especies nativas en la antigua zona del canal. En base a la sobrevivencia y crecimiento inicial de estas especies. En junio de 1999 (González y otros 2001) se estableció un ensayo con siete especies nativas de los bosques naturales de Panamá. Entre ellas Cocobolo (*Dalbergia retusa* Helmsl), Almendro de montaña (*Dipteryx panamensis* (Pitt) Record & Mell), Palo santo (*Erythrina fusca* Lour), Tronador (*Hura crepitans* L), Algarrobo (*Hymenaea courbaril* L), Panamá (*Sterculia apetala* (Jacq) Karst) y Caoba (*Swietenia macrophylla* King). Los resultados para todos los datos

Cuadro IV. Algunos resultados de manejo de semilla y vivero de Cedro espino, Cedro amargo y Caoba nacional

	Cedro espino	Cedro amargo	Caoba nacional
Nombre Científico	<i>Bombacopsis quinata</i>	<i>Cedrela odorata</i>	<i>Swietenia macrophylla</i>
Colecta	Del árbol, con vara o trepando	Del árbol trepando	Del árbol o del suelo
Método de limpieza	Dejar abrir a las cápsulas con sol indirecto	Dejar abrir las cápsulas al sol	Dejar abrir las cápsulas al sol
No de semillas por Kg	37,464	36,101	1,351
Porcentaje de humedad	12.8%	38.58%	42.8%
Germinación	*44%	58%	58%
Viabilidad de la semilla a 20 ⁰ C	Más de 5 meses	12-15 meses	6 meses
Resistencia del plantón a la sequía	8 semanas	8 semanas	**4 semanas
Sobrevivencia	100%	100%	75%
Tiempo en vivero	2 meses	2 meses	3 meses

Fuente: Instituto Smithsonian de investigación Tropicales, Centro de Ciencia Forestales del Trópico.

Fundación Natura, 2001, Panamá

* Sin tratamiento pregerminativos, aunque en la literatura se habla de 70-80%

** La resistencia del plantón a la sequía 6 semanas, pero con un 55% de sobre vivencia. Y con 8 semanas un 5% de sobrevivencia.

de medición con 18 meses de edad del ensayo fueron los siguientes. La *Swietenia macrophylla*, *Sterculia apetala* y *Hura crepitans* presentaron una sobrevivencia superior a 95%. La especie que más creció, tanto en altura, diámetro basal, y diámetro a la altura del pecho fue *Hura crepitans*, con un fuerte incremento en el diámetro basal y diámetro a la altura del pecho entre los 12 y 18 meses, duplicando en valor al resto de las especies. *Erythrina fusca*, *Sterculia apetala*, *Swietenia macrophylla* y *Dipteryx panamensis* han desarrollado alturas similares (2.3m), aunque las dos últimas crecieron la mitad en diámetro que las dos primeras. En cuando al ataque de plagas, la *S. macrophylla* disminuyo notablemente la velocidad de crecimiento en el último semestre, en que fue atacada en un 36% por el barrenador *Hypsipyla grandella*. Las recomendaciones, de acuerdo a los resultados obtenidos a los 18 meses de establecida la parcela de ensayo de selección de especies es que *Hura crepitans* por ser una especie de rápido crecimiento en sus 18 meses y excelente sobrevivencia, resulta una especie nativa promisorio para los programas de reforestación en sitios invadidos por *Saccharum spontaneum* (L), y condiciones climáticas semejantes al área del ensayo. La *S. macrophylla* en sus primeros 12 meses resultó una especie de rápido crecimiento, pero mismo decreció posiblemente debido al ataque del barrenador *H. grandella*. Esta especie por su gran valor comercial en la industria de la madera, se recomendó con restricciones para programas de reforestación, siempre y cuando se le brinde un adecuado control fitosanitario. Este ensayo se evaluó con PRORENA, Proyecto de Reforestación con Especies Nativas del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (Deago y otros 2002); a los 36 meses, los resultados se mantuvieron. *H. crepitans* fue la especie que mejores resultados dio 19.85 cm db, 10.94 cm de dap, 4.31m de altura y 93.7% de sobrevivencia. *H.*

courbaril (2.64m) y *S. macrophylla* (2.61m) son las que presentaron menores alturas. En el caso de *S. macrophylla* el bajo crecimiento se debe a los ataques de la *H. grandella* que ha mermado muchísimo su crecimiento, ya que durante el primer año esta especie fue una de las que presentó mayor ritmo de crecimiento.

Los estudios realizados con especies forestales nativas son recientes, por esto la información de la cual se dispone en la literatura es muy escasa, y la que se obtiene a menudo proviene del extranjero con condiciones climáticas, edáficas y socioeconómicas diferentes (Budowski, 2000).

A través de estos años en los proyectos de investigación con especies forestales nativas en Panamá, han sido muchas las donaciones de plantones, plántulas y semillas a instituciones del gobierno como ANAM, la Universidad y otros proyectos de investigación del Smithsonian (Condit y Sautu, 2001). Actualmente a partir de enero 2001 cuando se inicia PRORENA (Proyecto de Reforestación con Especies Nativas del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales) se han establecido varios ensayos de investigación en campo además se han elaborado informes técnicos y divulgativos que contienen resultados preliminares de varias de las investigaciones de campo (Proyecto de.... 1999). Existe la creencia generalizada entre los reforestadores y los planificadores de las inversiones forestales que la mayoría de las especies comerciales nativas son de lento crecimiento y por lo tanto no son rentables. En relación a esto el Ingeniero Emilio Mariscal manifestó "... eso es lo que se dice, por esto es importante establecer o respaldo científico que rechacen o acepten estas aseveraciones..." *

* Mariscal, E. 2003. Reforestación con Especies Nativas (entrevista) Panamá, Pmá, Proyecto Reforestación con Especies Nativas del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales.

E. Investigaciones con especies nativas en otros países.

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Costa Rica editaron una publicación con información sobre el manejo de semillas forestales en su país (Soihet y Méndez, 1997a, 1997b, 1997c). (Cuadro 6).

Cuadro V. Manejo de semillas forestales

	Cedro espino	Cedro amargo	Caoba nacional
Nombre Científico	<i>Bombacopsis quinata</i>	<i>Cedrela odorata</i>	<i>Swietenia macrophylla</i>
Método de limpieza	Del árbol, con vara o trepado	Del árbol trepando	Del árbol antes que las cápsulas se abran
No de semillas por Kg	12,000 a 32,000	15,700 a 60,000	1,800 a 2,500
Porcentaje de humedad	8 a 10%	30%	*9 a 12%
Germinación **	70 a 80%	85 a 95%	80 a 95%
Viabilidad de la semilla a 20° C	Hasta 4 meses	Por varios meses	De 7 a 8 meses a temperatura ambiente

Fuente: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1997. Costa Rica

* Contenido de humedad inicial

** No requiere de tratamientos pregerminativos

III. METODOLOGÍA

No se tiene información acerca de la adaptabilidad de las especies maderables nativas seleccionadas, a las condiciones del sitio. El ensayo se estableció en parcelas, con las especies nativas seleccionadas en la Estación Experimental del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, en Gualaca, provincia de Chiriquí.

A. Instrumentación

Condiciones generales del sitio:

Las parcelas de estudio están establecidas dentro de las tierras del IDIAP en el distrito de Gualaca, Chiriquí. El sitio de estudio se encuentra en la finca de El Rincón de Gualaca, ubicado en la zona de vida, bosque muy húmedo premontano (BmhP) (Tosi 1971); a 8°39, 20" latitud norte y 82°10'10" de longitud oeste, a una altura de 80 m.s.n.m., la precipitación media anual es de aproximadamente 3500 mm; y con una temperatura media anual de 26°C. Esta área pertenece al clima tropical húmedo.

Especies estudiadas:

Las tres especies fueron seleccionadas por su valor económico, como maderable, a nivel nacional como internacional (*Bombacopsis quinata*, *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla*).

Bombacopsis quinata es un árbol de unos 30 m de altura y 2 m diámetro. Su madera es moderadamente pesada, difícil de secar, muy fácil de trabajar y de excelente durabilidad natural (Condit y Sautu, 2001). *Cedrela odorata* es un árbol que mide de 10 a 12 m de altura en cultivo (Espinoza y otros 1998). Según Soihet y Méndez 1997b, "es un árbol grande de hasta 40 m de altura y hasta 2 m de diámetro." Su madera es

moderadamente pesada, fácil de secar, fácil de trabajar. Se usa en la construcción de muebles finos (Sautu 2000a).

Swietenia macrophylla puede llegar a ser árbol gigantesco, se ha reportado hasta 60 m de altura y 3 m de diámetro (Cornelius y col., 1996). La madera de *S. macrophylla* es una de las más valiosas de América Tropical y está considerada en peligro de extinción, especialmente en Centroamérica (Sautu 2000b). Las características de estas especies forestales se muestran en los anexos 2, 3 y 4.

Producción de plántones:

Las semillas y los plántones utilizados provinieron del área de Chepo, Panamá.

Suelos:

El suelo es inceptisol de textura franco arenoso, con pH muy ácido, alto en materia orgánica, bajo en fósforo, potasio, calcio y magnesio; y medio en aluminio. Este análisis fue hecho por el Departamento de Suelos y Aguas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (Anexo 1). La toma de muestras de suelo fue hecha a una profundidad de 30 cm, debido a que la recomendación para especies arbóreas es de 20-40 cm, 40-60 cm (Ramírez, 1990).

B. Procedimiento

Plantación:

El ensayo se estableció donde existen parcelas con las especies nativas seleccionadas, desde los 19 meses de edad hasta los 24 meses.

Mediciones:

La toma de datos consistió básicamente en mediciones de altura y diámetro: diámetro medido en la base del árbol y el diámetro a la altura del pecho. También se

hicieron observaciones de ataques de *Hypsipyla grandella*, las mediciones se hicieron, una a los 19 meses, otra a los 21 meses, otra a los 23 meses y la última a los 24 meses de establecido el proyecto. Las alturas se tomaron desde la base del suelo hasta el ápice del árbol y a la altura del pecho.

C. Variables de respuesta:

- Crecimiento en altura
- Diámetro de la base del tronco
- Diámetro a la altura del pecho
- Porcentaje de sobrevivencia
- Porcentaje de afectación de la *Hypsipyla grandella*
- Porcentaje de afectación de otras plagas y enfermedades

D. Diseño experimental

El diseño utilizado es un arreglo completamente aleatorizado (DCA). El mismo consta de tres tratamientos. Cada tratamiento cuenta con un total de 125, 100 y 50 plántones de *B. quinata*, *S. macrophylla* y *C. odorata* respectivamente.

El modelo lineal aditivo de esta investigación es:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

donde:

Y_{ij} : es la respuesta en altura y diámetro en la parcela j^{th} donde se utilizó la especie forestal nativa i^{th} .

μ : es la media general de la investigación

T_i : es el efecto de la especie forestal i^{th}

E_{ij} : es el error experimental asociado con la parcela j^{th} de la especie forestal; i^{th} .

Los estadísticos utilizados fueron:

- La de F o estadístico de **Fisher** para comprobar si existían diferencias significativas entre las varianzas de los tratamientos.
- Y una prueba adicional de comparaciones múltiples, la prueba de **Tukey**; para determinar cuales tratamientos diferían significativamente. Y conocer de esta manera el tratamiento que mejor adaptabilidad presenta en su crecimiento inicial, a las condiciones bióticas y abióticas del sitio.

IV. RESULTADOS

A. Presentación de los resultados

En el cuadro VI se encuentran los datos de crecimiento longitudinal e incremento volumétrico: diámetro medido en la base del árbol y el diámetro a la altura del pecho, desde los 19 meses hasta los dos años. La especie que presentó las mejores dimensiones fue el *Bombacopsis quinata*, tanto en altura como en diámetro basal, seguida por *Cedrela odorata*, que presentó mejor diámetro a la altura del pecho. La *Swietenia macrophylla* obtuvo los rendimientos más bajos de las tres especies en todos los aspectos de crecimientos evaluados.

Los datos de sobrevivencia, porcentaje de afectación de la *Hypsipyla grandella* y el porcentaje de afectación de otras plagas a los 24 meses se observan en el cuadro VII. Las tres especies reportaron igual índice de sobrevivencia alrededor del 75%. En cuanto a la afectación de plagas, todos los árboles de las especies melíaceas fueron afectados por el barrenador de los brotes, *Hypsipyla grandella*. No hubo afectación por otras plagas en las melíaceas, ni en la especie *Bombacopsis quinata*.

El cuadro VIII reporta las alturas en que se dieron los tres primeros ataques del barrenador con respecto al suelo y el promedio de estos ataques por planta.

La altura a la que se dio el primer ataque de la *H. grandella* en la *C. odorata* fue a los 60 cm, el segundo ataque a los 123 cm con respecto al suelo, o sea 63 cm más que los primeros 60 cm. El tercer ataque se dio a los 183 cm, o sea unos 60 cm más después del segundo ataque. Se observa en esta información obtenida en el campo que cada 60 cm, después del rebrote de la planta hay un nuevo ataque por parte del barrenador en la *C. odorata*.

Cuadro VI. Datos de crecimiento longitudinal, incremento volumétrico: diámetro medido en la base del árbol (db) y el diámetro a la altura del pecho (dap).

Espece	Altura (cm)				dap (cm)				db (cm)			
Edad (meses)	19	21	23	24	19	21	23	24	19	21	23	24
CV (%)	12.77	11.46	12.06	11.40	19.20	16.58	16.57	15.29	12.77	7.39	7.34	7.09
<i>Bombacopsis quinata</i>	a 112.90	a 153.96	a 208.40	a 218.58	ab 6	c 4.24	bc 7.24	a 9.56	a 21.44	a 22.96	a 28.26	a 30.76
<i>Cedrela odorata</i>	a 128.74	a 158.81	a 167.74	ab 172.64	a 8.01	a 8.15	a 10.15	a 11.62	a 20.86	b 22.42	c 24.23	c 26.50
<i>Swietenia macrophylla</i>	a 136.68	a 153.82	a 169.12	b 169.25	b 4.92	bc 5.12	c 5.95	b 6.50	a 11.30	b 11.78	c 12.86	c 14.04

Fuente: Clearey, M. Abril – septiembre, 2002.

Entre los datos con la misma letra no se encontró diferencias significativas al 5% según la prueba de Tukey.

Cuadro VII. Datos de sobrevivencia, porcentaje de afectación de la *Hypsipyla grandella* y porcentaje de afectación de otras plagas a los 24 meses de plantado.

Especie	Afectación de la <i>Hypsipyla grandella</i>		Afectación de otras plagas	Sobrevivencia		
	% de afectación	Parte afectada	% de afectación	Árboles vivos	Árboles muertos	% de sobrevivencia
<i>Bombacopsis quinata</i>	0	Ninguna	0	96	29	77
<i>Cedrela odorata</i>	100	En la parte terminal del tallo	0	38	12	76
<i>Swietenia macrophylla</i>	100	En la parte terminal del tallo	0	75	25	75

Fuente: Clearey, M. Abril – septiembre, 2002.

Cuadro VIII. Alturas a la que se dieron los tres primeros ataques de la *Hypsipyla grandella* con respecto al suelo y número de rebrotes o ataques de la *H. grandella*.

Especie	Altura del 1er. ataque	Altura del 2do. ataque	Altura del 3er ataque	Número de ataques por planta
<i>Cedrela odorata</i>	60 cm	123 cm	183 cm	3
<i>Swietenia macrophylla</i>	44 cm	85 cm	122 cm	3

Fuente: Clearey, M. Febrero, 2003.

En la *S. macrophylla*, el primer ataque se dio a una altura de 44 cm, el segundo ataque fue a los 85 cm con respecto al suelo, o sea unos 41 cm, más los primeros 44 cm y el tercer ataque se dio a los 122 cm, unos 37 cm más, después del segundo ataque. Se observa que cada 40 cm después del rebrote hay un nuevo ataque por la *H. grandella* en la *S. macrophylla*.

El promedio de estos ataques por plantas fueron tres, aunque hubieron algunos árboles que llegaron a tener hasta cinco y seis ataques, sobre todo la *Swietenia macrophylla*. Estos ataques se observaron en la parte terminal del tallo, tanto en la *C. odorata* como en la *S. macrophylla*; y no en las ramas, ni en las hojas.

B. Análisis estadístico de datos

Se calcularon los promedios de altura total, diámetro a la altura del pecho, diámetro basal y sobrevivencia para cada especie. Un análisis de varianza (ANOVA) fue realizado para probar las diferencias significativas entre las especies. La prueba de Tukey, se utilizó para determinar cuales tratamientos o especies forestales diferían significativamente ($\alpha = 0.05$). En el cuadro VI se puede observar que no existen diferencias significativas a los 19, 21, 23 meses de edad en cuanto a la altura de las especies. A los 24 meses se encontraron diferencias significativas entre *S. macrophylla* y la *B. quinata*, pero no entre la *C. odorata* la *B. quinata*, a pesar de que esta última presentó mejor altura; como lo indica la Fig. No.1. El coeficiente de variación de los 19 a los 24 meses para esta variable osciló de 11.40% a 12.77%. En cuanto al diámetro basal no se encontraron diferencias significativas a los 19 meses, entre ninguna de las especies. A los 21 meses tampoco se encontraron diferencias entre la *B. quinata* y la *C. odorata*,

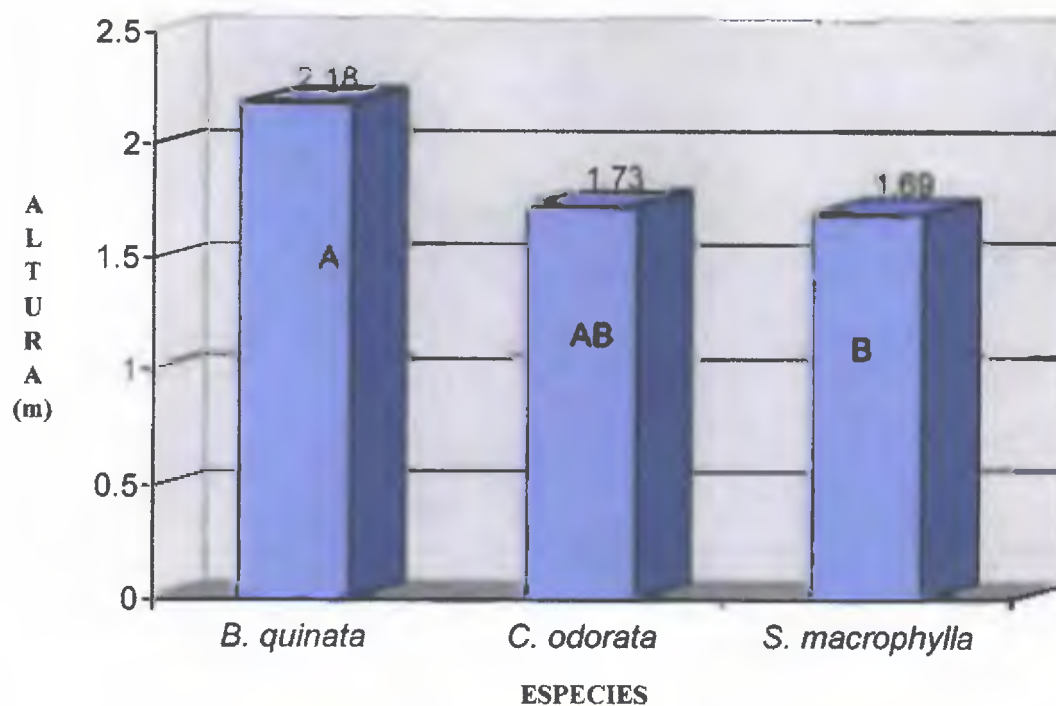


Figura 1. Altura en metros entre las tres especies a los dos años. Los promedios con letras iguales sugieren que no hay diferencias significativas ($\alpha = 0.05$)

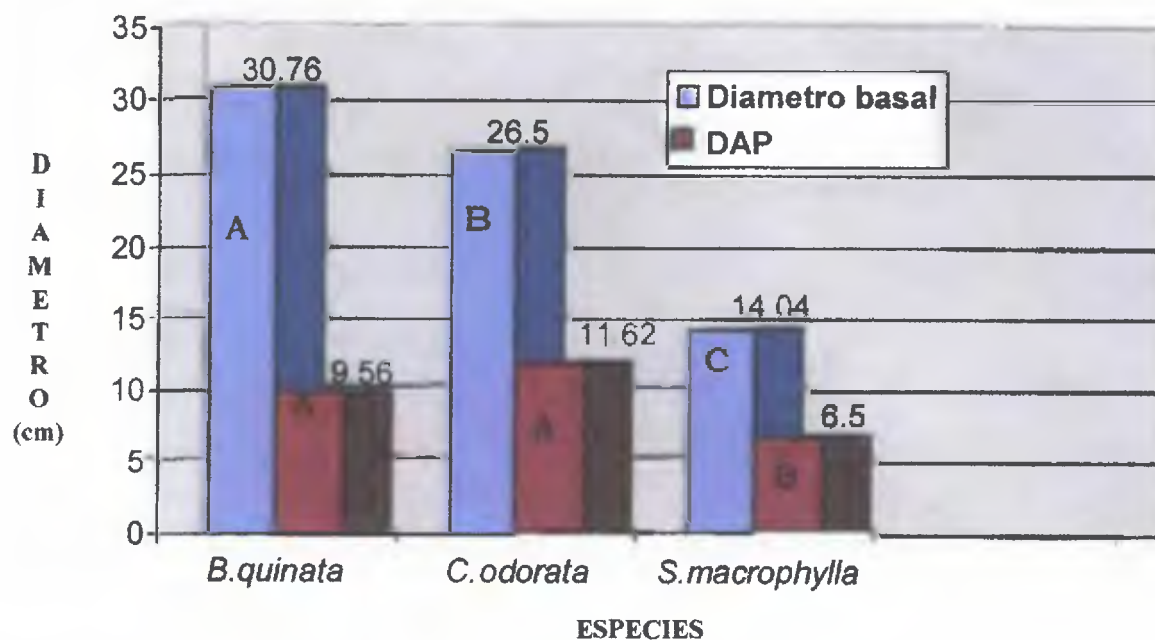


Figura 2. Diámetro basal (DB) y diámetro a la altura del pecho (DAP) en centímetro a los dos años: Los promedios con letras iguales sugieren que no hay diferencias significativas ($\alpha = 0.05$).

pero sí entre éstas y la *S. macrophylla*. A los 23 y 24 meses se encontraron diferencias significativas entre las tres. Presentando el mayor diámetro la *B. quinata* (Fig. No. 2). El coeficiente de variación para esta variable estuvo de 7.1% a 12.8% en los diferentes meses evaluados. En relación al diámetro medido a la altura del pecho, a los 24 meses no se encontraron diferencias significativas entre la *B. quinata* y la *C. odorata*, pero sí entre éstas y la *S. macrophylla* (Fig. No. 2). El coeficiente de variación fue de 15.3% a 19.2%. El análisis no encontró diferencias significativas en cuanto al porcentaje de sobrevivencia de las especies forestales.

C. Interpretación de resultados

El coeficiente de variación para cada una de las variables evaluadas se encontró en un rango del 10-15% y de 15 a 20%. (Cuadro VI). Esto indica una precisión satisfactoria y aceptable de la investigación, lo cual es comprensible ya que se trata de una plantación en su etapa inicial, en la que el espaciamiento es regular y por ende también la disponibilidad de la luz y nutrimento. De acuerdo al análisis estadístico no existieron diferencias significativas en la altura de las especies forestales a los 19, 21 y 23 meses de edad (Cuadro VI). Pero a los 24 meses se encontraron diferencias significativas solamente entre la *B. quinata* y la *S. macrophylla*, debido al ataque del barrenador de las meliáceas *H. grandella*; ya que esta especie fue la que presentó el mayor ritmo de crecimiento longitudinal a los 19 meses (Fig. No. 3). La *C. odorata* no presentó diferencias con la *B. quinata* a pesar del ataque que tuvo por parte del barrenador debido a que esta especie recibió ataques menos frecuentes (cada 60 cm). En contraste con los ataques cada 40 cm en la *S. macrophylla* (Cuadro VIII); lo que permitía su recuperación.

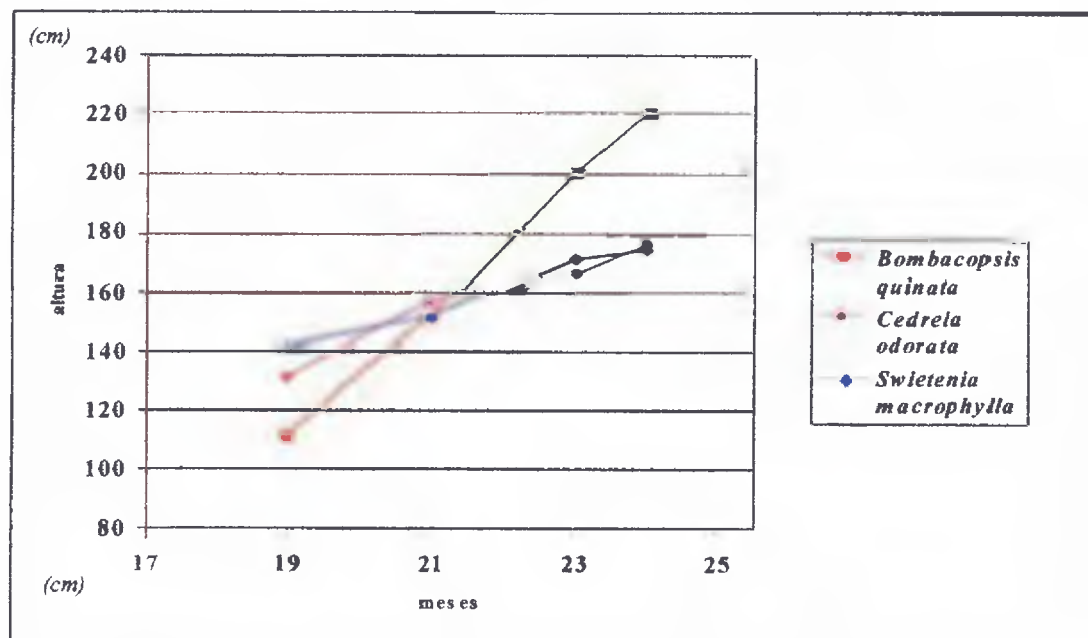


Figura 3. Crecimiento en altura de las especies *Bombacopsis quinata*, *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla*

Presentaron diferencias significativas el diámetro basal de las tres especies o tratamientos, a los 23 y 24 meses. Siendo la *B quinata* la que obtuvo un mayor diámetro de 30.76 cm (Fig. No. 4).

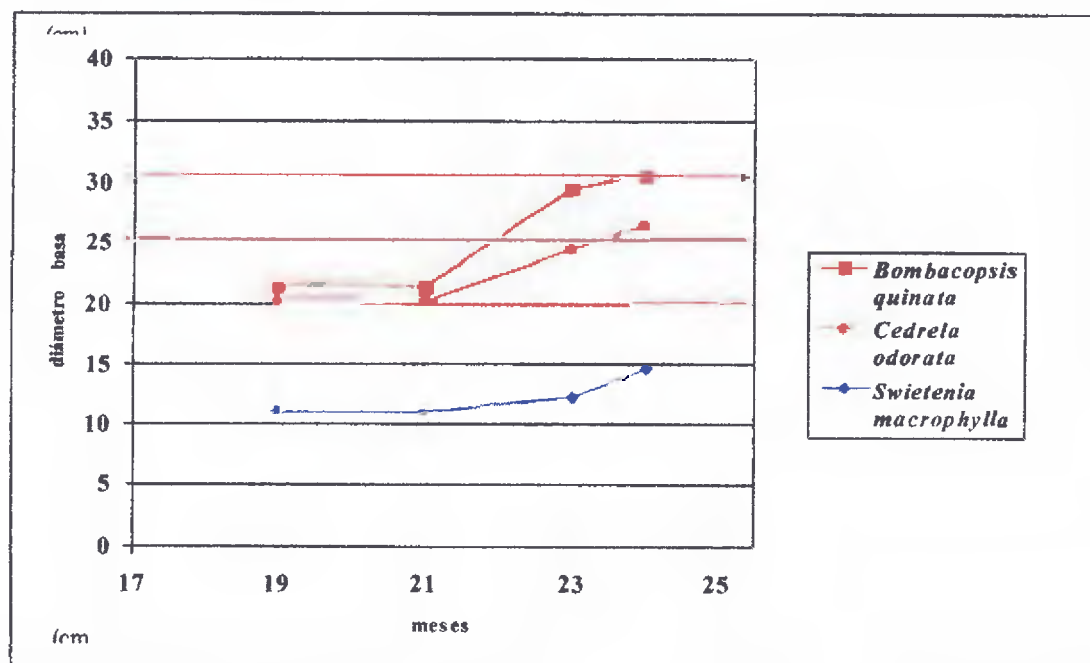


Figura 4. Crecimiento del diámetro basal de las especies *Bombacopsis quinata*, *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla*

El diámetro medido a la altura del pecho no presentó diferencias entre la *B. quinata* y la *C. odorata* a los dos años, ya que los ataques de la *H. grandella* fueron menos frecuentes en la *C. odorata*; lo que contribuyó a la recuperación de la planta (Fig. No. 5).

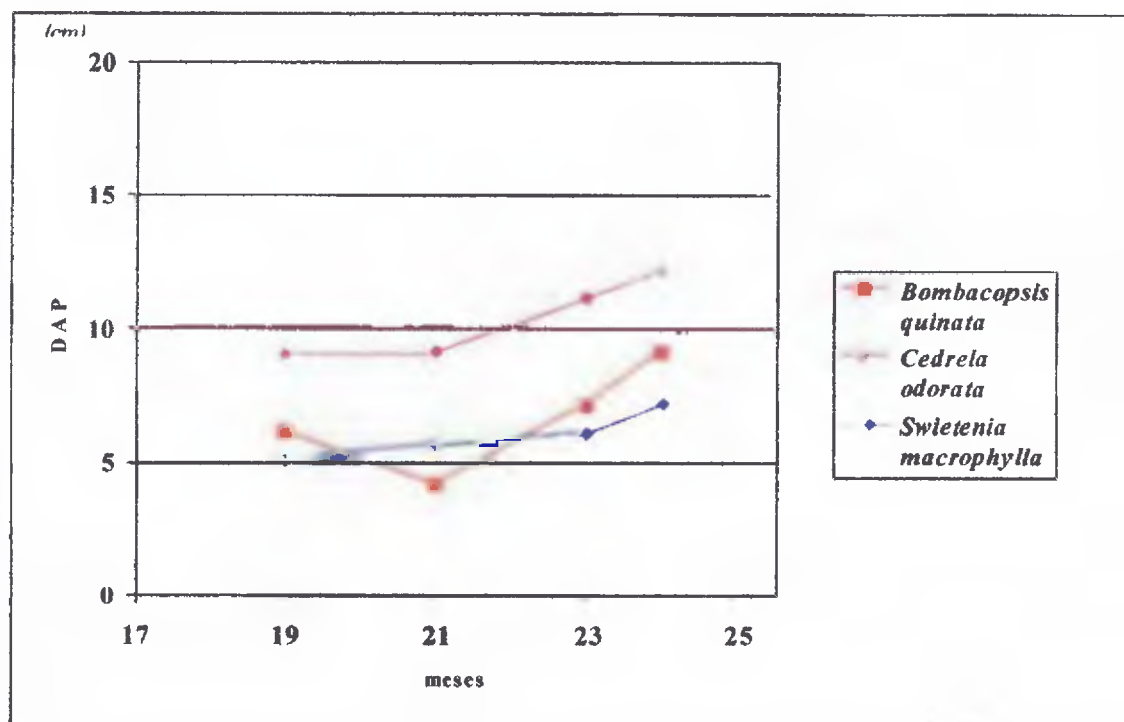


Figura 5. Crecimiento del diámetro a la altura del pecho de las especies *Bombacopsis quinata*, *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla*

En cuanto a la sobrevivencia, porcentaje de afectación de la *Hypsipyla grandella* y el porcentaje de afectación de otras plagas a los 24 meses (Cuadro VII). Tenemos que el porcentaje de sobrevivencia de cada una de estas especies, estuvo alrededor del 76%.

De los 125 árboles sembrados de *Bombacopsis quinata*, los cuales tenían un espaciamiento regular de 3 m x 3 m. Al hacer las mediciones de estos árboles a los 19 meses de plantados se encontraron 96 árboles vivos y se observaba el espacio de los árboles que habían muerto. Esto indicó un porcentaje de sobrevivencia del 77%, que de

los 19 meses de edad hasta los 24 meses se mantuvo, o sea que no se dieron más muertes de estos árboles.

De 50 árboles de *Cedrela odorata*, sembrados a igual espaciamiento 3 m x 3m. Al hacer las mediciones, a los 19 meses se encontraron 38 árboles vivos y se observó el espacio de los árboles muertos. El resultados fue un porcentaje de sobrevivencia del 76%, el cual se mantuvo de los 19 meses hasta los 24 meses. O sea no se reportaron más muertes de árboles a pesar del ataque del a *H. grandella*.

De los 100 árboles de la *Swietenia macrophylla* con igual espaciamiento que los anteriores, 3 m. x 3 m; a los 19 meses habían 78 árboles vivos. Dándose un porcentaje de sobrevivencia del 78%. De los 19 a los 24 meses solamente se dio la muerte de tres árboles por el ataque de la *H. grandella*. Lo que desminuyó el porcentaje de sobrevivencia a un 75% lo que dio un porcentaje promedio de sobrevivencia de 76%. Una de las causas fue porque la siembra se realizó a raíz desnuda durante el mes de septiembre. Y según las recomendaciones para el sistema de producción de plantas a raíz desnuda en el establecimiento de plantaciones, es importante considerar el clima, como la época y la frecuencia de las lluvias. Además el suelo con alto contenido de arena facilita la pérdida de humedad, provocando la marchitez de la planta con mayor rapidez que un suelo arcilloso, por esto es preferible plantar en el período de inicio de las lluvias junio y julio de esta manera lograr mayores porcentajes de prendimiento de las plántulas (ANAM/JICA, 2000).

En cuanto al porcentaje de afectación de la *Hypsipyla grandella*, tenemos que las especies meliáceas fueron atacadas en su totalidad por la plaga. El área en que están sembradas estas especies se encuentra en un lugar completamente deforestado. Según

Hilje y otros (1991), el ataque de esta plaga es más severo en árboles jóvenes, que crecen especialmente en áreas expuestas al sol; aquellas áreas que reciben sombra parcial sufren menos ataque que las que están totalmente expuestas. Esta plaga no causó la muerte en la mayoría de los árboles meliáceos, pero sí produjo una notable disminución en el crecimiento longitudinal de los mismos (Fig. No. 3). No se encontraron otros ataques por parte de otras plagas en estas especies. La *B. quinata* no fue afectada por plaga alguna.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las condiciones del sitio parecen ser excelentes para el desarrollo de la especie *B quinata*, ya que a los dos años de sembrada, presenta un crecimiento longitudinal de 218.58 cm. En comparación con otros ensayos realizados por el proyecto CEMARE (Río Hato – Antón, Provincia de Coclé: Distanciamiento en plantaciones forestales); aquí la misma especie a los tres años y medio de establecida presenta una altura máxima de 227 cm (ANAM/JICA 2000). En otro ensayo de CEMARE: Comportamiento en altura de *Bombacopsis quinatum*, *Swietenia macrophylla*, y *Pinus caribaea*, plantados a diferentes tamaños de hoyos. Se observó que a los dos años y cuatros meses del establecimiento de este ensayo el *B. quinatum*, en el área de Río Hato – Antón, alcanzó una altura máxima de 259 cms (ANAM/JICA 2000). En comparación con los 218.58 cm alcanzados por la misma especie a los dos años en el área de El Rincón de Gualaca, no existe diferencia significativa en el crecimiento longitudinal de esta especie en ambos sitios.

La *Swietenia macrophylla* parece adaptarse bien a las condiciones del sitio del área de El Rincón de Gualaca, provincia de Chiriquí; durante el primer año fue la especie que más creció longitudinalmente, pero paulatinamente fue disminuyendo su crecimiento debido al ataque del barrenador *H. grandella*. (Fig. No. 3). En el ensayo del área de Gualaca a los años esta especie tuvo un crecimiento en altura de 169.25 cm y el ataque del barrenador solamente se observó en la parte terminal del tallo y no en las yemas laterales. Sin embargo, en un ensayo de CEMARE (ANAM/JICA 2000) realizado en Río Hato – Antón provincia de Coclé, en un sistema multietápico: *Pinus caribaea* con *S.*

macrophylla. Al ralearse dos fajas de *P. caribaea* y establecer allí la *S. macrophylla*, el insecto afectó tanto las yemas laterales como las yemas terminales. Y el crecimiento máximo alcanzado a los dos años fue de 139.2 cm, en comparación con la altura obtenida en el área de Gualaca, no existen diferencias significativas en el crecimiento en altura de esta especie en ambos sitios. Tampoco se encontraron diferencias significativas en el crecimiento longitudinal de una plantación mixta de *Swietenia macrophylla* y *A. mangium* en el área de Río Hato donde la *S. macrophylla* reportó una altura de 184.5 cm a los 27 meses de plantada (ANAM/JICA 2000) en comparación con la altura obtenida en el área de Gualaca. En otro ensayo realizado en Río Hato, la *Swietenia macrophylla* presentó una altura máxima de 187.90 cm a los 28 meses; comparando esta altura con la altura obtenida por esta especie, en el ensayo del área de Gualaca; 169.25 cm a los 24 meses, se observa que tampoco existen diferencias significativas.

La *Cedrela odorata* también parece adaptarse bien a las condiciones del sitio de El Rincón de Gualaca, donde alcanzó una altura promedio de 172.64 cm. En un ensayo de CEMARE en Río Hato: Distanciamiento en plantaciones forestales, esta alcanzó una altura promedio máxima de 124 cm a los tres años y medio (ANAM/JICA 2000).

La *Hypsipyla grandella* afectó en su totalidad las especies meliáceas, en forma repetida en la parte terminal del tallo deteniéndose el crecimiento de estas (Fig. No. 3). Esta plaga ha causado estragos en plantaciones de las meliáceas; especialmente en la *S. macrophylla*, a tal punto que esta especie ha sido propuesta como una especie en peligro de extinción (*Hypsipyla grandella* ...s.f.). El promedio de ataques por planta fueron tres en ambas especies meliáceas evaluadas. Aunque estos ataques se dieron en la *C. odorata* con un mínimo de dos y un máximo de cinco en algunas plantas. En la *S. macrophylla*

hubieron árboles que recibieron hasta cinco y seis ataques. Debido principalmente a que el aumento de los ataques de la plaga se sincroniza con la caída de las lluvias; según Yamazaki y otros, citado por Ikeda (1990). Esto sugiere que el crecimiento rápido de follaje nuevo impulsado por las lluvias al inicio de la estación húmeda causa el incremento rápido de la población de *Hypsipyla*. En la *C. odorata* los ataques se dieron aproximadamente cada 60 cm y en la *S. macrophylla* cada 40 cm, o sea los ataques fueron más seguidos en esta especie, lo que decididamente, limitó más su crecimiento que en la *C. odorata*. Estos ataques solamente se dieron en la parte terminal del tallo y no en las yemas laterales, en ambas meliáceas.

En el ensayo de El Rincón de Gualaca se evaluaron estas tres especies forestales nativas: *Bombacopsis quinata*, *Cedrela odorata* y la *Swietenia macrophylla*, de los 19 meses hasta los 24 meses de edad; entre los meses de abril a septiembre. La evaluación de las alturas a las que se dieron los diferentes ataques de la *Hypsipyla* con respecto al suelo, y la determinación del número de rebrotes o ataques, se hicieron al final del período del ensayo; y no se ha podido detectar cuando fue que se dio el primer ataque por parte del barrenador. Ya que al iniciarse este estudio, si bien; la plantación recibía labores tales como deshierbes, riego, podas, entre otras; sin embargo no se generó la información de campo durante el año y medio sobre el comportamiento dendrométrico de las especies seleccionadas o acerca de los ataques de plagas y enfermedades y la respuesta del hospedero.

En el cuadro IX muestra el incremento medio mensual (IMM) del crecimiento longitudinal para la *B. quinata*, *C. odorata* y la *S. macrophylla*, al cual ha sido satisfactoria para la *B. quinata*, pero no así para las otras especies estudiadas (Fig. No. 6).

Cuadro IX. Datos de crecimiento longitudinal, incremento medio mensual (IMM) e incremento corriente mensual (ICM)

Especie	Altura (cm)				IMM (cm)				ICM (cm)				
	Edad (meses)	19	21	23	24	19	21	23	24	19	21	23	24
<i>Bombacopsis quinata</i>		112.90	153.96	208.40	218.58	5.94	7.33	9.06	9.11	5.94	20.53	27.22	10.18
<i>Cedrela odorata</i>		128.74	158.81	167.74	172.64	6.78	7.56	7.29	7.19	6.78	15.04	4.46	4.90
<i>Swietenia macrophylla</i>		136.68	153.82	169.12	169.25	7.19	7.32	7.35	7.05	7.19	8.57	7.65	0.13

Fuente: Clearey, M. Abril – septiembre, 2002.

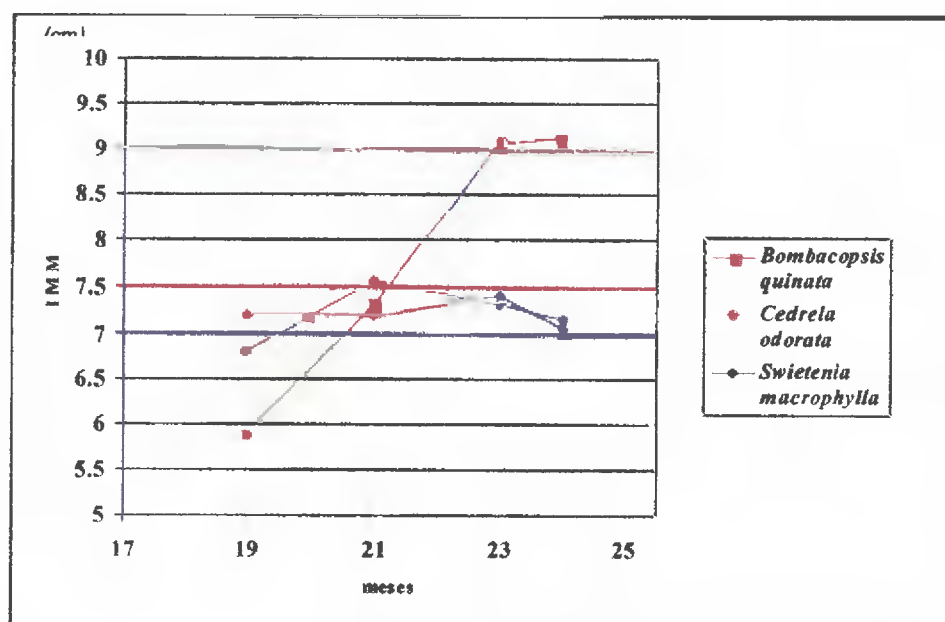


Figura 6. Incremento medio mensual (IMM) de las especies *Bombacopsis quinata*, *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla*

También el cuadro IX presenta el incremento corriente mensual (ICM) para la misma variable de respuesta en estas especies forestales nativas, este ha sido irregular para la *C. odorata* y casi negativo para la *S. macrophylla* (Fig. No. 7).

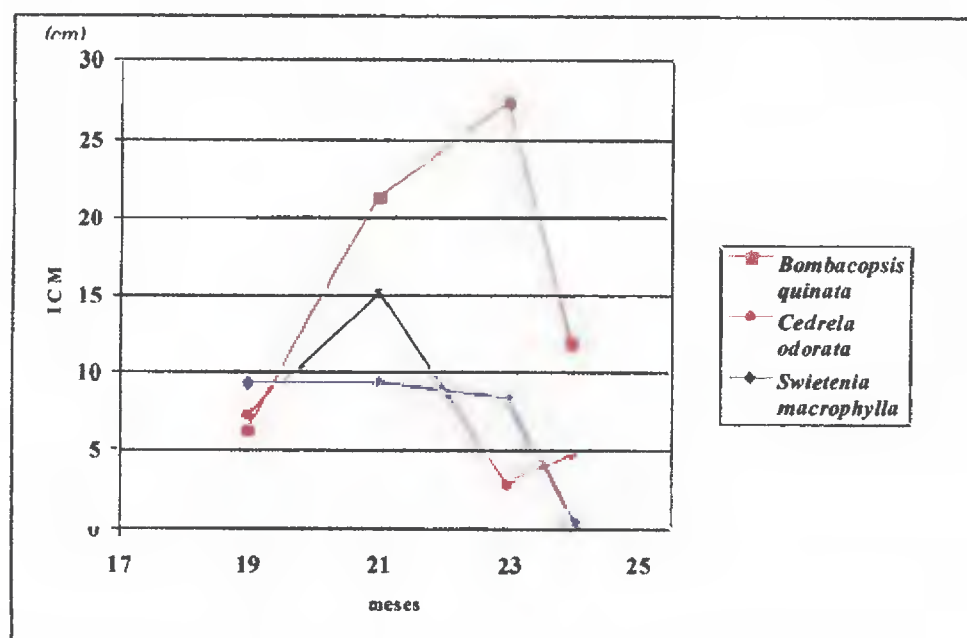


Figura 7. Incremento corriente mensual (ICM) de las especies *Bombacopsis quinata*, *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla*

Esta ha sido una de las razones, porque el Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá; en El Rincón de Gualaca, provincia de Chiriquí decidió cambiar el uso de esta tierra para la ganadería nuevamente.

VI. CONCLUSIONES

1. Las condiciones del sitio parecen ser excelentes para el desarrollo de la especie *B. quinata*, ya que a los dos años de sembrada, presentó un crecimiento longitudinal de 218.58 cm, un diámetro basal de 30.76 cm, y un diámetro a la altura del pecho de 9.56 cm. Esta especie fue la que presentó las mejores dimensiones en cuanto al crecimiento longitudinal y el diámetro basal. Además no fue atacada por plaga alguna.
2. La *S. macrophylla* parece adaptarse bien a las condiciones del sitio, ya que durante el primer año fue la especie que más creció (a los 19 meses presentó un crecimiento longitudinal de 136.68 cm); pero paulatinamente fue disminuyendo su crecimiento debido al ataque del barrenador *H. grandella*.
3. La *C. odorata* también parece adaptarse a las condiciones del sitio, donde alcanzó una altura promedio de 172.64 cm, un diámetro basal de 26.50 cm y un diámetro a la altura del pecho de 11.62 cm. Al igual que la *S. macrophylla* también fue atacada por el barrenador de las meliáceos.
4. Cada 60 cm, después del rebrote de la planta hay un nuevo ataque por parte del barrenador en la *C. odorata*. En la *S. macrophylla* el ataque se dio cada 40 cm después del rebrote, por la *H. grandella*. El promedio de ataques por plantas fueron tres, aunque algunos árboles reportaron hasta cinco y seis ataques sobre todo la *S. macrophylla*. Estos ataques se observaron en la parte terminal del tallo y no en las yemas laterales, en las dos especies meliáceas evaluadas.

VII. RECOMENDACIONES

1. Seguir con las evaluaciones de estas especies forestales en la zona ecológica del área, para generar más información que permita su utilización por investigadores, reforestadores y los planificadores en las inversiones forestales.
2. Si se escoge el método de siembra de raíz desnuda, se recomienda plantar en el período de inicio de la lluvias junio y julio para de esta manera lograr mayores porcentajes de prendimiento de las plántulas.
3. Posiblemente el ataque de la *Hypsipyla* es más severo en áreas expuestas al sol, las recomendaciones son realizar ensayos de *S. macrophylla* y *C. odorata* en combinación con otras especies (por ejemplo los Nim) que incidan en el control de esta plaga.
4. También se recomienda realizar ensayos con estas especies meliáceas, utilizando variedades menos susceptibles, una adecuada selección del sitio de plantación con suelos bien drenados y fértiles, ejecutar prácticas silviculturales, poda, control de maleza alrededor del plantón, fertilización foliar y al suelo y otros.
5. Al realizarse otros estudios con estas especies meliáceas se recomienda obtener información de campo desde los seis meses o antes, hasta observar cuando y a que altura promedio, es que por lo general se empieza a dar el primer ataque de la plaga. Observar su recuperación y determinar cuando y a que altura se da el segundo ataque y así sucesivamente, con el propósito de determinar un método de control para este insecto.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Libros y folletos

1. Abrego, R; Pitti, L; Rodríguez, M. 2002. Fenología de especies forestales. Panamá, PA, Universidad de Panamá.
2. ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente, PA) 1999a. Estrategia nacional del ambiente: recursos forestales de Panamá. Panamá, PA. 41 p.
3. ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente, PA) 1999b. Estrategia nacional del ambiente: resumen ejecutivo. Panamá, PA. 38 p.
4. ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente, PA) 1999c. Estrategia nacional del ambiente: riqueza biológica de Panamá. Panamá. PA. 46 p.
5. ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente, PA) 2000. Estrategia nacional de biodiversidad. Panamá, PA. 81 p
6. ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente, PA)/JICA (Agencia de Cooperación Internacional del Japón, JP). 2000. Plantaciones forestales: estudios – ensayos- demostraciones. Panamá, PA. 116 p.
7. ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente, PA). Servicio Nacional de Desarrollo y Administración Forestal. 2004. Superficie reforestada por especie, año y a nivel nacional (Há). Panamá, PA. 1 p.
8. Castillo, P; Cruz, O de la; Takano, K. 2000. Manual de plantaciones forestales. Río Hato, PA, ANAM/JICA. 156p.
9. Condit, R; Sautu, A. 2001. Cultivo de árboles nativos de Panamá: recolección, germinación, viabilidad de semillas y crecimiento de plántulas de especies poco conocidas, proyecto de investigación; informe final. Panamá, PA. STRI. 72 p.

10. Cornelius, J; Paterson, RW; Navarro, C. 1996. Caoba (*Swietenia*). Revista Forestal Centroamericana (CR) 4(14): Afiche.
11. Crop protection compendium, US. 1999. *Hypsipyla grandella* (Zeller). s.l. (5 p.)
12. Deago, J; Sautu, A; Wishnie, MH; Mariscal, E; González, N. 2002. Ensayos lineales de selección de especies: informe del tercer año. Panamá, PA, STRI. 17 p.
13. Encuentro Anual de Reforestadores con Especies Nativas. (2, 2000, Panamá, PA). 2000. ¿Plantar árboles exóticos o nativos? Separando lo factual de lo emocional. G. Budowski. Panamá, PA, Universidad para la Paz. (11 p.).
14. González, NS; Deago, J; Sautu, A.; Wishnie, M. 2001. Ensayo de selección de especies nativas, informe preliminar. In Condit, R; Sautu, A. 2001. Cultivo de árboles nativos de Panamá: recolección, germinación, viabilidad de semillas y crecimiento de plántulas de especies poco conocidas, proyecto de investigación; proyecto final. Panamá, PA, STRI. p. 63-72
15. Hilje Q, L; Araya FC; Scorza R. F. 1991. Plagas y enfermedades forestales en América Central. Turrialba, CR, CATIE. Manual Técnico N° 4 260 p.
16. Ikeda, T. 1990? La infestación de los árboles meliáceos por el barrenador del brote de caoba. In Reconocimiento y métodos de control de los insectos y fitopatógenos asociados a las plantaciones forestales en Panamá (1999, Panamá, PA). 1999. Control químico de insectos; seminario. Panamá, PA. ANAM s.p.
17. Instituto de Investigaciones Forestales, C.U. s.f. Plagas forestales en Cuba. s.l. p.242-247.
18. Lao, E. 1999. Diagnóstico de la caoba (*Swietenia macrophylla* King) en mesoamérica: Panamá. Panamá, PA. Centro Científico Tropical. 62 p.

19. Manual de insetos: pragas florestais do sul do Brasil. 1992. s.n.t. p. 51 – 53.
20. PRORENA (Proyecto de Reforestación con Especies Nativas, PA). 1999. Misión de PRORENA. Panamá, PA. 1 p.
21. Ramírez M,GF. 1990. Toma de muestras de suelos. 3 ed. San José, CR,MAG. 4 p. (Boletín Divulgativo N° 74).
22. Rodríguez, E. ed. 1991. *Bombacopsis quinata* (Jacq) Dugand: especie de árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba, C.R, CATIE. 45 p.
23. Sautu, A. 1999. Germinación y crecimiento en vivero de árboles nativos de Panamá: proyecto de investigación. N°1. Panamá, PA, STRI. 7 p.
24. _____. 2000a. Cultivo de árboles nativos de Panamá; proyecto de investigación Cedro amargo *Cedrela odorata* L. N°2. Panamá, PA, STRI. 3 p.
25. _____. 2000b. Cultivo de árboles nativos de Panamá; proyecto de investigación *Swietenia macrophylla* King. N°3. Panamá, PA, STRI. 3 p.
26. Soihet, C; Méndez, JM. comps. 1997a. Nota técnica sobre manejo de semillas forestales: *Bombacopsis quinata* (Jacp) Dugand. N° 17. Turrialba, C.R, CATIE. 2 p.
27. _____. 1997b. Nota técnica sobre manejo de semillas forestales: *Cedrela odorata* L. N°24. Turrialba, C.R, CATIE. 2 p.
28. _____. 1997c. Nota técnica sobre manejo de semillas forestales: *Swietenia macrophylla* King. N° 21. Turrialba, C.R, CATIE. 2 p.
29. Tosi Junior, JA. 1971. Inventariación y demostraciones forestales: zonas de vida, una base ecológica para investigaciones silvícolas e inventariación forestal en la república de Panamá. Roma, IT, FAO. 123 p.
30. Von Chong, Kilmer 2000. Investigación sobre plagas y enfermedades de los

forestales en Panamá. *In* Primer taller interinstitucional sobre plagas y enfermedades forestales (1,2000 Panamá, PA). Memoria del primer taller interinstitucional sobre plagas y enfermedades forestales. Panamá, PA. ANAM. s.p.

Documentos electrónicos

1. Cintron, B. 1990. *Odarata* L. de *Cedrela*: Cedro Hembra, Español (en línea). s.n.t. Consultado feb. 2003. Disponible en http://www.fs.fed.us/global/iitf/cedrela_odorata.pdf.
2. El barrenador de las meliáceas; *Hypsipyla grandella* s.f. (en línea). s.n.t. Consultado sept. 2003. Disponible en <http://www.saber.ula.ve/cgj-win/be-alex.exe?acceso=T016300000167/2&Nombrebd=SSABER>
3. Espinoza, R; Guadamuz, A; Pérez, D; Chavarría, F; Masis A. 1998. Species Page de *Cedrela odorata* (Meliácea) (en línea). Guanacaste, CR, s.e. Consultado feb. 2003. Disponible en <http://www.acguanacaste.ac.cr>
4. La *Hypsipyla*, principal amenaza para el establecimiento de plantaciones en los neotrópicos. s.f. (en línea). s.n.t. Consultado sept. 2003. Disponible en <http://www.fao.org/forestry/FOR/FORM/FOGENRES/GENRESBU/125/125s/arts7.stm>
5. Macías, J; Hilje, L; Oeschlager, C; García, ML; Cortés, O; Nieto, G. s.f. Ecología química del barrenador del cedro y la caoba (en línea). s.l., SIBEJ, Consultado sept. 2003. Disponible en <http://www.tapecosur.edu.mx/proyectos/entomo/enemigos/plagas%20forestales/ECOLOG%C3%8DA%20DE%INSECTOS%20FORESTALES.htm>
6. *Swietenia macrophylla* King s.f. (en línea). s.n.t. Consultado jun. 2003. Disponible en <http://www.icraf.cgiar.org/treessd/AFT/Images/IMG00334.jpg>

IX. ANEXOS

ANEXO I

Resultado del análisis del suelo. Parcela de la finca de El Rincón en la Estación Experimental del IDIAP en Gualaca

<i>Descripción</i>	<i>Resultado</i>	<i>Interpretación</i>
Arena	68	
Limo	25	
Arcilla	7	
Clase textural		Franco arenoso
pH en agua	4.8	Muy ácido
Fósforo (ppm)	0.90	Bajo
Potasio (ppm)	23.40	Bajo
Sodio (ppm)	52	Medio
Hierro (ppm)	17	Bajo
Cobre (ppm)	4	Medio
Manganeso (ppm)	22	Medio
Zinc (ppm)	1	Bajo
Calcio (Meq/100g)	0.84	Bajo
Magnesio (Meq/100g)	0.17	Bajo
Acidez (Meq/100g)	1.65	Medio
Aluminio (Meq/100g)	1.45	Medio
Materia orgánica (%)	6.87	Alto

Fuente: Departamento de Suelos y Aguas. Facultad de Ciencias Agropecuarias, (2003).

ANEXO 2

Bombacopsis quinata (jacq.) (Cedro espino)

a. Taxonomía

Familia: Bombacaceae

Género: *Bombacopsis*

Nombres comunes: El *B. quinata* (Jacq) se conoce con el nombre de pochote en Costa Rica, cedro espino en Panamá, ceiba colorada en Venezuela y como ceiba en Honduras (Soihet y Méndez 1997a).

b. Descripción botánica

Dimensiones del árbol: es un árbol de unos 30 m de altura aproximadamente y 200 cm de diámetro (Soihet y Méndez 1997a) Fig.8



Fig. 8 Cedro espino (*Bombacopsis quinata*).
Foto: Center For Tropical Forest Cience,
Panamá

Corteza: Esta es grisácea canela, gruesa y rugosa; cubierta de espinas puntiagudas (Soihet y Méndez 1997a) Fig. 9



Fig. 9 Corteza del árbol *Bombacopsis quinata*
Foto: Center For Tropical Forest Science, Panamá

Hojas: tiene hojas anchas, alternadas, generalmente con cinco folíolos (Soihet y Méndez 1997a). El *B. quinata* bota sus hojas en el verano y produce hojas nuevas al principio del invierno. Fig. 10

Flores, frutos y semillas: las flores son grandes, monoicas, hermafroditas y altamente autoincompatibles, de color blanco rosadas, de unos 10 cm. de largo, dispuestas en pequeños grupos en el extremo de las ramitas. “El fruto es una cápsula elipsoidal dehiscente, de 5 a 12 cm de largo de 2 a 5 cm. de ancho, de color café muy claro formado por cinco valvas. Fig. 11 Contiene entre 28 y 120 semillas por fruto,

recubiertas por un algodón color pardo. Las semillas son de color marrón oscuro, miden de 4 a 5 mm de largo por 3 a 5 mm de ancho". (Soihet y Méndez 1997a) Fig.12.



Fig. 10 Hojas del árbol *Bombacopsis quinata*
Foto: Center For Tropical Forest Science, Panamá



Fig. 11. Fruto de árbol *Bombacopsis quinata*
Foto Center For Tropical Forest Science, Panamá



Fig. 12. Semillas. Foto Center For Tropical Forest Science, Panamá

La madera y sus usos: esta especie ha sido extensivamente plantada por Monterrey Forestal Ltda. en Colombia, para la fabricación de plywood y tableros de partículas. Su madera es moderadamente pesada, difícil de secar, muy fácil de trabajar y de excelente durabilidad natural. Se utiliza en construcción general, ebanistería, puertas, ventanas, encofrados para concreto y construcción exterior (Condit y Sautu 2001). Fig. 13.



Fig. 13. Madera. Foto. Luis Álvarez Sierra

c. Ecología

Ámbito: se encuentra en forma natural desde Honduras hasta Venezuela, entre las latitudes 6°N y 14° N (Robyns, Pittier y Dugand citados por Rodríguez 1991).

Habitad: en Honduras, Nicaragua y Costa Rica crece en la vertiente del pacífico en regiones con marcada estacionalidad. En Panamá se distribuye en la vertiente atlántica y pacífica. En Colombia se presenta en forma natural en la zona húmeda y seca de la costa caribe y en Venezuela en la costa atlántica y los llanos centro occidentales; de acuerdo con Robyns, Record y Hess citados por Soihet y Méndez (1997a).

Suelos: “se desarrolla mejor en suelos poco compactos, profundos de alta fertilidad natural y en sitios planos, con buen drenaje, en suelos con altos contenidos de arena y con pH neutros o ácidos” (Soihet y Méndez 1997 a). ANAM/JICA citado por Ábrego y otros (2002) señala que el *B. quinata* se encuentra en suelos bien profundos, húmedos, arcillosos, pH 5 a 6 y aireados, con sus fuertes raíces puede adaptarse a suelos muy pedregosos, superficiales o a tierras quebradas rocosas.

Factores climáticos: según el sistema de clarificación de Holdridge; crece en el bosque seco tropical, bosque húmedo y muy húmedo tropical y en bosque seco premontano. Crece en elevaciones desde el nivel del mar hasta los 900 m de altitud, con una temperatura media anual de 20 a 27°C y una precipitación que varía entre los 800 y 3000 mm por año y una estación seca bien definida. Es una especie heliófita, tolera poca sombra (Soihet y Méndez 1997a) Crece bien en lugares relativamente secos, cerca de las playas o en potreros (Condit y Sautu 2001).

d. Silvicultura

Floración: ocurre en la estación seca. Las flores abren generalmente desde las siete de la noche hasta las 10 de la noche, en condiciones normales cuando la temperatura baja a menos de 25°C. La polinización natural es realizada por murciélagos y mariposas nocturnas. Al día siguiente las flores pierden sus pétalos y estambres, quedando el estilo, aún después que se ha formado el fruto (Soihet y Méndez 1997a). La floración ocurre entre enero y marzo (Condit y Santu 2001).

Fructificación: es una especie precoz sexualmente. Se puede observar árboles con fruto, al año de haberse plantado, aunque en poca cantidad. Casi siempre la producción aumenta a partir de los tres años. En Costa Rica, por lo general, los frutos maduran en

abril. En Nicaragua y Honduras entre marzo y mayo (Soihet y Méndez 1997a). En Panamá los frutos abren entre mayo y junio (Condit y Sautu 2001).

Semilla: las semillas están recubiertas de un algodón color pardo, que al abrirse el fruto se liberan y facilitan su diseminación. Un kilogramo de semilla contiene 12000 a 32000 semillas (Soihet y Méndez 1997a).

Recolección: en América Central las semillas deben ser recolectadas entre marzo y abril, cuando el fruto está madura (cuando el color se vuelve más marrón y algunos empiezan a abrirse liberando el algodón). Para la recolección de los frutos se debe escalar el árbol o usar escaleras para cosecharlos antes que se abran. La producción de semillas limpias es de 1 a 2 kg. por árbol aproximadamente (Soihet y Méndez 1997a).

Extracción: luego de recolectados los frutos también se pueden colocar al sol o a media sombra, en mallas, con buena circulación de aire, hasta que las cápsulas pierdan humedad y se abran. Después en forma manual, se debe eliminar el tejido algodonoso que cubre las semillas, después se dejan secar y se separan las semillas malas por medio de un ventilador (Soihet y Méndez 1997a).

Calidad física y germinación: la semilla de *B. quinata*, muestra una pureza de 60 a 70%, y un contenido de humedad de 8 a 10%, el peso de 1000 semillas es de 40 a 43g. Las semillas se colocan en camas de germinación que contengan 80% de arena y 20% de tierra, se depositan dos semillas por postura a un centímetro de profundidad. Las plántulas empiezan a emerger a los 8 días y termina a los 35 días. La presencia de luz favorece una mayor germinación. Las semillas frescas presentan un 70 a 80% de germinación a temperatura ambiente. La viabilidad de las semillas puede ser de hasta cuatro meses, almacenadas a 20°C y 9% de contenido de humedad, con un porcentaje de

germinación de 70 a 80%. A una temperatura de 5°C con un contenido de humedad menor de 8% y utilizando envases herméticos de vidrio la germinación puede mantenerse por más de un año (Soihet y Méndez 1997a).

Almacenamiento: si se seca hasta un contenido de humedad de 7 y 8%, y se almacena en bolsas plásticas a temperatura de 14 a 5°C, su viabilidad se mantiene por 16 meses. No se recomienda almacenar la semilla por más de un mes y medio después de la recolección, sin antes someterla a tratamiento previo (Soihet y Méndez 1997a).

Método de siembra: puede utilizarse la siembra directa en el bancal. El trasplante puede realizarse a los 8 ó 15 días después de la germinación, cuando la plantita tiene 1 ó 2 hojitas y aproximadamente 5 cm de altura. Las plántulas se colocan en un bancal protegiéndolos con sombra rala durante 15 días. La especie puede ser propagada también por pseudoestacas y estacones (Soihet y Méndez 1997a).

ANEXO 3

Cedrela odorata L. (Cedro amargo)

a. Taxonomía

Familia: Meliácea

Género: *Cedrela*

Especies: la *Cedrela montana* es otra especie que sustituye la *Cedrela odorata* en elevaciones más altas (Cintron 1990).

Nombres comunes: conocido como cedro español en el comercio inglés (Cintron 1990). En México como culche, en Costa Rica como cedro y cedro amargo, en Nicaragua como cedro real y en el Salvador como cedro colorado (Soihet y Méndez 1997b.) En Panamá se conoce con el nombre de cedro amargo.

b. Descripción botánica

Dimensiones del árbol: la *cedrela odorata* es un árbol que mide de 10 a 12 m. de altura en cultivo (Espinoza y otros 1998). Llegando a almacenar hasta 40 m de altura y 2 m de diámetro en sus zonas de origen (Soihet y Méndez, 1997b.). Fig. 14



Fig. 14 Cedro amargo (*Cedrela odorata*).
Foto: Mundi-Prensa Libro, S.A.



Fig. 15 Corteza del árbol. Foto: Mundi-Prensa Libro, S.A.

Forma del tronco y su corteza: tronco recto (Sautu 2000a), cilíndrico (Soihet y Méndez 1997b), con la corteza gruesa, de color gris-marrón, fisurada (Espinoza y otros 1998); desprendibles en grandes capas, la corteza viva es fibrosa, rosada a rojo pardo (Soihet y Méndez 1997 b) Fig. 15.

Hojas: “las hojas son alternas paripinnadas, sin estípulas agrupadas al final de la rama, de 5 a 11 pares de foliolos opuestos, lanceolados a ovalados” (Soihet y Méndez 1997b), el haz es de color verde oscuro y el envés más claro o verde amarillento (Espinoza y otros 1998). Pierde sus hojas entre los meses de diciembre a mayo (Sautu 2000 a).

Flores, frutos y semillas: las flores son de color blanco, agrupadas en racimos florales o panículas grandes de 30 a 50 cm, con cáliz irregularmente dentado. Son

unisexuales y presentan cinco pétalos pubescentes color crema verduzco (Soihet y Méndez 1997b). Hay flores femeninas y masculinas, ambas en el mismo árbol (Sautu 2000 a). En las flores femeninas las anteras son delgadas, el estigma es verde y globoso (Soihet y Méndez 1997b). El fruto es una cápsula leñosa dehiscente de 2.5 a 5 cm. de longitud colgante (Espinoza y otros 1998). En estado inmaduro el fruto tiene color verde y cuando madura se torna café oscuro Fig. 16. La semilla es alada, de color pardo, elíptica, mide de 1.4 a 4 cm. de largo y entre 5 y 8 mm de ancho (Soihet y Méndez 1997b).



Fig. 16 Fruto del árbol. Foto: Center For Tropical Forest Science, Panamá

La madera y sus usos: la madera tiene albura de color blanco grisáceo, con duramen color pardo grisáceo y olor característico (Soihet y Méndez, 1997b). Fig. 17. “Tanto las hojas y sus flores como su madrea huelen a cebolla, por lo que también lo

llaman cedro cebolla. El corazón de la madera tiene buena resistencia natural a termitas y hongos y baja a taladradores marinos. Esta madera es moderadamente pesada, fácil de secar, tanto al aire libre como al horno, casi no presenta defecto de rajadura ni torceduras durante el secado. Fácil de trabajar, tanto con herramientas manuales como con máquinas. Fácil de cortar en chapas, buen clavado y engomado, alcanza un acabado excelente. Sus usos son casi los mismos que los de la caoba: para muebles finos, madera aserrada, construcción interna y externa”. En nuestro país se utiliza en construcciones rurales y para postes. También para hacer instrumentos musicales, palillos y embarcaciones. La corteza se usa contra la fiebre y el paludismo (Sautu 2000a). La madera de cedro tiene una alta demanda en cualquier parte donde se encuentre disponible en los trópicos americanos. Se ha usado con éxito como sobre en cafetales y en las plantaciones de cacao (Cintron 1990). Las hojas tienen aplicaciones medicinales igualmente (Espinoza y otros 1998).



Fig. 17 Madera. Foto Luis Alvarez Sierra

c. Ecología

Ámbito: la *C. odorata* se extiende desde la latitud 26°N en la costa pacífica de México y encuentra su límite meridional en aproximadamente 28°S al norte de Argentina (Cintron 1990).

Hábitad: lo podemos encontrar a través de la América Central incluyendo las islas del Caribe hasta la Argentina (Cintron 1990).

Suelos: puede ser exigente en sus requisitos del suelo, y se lo encuentra en los suelos derivados de la arcilla, también crece en los suelos ácidos bien drenados derivados de la roca volcánica (Ultisoles). Parece ser que el denominador común es buen drenaje y aireación del suelo. No suelo pH. En Trinidad, México y la América Central los sitios que apoyaban el buen crecimiento eran aquellos donde había buen drenaje superficial. La fertilidad del suelo, también puede ser importante, en algunas pruebas la *C. odorata* creció mejor en suelo enriquecido; aunque no se han realizado estudios definidos de requisitos de nutrientes más allá de la etapa de la planta de semillero (Cintron 1990).

Factores climáticos: se ha encontrado en el bosque seco subtropical en México y las islas del Caribe, a través del bosque húmedo subtropical al bosque mojado subtropical en las islas del Caribe y América Central y en las zonas húmedas y mojadas tropicales de Premontano húmedo y mojado y tropical de la vida en las regiones ecuatoriales. Crece entre los 0 y 1200 msnn y alcanza la prominencia más grande bajo precipitaciones anuales de 1200 a 2400 mm, con una estación seca de 2 a 5 meses, sobrevive en áreas más bajas de precipitación alrededor de 10000 mm, pero crece lentamente. También crece esporádico en áreas que reciben hasta 3500 mm de precipitación pero en sitios muy bien drenados (Cintron 1990). Con temperatura entre 20 y 32°C. (Soihet y Méndez 1997b).

d. Silvicultura

Floración: florece al principio de la estación lluviosa de mayo a junio (Cintron 1990), las flores blanquecinas y pequeñas son polinizadas por abejas y mariposas (Sautu 2000a), de marzo a junio (Soihet y Méndez 1997b). Pierde sus hojas de diciembre a mayo (Sautu 2000a), la caída de las hojas se da en junio y el brote de hojas nuevas entre enero y abril (Soihet y Méndez 1997b).

Fructificación: los árboles comienzan a dar fruto en una edad de 10 a 12 años (Cintron 1990). Los árboles fructifican a los 15 años (Sautu 2000a). El fruto se desprende una vez liberadas las semillas (Soihet y Méndez 1997b).

Semillas: esta posee dos cotiledones grandes, planos, ligeramente ovoides. La caída de las semillas se ha observado en agosto. Cada cápsula puede contener entre 25 y 40 semillas fértiles (Soihet y Méndez 1997b). La apertura espontánea de las cápsulas se da entre febrero y abril (Sautu 2000a), y una de ellas puede tener un aproximado de 40 a 50 semillas (Cintron 1990).

Recolección: los frutos se recogen directamente del árbol cuando empieza la diseminación natural de las semillas. Los frutos maduros aún cerrados se dejan en un lugar seco para que abran solos, así es como la mayor cantidad de semilla se recoge (Sautu 2000a)

Extracción: para facilitar la extracción de la semilla, se colocan los frutos al sol, después se colocan sobre un depósito amplio (pueden ser cajas grandes) luego se ponen nuevamente al sol de 24 a 35 horas, de 4 a 6 horas por días, evitando su resequedad para que no pierdan su viabilidad. Las semillas se pueden poner a secar al sol en mayas metálicas de ¼" (Soihet y Méndez 1997b).

Calidad física y germinación: una vez separada las semillas de las cápsulas, se pasan por un tamiz para separarlas de las impurezas. Finalmente las semillas se colocan al sol por cuatro horas durante tres días. “El número de semilla varía de 15,700 a 60,000 semillas por kilogramo, con un promedio de 32,000 y un contenido de humedad de 30%. Presenta un porcentaje de pureza de 40 a 70% (Soihet y Méndez 1997b). “Las semillas se mantienen vivas por corto tiempo a temperatura ambiente y pueden durar más tiempo a bajas temperaturas” (Sautu 2000a). “Bajo condiciones ambientales la viabilidad de las semillas disminuye rápidamente después de un mes” (Soihet y Méndez). La germinación comienza con el inicio de las lluvias y por lo general es vigorosa, con viabilidad de la semilla de hasta un 90% (Cintrón 1990). No necesitan de tratamientos pregerminativos y germinan aproximadamente un 60 – 90% de las semillas, empezando a los 7 días y terminando a los 21 días (Sautu 2000a).

Almacenamiento: “Las semillas almacenadas en bolsas de polietileno a 5°C de temperatura y 7% de contenido de humedad, mantienen un porcentaje de germinación de 50 a 60%, a los dos años” (Soihet y Méndez 1997b).

Método de siembra: puede sembrarse en semilleros o camas, o sino en bolsas o envases. El repique de la plántula a bolsa o al bancal de tierra, debe hacerse pronto y con mucha delicadeza, una vez que han salido las dos primeras hojas verdaderas, ya que las dos primeras son los cotiledones. En bolsas puede tomar de 2 – 4 meses, y para pseudoestacas de 7 – 8 meses. Por ejemplo en Cuba se ha sembrado a raíz desnuda, luego de un año en el bancal (Sautu 2000a). Cuando la planta está lista para el transplante, que se conoce por la aparición de los indicios de las hojas verdaderas. Es aquí donde la planta ha desarrollado raíces profundas y es necesario extraerlas con cuidado con la ayuda de

una espátula y entonces se coloca en un recipiente con agua para evitar la desecación. Después del trasplante es necesario colocar sombra durante unos 10 días (Soihet y Méndez 1997b).

ANEXO 4

Swietenia macrophylla King (Caoba nacional)

a. Taxonomía

Familia: Meliaceae

Género: *Swietenia*

Especies: además de la *S. Macrophylla* King, están la *S. humilis* que se extienden desde la costa pacífica de México hasta Costa Rica y la *S. mahogany* o “caoba de hojas pequeñas” de las antillas (Sautu 2000b). En Panamá la *S. mahogany* crece como especie introducida y se le conoce como caoba dominicana, plantada en lugares como Chitré (Llano Bonito), Santiago (Avenida Central), y la ciudad de Panamá en la Avenida Justo Arosemena (Lao 1999).

Nombres comunes: la *S. macrophylla* King se conoce con el nombre de caoba, caoba de hoja grande, caoba del sur, caoba del atlántico en América Central, México y Colombia (Soihet y Méndez 1997c). En Panamá el nombre común es caoba nacional.

b. Descripción botánica

Dimensiones del árbol: *S. macrophylla* puede llegar a ser un árbol gigantesco, hasta 60 m de altura, según Styles citado por Cornelius y otros 1996 y 3 m de diámetro sin incluir gambas, de acuerdo con Navarro citado por Cornelius y otros 1996. Aunque por lo general alcanza alturas de 35 a 45 m y diámetros de 75 a 150 cm (Soihet y Méndez 1997c). Fig.18.



Fig. 18. Caoba nacional (*Swietenia macrophylla* King)
Foto: WWF.org.com

Forma del tronco: casi siempre los individuos dentro del bosque natural presentan de 15 a 20 m de fuste recto, libre de ramas hasta un 50% de su altura total. La forma de la copa es variable, dependiendo de las condiciones de luz y competencia; en el bosque puede ser relativamente angosta, mientras en lugares abiertos puede ser ancha y redondeada (Cornelius y otros 1996, Soihet y Méndez 1997c).

Corteza: la corteza es de color gris a pardo rojizo, fisurada, áspera, con grietas profundas de color castaño claro (Soihet y Méndez 1997c). Fig. 19.



Fig. 19 Corteza del árbol.
(*Swietenia macrophylla* King).
Foto: Center For Tropical Forest Science,
Panamá.

Hojas: las hojas son paripinnadas, grandes, alternas de 16 a 30 cm de largo, con 3 a 6 pares de folíolos opuestos, oblongo a oblongo lanceoladas, ápices notablemente acuminado y hasta filiforme (Cornelius y otros 1996, Soihet y Méndez 1997c) pierde sus hojas por corto tiempo en la estación seca (Sautu 2000b). Fig. 20.



Fig. 20. Hojas de (*Swietenia macrophylla* King).
Foto: Center For Tropical Forest Science, Panamá.

Flores, frutos y semillas: *S. macrophylla* es monoica. Las inflorescencias están dispuestas en pequeñas panículas de color blanco verdoso, con flores pequeñas con cinco pétalos blanco amarillentos y 10 estambres diminutos de color castaño. El fruto es una cápsula grande, erecta elongada a elongada ovoide, pardo grisácea, lisa o diminutamente verrugosa, de 10 a 22 cm de largo, y de 6 a 10 cm de ancho, que se abre en 5 secciones liberando semillas aladas, que el viento dispersa. Cada cápsula contiene entre 45 a 70 semillas, aladas, livianas que miden de 7.5 a 8.9 cm de largo y de 2 a 2.5 cm de ancho.

Fig. 21. Las semillas tienen propiedades medicinales y se utilizan para el tratamiento de la tifoidea (Cornelius 1996, Soihet y Méndez 1997c, ANAM 2000, Sautu 2000b).



Fig. 21 Fruto del árbol (*Swietenia macrophylla* King).
Foto: Center For Tropical Forest Science, Panamá.

La madera y sus usos: la madera de la *S. macrophylla* King es una de las más valiosas de América Tropical y está considerada como una especie en peligro de extinción, especialmente en Centroamérica. Su madera es moderadamente pesada, fácil de secar tanto al aire como al horno, casi no presenta defectos de rajaduras, ni torceduras durante el secado. Fácil de trabajar, tanto con herramientas manuales como máquinas. Fácil de cortar en chapas, buen clavado y engomado, alcanza un acabado excelente. El corazón de la madera presenta buena resistencia natural a termitas y hongos, y baja a taladradores marinos. Es considerada por algunos como la madera más fina para

gabinets y muebles de lujo. Se usa además en molduras, construcción naval, pianos, guitarras y otros instrumentos musicales. También es una de las favoritas de quienes tallan madera. Es un árbol muy utilizado como ornamental en parques y jardines, pueden verse muchos árboles de gran tamaño en la ciudad de Panamá. Su corteza es utilizada para obtener un extracto astringente para heridas y para curtir pieles, además se obtiene una goma con propiedades semejantes a la goma arábica al hacer incisiones en la corteza del árbol (Sautu 2000b). Fig. 22



Fig. 22 Madera y uso del *S. macrophylla*. Foto Mobliart.com

c. Ecología

Ámbito: *S. macrophylla* se extienden desde la latitud 22°N en la costa del Golfo de México, hasta aproximadamente 17°S en la zona amazónica de Bolivia (Cornelius y otros 1996).

Hábitat: está presente en todos los países continentales entre México y Bolivia, excepto las Guyanas y el Salvador. No se encuentra en zonas muy secas, ni en zonas muy húmedas sin estación seca marcada (Cornelius y otros 1996).

Suelos: la especie se desarrolla en suelos vertisol pélico (clasificación de la FAO), de moderadamente profundos a profundos, bien drenados, ricos en materia orgánica, no salinos y con una textura acrílico-arenosa, franco-arcillosa o franco-arenosa y pH de neutro a alcalino, entre 6.9 y 7.7. Esta especie se desarrolla preferentemente en suelos de origen calizo y en suelos aluviales (*Swietenia macrophylla*...sf). La especie sobrevive a períodos de anegamiento, aunque prefiere suelos bien drenados, acepta suelos ácidos y aunque se puede desarrollar en suelos pobres, mejor que la Teca, su crecimiento será mas lento. Puede sembrarse en áreas con pendientes ya que es efectiva para controlar la erosión del suelo (Sautu 2000b).

Factores climáticos: crece en tierras bajas tropicales entre los 0 y 1500 msnm con precipitaciones que van desde 1500 y 3000 mm, hasta los 5000 mm y temperaturas que oscilan de 11 a 35°C, con una temperatura media de 25°C (*Swietenia macrophylla*...sf). No resiste los vientos, según la FAO citado por Lao 1999. Crece naturalmente en semisombra (Lao 1999). Resiste una estación seca de hasta 4 meses (Sautu 2000b).

d. Silvicultura

Floración: empieza a florecer entre los 12 y 15 años en los meses de noviembre a marzo (Soihet y Méndez 1997c). Las flores son polinizadas por abejas y polillas (Sautu 2000b).

Fructificación: los árboles fructifican a los 15 años en plantaciones (Sautu 2000b). El fruto madura entre diciembre y enero, la maduración tarda unos seis meses (Soihet y

Méndez 1997c). Los frutos se recogen directamente del árbol entre febrero y abril (Soihet y Méndez 1997c , Sautu 2000b). La producción de frutos varía de 125 Kg a 148 Kg por árbol (Soihet y Méndez 1997c).

Semillas: es preferible obtener semilla de árboles de más de 70 cm de diámetro (Sautu 2000b).

Recolección: los frutos con sus semillas se recolectan directamente del árbol, antes que las cápsulas se abran, cuando muestran un color café claro (Soihet y Méndez 1997c). Se recomienda coleccionar los frutos de la parte media y alta de la copa (*Swietenia macrophylla*...sf). Los rendimientos usuales varía de 3.8 a 4.5 Kg de semillas por árbol.

Extracción: posteriormente “los frutos son transportados en sacos de yute a un sitio techado donde pueden extenderse sobre lonas aproximadamente por 5 días, para permitir que concluya el proceso de maduración y se abran lentamente. Luego son trasladados al patio de secado y se asolean por períodos de 4 horas, durante 3 días. La semilla se extrae del fruto manualmente y se asolea nuevamente por 4 horas.” Para eliminar las alas de las semillas se realizan fricciones manuales (Soihet y Méndez 1997c). Los frutos color chocolate aún cerrados se dejan secar al sol para que abran solos preferiblemente, también se pueden abrir manualmente (Sautu 2000b).

Calidad física y germinación: una vez extraídas las semillas, se eliminan las impurezas, usando un tamiz, así quedan listas para la siembra o su almacenamiento (*Swietenia macrophylla*...sf). El número de semillas varía de 1800 a 2500 semillas por Kg con un promedio de 2150 semillas (Soihet y Méndez 1997c). De 1400 a 2300, en promedio de 1850 semillas/kg (*Swietenia macrophylla*...sf). El porcentaje de pureza varía de 95 a 99%. Con un contenido de humedad en las semillas de 9 a 12% (Soihet y

Méndez 1997c, *Swietenia Macrophylla...sf*). La germinación reportada es de 80 a 95% (Soihet y Méndez 1997c), aunque el porcentaje de germinación obtenido en semillas recién colectadas es de 90% (*Swietenia macrophylla...sf*). No necesita de tratamientos pregerminativos (Soihet y Méndez 1997c), pero para uniformar la germinación de las semillas se recomienda el remojo en agua de uno a dos días antes de su siembra (*Swietenia macrophylla...sf*). El proceso de germinación después de la siembra empieza de una a dos semanas y finaliza este proceso entre los 30 y 45 días (Soihet y Méndez 1997c, Sautu 2000b, *Swietenia macrophylla...sf*).

Almacenamiento: “Este tipo de semillas requiere condiciones especiales de temperatura y humedad para mantener su viabilidad en condiciones de almacenamiento por algún tiempo, generalmente este tipo de semillas no presenta latencia”. Para que la semilla sea viable se recomienda almacenarla a temperatura ambiente en bolsas de papel, con contenidos de humedad de 9 a 12%. De esta forma conserva su poder germinativo de 7 a 10 meses (*Swietenia macrophylla...sf*). También se almacenan en el refrigerador en bolsas plásticas herméticamente selladas en donde conservan su viabilidad por más de 4 años. Se ha descubierto que las semillas conservarán su poder germinativo hasta por 8 años si son almacenadas a 4°C y con contenidos de humedad de 4% (Soihet y Méndez 1997c).

Métodos de siembra: la siembra puede hacerse a partir de semilleros o camas (para la producción de pseudoestacas), a 2 cm de profundidad de siembra y preferiblemente con sombra inicial. El repique de plántulas se efectúa a las 4 semanas de la (Soihet y Méndez 1997c, *Swietenia macrophylla...sf*). O sino la semilla puede sembrarse en envases, donde se colocan de 2 a 3 semillas por envase, de 1 a 2 cm de profundidad

(Soihet y Méndez 1997c). Se recomienda la producción de las plantas en envases para áreas secas y a raíz desnuda para áreas húmedas, en cuyo caso deben dejarse sólo las dos hojas de la yema superior. La altura para llevarlo al campo es de 30 a 100 cm (Sautu 2000b). Las alturas adecuadas para las plantas en plantación son de aproximadamente 30 cm, las cuales se alcanzan en 6 y 12 meses (Soihet y Méndez 1997c).

ANEXO 5

Hypsipyla grandella (Zeller)

a. Taxonomía (Manual de ...,1992, Crop protection ...1999).

Reino: Animal

Phylum: Artrópoda

Clase: Insecta

Orden: Lepidóptera

Familia: Pyralidae

Nombres comunes: Barrenador de las meliáceas, barrenador del cedro, barrenador de los brotes tiernos.

b. Descripción de la plaga

El adulto tiene una envergadura alar de 22-40 mm (Hilje y otros 1991). Según otro de los estudios entre 25 y 38 mm. Las alas anteriores son alargadas y estrechas en su base, de color gris-humo, jaspedas en blanco iridiscente. Las alas posteriores son blancas semitransparentes, irisadas con reflejos purpúreos; una línea gris, a lo largo de la parte superior, y finalmente oscurecidas sobre la parte apical (Instituto de s.f.). Fig. 23

Fig. 23 *Hypsipyla grandella* (Zeller).
Foto: Caoba Honduras.com



Los huevos miden de 0.5 mm, son elípticos y aplastados, de color amarillo pálido que vira al rojo que por lo general se colocan sobre brotes jóvenes, verdes y vigorosos, aunque también aparecen sobre el pecíolo de hojas y hojuelas sobre los frutos (Hilje y otros 1991). Otra de las investigaciones indican que los huevos son de color crema, cuando están recién depositados, tornándose rojos a las pocas horas. Miden aproximadamente entre 0.6 y 0.7 mm de largo, su ancho varía entre 0.5 y 0.6 mm. Su forma es ovalada, con estructura poligonal de su chorion aunque se observan formas aplanadas rectangulares, cuando son adheridos a las cicatrices de las hojas o periformes en aquellos casos en que son puestos conjuntamente 2,3 o más (Instituto des.f.).

Según Gallo y otros citado por Manual de ... 1992, las larvas presentan una coloración rosada, pero en los últimos instares se tornan azuladas. Fig. 24.



Fig. 24 Larvas de *Hypsipyla grandella* (Zeller). Foto forestal.com

Las larvas maduras miden 20 mm. Las pupas presentan una coloración marrón oscura y miden aproximadamente 20 mm, protegida por un capullo de seda. La larva,

cuando nace, es de color beige con tonos rosados y mide de 2-2.5 mm, pero el último instar mide de 21-27 mm y es de color azul claro, azul oscuro o rosado claro. La pupa mide unos 13 mm y es de color castaño en el vientre y castaño oscuro en el dorso (Hilje y otros 1991).

c. Ecología

Ámbito: esta plaga se halla ampliamente distribuida desde la parte sur de Estados Unidos, hasta Argentina y por toda la zona del Caribe hasta la América Central. Ataca varias de las especies de meliáceas, que crecen en esta zona (Instituto de ... s.f.).

d. Biología

Los insectos adultos son atraídos por el olor de los brotes nuevos, lo que ocurre generalmente después de las lluvias. El período de vida en los adultos es de 4-6 días para las hembras y de 2-9 días para los machos. La hembra hace la postura en los brotes, ramas o en los frutos. El promedio de huevos por hembra es de 157 y el período de incubación es de 3-5 días (Manual de ...1992). Los huevos son puestos en las cicatrices de las hojas, próximas a los nuevos brotes y en otras ocasiones en el aserrín de las galerías abandonadas. Las larvas inmediatamente después de nacer o a las pocas horas, comienzan a perforar el raquis de las hojas tiernas o el tallo. Las larvas más desarrolladas perforan galerías en los brotes nuevos, que pueden alcanzar hasta 25 cm de longitud (Instituto de ...s.f.).

La larva se desarrolla en las ramas nuevas, donde puede alimentarse de la médula y de la corteza y en los frutos, cuyas semillas y tejidos internos consume (Hilje y otros 1991). Una señal del ataque es un exudado de goma y aserrín en los brotes (Manual de ...1992). El tiempo de desarrollo de la larva dura entre 11 y 16 días (Instituto de ..s.f.).

Según otras investigaciones el estadio de la larva tiene una duración media de 30 días, pasando por 6 instares. En el último instar, la larva teje un capullo de seda en el interior del brote o del fruto para iniciar su estadio de pupa (Manual de.. 1992). El período de pupa oscila entre 9 y 14 días (Instituto de ...s.f.).

e. Daños

Por lo general el ataque de esta plaga es más severo en árboles jóvenes, que crecen en áreas expuestas al sol (Hilje y otros 1991). Áreas que reciben sombra parcial sufren menos ataques que aquellos que están totalmente expuestas. La ocurrencia de las lluvias, en meses favorables, aumenta la incidencia del barrenador (Manual de .. 1992). El desarrollo de la plaga está íntimamente ligado con la aparición de los nuevos brotes en sus hospedantes (Instituto de ...s.f.). Parece que el crecimiento rápido de follaje nuevo impulsado por las lluvias al inicio de la estación húmeda, causa el incremento rápido de la población de *H. grandella* (Ikeda 1990). Durante el período de sequía en que no existen estos nuevos brotes en la mayor parte de las meliáceas, la aparición de las larvas disminuye considerablemente, aunque es posible observarlas durante este período en las semillas de las meliáceas que también son atacadas. No obstante se observa su desarrollo ininterrumpido durante todo el año (Instituto de ...s.f.). El deterioro más importante lo constituye la destrucción de los brotes tiernos, incluyendo el brote central. Fig.25.



Fig. 26. Montículo de aserrín, seda y excremento sobre el tallo.

Esto reduce su valor comercial, cuando el ataque es repetido, se produce un retardo en el crecimiento e incluso la muerte. El daño se reconoce externamente por el secamiento del brote terminal y por la presencia de montículos rojizos de aserrín, seda y excremento sobre el tallo (Hilje y otros 1991).Fig.26. Otra forma de deterioro lo sufren las semillas, que también son destruidas (Instituto de...s.f.).