

**Evaluación técnica de la Caoba *S.*  
*macrophylla* en la Hacienda Piedra Parada,  
Coatepeque, Guatemala**

**Indira Sibelle Ortiz Alcantara**

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 2006

**ZAMORANO**  
**CARRERA DE DESARROLLO SOCIECONÓMICO Y**  
**AMBIENTE**

**Evaluación técnica de la Caoba *S.***  
***macrophylla* en la Hacienda Piedra Parada,**  
**Coatepeque, Guatemala**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniera en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente  
en el grado académico de Licenciatura.

Presentado por:

**Indira Sibelle Ortiz Alcantara**

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 2006

La autora concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

---

Indira Sibelle Ortiz Alcantara

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 2006

# **Evaluación técnica de la Caoba *S. macrophylla* en la Hacienda Piedra Parada, Coatepeque, Guatemala**

Presentado por:

**Indira Sibelle Ortiz Alcantara**

Aprobada por:

---

Nelson Agudelo, M.Sc.  
Asesor principal

---

Mayla Falck, M.Sc.  
Directora Carrera de Desarrollo  
Socioeconómico y Ambiente

---

George Pilz, Ph. D.  
Decano Académico

---

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.  
Rector

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme fuerzas y estar conmigo siempre.

A mis padres, por brindarme su amor y por su gran esfuerzo para alcanzar esta meta.

A Roberto mi hermano, por sus buenos consejos.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por estar siempre conmigo, y brindarme fortaleza en los momentos más difíciles de mi vida y ayudarme a realizar cada meta en mi vida.

A mis padres, Roberto y Rosario, por haberme guiado y dado su amor en cada momento de mi vida.

A Roberto, mi hermano, por su cariño, apoyo incondicional y todas las buenas conversaciones que hemos tenido a pesar de estar lejos.

A mis abuelos, Miguel y Emma, por todo su cariño y todo su apoyo durante estos cuatro años.

Al Ing. Nelson Agudelo, por su amistad, paciencia, confianza y ayuda en este último año de la carrera.

A Jorge Araque por su amistad, colaboración inmensa en el campo y su compañía al momento de la toma de los datos.

Al Ing. Manuel Baccaro, por su cariño, amistad, ayuda para la elaboración de este documento y por abrirme las puertas de su casa, cuando estuve en Guatemala.

Al Lic. Roberto Quintanal, por su amistad, confianza y haberme recibido en su casa durante mi estadía en Guatemala.

Al Ing. Rudy Velasquez, por los buenos consejos que me dio y por brindarme su amistad.

A la familia Velasquez, por su cariño, confianza, amistad, y por haberme recibido como un miembro más de la familia.

A Vini Nuñez por su amistad, confianza y siempre estar dispuesta a escucharme siempre que llegaba a verla.

A mis compañeras, Leonela, Cindy, Belky, Dayana, Karla, Sarahí, Esperanza, Sarah, Andrea por su cariño, amistad, apoyo y todas las travesuras que hicimos durante los cuatro años.

A Ivan y a Roberto por haberme brindado su amistad, cariño, por los buenos momentos y consejos en mi estadía en Guatemala

## RESUMEN

Ortiz I. Evaluación técnica de *la Swietenia macrophylla* en la Hacienda Piedra Parada, Coatepeque, Guatemala. Proyecto especial del Programa de Ingeniero en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente, Zamorano, Honduras.

La caoba *S. macrophylla*, es un árbol maderable muy cotizado por la calidad de su madera, distribuido desde el Sur de México hasta el valle del Amazonas, Brasil y Perú, La especie tolera las alturas que van desde el nivel del mar hasta los 1500 metros de altitud. El Grupo R.Q. se había enfocado a la producción de hule, posteriormente debido a las fluctuaciones del precio del hule (*Hevea brasiliensis*) la empresa decidió diversificar la producción utilizando árboles maderables entre tales como: palo blanco (*Cibistax donnell smithii*), teca (*Tectona grandis*), eucalipto deglupta (*Eucalyptus deglupta*), neem (*Azadirachta indica*) y caoba (*Swietenia macrophylla*) y cultivos comerciales como: limón persa (*Citrus latifolia Takana*), rambután (*Nephelium lappaceum*) y mani (*Arachis hypogaea*). Ante la nueva política de la empresa, se buscó financiamiento parcial para el establecimiento de plantaciones en el Servicio Forestal de Guatemala, Instituto Nacional de Bosques (INAB), mediante el sistema del modelo de incentivos fiscales a la reforestación. Cabe mencionar que la caoba no estaba contemplada dentro de los incentivos debido al ataque del barrenador *H. grandella*, pero se justificó el manejo de la plaga y se introdujo dentro del programa. Actualmente la Hacienda Piedra Parada tiene plantadas 40 mil árboles de caoba. El presente estudio tuvo como objetivo principal, incrementar los conocimientos sobre el crecimiento de la caoba bajo condiciones de clima monzónico, a través del establecimiento de parcelas de muestreo permanentes PMP. Con técnicas de manejo diferentes, dentro de cada parcela, se levantaron los datos de dap y altura comercial de las caobas, para calcular el incremento medio anual (IMA) de cada árbol. Los árboles se clasificaron en cinco categorías, con base en la altura comercial. Los resultados del estudio indican que el 100% de las plantaciones han sido atacadas por el barrenado. A la fecha, aproximadamente un poco menos del 50% de las caobas podrían tener futuro como madera de tres metros de altura. La población restante podría tener mercado en trozas de cortas dimensiones. El IMA en diámetro de un centímetro es bajo si se compara con incrementos alcanzados en otras plantaciones.

**Palabras claves:** caoba (*Swietenia macrophylla*), incremento medio anual, plantaciones.

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas .....	iii
Dedicatoria .....	iv
Agradecimientos.....	v
Resumen .....	vi
Contenido .....	vii
Índice de cuadros.....	ix
Índice de figuras .....	x
Índice de fórmulas .....	xi
Índice de anexos .....	xii
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivo general .....	1
1.2 Objetivos Específicos:.....	2
<b>2. REVISION DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1 situacion actual de <i>swietenia macrophylla</i> a nivel de bosques naturales .....	3
2.2 <i>Swietenia macrophylla</i> a nivel de plantaciones.....	5
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>7</b>
3.1 Descripción de la zona de estudio .....	7
3.2 Materiales .....	8
3.3 Metodología de levantamiento .....	8
3.4 Metodología de evaluación.....	10
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>11</b>
4.1 Red de pmp en la hacienda piedra parada. ....	11
4.2 Parcelas establecidas en la eap .....	15
<b>5. DISCUSION DE RESULTADOS .....</b>	<b>17</b>
5.1 Comportamiento inicial de caoba a nivel de plantaciones en la hacienda piedra parada. ....	17
<b>6. CONCLUSIONES .....</b>	<b>19</b>
<b>7. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>20</b>



<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>21</b>
<b>9.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>22</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Pág.</b>
1. Distribución de la <i>S. macrophylla</i> en Mesoamérica.....	3
2. Rangos de densidad y volumen por ha en Mesoamérica.....	4
3. Número de árboles y edad de la caoba en los diferentes sitios de la EAP .....	9
4 Dimensiones, población total y número de árboles de caoba en las parcelas mixtas	12
5. Dimensiones, población total y número de árboles de caoba en las parcelas puras	12
6. Número de árboles de caoba clasificados con base en la altura comercial en las parcelas mixtas .....	13
7. Número de árboles de caoba clasificado con base en la altura comercial en las parcelas puras .....	13
8. Número de árboles de caoba, edad, e IMA en dap y altura comercial para cada PMP mixta. Sitio el Chirmolon. ....	14
9. Numero de árboles de caoba, edad, e IMA de dap y altura comercial para cada PMP puras. Sitio el chirmolon.....	15
10. Promedios del diámetro en la base, diámetro comercial y altura comercial por cada lote en la EAP.....	15
11. Incremento medio anua en dap, diámetro de la base y altura comercial para cada lote dentro de la EAP.....	16
12. Volumen promedio para cada lote establecido en la EAP .....	16

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Pág.</b>
1. Mapa de la PMP, parcela # 4.....	9
2. Distribución de las parcelas mixta, área El Chirmolón. ....	11

**ÍNDICE DE FÓRMULAS**

<b>Fórmula</b>	<b>Pág.</b>
<b>1</b> Fórmula de Smalian.....	10

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo</b>	<b>Pág.</b>
1. Croquis de la parcela No. 1 .....	22
2. Croquis de la Parcela No.2 .....	22
3. Croquis de la Parcela No 3 .....	23
4. Croquis de la Parcela No. 5 .....	23
5. Datos Generales de la Parcela No. 1 .....	24
6. Datos Generales de la Parcela No. 2 .....	25
7. Datos Generales de la Parcela No. 3 .....	27
8. Datos Generales de la Parcela No. 4 .....	28
9. Datos Generales de la Parcela No. 5 .....	29
10. Datos Generales de la Parcela Parcialmente Puras No. 1 .....	30
11. Datos Generales de la Parcela Parcialmente Puras No. 2 .....	32
12. Datos Generales del Lote Monte Redondo .....	33
13. Datos Generales del Lote Aves .....	34
14. Datos Generales del Lote Maya .....	35
15. Datos Generales del Lote Carretera .....	37

# 1. INTRODUCCIÓN

La caoba *Swietenia macrophylla* es una especie del género *Swietenia* que tiene el área de dispersión más extensa. Se distribuye naturalmente desde el Sur de México hasta la vertiente del Atlántico en América Central llegando a ocupar un gran arco al sur de la Amazonía entre Brasil y Bolivia, tolera las altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 1500 de elevación, aunque los mejores crecimientos se dan a los 800 msnm. (Jimenez, 1999).

Actualmente la *S. macrophylla* ocupa el segundo lugar de las especies más cotizadas en el mundo debido a la calidad y color de la madera, lo que provoca que la mayor parte de madera que se comercializa a nivel mundial provenga de los bosques naturales.

La extracción de las *S. macrophyllas* con las mejores características fenotípicas, provoca la pérdida de material genético que permitan la propagación natural de estos individuos o la fuente de donde se puede obtener semillas para establecer plantaciones; esto a su vez provoca que las cosechas a nivel de bosques naturales se vayan reduciendo con el paso de los años en cuanto la cantidad de metros cúbicos cosechados anualmente, ya que en el bosque sólo se van dejando los árboles mas delgados y con menor fuste comercial.

Debido a lo mencionado anteriormente muchas empresas privadas han tomado la iniciativa de empezar a producir su propia madera mediante plantaciones forestales, alternativa muy productiva, que permite maximizar la producción de productos forestales para fines comerciales. Los árboles están sometidos a riegos, fertilización y mantenimiento de malezas, en los primeros años de vida de la planta hasta que los árboles logran imponerse a las plantas competidoras. En pocos años los árboles pueden cosecharse tal como una producción agrícola.

Sobre esta base el estudio pretende alcanzar los siguientes objetivos:

## 1.1 Objetivo general

Incrementar y mejorar conocimiento sobre el comportamiento de la caoba *Swietenia macrophylla* a nivel de plantaciones.

**1.2 Objetivos Específicos:**

- Estimar tasas de incremento medio anual en diámetro y en altura comercial para *S. macrophylla* bajo condiciones de clima monzónico en Guatemala.
- 
- Analizar el comportamiento de *S. macrophylla* bajo sistemas de plantación, en especial lo relativo al ataque del barrenador de las Meliaceas *H. grandella*.
- Establecer comparaciones de crecimiento de la especie para sitios diferentes y distintas condiciones de manejo.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 SITUACIÓN ACTUAL DE *Swietenia macrophylla* A NIVEL DE BOSQUES NATURALES

#### 2.1.1 Distribución

Es la especie del género *Swietenia* que tiene el área de dispersión más extensa. Se distribuye naturalmente del Sur de México, vertiente del Atlántico en América Central llegando a ocupar un gran arco al sur del Amazonía entre Brasil y Bolivia (Jimenez, 1999). Con respecto a la altitud crece en tierras bajas y de altitud media, en las regiones tropical y subtropical de América, en un rango de elevación que oscila entre los 0 – 1500 m de altitud (PROSEFOR, 1997).

Estudios realizados por el Centro Científico Tropical (CCT) han demostrado que en Mesoamérica la *S. macrophylla* llegó a tener un área de distribución natural de 41 millones de ha, de los cuales sólo han quedado 15 millones, lo que equivale a 36% del área total de la distribución de la especie. Esta gran reducción se debe a que en países como Honduras, El Salvador y Nicaragua se ha presentado una alta tasa de deforestación de bosques latifoliados. El Cuadro 1 muestra la distribución de *S. macrophylla* a nivel de la región mesoamericana.

**Cuadro 1.** Distribución de la *S. macrophylla* en Mesoamérica

País	Área de distribución original de <i>S. macrophylla</i> (ha)	% del país	Área bosques con <i>S. macrophylla</i>	% de pérdida	Área protegida con <i>S. macrophylla</i>	% de bosques de <i>S. macrophylla</i> protegidos
México	14,824,528	8	3,626,171	76	563,252	16
Belice	1,414,391	66	950,028	33	138,111	15
Guatemala	5,251,984	48	2,774,212	47	588,163	21
El Salvador	708,07	34	136,584	81	0	0
Honduras	3,793,006	34	1,728,390	54	163,691	9
Nicaragua	9,404,289	77	5,052,703	46	126,431	3
Costa Rica	1,795,766	35	290,773	84	28,007	10
Panamá	4,024,151	53	1,049,683	74	263,382	25
<b>Total</b>	<b>41,216,185</b>	<b>17</b>	<b>15,608,542</b>	<b>62</b>	<b>1,871,038</b>	<b>12</b>

Fuente: Diagnósticos supervisados por el CCT. Diagnóstico General de la *S. macrophylla* en Mesoamérica. Volumen de madera a nivel de bosques naturales.



Se ha estimado que la densidad de árboles con un dap mayor a 60 cm oscila entre 0.025 a dos árboles por ha y el volumen comercial de estos árboles es de 0.114 a 31 m<sup>3</sup>/ ha (Calvo, 2000).

Según Calvo 2000, las *S. macrophyllas* de Mesoamérica tiene un volumen comercial promedio para 18 países de 0.171 m<sup>3</sup>/ha El Cuadro 2 presenta los rangos de la densidad por ha y el volumen/ha para cada uno de los países de Mesoamérica.

**Cuadro 2.** Rangos de densidad y volumen por ha en Mesoamérica.

País	Rango de densidad para el conjunto de árboles con dap>60 cm	Volumen/ha m <sup>3</sup>
México	nd	0,6
Belice	0,1-0,2	0,6 - 1,1
Guatemala	0,36-0,99	1,32 - 1,83
El Salvador	dn	nd
Honduras	01-Feb	0,19 - 31
Nicaragua	0,2-2,0	0,72 - 5
Costa Rica	0,05	nd
Panamá	0,025	0,114 - 1,25
Total	0,025 - 2	0,114 - 31

Fuente: Diagnósticos y talleres nacionales de *S. macrophylla* supervisados por CCT

### 2.1.2 Requerimientos climáticos y edáficos de *Swietenia macrophylla*

Naturalmente la *S. macrophylla* habita en zonas húmedas y sub-húmedas. Los promedios mensuales de temperatura para el mejor desarrollo de la especie deben estar entre 15° y 35°C; Las necesidades de lluvia están estrechamente relacionadas con la evapotranspiración real. Se sabe que la *S. macrophyllas* crece bien en lugares en donde se tiene lluvias promedios anuales de 1000 hasta 4000 mm. Cabe mencionar que también puede adaptarse en lugares donde se registren seis meses de sequía (Jiménez, 1999).

Los suelos aptos para la *S. macrophylla* varían según el sitio y pueden ser desde arcillosos hasta arenas gruesas. El pH óptimo va desde alcalino a neutro, pero se tiene información de plantaciones que han demostrado alta adaptabilidad en suelos con pH de 4.5. La *S. macrophylla* no tolera suelos saturados, es preferible que los suelos sean bien drenados, pero en climas muy secos prefiere suelos que tengan una alta capacidad de retención de agua (Jiménez, 1999).

Según Mayhe y Newton, 1998, las *S. macrophyllas* toleran suelos que posean deficiencia en nutrimentos, pero de ser así, la especie presenta un crecimiento lento por la ausencia de la materia orgánica

La literatura menciona que los factores que indican buenos sitios para café, coinciden bastante cerca con los de *S. macrophylla*.

## **2.2 *Swietenia macrophylla* A NIVEL DE PLANTACIONES**

Según (Calvo, 2000) La plantación de *S. macrophylla* se debe llevar a cabo cuando las plántulas han alcanzado una altura de 0.6 a 1.20 m. También menciona que la plantación debe establecerse en suelos profundos, con buen drenaje y con pH ligeramente alcalino.

### **2.2.1 Exigencias de especie a nivel de plantaciones clima suelo.**

La *S. macrophylla* tolera suelos aluviales, arcillosos, pesados como también suelos superficiales y se obtienen mejores resultado en plantaciones ubicadas en regiones de valles. El desarrollo óptimo se produce en suelos que posean pH de 6.5 a 7.5 (Mayhew y Newton, 1998).

En cuanto a la elevación, la *S. macrophylla* puede encontrarse a alturas que van desde el nivel del mar hasta los 800 mnsn y es posible encontrarlas en altitudes de 1000 msnm, pero el mejor desarrollo lo obtienen a los 800 msnm (CONSEFORH, 1999).

En la luz débil bajo un dosel forestal tropical denso, las plántulas de caoba hondureña que germinan por lo usual fracasan en sobrevivir por más de unos pocos meses. Bajo una luz filtrada, las plántulas podrán persistir por muchos años, creciendo de manera lenta en una condición suprimida (Bauner, 1998).

### **2.2.2 Superficies con plantaciones forestales**

Se estima que existe un total de 200.000 ha sembradas de *S. macrophylla* en el mundo excluyendo la mayoría de plantaciones privadas, de las cuales se desconoce que porcentaje de esta pertenece a la *S. humillis* (Mayhew y Newton, 1998).

### **2.2.3 Tasas de crecimiento en dap y altura**

En un área con una alta precipitación en Sri Lanka, una plantación de 15 años de edad alcanzó una altura de 16 m, y otra extensa plantación alcanzó un diámetro a la altura del pecho (dap.) promedio de 58 cm en 50 años Puerto Rico promediaron entre 21 y 23 m de altura y 26 cm en dap a los 20 años de edad En otra plantación de caoba hondureña en Puerto Rico, cuatro parcelas de 23 a 26 años de edad tuvieron un incremento anual promedio en el dap de  $0.94 \pm 0.01$  cm por año (Bauner y Francis, 1998).

Según Bauner 1998, el turno de corta de la especie en plantaciones varía de 40 a 60 años. Durante los primeros cuatro años el individuo logra un crecimiento en diámetro de 1 cm/año y una altura de 0.50 m/año, incrementando su crecimiento en las edades de 15, 20, y 25 años logrando una altura de 1.3 m/año.

#### **2.2.4 Rendimientos esperados**

Investigaciones realizadas por Cordero *et al* (2004) demuestran que en Costa Rica, Honduras, Ecuador y Perú se han registrado incrementos en el diámetro cercanos a dos cm por año, y en ocasiones, un crecimiento sostenido de hasta tres cm durante los 15-20 años en plantaciones con fertilización. El crecimiento en altura varía entre uno y dos m por año.

La productividad varía ampliamente dependiendo del sitio, la densidad y el manejo; se han reportado incrementos de 5-14 m<sup>3</sup>/ha/año. En términos generales, los rendimientos encontrados oscilan cifras de 10-25 m<sup>3</sup>/ha/año son más usuales en plantaciones (Cordero *et al.*2004).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

##### 3.1.1 Aspectos geográficos y políticos

La Hacienda Piedra Parada se encuentra ubicada en el municipio de Coatepeque, departamento de Quetzaltenango, Guatemala, C. A. Se encuentra a 12 Km. de Coatepeque y tiene una extensión de 1125 ha. Sus límites son: al Norte con Hacienda La Asunción; al Sur con Aldeas el Socorro y Pacaya 1; al Este Hacienda La Sultana, Montemar y Caserío Las Brisas; al Oeste con Caserío Los Cerros, Hacienda Santa Lucía. Geográficamente la hacienda se encuentra a los 14° 38 01 N y 91° 54 00 W.

##### 3.1.2 Aspectos Físicos

- a. **Relieve:** La Hacienda Piedra Parada presenta una pendiente de 5 a 20% lo que la ubica entre las categorías de ligeramente ondulado hasta ondulado.
- b. **Clima y ecología:** El lugar presenta una temperatura media anual entre 22 y 31°C. La precipitación promedio total oscila entre 2000 – 4000 mm. La mayor precipitación ocurre de mayo a agosto y posee una humedad relativa del 85%. Según la clasificación de zonas de vida de Holdridge, la finca está ubicada en la zona de vida bosque muy húmedo sub-tropical cálido (bmh-S(c)).
- c. **Geología y suelos:** Según Simmons, el suelo de la finca pertenece a la serie Ixtan. El material madre es de ceniza volcánica (aluvión), cementada, de color oscuro. El suelo superficial es de color café oscuro con textura arcillosa, consistencia plástica y espesor aproximado de 10 a 15 cm. El subsuelo es de color café rojizo, de consistencia plástica, textura arcillosa y un espesor aproximado entre 60 a 75 cm. La profundidad efectiva es mayor de un metro, el nivel freático se encuentra entre los tres y cuatro metros
- d. **Uso Actual de la tierra:** Actualmente la Hacienda Piedra Parada posee diferentes áreas destinadas a una función específica, dentro de las cuales cabe mencionar las siguientes: un área en donde se cuenta con un vivero, aquí se encuentran las plántulas de hule, también es aquí en donde se realizan las actividades de injertos; lotes de producción de monocultivos de: limón persa, *Citrus latifolia*; *Takana*, rambutan,

- e. *Nephelium lappaceum*; hule, *Hevea brasiliensis*; palo blanco, *Cybistax donnellsmithii*; moluca, *Acacia mangium*. Se tiene también lotes mixtos de hule, *H. brasiliensis* con especies forestales tales como: Teca, *Tectonia grandis*; Eucalypto Deglupta, *Eucalyptus deglupta* nim, *Azadirachta indica*; palo blanco, *Cybistax donnellsmithii*; y caoba, *S. macrophylla*.

## 3.2 MATERIALES

### 3.2.1 Materiales para el levantamiento.

- Equipo de medición: Escalera, cinta métrica, vara telescópica
- Equipo para el establecimiento de las parcelas: pintura blanca un de galón, pintura azul de un galón, brocha pequeña, pinceles
- Vehículo

### 3.2.2 Materiales para el análisis y evaluación

- Calculadora
- Programa Excel

## 3.3 METODOLOGÍA DE LEVANTAMIENTO

### 3.3.1 Establecimiento de una red de parcelas de muestreo permanente PMP.

En el amplio espectro de plantaciones forestales se estableció una red de PMP de diferentes tamaños y formas. En los lotes mixtos y puros se instalaron 5 parcelas cuadradas, sus dimensiones varían según la cantidad de árboles. En las plantaciones de *S. macrophylla* intercaladas en los cultivos de hule se estableció una parcela lineal con 50 árboles y otra cuadrada con 59 árboles.

Los límites de las parcelas se demarcaron en el terreno con tubos de hierro, los cuales fueron anclados con un mortero a base de cemento, arena y agua. Los tubos se pintaron de color azul. A cada árbol dentro de la parcela se le marco el dap (a 1.30 m sobre el nivel del suelo).

Para cada parcela se levanto un croquis en el que los árboles se enumeraron según la cantidad de árboles dentro de cada parcela, siguiendo el rumbo de S a N Las mediciones se comenzaron siempre en la porción extrema derecha de cada parcela. Véase Figura 1

66	51		36	35	20	19	9	8	N ↑ S
65	52	50	37	34	21			7	
64	53	49	38	33	22	18		6	
63	54	48	39	32	23	17	10	5	
62	55	47	40	31	24	16		4	
61	56	46	41	30	25	15		3	
60	57	45	42	29	26	14	11	2	
59	58	44	43	28	27	13	12	1	

Figura 1. Mapa de la PMP, parcela # 4

### 3.3.2 Medición de variables de crecimiento a nivel de PMP.

En cada parcela se tomó medidas de todos los individuos y se evaluaron las siguientes variables:

- a. Diámetro a la altura del pecho (dap).
- b. Altura comercial

Los diámetros se midieron con cinta diamétrica y la altura con vara telescópica. Además se numeró cada uno de los árboles para crear una base de datos.

### 3.3.3 Medición de variables de crecimiento en plantaciones de *S. macrophylla* establecidas en terrenos de la Escuela Agrícola Panamericana E.A.P.

Con el propósito de establecer algunas comparaciones del desarrollo de variables dasométricas para la misma especie, se decidió evaluar las plantaciones de *S. macrophylla* establecidas por Agudelo en terrenos de la EAP. Para ello se seleccionaron cuatro sitios los cuales se ilustran en el Cuadro 3

**Cuadro 3.** Número de árboles y edad de la caoba en los diferentes sitios de la EAP

Nombre del sitio	No de árboles medidos	Edad de la plantación
Bascula	54	22
Agroindustria	37	22
Carretera a Monte Redondo	26	22
Maya	61	22

Fuente: Elaboración propia

### 3.4 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

#### 3.4.1 Clasificación de las caobas de la Hacienda Piedra Parada

A nivel de las parcelas, a cada árbol de caoba se le evaluó la altura comercial ( $H_c$ ) y con base en los datos obtenidos se realizó una clasificación en cinco categorías de la siguiente manera:

- Clase A: individuos con  $H_c \geq 4$  m
- Clase B+: individuos con  $3 \text{ m} < H_c < 4$  m
- Clase B: individuos con  $2 \text{ m} < H_c < 3$  m
- Clase C: individuos con  $1 \text{ m} < H_c < 2$  m
- Clase D: individuos con  $H_c < 1$  m

#### 3.4.2 Variables de crecimiento a nivel de plantaciones establecidas en la EAP

Para los diferentes sitios en Zamorano y para cada árbol se evaluaron las siguientes variables: dap, altura comercial, diámetro en la base árbol y diámetro a la altura comercial.

#### 3.4.3 Cubicación de madera en rollo

Se calculó el volumen de madera en rollo para cada uno de los árboles plantados en Zamorano, utilizando la fórmula de Smalian, cuyo modelo obedece a la siguiente forma:

$$V = \left( \frac{A_1 + A_2}{2} \right) L \quad [1]$$

Donde:

$V$  = volumen comercial en  $\text{m}^3$

$A_1$  = área de la sección transversal en la base del árbol.

$A_2$  = área de la sección transversal a la altura comercial del árbol.

$L$  = longitud del fuste en m

## 4. RESULTADOS

### 4.1 RED DE PMP EN LA HACIENDA PIEDRA PARADA.

Para la Hacienda Piedra Parada se estableció un total de siete PMP, cinco de ellas fueron parcelas mixtas y dos se instalaron en lotes relativamente puros. La distribución de las parcelas se ilustra en la Figura 2.

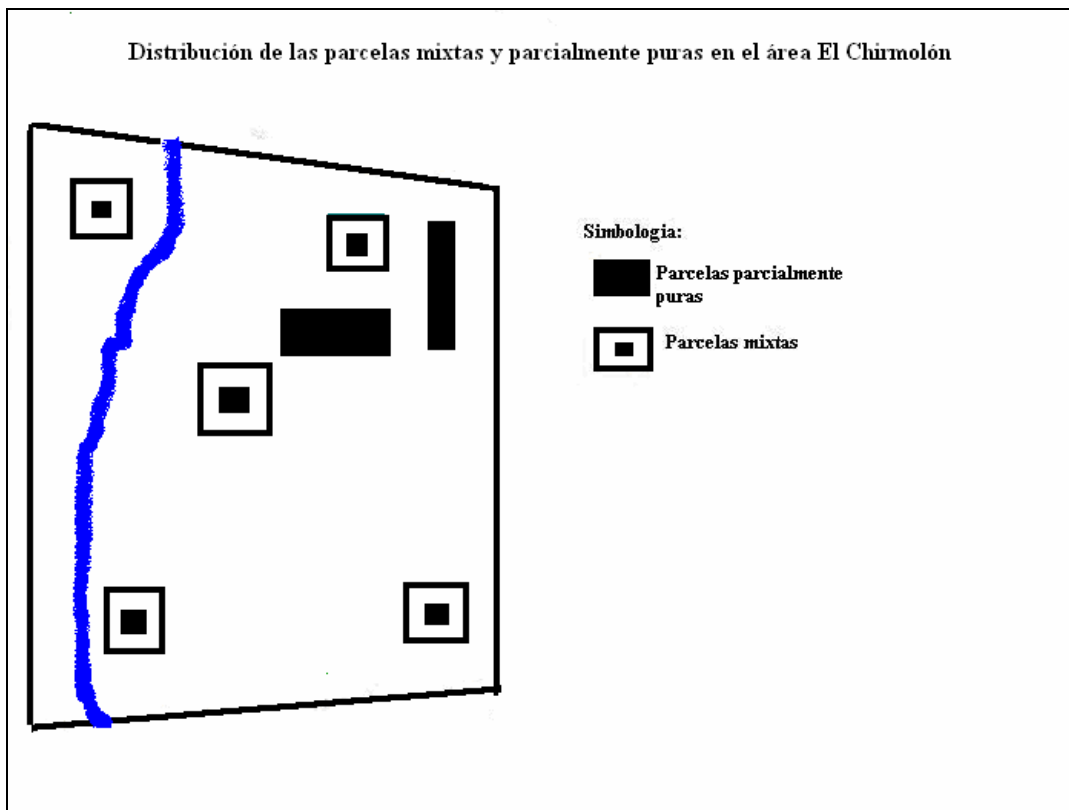


Figura 2. Distribución de las parcelas mixta y parcialmente puras área El Chirmolón.



En el Cuadro 4 y 5 se muestran datos generales como: superficie, población total y número de caobas, tanto de las parcelas mixtas como de las puras.

**Cuadro 4.** Dimensiones, población total y número de árboles de caoba en las parcelas mixtas

No. de Parcela	Área m <sup>2</sup>	Población Total	No. de caobas	% con respecto al total
1	644	88	34	39
2	742	105	65	62
3	560	70	30	43
4	644	79	30	38
5	560	66	31	48
<b>Total</b>	3150	406	190	
<b>Porcentaje</b>				47

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en el Cuadro 4, de los 406 árboles plantados en las cinco parcelas mixtas, el 190 corresponde a caoba (47%). El porcentaje de caobas a nivel de cada plantación varía entre 38% y 62%. En todos los casos el porcentaje de caobas parece ser alto, impidiendo así lograr el objetivo de las plantaciones mixtas de camuflar los árboles contra el barrenador.

**Cuadro 5.** Dimensiones, población total y número de árboles de caoba en las parcelas parcialmente puras

No. De Parcela	Área m <sup>2</sup>	Población Total	No. de Caobas	% con respecto al total
1	690.13	71	59	83.09
2	529.2	50	50	100
<b>Total</b>	1219.33	121	109	183.09
<b>Porcentaje</b>				90

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 5, se puede observar que los árboles de caoba comparten un área con árboles de hule, dichos individuos sirvieron como una barrera viva contra el barrenador.

En el Cuadro 6 se presenta la población de árboles de caoba de las parcelas mixtas clasificadas con base en la altura comercial

**Cuadro 6.** Número de árboles de caoba clasificados con base en la altura comercial en las parcelas mixtas

<b>Clasificación según altura comercial</b>						
<b>No de Parcela</b>	<b>A</b>	<b>B+</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>Total</b>
1	11	5	6	6	6	
2	31	12	11	8	3	
3	2	2	8	11	7	
4		3	7	12	7	
5	4	7	4	6	1	
<b>Total</b>	48	29	36	43	24	180
<b>Porcentaje</b>	27	16	20	24	13	100

Fuente: Elaboración propia

De la población total de árboles de caoba plantados en los lotes mixtos, se puede observar que la mayor parte de las caobas pertenecen a la clasificación A lo que indica que la mayoría (27%) de árboles poseen una altura comercial mayor o igual a 4 m, seguido por las caobas en la categoría C (24%), que son los árboles con altura comercial de 1 a 2 metros. Cabe mencionar que las poblaciones de las clasificaciones B+ y B no son tan bajas, lo que muestra que mediante la técnica del camuflaje se pueden obtener buenos resultado en cuanto al crecimiento de la caoba.

En el Cuadro 7 se presenta la población de caobas en las parcelas parcialmente puras clasificado con base en la altura comercial.

**Cuadro 7.** Número de árboles de caoba clasificado con base en la altura comercial en las parcelas puras

<b>Clasificación según altura comercial</b>						
<b>No de Parcela</b>	<b>A</b>	<b>B+</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>Total</b>
<b>1</b>	7	24	20	7	1	
<b>2</b>	5	17	25	3		
<b>Total</b>	12	41	45	10	1	109
<b>Porcentaje</b>	11	38	41	9	1	100

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el Cuadro 7, la mayor parte de las caobas (41%) pertenecen a la clasificación de B lo que significa que la mayor parte de los árboles tiene una altura comercial mayor de 2 m, pero menor de 3 m y un 38% de la clasificación B+, caobas con un altura comercial mayor a tres metros, pero menor a cuatro metros. Lo que indica que debido a que existe un bajo porcentaje de árboles de hule, obteniendo como resultado una población alta con una altura comercial entre tres y dos metros.

#### 4.1.1 Variables de crecimiento e incremento medio anual para plantaciones de *S. macrophylla* establecidas en la Hacienda Piedra Parada

Para las plantaciones de caoba establecidas en la Hacienda Piedra Parada se presentan a continuación los datos correspondientes a las variables de crecimiento del dap y de altura comercial. Para estas mismas plantaciones se calcularon los IMA para todas las variables de crecimiento.

El Cuadro 8 ilustra el número de árboles medidos, la edad y el IMA para el dap y la altura comercial a nivel de plantaciones mixtas.

**Cuadro 8.** Número de árboles de caoba, edad, e IMA en dap y altura comercial para cada PMP mixta. Sitio el Chirmolón.

No. de Parcela	No de árboles medidos	Edad de la plantación (años)	Incremento medio anual *	
			DAP (cm)	Altura (m)
1	34	2.75	1.22	1.09
2	65	2.75	1.46	1.34
3	30	2.75	0.69	0.82
4	29	2.75	0.45	0.59
5	31	2.75	0.85	0.86

Fuente: Elaboración propia

\*Para el cálculo del IMA se utilizó el promedio de cada parcela de caoba

Los resultados del Cuadro 8, muestran que en el peor de los sitios (parcela no. 4), los árboles de caoba podrían alcanzar al turno económico de 30 años un dap medio 13.5 cm, y en el mejor sitio la caoba alcanzaría un dap medio de 44 cm a la misma edad.

Así mismo se calculó el IMA para las plantaciones parcialmente puras, en donde no se encontró ninguna diferencia con respecto al dap, pero en la altura comercial se encontró una diferencia de 0.86 m. Véase Cuadro 9.

Las evaluaciones de las parcelas permitió determinar un IMA en diámetro del orden de 1 cm/año y un IMA en la altura comercial de aproximadamente 1 m/año.

**Cuadro 9.** Numero de árboles de caoba, edad, e IMA de dap y altura comercial para cada PMP parcialmente puras. Sitio El Chirmolón

No de Parcela	No de árboles medidos	Edad de la plantación (años)	Incremento medio anual *	
			Dap (cm)	Altura comercial (m)
1	59	2.75	1.04	0.8
2	50	2.75	1	0.72

Fuente: Elaboración propia

\*Para el cálculo del IMA se utilizó el promedio de cada parcela de caoba

## 4.2 PARCELAS ESTABLECIDAS EN LA EAP

### 4.2.1 Variables de crecimiento e Incremento Medio Anual para plantaciones de *S. macrophylla* establecidas en la EAP

Las variables de crecimiento tomadas en cuenta para realizar el análisis de las parcelas ubicadas en la EAP fueron: diámetro a la base del árbol, dap comercial y altura comercial. A continuación los Cuadros 10, 11 y 12 presentan los promedios de las variables evaluadas por cada lote establecido en la EAP

**Cuadro 10.** Promedios del diámetro en la base, diámetro comercial y altura comercial por cada lote en la EAP

Nombre del sitio	Diámetro en la base del árbol (cm)	Dap (cm)	Diámetro comercial (cm)	Altura comercial (m)
Bascula	32	26	24	4.05
Agroindustria	34	29	26	3.76
Carretera a Monte Redondo	50	42	37	2.93
Maya	62	23	19	3.24

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el Cuadro 10. Las caobas que presentan una altura mayor son las del lote de la báscula, mientras que las del lote de la carretera a Monte Redondo presentan la altura más baja, lo que pudo ser causado por el manejo de las podas que se utilizó en cada sitio.

**Cuadro 11.** Incremento medio anual en dap, diámetro de la base y altura comercial para cada lote dentro de la EAP

Nombre del sitio	No de árboles medidos	Edad de la plantación	Incremento medio anual			
			Diámetro de la base del árbol (cm)	Dap (cm)	Diámetro a la altura comercial (cm)	Altura comercial (m)
<b>Bascula</b>	54	22	1.46	1.2	1.09	0.18
<b>Agroindustria</b>	37	22	1.55	1.3	1.19	0.17
<b>Carretera a Monte Redondo</b>	26	22	2.28	1.9	1.66	0.13
<b>Maya</b>	61	22	1.2	1.04	0.99	0.17

Fuente: Elaboración propia

\*Para el cálculo del IMA se utilizó el promedio de cada parcela de caoba

Los resultados del Cuadro 11, muestran que el IMA promedio de la altura a nivel de los lotes varía entre 0.1 m a 0.4 m, ya que la diferencia en el número de árboles entre cada parcela es alta, lo que produce una similitud en los datos.

**Cuadro 12.** Volumen promedio para cada lote establecido en la EAP

Nombre del sitio	Diámetro en la base del árbol (cm)	Dap (cm)	Diámetro comercial (m)	Altura comercial (m)	Volumen (m3)
<b>Bascula</b>	32	26	24	4.05	0.2602
<b>Agroindustria</b>	34	29	26	3.76	0.3011
<b>Carretera a Monte Redondo</b>	50	41	37	2.93	0.5095
<b>Maya</b>	26	23	19	3.24	0.1446

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el Cuadro 12, el lote de Carretera a Monte Redondo presenta un volumen de madera más alto, a pesar de ser uno de los lotes que presenta menor altura comercial, su dap comercial y su dap de la base del árbol son algunos de los más altos en comparación con las demás parcelas.

## **5. DISCUSION DE RESULTADOS**

### **5.1 COMPORTAMIENTO INICIAL DE CAOBA A NIVEL DE PLANTACIONES EN LA HACIENDA PIEDRA PARADA.**

A la fecha el Grupo R. Q. tiene plantados alrededor de 40 mil árboles de caoba en la Hacienda Piedra Parada, las plantaciones han sido establecidas utilizando dos modalidades: bloques mixtos de caoba con otras especies de valor económico (ver uso actual de la tierra) y líneas puras de caoba intercaladas en las plantaciones de hule.

En términos de calidad del fuste no existe diferencia significativa entre las caobas plantadas en bloques mixtos o en líneas puras. Desde el punto de vista económico interesa en estos momentos los árboles cuya altura comercial sea mayor o igual a tres metros porque son los candidatos a producir mayor volumen de madera si estos árboles se manejan oportunamente con podas de formación. En el caso de los lotes mixtos el 43% de los árboles de caoba tienen alturas superiores a tres metros, mientras que en las líneas parcialmente puras las cifras ascienden al 49%. Los árboles de la categoría B, cuya altura comercial es mayor de dos metros pero menor de tres metros, podrían tener futuro promisorio siempre y cuando sus tasas de crecimiento sean satisfactorias y las podas de formación se hagan anualmente.

Los individuos de las clases C y D, que representan el 37% en el caso de las parcelas mixtas y del 10% en las líneas puras, únicamente podrían tener valor a futuro como generadoras de madera de cortas dimensiones, sin embargo, muchos de estos árboles de pequeñas dimensiones y de fustes cortos deberían ser los primeros candidatos a extraer en los regímenes de raleos.

#### **5.1.1 Incremento Medio Anual (IMA)**

El IMA en el dap varía en las plantaciones mixtas entre 0.8 cm/año y 1.46 cm/año. El IMA de 0.45 cm/año que ocurrió en la parcela número cuatro se excluye del análisis debido al poco manejo que tuvo esta porción del bloque plantado. En las líneas puras de caobas el IMA en el dap fue del orden de 1 cm/año. El incremento en diámetro de la caoba es bajo comparativamente con los datos del rango que reporta la literatura y otras investigaciones realizadas en Honduras. En el Valle de Sula la caoba tiene un IMA en dap entre 1.1 y 1.5 cm. En zonas más húmedas como el litoral atlántico el IMA en dap varía entre 2.3 y 3.6 cm.

Esto como resultado de la calidad de la semilla y de las prácticas de manejo de la plantación. A mayor calidad de semilla, adaptada a la zona, mayor será el crecimiento de los individuos.

**El ataque del barrenador de las meliáceas en las plantaciones de hacienda piedra parada.**

Parcialmente la población total de caoba en la Hacienda Piedra Parada ha sido afectada por el barrenador. El ataque del barrenador según los datos de campo parece ser mas severo en los lotes mixtos que en las líneas puras. En los bloques mixtos el 37% de los árboles ha sido severamente atacado, mientras que en las líneas puras el ataque ocurrió en el 10% de los árboles. Es necesario continuar monitoreando el ataque de *H. grandella* en las líneas puras para detectar a futuro si el hule desempeña un efecto alelopático al barrenador. El manejo futuro de las plantaciones decidirá si se debe continuar el actual esquema de plantación de caoba en líneas puras o si se debe incrementar las líneas de hule y reducir las de caoba.

Las evaluaciones de campo y reconocimientos de terreno permiten diagnosticar que toda la plantación de caoba plantada en Piedra Parada ha experimentado el ataque del barrenador de las meliáceas. A la fecha más del 50% de la población de caoba ha sufrido ataques severos y este se traduce en altura comercial por debajo de tres metros. Esta reducción en la altura comercial debido al ataque de la *H. grandella* reduce de manera considerable el rendimiento volumétrico de los árboles aunque el incremento diametral sea optimo.

## 6. CONCLUSIONES

En climas monzónicos de Guatemala los árboles de *S. macrophylla* en las plantaciones de la Finca Piedra Parada han presentado un crecimiento por debajo de las expectativas produciendo al final del turno económico de 30 años menos de un m<sup>3</sup> de madera. Este rendimiento volumétrico de madera en rollo es muy bajo, creando un fundamento para refutar el actual turno económico teórico de esta especie.

Un deficiente programa de manejo de plantaciones, que no incluyen prácticas silvícolas adecuadas y la poca variabilidad de familias taxonómicas dentro de una plantación son factores que aumentan la susceptibilidad del la *S. macrophylla* al ataque del barrenador de las meliáceas (*H. grandella*).

La procedencia de la semilla para plantaciones de *S. macrophylla* es un agente determinante para los resultados de crecimiento y adaptación a la zona. Semillas que no provengan de la misma zona a la que van a ser plantadas reducirán el crecimiento de los individuos, disminuyendo el potencial de producción de madera

Las comparaciones entre los sistemas parcialmente puros (asociado con *Hevea brasiliensis*) y mixtos, permiten concluir que se obtuvo un mejor crecimiento de la *S. macrophylla* en los sistemas parcialmente puros, dado que esta Euphorbiaceae produce un efecto alelopático contra el barrenador de las meliáceas, es decir que se minimiza el ataque.



## 7. RECOMENDACIONES

Evaluar técnicamente las actuales procedencias de la semilla de caoba que se utilizan actualmente en las plantaciones de la Hacienda Piedra Parada, y sobre esta base seleccionar la procedencia más adecuada a climas monzónicos con el propósito de mejorar el IMA y aumentar la producción de madera.

Evaluar los sitios actuales de producción de plántulas y las técnicas de producción de las mismas a nivel de vivero, para crear uno particular con semillas y plántulas adaptadas a la zona.

Para poder contrarrestar el ataque de la *H. grandella*, se recomienda, establecer un programa de manejo de plantaciones enfocado en podas de saneamiento continuo que permita obtener una altura comercial mayor o igual a 3 m.

Para mejorar las condiciones de rendimiento de las nuevas plantaciones de *S macrophylla* en la Hacienda Piedra Parada, se recomienda la asociación con la especie *H. brasilensis*.

Los beneficios que tienen estas plantaciones para las comunidades aledañas es que sirve como fuente para la recolección de leña, fuente de empleo al momento de realizar las actividades de mantenimiento que se llevan a cabo en las plantaciones; la mayoría de las personas que viven cerca de la finca Hacienda Piedra Parada se dedican a la agricultura y trabajan dentro de la misma, es necesario enfatizar la importancia que tiene la combinación de la caoba con otras especies forestales como método para reducir el ataque del barrenador de las meliáceas, para que sea tomado en cuenta al momento de que ellos decidan sembrar esta especie.

Se recomienda llevar a cabo la asociación de la caoba en sistemas agro pastoriles, y en sistemas agroforestales asociado con algún tipo de cultivos perennes o anuales en donde se estudien los efectos que proporcionan estos cultivos al crecimiento de la *S. macrophylla.*, es necesario tomar en cuenta los beneficios que esta meliácea aporta, en el caso de los agro pastoriles a los animales, brindándoles frescura, mejorando la estructura del suelo y dando como producto secundario la madera, lo cual puede ayudar al pequeño productor a incrementar el ingreso familiar.

Mediante el establecimiento de las plantaciones se esta aumentando la fijación de CO<sub>2</sub>, mejora las condiciones de las fuentes de agua, lo que beneficia a las comunidades, mantiene y protege a la biodiversidad de la misma, porque en ellas se pueden albergar una serie de especies animales.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Bauer, G; Francis, J. 1998. *Swietenia macrophylla* king. (En línea). Consultado el 1 de Agosto de 2006. Disponible en <http://www.fs.fed.us/global/iitf/Swieteniamacrophylla.pdf>.

Calvo, J. 2000. Diagnóstico General de la *S. macrophylla* en Mesoamérica (en línea). Consultado el 20 de Julio de 2006. Disponible en: [http://www.ccad.ws/documentos/varios/S.macrophylla/1Intro/1Vision\\_general.pdf](http://www.ccad.ws/documentos/varios/S.macrophylla/1Intro/1Vision_general.pdf).

Cordero, J. *et al.* 2004. Manual de árboles de Centroamérica. (En línea) CR, CATIE. Consultado el 18 de sept. 2006. Disponible en [http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulos\\_especies\\_y\\_anexos/swietenia\\_macrophylla.pdf](http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulos_especies_y_anexos/swietenia_macrophylla.pdf)

Jiménez, H. 1999. Diagnóstico de la *S. macrophylla* en Mesoamérica Revisión Bibliográfica (en línea). Consultado en 25 de Julio de 2006. Disponible en: <http://www.ccad.ws/documentos/varios/S.macrophylla/1Intro/4Revisionbibliografica.pdf>

Navarro, C. 1997. Silvicultura Genética (en línea). Consultado el 1 de Agosto de 2006. Disponible en: [http://www.ccad.ws/documentos/varios/S.macrophylla/1Intro/3Silvicultura\\_gen%C3%A9tica.pdf](http://www.ccad.ws/documentos/varios/S.macrophylla/1Intro/3Silvicultura_gen%C3%A9tica.pdf)

Newton, A.C.; Mayhew, J.E. The silviculture of Mahogany. New Cork. Estados Unidos. Cabina Publishing. 1998. 226p.

## 9. ANEXOS

### Anexo 1. Croquis de la parcela No. 1

88	69	68	50	49	31	30	10	9
87	70	67		48	32	29	11	8
86		66	51	47		28	12	7
85	71		52	46	33	27	13	6
84	72	65		45	34		14	5
83	73	64	53		35	26	15	
	74	63	54	44	36		16	4
82	75		55		37	25	17	3
81	76	62	56	43	38		18	2
	77	61	57		39	24	19	
	78		58		40	23	20	
80	79	60	59	42	41	22	21	1

N  
 S

### Anexo 2 Croquis de la Parcela No.2

105	88	87	68	67	49	48	29	28	10	9
104	89	86	69			47	30	27	11	8
103		85		66	50	46	31	26		7
102	90	84	70	65	51	45		25	12	6
101	91	83	71	64	52	44	32	24	13	5
100		82	72	63	53	43	33	23	14	
	92	81	73	62	54	42	34	22	15	4
99	93		74	61	55	41	35			3
98		80	75	60	56	40	36	21	16	2
97	94	79	76	59		39	37	20	17	
96	95	78	77	58	57	38		19	18	1

N  
 S

### Anexo 3. Croquis de la Parcela No 3

70	54	53	40		24	23	9	8	N ↑ S
69	55	52	41	39	25	22	10	7	
68	56	51		38	26	21	11	6	
67	57	50	42		27	20	12	5	
66	58	49	43	37	28	19	13	4	
	59	48	44	36	29	18	14	3	
65	60		45	35	30	17		2	
64	61	47	46	34	31				
63	62	46		33	32	16	15	1	

### Anexo 4. Croquis de la Parcela No. 5

66	50	49	37	36	20	19	9	8	N ↑ S
	51	48	38	35		18		7	
		47		34	21	17		6	
65	52	46	39		22	16		5	
64	53	45		33	23		10	4	
63	54			32	24			3	
62	55				25	15	11		
61	56		40	31	26			2	
60	57	44	41	30	27	14			
59	58	43	42	29	28	13	12	1	

## Anexo 5. Datos Generales de la Parcela No. 1


No. de árbol	N. Árbol en parcela	Hc (m)	DAP (cm)
1	5	4.5	7.6
2	11	1.2	
3	12	3	4.4
4	14	3	5.09
5	15	6	4.4
6	17	5	5.4
7	18	1.3	
8	19	3.6	3.5
9	21	2.3	3.2
10	28	6	7.3
11	30	2.7	3.2
12	32	4	5.7
13	33	1.3	
14	35	4.3	5.4
15	36	3.7	4.1
16	38	3.6	5.1
17	51	1	
18	52	4.5	5.4
19	54	5.5	6.7
20	56	2.7	3.8
21	57	3.5	3.8
22	59	5.5	6.7
23	67	2.8	3.2
24	69	0.9	
25	70	0.9	
26	71	0.9	
27	72	0.9	
28	73	0.9	
29	74	1.8	3.5
30	75	1.3	
31	76	3.6	5.1
32	77	4.3	6.4
33	78	1.4	
34	79	4.5	5.4
<b>Total</b>		102.4	114.39
<b>Promedio</b>		3.012	3.364
<b>IMA</b>		1.095	1.223

 Árboles cuya altura comercial es menor de 1.3 metros.

## Anexo 6. Datos Generales de la Parcela No. 2

No. de árbol	N. Árbol en parcela	Hc (m)	DAP (cm)
1	3	4	4.8
2	5	1	
3	6	2.5	2.7
4	7	5	4.6
5	12	2.4	2.1
6	14	3	3.8
7	15	4.8	6.1
8	16	1	
9	17	6	6.5
10	18	6	7.5
11	19	2.4	2.7
12	20	4.5	4.9
13	21	1.5	1.4
14	23	2.2	2.3
15	34	4	6
16	35	0.7	
17	37	3.3	6
18	38	4.5	7
19	40	2.8	2.7
20	41	4.8	6.7
21	43	5.4	5.2
22	44	2.9	2.8
23	46	4.2	4
24	47	4	3.7
25	48	2.1	2.5
26	50	5	5.8
27	53	5	6.2
28	55	5.8	6.5
29	57	2.2	3.7
30	58	6.7	7
31	59	0.8	
32	60	3.7	5.1
33	61	3.1	3.2
34	62	5.4	5.8
35	63	5.6	6.4
36	64	5	6
37	65	5.2	5.5
38	66	4.9	5.9
39	67	3.4	3.8
40	68	3	3.1
41	69	0	0
42	70	4.6	4.9
43	71	3.2	4.6

44	72	2.8	3.5
45	73	7.2	8.1
46	74	1.2	
47	75	4.4	6
48	76	3.8	3.4
49	79	1.2	
50	82	1.1	
51	83	3.6	3.1
52	85	6	7.4
53	86	2	1.7
54	88	4.7	5.2
55	89	3.8	4
56	94	3.5	3.9
57	91	5.2	5.7
58	92	4.5	4.8
59	95	2.1	1.3
60	96	1.9	3
61	97	3.8	3.7
62	98	6	6.7
63	100	1.2	
64	104	6	5.1
65	105	5.5	5.3
<b>Total</b>		239.8	261.4
<b>Promedio</b>		3.69	4.02
<b>IMA</b>		1.34	1.46

 Árboles cuya altura comercial es menor de 1.3 metros

## Anexo 7. Datos Generales de la Parcela No. 3


No. de árbol	N. Árbol en parcela	Hc (m)	DAP (cm)
1	1	0.6	
2	2	0.6	
3	10	0.6	
4	11	0.6	
5	13	0.6	
6	14	1.4	2.2
7	19	6.5	7
8	25	1.1	
9	26	0.4	
10	27	13	
11	29	1.1	
12	31	0.6	
13	32	1.5	4.4
14	33	1.9	3.2
15	37	1	
16	38	2.9	4.8
17	41	1.2	
18	42	3.5	3.8
19	46	3.3	4.6
20	47	1.1	
21	48	2.3	2.9
22	54	2.2	3.2
23	56	0.7	
24	57	2	2.9
25	59	4.5	4.4
26	60	2.1	1.3
27	62	0.6	
28	65	1.1	
29	68	2.8	3.5
30	69	2.5	3.8
<b>Total</b>		68	52
<b>Promedio</b>		2.27	1.73
<b>IMA</b>		0.82	0.69

Árboles cuya altura comercial es menor de 1.3 metros




## Anexo 8. Datos Generales de la Parcela No. 4

No. de árbol	N. Árbol en parcela	Hc (m)	DAP (cm)
1	10	0.8	
2	11	0.5	
3	12	0.5	
4	14	1.1	
5	15	3.3	2.8
6	26	1.8	1.3
7	27	0.9	
8	28	3.8	3.2
9	29	2.3	2.9
10	30	1.8	1.6
11	31	1.2	
12	32	2.5	3.5
13	33	2	2.2
14	34	1.1	
15	44	0.8	
16	46	1.7	4.6
17	47	1	
18	49	1.2	
19	51	1.1	
20	52	0	0
21	62	0.8	
22	63	1.1	
23	64	2.3	3.8
24	65	1.2	
25	66	0.7	
26	67	2.7	3.5
27	68	1	
28	69	2	3.2
29	70	3.3	3.8
<b>Total</b>		47.1	36.4
<b>Promedio</b>		1.624	1.255
<b>IMA</b>		0.591	0.456

 Árboles cuya altura comercial es menor de 1.3 metros

## Anexo 9. Datos Generales de la Parcela No. 5

No. de árbol	N. Árbol en parcela	Hc (m)	DAP (cm)
1	2	3.8	4.1
2	3	2.4	3.5
3	5	4	6
4	9	3	3.8
5	10	4.3	4.8
6	11	2.9	3.5
7	14	3.3	4.1
8	16	4.5	4.8
9	17	3	3.2
10	21	4.2	4.4
11	23	1.2	
12	24	3.7	4.1
13	25	1.9	3.8
14	27	2.3	2.5
15	29	1.4	
16	32	3.8	3.8
17	37	1.8	3.8
18	38	1.1	
19	40	1	
20	42	2.2	2.5
21	44	1.9	1.9
22	45	1.9	3.2
23	47	1	
24	50	1.1	
25	51	1.1	
26	52	1.1	
27	54	1.1	
28	55	1.1	
29	56	1.7	2.2
30	58	0.9	
31	63	3.3	2.9
<b>Total</b>		73.7	72.9
<b>Promedio</b>		2.377	2.352
<b>IMA</b>		0.865	0.855

 Árboles cuya altura comercial es menor de 1.3 metros

**Anexo 10. Datos Generales de la Parcela Parcialmente Puras No. 1**

<b>No. de árbol</b>	<b>Hc (m)</b>	<b>DAP (cm)</b>
1	7.3	4
2	9.2	4.1
3	10.8	4
4	3.8	3
5	3.8	1.5
6	2.8	1
7	7.3	3.3
8	8.9	3.5
9	7.3	3.4
10	3.8	1.7
11	5.4	2.5
12	10.8	4
13	2.5	1.6
14	5.4	2.5
15	4.7	2.5
16	4.7	2.6
17	8.5	4
18	7.9	3.2
19	4.4	1.6
20	6.3	3.3
21	7.6	3.4
22	6.3	3
23	4.4	3
24	7.9	3.8
25	4.7	2.5
26	5.7	1.6
27	7	3.2
28	9.5	3.4
29	3.5	2
30	7.9	5
31	7.9	3.5
32	2.8	2.3
33	3.8	2.6
34	7	3.5
35	6.3	2.8
36	5.7	3
37	7.6	3.1
38	6	2.3
39	7.3	3.2
40	4.4	2.8
41	7.3	2.3
42	7.9	4
43	6.6	3

	44	7.3	3.5
	45	4.7	1.8
	46	0	0
	47	7	2.7
	48	4.7	2.8
	49	5.7	2.7
	50	9.2	3.4
	51	7	2.8
	52	6.3	2.6
	53	7	3
	54	6.6	2.7
	55	8.5	2.6
	56	2.5	2.2
	57	7.6	3.3
	58	7.6	3.5
	59	7.6	3
<b>Total</b>		370	169.2
<b>Promedio</b>		6.271	2.868
<b>IMA</b>		2.280	1.043

**Anexo 11. Datos Generales de la Parcela Parcialmente Puras No. 2**

No. de árbol	Hc (cm)	Diámetro (cm)
1	6	4.3
2	5.4	3
3	8.5	3.4
4	6	2.3
5	7.6	3.4
6	7	2.5
7	7.6	2.8
8	4.4	2.3
9	4.7	3.1
10	5.7	2.1
11	4.7	4
12	7.3	3.5
13	5	2.1
14	5.4	2
15	4.1	1.9
16	3.5	2.2
17	7.6	3.5
18	7.9	4.1
19	6.3	3.5
20	5.7	3
21	4.7	2.9
22	4.7	2
23	4.7	3
24	3.1	2
25	2.8	2.2
26	4.1	2.2
27	5	2.8
28	6	3
29	4.7	2.5
30	4.4	2.5
31	5	3.5
32	7.3	3.5
33	3.1	1.8
34	8.5	3.8
35	5	2.9
36	5.7	3
37	6.3	3.8
38	9.2	4.5
39	5.4	3.2
40	4.1	2.5
41	5.7	2.8

42	3.8	2.4
43	3.5	1.9
44	3.8	2.5
45	7.6	4
46	3.8	2.6
47	5.7	3.4
48	5.4	2.4
49	3.5	2.3
50	3.8	2.5
<b>Total</b>	270.8	143.4
<b>Promedio</b>	5.4	2.9
<b>IMA</b>	2.0	1.0

### Anexo 12.Datos Generales del Lote Monte Redondo

No. de árbol	Diámetro basal (m)	Diámetro comercial (m)	Altura (m)	Volumen (m3)
1	0,8276	0,5730	3,34	1,8127
2	0,7321	0,2865	3,8	1,5135
3	0,7003	0,4775	3,35	1,4729
4	0,6366	0,3820	4,4	1,6527
5	0,6366	0,4775	3,32	1,3540
6	0,6048	0,3119	4,4	1,4987
7	0,5730	0,5411	4,4	1,7665
8	0,5730	0,5093	2,35	0,9126
9	0,5411	0,4138	2,6	0,8783
10	0,5411	0,4138	2,36	0,7972
11	0,5093	0,4138	2,8	0,9013
12	0,5093	0,4138	3	0,9657
13	0,5093	0,4775	2,8	0,9637
14	0,5093	0,2865	3,4	0,9754
15	0,5093	0,3183	2,8	0,8244
16	0,4456	0,4297	3,3	0,9746
17	0,4424	0,3501	3,12	0,8404
18	0,4138	0,3501	2,3	0,5866
19	0,4138	0,3501	2,2	0,5611
20	0,4138	0,2865	3,12	0,7461
21	0,3501	0,3024	2,6	0,5485
22	0,3501	0,2546	1,5	0,3008
23	0,3501	0,2706	2,5	0,5095
24	0,3501	0,2546	2,44	0,4893
25	0,3183	0,1910	1,6	0,2776
26	0,2546	0,1592	2,3	0,3157

### Anexo 13. Datos Generales del Lote Aves

No. de árbol	Diámetro basal (m)	Diámetro comercial (cm)	Altura (m)	Volumen (m3)
1	0,51	0,38	5,7	1,8
2	0,48	0,35	4	1,1
3	0,45	0,38	3,3	0,9
4	0,44	0,31	4,8	1,2
5	0,44	0,48	4,5	1,4
6	0,43	0,35	3	0,8
7	0,41	0,28	2,7	0,6
8	0,41	0,26	5,2	1,2
9	0,40	0,27	3	0,7
10	0,38	0,28	5,4	1,2
11	0,38	0,29	4,3	1,0
12	0,38	0,32	3,7	0,9
13	0,38	0,26	4,3	0,9
14	0,38	0,24	3	0,6
15	0,38	0,31	2,9	0,7
16	0,38	0,30	3,5	0,8
17	0,36	0,26	4,2	0,9
18	0,35	0,29	3,95	0,8
19	0,35	0,25	3,95	0,8
20	0,35	0,23	4,2	0,8
21	0,35	0,21	4,5	0,9
22	0,33	0,22	2,9	0,5
23	0,32	0,27	4,5	0,8
24	0,30	0,22	4,2	0,7
25	0,30	0,21	3,45	0,6
26	0,29	0,22	3,9	0,6
27	0,29	0,16	3,1	0,5
28	0,29	0,22	3,5	0,6
29	0,29	0,20	4,4	0,7
30	0,27	0,20	3,2	0,5
31	0,27	0,19	2,6	0,4
32	0,24	0,16	2,9	0,4
33	0,22	0,30	4,2	0,6
34	0,22	0,16	2,7	0,3
35	0,21	0,28	3,6	0,5
36	0,19	0,19	2	0,2
37	0,16	0,21	4,2	0,4

### Anexo 14. Datos Generales del Lote Maya

No. De árbol	Diámetro basal (m)	Diámetro comercial (m)	Altura (m)	Volumen m3
3	0,51	0,24	2,3	0,64
58	0,48	0,30	3,9	1,07
56	0,45	0,32	3,1	0,82
19	0,38	0,32	2,2	0,50
2	0,37	0,32	4,6	1,04
28	0,35	0,25	2,2	0,44
29	0,35	0,25	2,5	0,50
31	0,35	0,27	2,6	0,53
55	0,35	0,26	2,5	0,50
61	0,35	0,19	4,5	0,85
17	0,34	0,28	2,7	0,55
48	0,33	0,25	2,9	0,56
9	0,33	0,22	2,8	0,51
12	0,33	0,15	3,5	0,61
59	0,33	0,28	3,9	0,76
36	0,32	0,15	3,1	0,52
40	0,32	0,21	5	0,88
14	0,30	0,19	4,4	0,73
47	0,30	0,18	4,8	0,78
22	0,29	0,21	4,6	0,74
30	0,28	0,22	2,5	0,40
18	0,28	0,27	2,1	0,35
50	0,28	0,21	4	0,62
20	0,27	0,25	2,3	0,37
43	0,27	0,17	3,3	0,48
26	0,26	0,24	2,1	0,32
60	0,26	0,22	1,7	0,26
32	0,26	0,21	3	0,44
15	0,25	0,19	3,8	0,54
51	0,25	0,21	4,2	0,61
54	0,25	0,18	3,2	0,45
16	0,25	0,19	3,2	0,45
24	0,25	0,19	3,3	0,46
33	0,25	0,18	2,2	0,30
52	0,25	0,17	2,8	0,38
42	0,25	0,21	2,6	0,36
57	0,25	0,17	2,7	0,36
7	0,24	0,18	3,3	0,44
25	0,23	0,18	2,7	0,35
21	0,22	0,17	2,3	0,28



38	0,22	0,18	2,8	0,35
45	0,22	0,13	4,1	0,48
46	0,22	0,15	3,58	0,43
53	0,22	0,13	6,5	0,77
39	0,22	0,17	2	0,24
37	0,21	0,21	2,6	0,32
41	0,21	0,13	3,3	0,36
5	0,20	0,18	2	0,23
35	0,20	0,14	2,5	0,27
23	0,20	0,16	3	0,33
49	0,20	0,14	4,5	0,49
27	0,19	0,14	2,4	0,25
34	0,18	0,11	3,3	0,31
44	0,18	0,12	3,2	0,30
10	0,17	0,13	2,8	0,25
11	0,16	0,11	1,6	0,14
13	0,14	0,10	4,5	0,32
6	0,13	0,08	3,5	0,24
8	0,11	0,10	3,8	0,23
4	0,10	0,16	6,4	0,39
1	0,10	0,12	4,4	0,24

## Anexo 15. Datos Generales del Lote Carretera

árbol	DCB	DCc	Ac	Vm3
	Diámetro	Diámetro	Altura	Volumen
	circunferencia	circunferencia	Comercial	en
	basal	Comercial		mt3
B16	0,45	0,34	4,00	0,49
C7	0,41	0,36	3,92	0,46
B13	0,41	0,32	3,65	0,39
B7	0,41	0,32	4,20	0,45
C13	0,41	0,32	4,00	0,42
A11	0,38	0,32	4,60	0,45
C12	0,38	0,30	2,85	0,27
B15	0,36	0,31	2,65	0,23
B6	0,36	0,27	4,35	0,35
B10	0,36	0,29	4,90	0,41
B14	0,36	0,29	3,30	0,27
A6	0,35	0,27	4,38	0,34
A17	0,35	0,28	4,98	0,39
A18	0,35	0,22	3,52	0,24
C9	0,35	0,30	3,98	0,33
C4	0,34	0,24	4,04	0,28
B12	0,33	0,25	5,55	0,37
C6	0,33	0,21	4,82	0,30
C11	0,33	0,25	3,75	0,26
C16	0,33	0,24	2,25	0,15
B9	0,33	0,27	4,05	0,29
C8	0,33	0,30	3,26	0,25
A7	0,32	0,22	5,76	0,35
A5	0,32	0,22	4,20	0,24
A8	0,32	0,26	3,70	0,25
A10	0,32	0,24	3,45	0,21
A15	0,32	0,23	3,72	0,22
A19	0,32	0,14	3,94	0,19
C1	0,32	0,21	5,46	0,31
C2	0,32	0,17	4,20	0,22
C3	0,32	0,24	3,72	0,23
C10	0,32	0,24	2,88	0,18
A16	0,30	0,19	4,92	0,25
B2	0,30	0,24	5,35	0,32
B1	0,30	0,23	4,50	0,25
B17	0,30	0,19	3,85	0,19
C14	0,30	0,25	2,90	0,17
B11	0,30	0,22	5,50	0,30
A4	0,29	0,20	4,08	0,20
C5	0,29	0,18	4,08	0,19

B5	0,29	0,21	4,70	0,23
A9	0,29	0,22	2,96	0,15
B18	0,29	0,21	2,70	0,13
A3	0,28	0,20	4,60	0,21
B3	0,28	0,23	4,65	0,24
A14	0,27	0,24	2,92	0,15
A1	0,27	0,20	3,30	0,15
B8	0,26	0,21	3,86	0,17
A2	0,26	0,23	4,50	0,21
A13	0,26	0,20	3,96	0,17
B4	0,26	0,17	6,45	0,24
A12	0,25	0,15	4,54	0,15
C15	0,25	0,18	3,05	0,11
A20	0,21	0,16	3,36	0,09