



## **INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES GUATEMALA**

Santamaría

*Calophyllum brasiliense*

# **PAQUETE TECNOLÓGICO FORESTAL**

Instituto Nacional de Bosques -INAB-  
7ª ave 12-90, zona 13  
Guatemala, Guatemala, C.A.  
[www.inab.gob.gt](http://www.inab.gob.gt)

Dirección de Desarrollo Forestal  
[www.inab.gob.gt](http://www.inab.gob.gt)  
Tel: 2321-4600 y 01  
Guatemala, Guatemala, C.A.

Departamento de Investigación Forestal  
7ª ave. 12-90, zona 13  
Guatemala, Guatemala, C.A.  
[www.inab.gob.gt](http://www.inab.gob.gt)

|   |  |
|---|--|
| Coordinador del Proyecto OIMT-INAB “ <i>Sistema de información sobre la productividad de los bosques de Guatemala</i> ” | Rafael Ávila Santa Cruz  |
| Coordinador técnico para la elaboración de los paquetes tecnológicos forestales   | José Luis Gómez, consultor   |
| Con la contribución de las/los profesionales siguientes:  |  |
| Síntesis final del PTF  | Daniel Marmillod   |
| Análisis de la información bibliográfica  | Favio Rodríguez Castro   |
| Análisis de la información dasométrica  | Lusvi Hurtado Domingo  |
| Elaboración del mapa de distribución potencial  | Lusvi Hurtado Domingo  |
| Identificación y descripción de documentos de interés   | Sandy Mendoza Montejo, Lusvi Hurtado Domingo, Daniel Marmillod, Herson Sagüi Alva, Favio Rodríguez Castro, Rómulo Ramírez González |

Se autoriza la reproducción total o parcial de esta publicación para fines educativos o sin intenciones de lucro, sin ningún otro permiso especial por parte del titular de los derechos, con la condición de que se cite la fuente de donde proviene.

Citar este documento como:

Instituto Nacional de Bosques. 2017. Palo blanco *Calophyllum brasiliense*; paquete tecnológico forestal. Guatemala, INAB.

## Introducción

---

Nombre científico y notas taxonómicas

*Calophyllum brasiliense* Camb.

SINONIMIA.

Nombres comunes

Basado en **Lopez tesis lic USAC 08, Cordero & Boshier calobr CATIE 03**

En Guatemala, el árbol recibe el nombre de santamaría o marío (en español) y lech (en q'eqchí). En Alta Verapaz se le conoce como leche o leche amarilla. Santamaría es el nombre más usado en la región centroamericana.

OTROS NOMBRES COMUNES: barí, leche de maría, guaya, barillo (México); barillo o barrillo en El Salvador; leche maría en Belice y El Salvador; palo de maría en Honduras y Nicaragua; cedro maría, maría blanco o maría colorado en Costa Rica; calaba en Panamá.

Descripción morfológica

Basado en **Cordero & Boshier calobr CATIE 03, Lopez tesis lic USAC 08, Salazar etal CATIE 00**

PORTE DEL ÁRBOL. Árbol grande, de hasta 45 m de altura, más comúnmente de 20-30 m y 40-60 cm de dap, aunque puede llegar hasta 2 m. Copa redondeada, follaje verde oscuro y denso, con ramas oblicuamente ascendentes. Fuste recto, cilíndrico, libre de ramas en los 2/3 basales, algunas veces con pequeños contrafuertes en la base.

CORTEZA. Lisa o con fisuras en forma de diamante; de color gris o café grisáceo con algunas partes de color amarillento; dura; látex crema a amarillo. Internamente se observan dos capas: la capa externa es de color amarillo pardusco o marrón y de 6 a 12 mm de espesor, la capa interna es rosada y tiene un grosor de 2 a 4 mm.

HOJAS. Lustrosas y brillantes, simples, enteras, opuestas, elípticas; de 6-12 cm de largo y 1.5-5 cm de ancho; ápice agudo a redondeado, base aguda; nervios laterales mayormente, cerca de 15 por cm; pecíolos 0.6-1.5 cm de largo; ápice acuminado, base cuneiforme a obtusa; haz verde oscuro y envés verde pálido, ambas superficies glabras.

FLORES. Algunos árboles producen solo flores masculinas, mientras que otros producen masculinas y femeninas. Las inflorescencias en panículas axilares, con un eje central de 3 a 9 cm de longitud, con 2 a 10 flores dioicas, pedúnculo café-furfuráceo. Las flores masculinas de 4 a 8 mm de diámetro con dos sépalos verdosos de 2.5 mm de largo, tres pétalos crema amarillentos de 4 mm de largo y numerosos estambres de hasta 2.5 mm de largo; flores femeninas con el perianto semejante al de las masculinas, de 8 a 10 estambres, ovario súpero unilocular, estilo corto y estigma obtuso.

FRUTOS. Bayas globosas, 1-3 cm de diámetro, de color verde pálido, amarillento a marrón en la madurez, pulpa de olor fragante con abundante látex amarillento, exocarpo coriáceo, endocarpo delgado. Contienen una sola semilla, ovoide o esférica, de testa gruesa, color pardo.

### Distribución geográfica

Basado en **Cordero & Boshier calobr CATIE 03, Lopez tesis lic USAC 08, Salazar etal CATIE 00, Grogan et al. 2016**

DISTRIBUCIÓN NATURAL. Es un árbol común en el dosel de bosques perennifolios desde México a Costa Rica, aunque también se la encuentra en el norte de América del Sur, así como en las tierras bajas de Bolivia y Brasil. Es un árbol de dosel de tamaño mediano, relativamente tolerante a la sombra. Es una especie generalista de sitio y de suelo; crece bien en sitios donde las precipitación anual excede los 1500 mm, y crece mejor en condiciones de suelos húmedos, aunque tolera los suelos de drenaje rápido (Devall y O'Rourke 1998 citado por Grogan et al. 2016). Sus frutos y semillas son dispersados por murciélagos, pájaros, roedores y, en bosques periódicamente inundados, por peces.

En Guatemala se la encuentra en los departamentos de Alta Verapaz, Izabal, Petén, Quiché, Zacapa, Chimaltenango, Chiquimula, Escuintla, Guatemala, Huehuetenango, Jutiapa, Retaluleu, Santa Rosa, Sololá y Suchitepequez.

LUGARES DE INTRODUCCIÓN. La especie ha sido plantada con fines madereros en las Islas Guadalupe, Florida, Hawaii, Bermuda, Cuba, Dominica y Puerto Rico, Costa Rica, Guatemala, México y Brasil.

### Aptitud forestal – agroforestal

Un estudio de las poblaciones de santamaría en las comunidades boscosas de San Miguel La Palotada, Petén, determinó que *C. brasiliense* se desarrolla mejor en el estrato de colinas altas (pendiente entre 14-49%) que en sitios más bajos o planos (Girón 1997).

### Usos

Basado en **INAB-OIMT PPD64-02 tecmad19sp 07, Cordero & Boshier calobr CATIE 03,** La madera ha sido utilizada para la construcción de botes desde el siglo XVII. Por su versatilidad, muchos madereros la comparan con la caoba debido a las cualidades de la madera de santamaría. Se emplea para traviesas de ferrocarril, construcción marina, costillas, mástiles, quillas y pisos de embarcaciones, estructuras de puentes, postes, carpintería general, construcción de interiores y exteriores. También se emplea pisos y muebles, adornos y acabados, gabinetes, instrumentos musicales, pizarras, herramientas agrícolas, mangos de herramientas, y contrachapado. La pulpa para papel es de buena calidad.

### Importancia de la especie en el país

(áreas reforestadas / industria / mercado / generación de empleo) [programa de incentivos forestales (extensión reforestada por especie) / plantaciones voluntarias / plantaciones obligatorias]

Durante el periodo 1998-2010, los programas PINFOR y PINPEP contribuyeron al establecimiento de más de mil hectáreas con *C. brasiliense*. Para el 2015?, según la base de datos del PINFOR, en Guatemala había 1230 ha de plantaciones, las cuales permitieron generar más de 220 mil jornales por un monto superior a los 14 millones de quetzales.

Según FAO doctra92 04, la especie es de amplia aceptación en el mercado nacional e internacional.

Estado de protección legal de la especie en el país  
(Especies protegidas)

Santamaría es una especie protegida por el CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas). Según las categorías definidas por el CONAP, la especie se ubica en la categoría 3, la cual incluye a las especies que, si bien no se encuentran en peligro de extinción actualmente, podrían llegar a estarlo si no se regula la comercialización (CONAP LEA 09). La especie no se encuentra en los listados de especies amenazadas del CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres).

Importancia de la especie en el país  
 (áreas reforestadas / industria / mercado / generación de empleo) [programa de incentivos forestales (extensión reforestada por especie) / plantaciones voluntarias / plantaciones obligatorias]

Estado de protección legal de la especie en el país  
 (especies protegidas)

\*\*\*

\*\*\*

| CALOBR   | Estructura santa maría  | 46 documentos en total   |
|----------|---|--|
| 00Introd | Introducción  | <b>06 documentos (05 digital y 01 análogo)/<br/>01 documento análogo no aporta al capítulo.</b>  |
|          | nombre científico y notas taxonómicas<br>nombres comunes guatemaltecos y contexto socio-histórico-cultural<br>descripción botánica<br>distribución natural y estado de conservación<br>lugares de introducción<br>aptitud forestal - agroforestal<br>usos<br>importancia de la especie en el país (áreas reforestadas / industria / mercado / generación de empleo) [programa de incentivos forestales (extensión reforestada por especie) / plantaciones voluntarias / plantaciones obligatorias]<br>estado de protección legal de la especie en el país (especies protegidas) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un documento en digital que se encuentra completo y describe nombres comunes, científicos y familia a la que pertenece la especie (utilidad alta).</li> <li>• Documento con utilidad alta que hace referencia a la conservación genética (digital).</li> <li>• Usos/Documento arboles de Centroamérica/digital con utilidad alta/de igual manera el documento cuenta con descripción botánica.</li> <li>• Documento con utilidad alta en digital que hace referencia a descripción botánica, distribución natural, proyectos de reforestación y áreas reforestadas, Usos y mercado. El documento es un diagnostico general especifico para la especie santa maría.</li> <li>• Un documento en digital con una utilidad media-alta, que aborda palabras claves como nombres comunes guatemaltecos, Usos y descripción botánica.</li> </ul> |

NOMBRES VERNÁCULOS: Santa María, Marío, (Español), Lech (Q'eqchí).

**DESCRIPCIÓN BOTÁNICA:** Árboles, 25-40 m de alto, látex crema a amarillo; plantas diocas. Hojas elípticas, 6-12 cm de largo y 1.5-5 cm de ancho, ápice agudo a redondeado, base aguda, nervios laterales mayormente cerca de 15 por cm; pecíolos 0.6-1.5 cm de largo. Inflorescencias 1-3.5 cm de largo, pedúnculo café-furfuráceo, flores cerca 0.7 cm de ancho; tépalos blanco-verdosos, pedicelos 0.1-1 cm de largo; flores estaminadas con ovarios pequeño; flores pistiladas con numerosos estambres aparentemente fértiles, estigma peltado. Fruto globoso, 1.5-2 cm de diámetro cuando maduro, verde, glauco (11). Común en el dosel de bosques perennifolios, zonas norcentral y atlántica; 0-1400 m; flores agosto, marzo, frutos abril; México a Costa Rica (11).

**USOS:** Madera semi-preciosa bastante utilizada en construcción de casas rurales y en muebles.

Fotografías de buena calidad de la corteza y madera secada.

#### INAB-OIMT PPD64-02 tecmad19sp 07 pp.7-8

**SANTA MARIA:** *Calophyllum brasiliense*

**Familia:** Guttiferaceae

**Otros nombres comunes:** Barí, Leche de María (México), Calaba (Panamá), Aceite María (Colombia), Edaballi, Kurahara (Guayana), Balsamaría (Bolivia), Guanandi, Jacareuba (Brasil).

**Distribución:** Crece a través del Este de las Indias y desde México hacia el sur de América Central, y también hacia el norte de América del Sur. Se encuentra en todos los tipos de tierra- desde mojada, húmeda y sitios muy secos.

**Usos:** En el trópico por lo general es usada en construcciones, entarimados, muebles, botes, ha favorecido a la utilización de la madera.

Gomez eps CUNOROC 09 pp. 19-24

#### DESCRIPCIÓN TAXÓNOMICA

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Reino</b>         | Vegetal   |
| <b>Subreino</b>      | Embryobionta  |
| <b>Orden</b>         | Theales   |
| <b>Familia:</b>      | Guttiferae  |
| <b>Nombre Común:</b> | Santa María   |
| <b>Sinónimos:</b>    | Aca (Brasil), Aceite Mario (Colombia), Alfaro (Perú), María, Marío (Guatemala) etc. |
| <b>Filo:</b>         | Magnoliophyta   |
| <b>Clase:</b>        | Magnoliopsida   |
| <b>Género:</b>       | Calophyllum   |
| <b>Especie:</b>      | <i>Calophyllum brasiliense</i>  |

|                           |                                   |
|---------------------------|-----------------------------------|
| <b>Nombre científico:</b> | Callophyllum brasiliense Cambess. |
|---------------------------|-----------------------------------|

Fuente: Base de datos forestales de Guatemala -INAB- DATAFORG V 5.0

## **DESCRIPCIÓN BOTANICA**

### **Dimensión**

Este árbol mide de 15 a 50 metros de alto y fuste de 0.5 (Aguilar, 1992) (1) a 1.8 m. (CATIE, 1999) (6) de diámetro a la altura del pecho (Aguilar y Aguilar, 1992).

### **Corteza**

La corteza externa: es lisa o con fisuras, en forma de diamantes, color gris cafésácea. Interna: de color café leve y con exudado de color amarillo limón, o simplemente amarillo (Aguilar y Aguilar, 1992) (1); el grosor total de la corteza es de 10 a 20 mm de espesor, presenta exudado amarillo intenso

### **Hojas**

Simples, enteras, opuestas, decusadas, corto-pecioladas, variando de lance-oblongas a elípticas obovadas, en su mayor parte, de 8 a 15 cm de largo, en las ramas fértiles, pero en las estériles, frecuentemente, de 10 a 20 cm. de largo y de 2.5 a 5 cm de ancho, lustrosas, usualmente subagudas o corto-acuminadas, agudas en la base, las nervaciones laterales, muy numerosas y colocadas muy juntas, paralelas (Aguilar y Aguilar, 1992). Haz, color verde oscuro y envés, verde pálido, ambas superficies, glabras, peciolo, de 1 a 2.5 cm de largo (CATIE, 1999) (6).

### **Frutos**

En drupas, globoso u oval, de 1 a 2.5 cm. en diámetro y 2.5 a 3.0 cm. de largo, de color verde pálido, amarillento en la madurez, conteniendo una sola semilla (Aguilar y Aguilar, 1992) (1). Olor fragante, exocarpo coriáceo, mesocarpo carnoso, con abundante látex amarillento, endocarpo delgado (CATIE, 1999) (6).

### **Raíces**

Profundas, la plántula produce una raíz pivotante, bien definida, con número de raíces laterales cortas, a intervalos regulares. En cerros de 2200 m de altura, en donde la piedra caliza expuestos, en donde el suelo es demasiado superficial para la siembra de las plántulas, las raíces, una vez establecidas, penetran a una profundidad considerable (Francis y Lowe, 2000) (15).

### **Fuste**

Recto, cilíndrico, algunas veces con pequeños contrafuertes en base (Aguilar), libre de ramas en sus dos terceras partes (Echenique) (11).

### **Copa**

Pequeña y extendida, las ramillas más o menos cuadrangulares o angostamente aladas, verdes (Aguilar y Aguilar, 1992) (1).

### **Flores**

En panículas racimosas, axilares y terminales en su mayor parte, más cortas que las hojas, poco a mucho floreada, con eje central de 3 a 9 cm de longitud, con 2 a 10 flores dioicas. Las flores masculinas, de 4 a 8 mm de diámetro, con dos sépalos verdosos, de 2.5 mm de

largo, tres pétalos, crema amarillentos, de 4 mm de largo y numerosos estambres, de 1 a 2.5 mm de largo; flores femeninas, con el perianto semejante al 23 de las masculinas, de 8 a 10 estambres, ovario súpero, unilocular, estilo corto y estigma obtuso (CATIE, 1999) (6).

#### **Semillas**

Ovoide o esférica, de 10 a 15 mm de largo, testa, color crema, suave, esponjosa, de 1 mm de grosor. El embrión es recto, de color blanco o amarillo crema y ocupa toda la cavidad de la semilla; con dos cotiledones gruesos, carnosos, la radícula es corta y carecen de endospermo (CATIE, 1999) (6).

Fotografías de buena calidad de Hojas, Frutos, Fuste y Flores

#### **DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA**

Se distribuye desde el sur de México a través de América Central y las Antillas hasta el norte de América del Sur, en las tierras bajas de Bolivia y Brasil. Ha sido plantada en las Islas Guadalupe, Florida, Hawaii, Bermuda, Cuba, Dominica y Puerto Rico, Costa Rica, Guatemala, México y Brasil.

En Guatemala se encuentra distribuida esta especie Santa María (*Callophylum brasiliense* Cambess), en los siguientes departamentos:

- Alta Verapaz
- Izabal
- Petén
- Quiché
- Zacapa
- Chimaltenango
- Chiquimula
- Escuintla
- Guatemala
- Huehuetenango.
- Jutiapa
- Retalhuleu
- Santa Rosa
- Sololá
- Suchitepequez

#### **Salazar etal CATIE 00 pp. 115**

##### **NOMBRES COMUNES**

Bari, leche maria, guaya, barillo (Mexico); Santa maria, jaca, palo maria, cedro maria (America Central); ocuje (Cuba); bare, barilla (Republica Dominicana); dalemarie, mara (Haiti); acuje, calambuca (Colombia); cachicamo, palo rey rosado (Venezuela); alfaro (Peru); aca, cupia (Brasil); koerahara (Surinam).

## **DESCRIPCION BOTANICA**

Arbol de 40 a 45 m de altura y hasta 180 cm de diametro; copa redondeada, follaje verde oscuro y denso, con ramas oblicuamente descendentes; fuste recto, cilindrico, base conica o alargada sin gambas. La corteza es grisacea, aspera, dura y con fisuras longitudinales angostas. Internamente se observan dos capas: la capa externa es de color amarillo pardusco o marron y de 6 a 12 mm de espesor, la capa interna es rosada y tiene un grosor de 2 a 4 mm. Las hojas son simples, enteras, opuestas, decusadas, oblongo a oblongo-lanceoladas de 5 a 18 cm de largo y de 2.5 a 5 cm de ancho, apice acuminado, base cuneiforme a obtusa, haz verde oscuro y envés verde palido, ambas superficies glabras, peciolo de 1 a 2.5 cm de largo. Las inflorescencias en paniculas axilares, con un eje central de 3 a 9 cm de longitud, con 2 a 10 flores dioicas. Las flores masculinas de 4 a 8 mm de diametro con dos sepalos verdosos de 2.5 mm de largo, tres petalos crema amarillentos de 4 mm de largo y numerosos estambres de 1 a 2.5 mm de largo; flores femeninas con el perianto semejante al de las masculinas, de 8 a 10 estambres, ovario supero unilocular, estilo corto y estigma obtuso. Los frutos son drupas de 2.5 a 3 cm de largo, ovoides, verde amarillentas en la madurez, de olor fragante, exocarpo coriáceo, mesocarpo carnoso con abundante latex amarillento, endocarpo delgado. Contienen una sola semilla blanca.

**Cordero & Boshier calobr CATIE 03 pp. 427; 430**

**Nombres comunes**

barillo (ES); barrillo (Chalatenango-ES); calaba (PA); cedro maría (CR); krassa (NI); leche (Alta Verapaz-GU); leche amarilla (Alta Verapaz-GU); leche maría (BE, ES); maría (CR, GU, HO, NI, PA); maría blanco (CR); maría colorado (Zona Norte-CR); marío (ES, GU); palo de maría (HO, NI); santa maría (BE, GU, HO, NI, PA)

**DESCRIPCION BOTANICA**

**Porte:** árbol grande, de hasta 45 m de altura, más comúnmente de 20-30m, y 40-60cm de DAP, aunque puede llegar hasta 2m, con fuste recto, cilíndrico, libre de ramas en los 2/3 basales, algunas veces con pequeños contrafuertes en la base. **Copa:** redondeada, densa, con ramas gruesas, ascendentes, torcidas. Corteza: lisa o con fisuras en forma de diamante, lo cual es una característica distintiva del árbol, de color gris o café grisáceo con algunas partes de color amarillento. **Hojas:** típicamente lustrosas y brillantes, simples, enteras, opuestas. **Flores:** algunos árboles producen solo flores masculinas, mientras que otros producen tanto masculinas como femeninas. Las flores son pequeñas, de color crema amarillento, en inflorescencias racimosas, generalmente más cortas que las hojas. **Frutos:** bayas globosas, 1-3 cm de diámetro, de color verde pálido, amarillento a marrón en la madurez, pulpa de olor fragante. Contienen una sola semilla, ovoide o esférica, de testa gruesa, color pardo.

**Usos**

La madera ha sido utilizada para construcción de botes desde el siglo XVII. Actualmente es una de las especies forestales de mayor interés debido a la gama de usos que se puede dar a su madera, lo cual la ubica entre las especies más versátiles. Muchos madereros incluso la comparan con la caoba, debido a las cualidades de la madera. Se emplea para traviesas de ferrocarril, construcción marina, costillas, mástiles, quillas y pisos de embarcaciones, estructuras de puentes, postes, carpintería general, construcción de interiores y exteriores. En El Salvador se utiliza como tablas, pilares y cuarterones, ebanistería, pisos y muebles. En Panamá y Honduras, para adornos y acabados, gabinetes, instrumentos musicales, pizarras, hapa, herramientas agrícolas, mangos de herramientas, y contrachapado. También se considera buena para pulpa para papel. En ocasiones se utiliza como leña, en Costa Rica, Panamá y El Salvador.

Como parte de generación de empleos, se extrajo la siguiente información representada en un cuadro del archivo **Jornales por especie PINFOR, información tomada de las bases de datos de PINFOR:**

| Especie | Area (ha) | Monto (Q.)    | Jornales |
|---------|-----------|---------------|----------|
| CALOBR  | 1,228.91  | 14,227,172.07 | 220,612  |

## Selección de sitio

---

Características de sitio que determinan el crecimiento de la especie

### **Salazar et al CATIE 00, Cordero & Boshier calobr CATIE 03**

En América Central, santamaría se encuentra desde el nivel del mar hasta 1700 msnm, en sitios con precipitaciones de 1350 a 4000 mm y temperaturas de 20 a 28°C. Crece bien en las faldas de pequeñas colinas con suelos aluviales, arcillosos o sílico-arcillosos, muy húmedos o saturados y ácidos (pH 4.5 a 6.0). También se encuentra en las faldas de colinas costeras, en suelos ricos en hierro y aluminio, pero pobres en potasio y fósforo, o en planicies cercanas a cursos de agua, pero allí su crecimiento es menor. Tolera inundaciones estacionales y la sombra, de manera que se puede encontrar regeneración abundante bajo el dosel.

Gómez (2008) determinó que el mejor el crecimiento y productividad de santamaría en Guatemala se encuentra en lugares con elevaciones menores a 1420 msnm, en terrenos con pendientes menores al 22%, en paisajes que van de cimas a pendiente inferior, con poca pedregosidad externa, temperatura media anual entre 16.8 y 25.66°C y precipitación promedio anual entre 3368 y 4400 mm al año.

Clima

### **Giron tesis lic FAUSAC 97,**

TEMPERATURA. En condiciones del Petén, Girón (1997) reporta una temperatura media anual de 23°C, con mínimas de 9°C y máximas de 42°C. En Ixcán, Quiché, Castañeda (2013) reporta la misma temperatura media, pero mínimas de 21°C y máximas de 25°C.

PLUVIOMETRÍA. En condiciones del Petén, Girón (1997) reporta una precipitación media anual de 1552 mm, con mínima de 1098 mm y máxima de 1819 mm, y una época seca entre febrero a mayo. En Ixcán, Quiché, Castañeda (2013) reporta un promedio de 1826 mm con mínima de 1587 mm y máximas de 2066 mm.

ZONA DE VIDA. En la región centroamericana, *C. brasiliense* se encuentra en el bosque húmedo tropical, aunque en Guatemala es más frecuente en el bosque húmedo subtropical y bosque muy húmedo subtropical (Aguilar y Aguilar 1992).

Fisiografía

ALTITUD. En Ixcán, Quiché, Castañeda (2013) reporta la presencia de la especie en elevaciones de 80 a 1600 msnm.

PENDIENTE DEL TERRENO. La especie se desarrolla bien en sitios con pendiente no mayor del 22%, en paisajes que van de cimas a pendiente inferior, con poca pedregosidad externa (Gómez 2008).

POSICIÓN EN EL PAISAJE. Sitios ligeramente inclinados. De acuerdo con el trabajo de investigación de Girón (1997) en Petén, la mayor riqueza florística de *C. brasiliense* se encuentra en el estrato de colinas altas (San Miguel La Palotada) con 13 individuos por hectárea (volumen total fustal de 14.2 m<sup>3</sup>/ha y comercial de 8.5 m<sup>3</sup>/ha).

ASPECTO/EXPOSICIÓN. Según Palacios (2011), en un ensayo de establecimiento de regeneración natural bajo árboles semilleros, después de un aprovechamiento forestal, el norte es la dirección más representativa de establecimiento de la regeneración de santamaría (15 plántulas/ha).

#### Suelo

TEXTURA. La especie se desarrolla bien en suelos aluviales o arcillosos, ricos en sílice, húmedos, saturados y ácidos (pH 4.5 a 6.0). En Centroamérica, los árboles se encuentran comúnmente en áreas costeras con suelos ricos en hierro y aluminio, pero pobres en fósforo y potasio, y en praderas con ríos, arroyos o pantanos (Vozzo 2010).

Gómez (2008) encontró que las mejores condiciones de suelo para la especie en Guatemala son: pH menor a 7.1, fósforo >6.01 PPM, potasio >85 PPM, calcio >23.4 meq/100 g, magnesio 16.24 meq/100 g, zinc >1.5 PPM, hierro >51.5 PPM, capacidad de intercambio catiónico >58.7 meq/100 g, acidez extraíble >2.2 meq/100 g. suelos

FACTORES LIMITANTES.

#### Distribución potencial de la especie en Guatemala

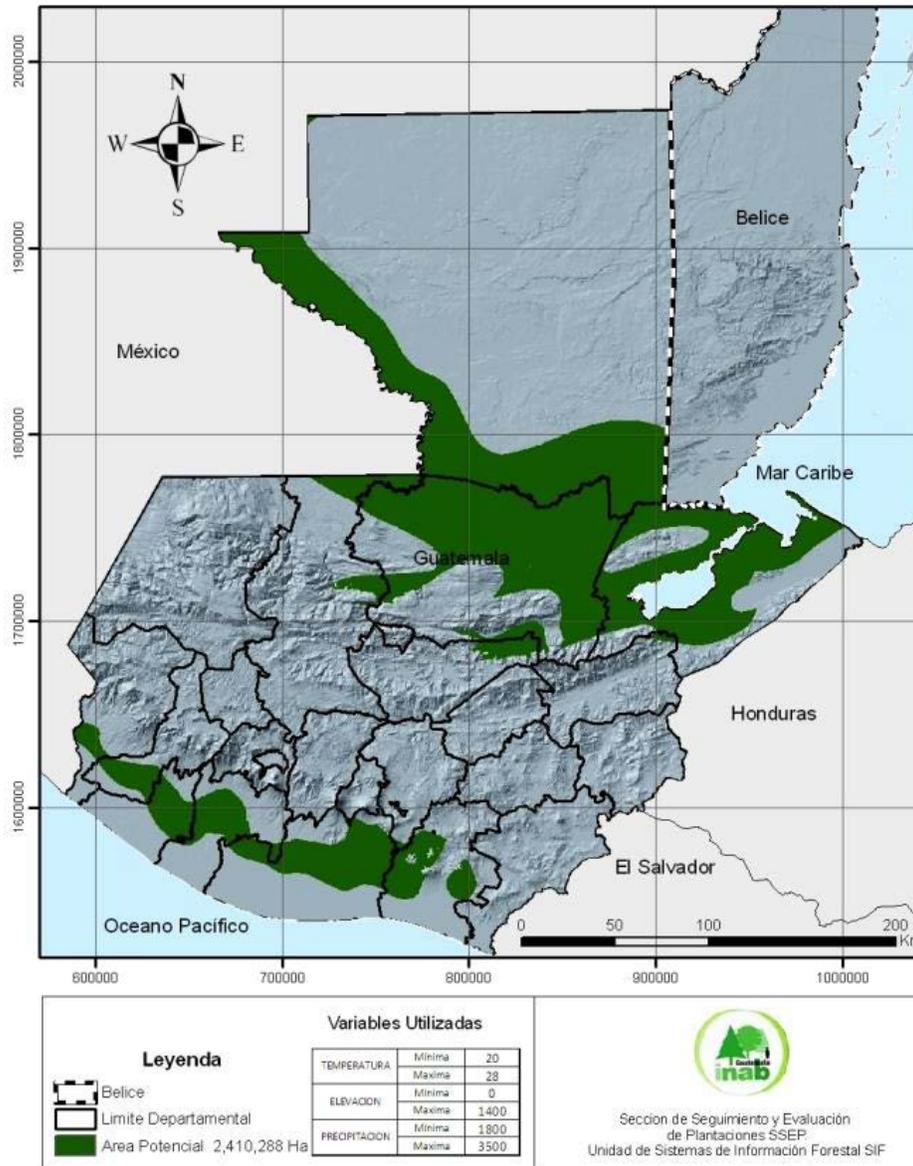
En su trabajo de tesis, Castañeda (2013) determinó las condiciones de sitio donde mejor se desarrolla la especie en el territorio de Guatemala (Cuadro 21 en pag 58 de la tesis).

El departamento de Investigación Forestal del INAB, en coordinación con el departamento de Sistemas de Información Forestal de la misma institución, ha elaborado el siguiente mapa de la distribución potencial del santamaría, a partir de información fisiográfica y climática obtenida mediante revisión bibliográfica (Cordero y Boshier 2003, INAB 1999, Francis 2000, Salazar y Soihet 2001), y disponibilidad de variables ambientales en la cartografía nacional (Cojóm en prensa, Hurtado 2016<sup>1</sup>). Este mapa no toma en consideración la variable suelo, por lo que es todavía preliminar.

Distribución potencial de *Calophyllum brasiliense* en Guatemala

---

<sup>1</sup> Hurtado Domingo L. 2016. Proceso de elaboración de los mapas de distribución potencial de las especies prioritarias (correspondencia personal). Guatemala, Instituto Nacional de Bosques, departamento de Investigación forestal.

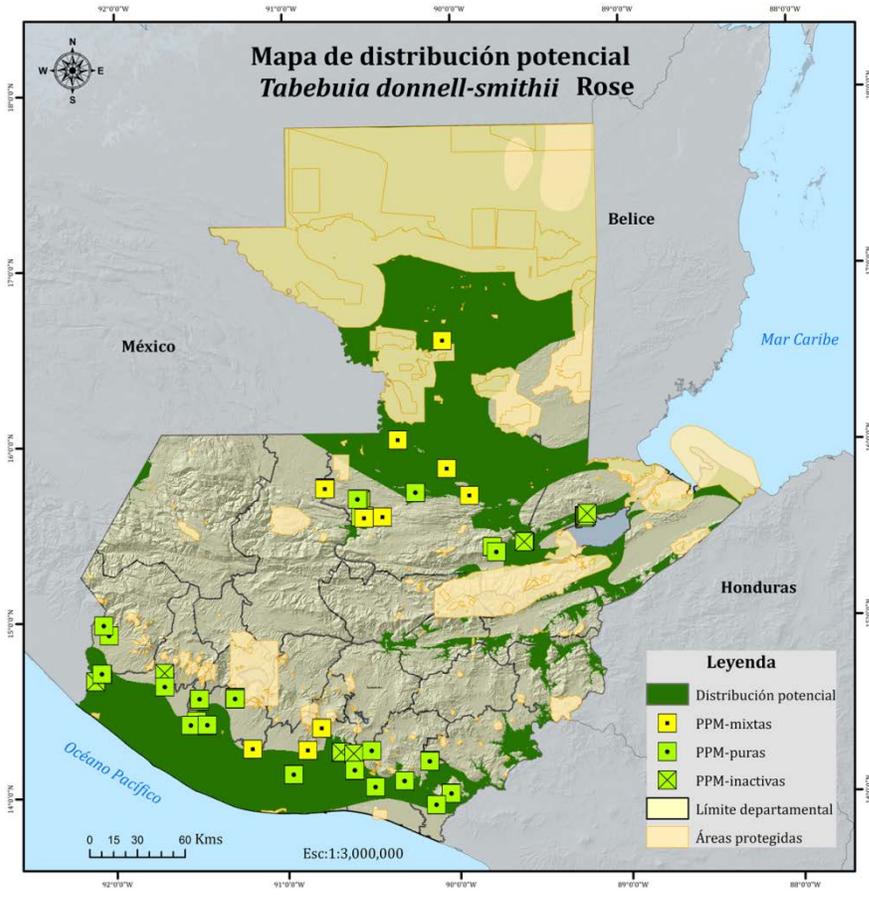


Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB 2013

Distribución potencial de la especie en Guatemala

Mapa: Mapa de distribución potencial de “la especie (nombre científico)”, con indicación de la ubicación de las parcelas permanentes de monitoreo

Ejemplo palo blanco



#### Distribución potencial por departamento

| Departamento   | (ha)             |
|----------------|------------------|
| Alta Verapaz   | 498,064          |
| Baja Verapaz   | 11,072           |
| Chiquimula     | 48,240           |
| El Progreso    | 27,904           |
| Escuintla      | 351,584          |
| Guatemala      | 5,488            |
| Huehuetenango  | 8,224            |
| Izabal         | 249,264          |
| Jalapa         | 1,536            |
| Jutiapa        | 97,920           |
| Petén          | 3,062,880        |
| Quetzaltenango | 58,272           |
| Quiché         | 37,664           |
| Retalhuleu     | 163,168          |
| San Marcos     | 41,808           |
| Santa Rosa     | 108,208          |
| Suchitepéquez  | 112,160          |
| Zacapa         | 53,792           |
| <b>Total</b>   | <b>4,937,248</b> |

#### VARIABLES AMBIENTALES LIMITANTES

|               |        |          |
|---------------|--------|----------|
| Temperatura   | Mínima | 22.5°C   |
|               | Máxima | 31°C     |
| Elevación     | Mínima | 200 msnm |
|               | Máxima | 850 msnm |
| Precipitación | Mínima | 1150 mm  |
|               | Máxima | 2502 mm  |



| 01Sitio Selección de sitio   | 05 documentos (04 digital y 01 análogo)/<br>01 documento análogo no aporta al capítulo sin embargo sí este puede ser escaneado completo podría aportar.  |
|--|--|
| <p>características de sitio que determinan el crecimiento de la especie (fisiografía, climatología, variables edáficas)</p> <p>mapas de distribución potencial (elaborados por inab) + discusión</p> <p>modelos de crecimiento f(variables ambientales)</p> <p>recomendaciones para una correcta elección de sitio para la especie</p> <p>ejemplos de buena o mala elección(productividad)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuatro documentos en formato digital que hacen mención a las características de sitio, siendo todos de utilidad alta.</li> <li>• Ojo el documento análogo es específico para la especie santa maría, si este es ubicado en digital o escaneado completo puede aportar.</li> </ul> |
|  | <p>Giron tesis lic FAUSAC 97</p> <p>Salazar etal CATIE 00</p> <p>Castañeda pafs ESTEFFOR 13</p> <p>Cordero &amp; Boshier calobr CATIE 03</p> <p>Gomez tesis lic CUNOROC 08</p> <p>Gomez eps CUNOROC 09</p> <p>Vozzo calobr manual 10</p>   |

### Giron tesis lic FAUSAC 97 pp. 25-26

#### Clima

Las condiciones climáticas se caracterizan por: a) una precipitación media anual de 1,552 mm, con una mínima de 1,098 mm y una máxima de 1819 mm, ocurriendo la época seca entre los meses de febrero a mayo; b) temperatura media anual de 23 °C, observándose temperaturas mínimas y máximas de 9 °C y 42 °C; c) humedad relativa promedio de 77%, representándose valores máximos de 93% en enero y mínimos de 47% en marzo; d) vientos provenientes en su mayoría del norte, sur y sureste, con mayor intensidad en los meses de febrero y junio; y e) la evapotranspiración media anual es de 870 mm/año ( 8 ).

## **Topografía**

La topografía es plana al sur del sitio donde está asentada la comunidad, mientras que al norte el terreno es quebrado en ambos lados de la carretera principal, disminuyendo la pendiente conforme se avanza en esta misma dirección (a 5 km de distancia, aproximadamente) (8). En las zonas con pendientes pronunciadas, estas alcanzan hasta un 45% y elevaciones máximas de 300 msnm (8).

## **Suelos**

Según Collinet (11), los suelos se originan de rocas sedimentarias del cretácico superior y del eoceno. Taxonómicamente se les clasifica como vertisoles y molisoles.

De acuerdo a Simmons et al (1,959), en el área se presentan las series de suelos Chacalte y Macanche (37).

La serie Chacalte se origina de material de rocas calizas duras. El relieve es quebrado con susceptibilidad a la erosión. Se presenta buen drenaje y la fertilidad se considera alta. Los suelos superficiales son de color café muy oscuro, con textura arcillosa, consistencia friable y un espesor que varía de 15 a 20cm (37).

El subsuelo presenta un color café de textura arcillosa, consistencia plástica y un espesor entre 20 a 30 cm.

La serie Macanche presenta suelos originados de rocas suaves, el relieve es plano y el peligro de erosión es muy bajo.

El drenaje es lento y la fertilidad natural es alta. El suelo superficial presenta un color grisáceo, de textura arcillosa, consistencia moderadamente friable y el espesor de 5 a 10 cm. El subsuelo presenta un color negro, textura arcillosa, consistencia plástica y el espesor oscila entre 15 a 25 cm (37).

## **Salazar et al CATIE 00 pp. 115**

### **HABITAT**

Se encuentra desde el nivel del mar hasta 1500 msnm, con precipitaciones de 1800 a 3500 mm y temperaturas de 24 a 28°C. Crece bien en las faldas de pequeñas colinas con suelos aluviales, arcillosos o silico arcillosos, muy húmedos o saturados de agua y ácidos (pH 4.5 a 6.0). En América Central se halla en las faldas de colinas costeras. Estos suelos son ricos en hierro y aluminio, pero pobres en potasio y fósforo. *C. brasiliense* también se encuentra en planicies cercanas a ríos, lagunas y cienagas, pero allí su crecimiento es menor.

## **Castañeda pafs ESTEFFOR 13 pp. 60**

### **CONDICIONES CLIMÁTICAS DEL ÁREA**

**Precipitación:** mínimas 1587 mm, máximas 2066 mm y promedio 1826 mm por año. **Temperatura:** mínimas 21°C, máximas 25°C y promedio de 23°C. **Elevaciones:** 80 a 1600 msnm.

## **CONDICIONES EDÁFICAS DEL ÁREA**

Suelos fértiles, pendientes planas (0-<5%), suelos jóvenes y poco profundos, con suelos que poseen presencia de arenisca, acillas, limolitas y arenas calcáreas, las cuales producen la característica fertilidad del mismo, pH de ácido a neutro.

**Cordero & Boshier calobr CATIE 03 pp.428**

### **Ecología**

Árbol de dosel del bosque húmedo tropical, desde el nivel del mar hasta 1700 msnm, con precipitaciones desde 1350 hasta 4000 mm y temperaturas medias anuales de 20-28°C. Crece bien en las faldas de pequeñas colinas, en suelos aluviales, profundos, arcillosos, muy húmedos y ácidos (4.5-6.0). También se le encuentra en las faldas de colinas costeras, en suelos ricos en hierro y aluminio pero pobres en potasio y fósforo, o en planicies cercanas a cursos de agua, donde incluso puede tolerar inundaciones estacionales, pero allí su crecimiento es menor. Tolerancia bien la sombra, de manera que se puede encontrar regeneración abundante bajo el dosel.

**Gomez tesis lic CUNOROC 08 pp.9**

### **RESUMEN**

Con todos los sitios evaluados, se determinaron las características fisiográficas, climáticas, de suelo y silviculturales que más influyen en el crecimiento y productividad de Santa María, encontrando que los sitios con mejor crecimiento y productividad, se encuentran en lugares con elevaciones menores a 1420 msnm, en terrenos con pendientes menores al 22 %, en paisajes que van de cimas a pendiente inferior, con poca pedregosidad externa. Estos sitios también presentan una temperatura media anual entre 16.8 y 25.66°C, precipitación promedio anual entre 3368 y 4400 mm al año. Las variables de suelo que presentaron los mayores valores de crecimiento y productividad presentaron los siguientes niveles: ph menor a 7.1 ; fósforo menor a 6.01 PPM; potasio menor a 85 PPM; calcio menor a 23.4 meq/100 gr; magnesio 16.24 meq/100 gr; zinc menores a 1.5 PPM; hierro menor a 51.5 PPM; capacidad de intercambio catiónico menor a 58.7 meq/100 gr, acidez extraíble menor a 2.2 meq/100 gr.

**Gomez eps CUNOROC 09 pp. 27**

Santa María (*Calophyllum basiliense* Cambess) se localiza, para Guatemala, en la zona de vida Bosque húmedo subtropical y Bosque muy húmedo subtropical (Aguilar Cumes, 1992) (1). En altitudes que van desde 1 hasta 1500 m.s.n.m. favorecida con precipitaciones de 1800 a 3500 mm anuales (CATIE, 1999) (6) acompañadas de temperaturas entre 24 y 28 grados centígrados. Fisiográficamente crece bien en las faldas de pequeñas colinas. En América Central se halla en las faldas de colinas costeras, también se localiza en planicies cercanas a ríos, lagunas y ciénagas, pero allí su crecimiento es menor (CATIE, 1999) (6).

Los suelos donde se ha pronunciado su mejor desarrollo son de carácter aluvial, arcillosos o sílico arcillosos, muy húmedos o saturados de agua y ácidos, con pH de 4.5 a 6.0, ricos en hierro y aluminio, pero pobres en potasio y fósforo (CATIE, 1999) (6).

La mayor riqueza florística de *Calophyllum brasiliense*, se encuentra en el estrato Colinas Altas de la Palotada con 13 individuos por hectárea, su mayor crecimiento y desarrollo se

da en el estrato Colinas Altas de la Palotada, llegando a tener un volumen total fustal de 14.2 m<sup>3</sup>/ha y comercial de 8.5 m<sup>3</sup>/ha. León Girón, E R de (1,997) (19).

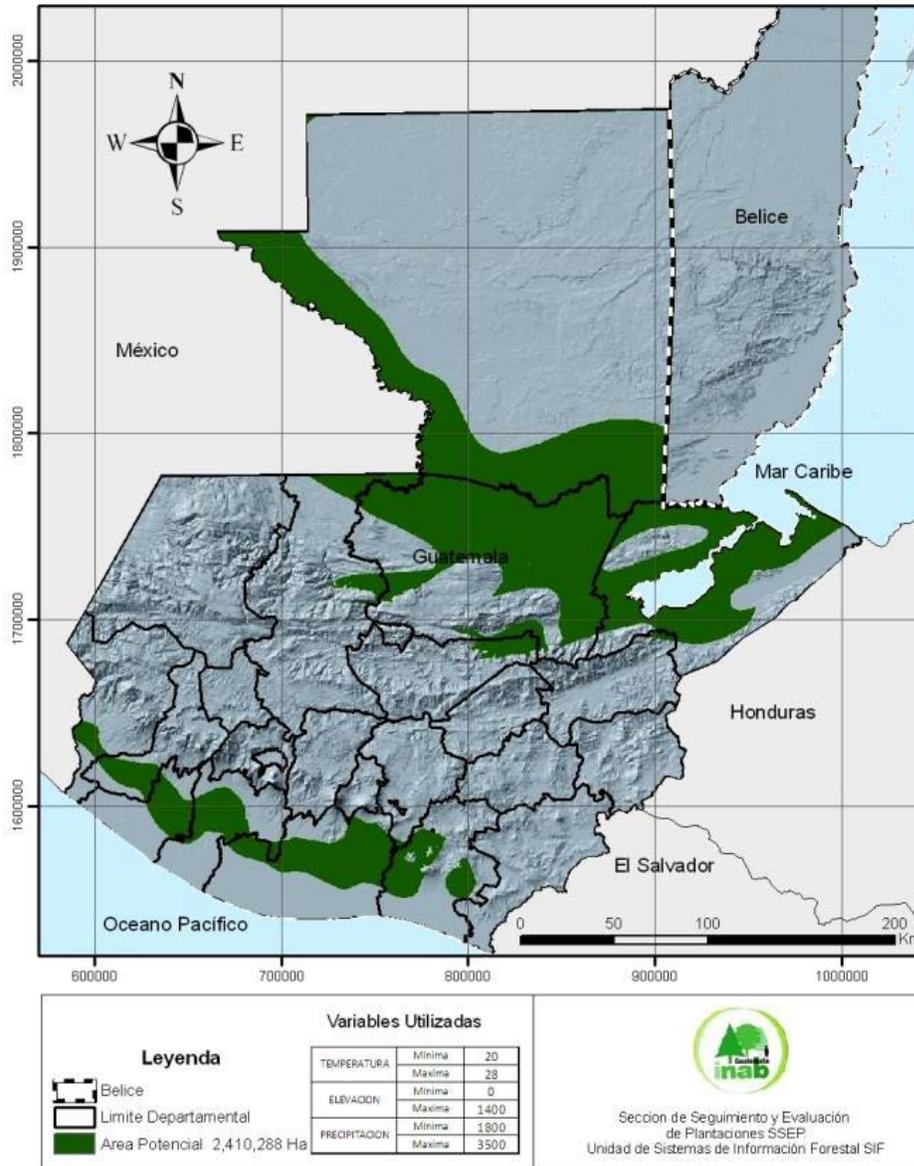
CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 1,999. Ficha técnica No. *Calophyllum brasiliense*.

LEON GIRON, ER DE. 1,997. Caracterización Ecológica de las Poblaciones de Santa Maria (*Calophyllum brasiliense* var. *reko* Standley, Clusiaceae) En Las Comunidades Boscosas de San Miguel La Palotada, San Andrés Petén. Ing. Agr. En Sistemas de Producción Agrícola, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. 148 p.

Cojom INAB en prensa pp. 54

Mapa de distribución potencial para la especie de *Calophyllum brasiliense*:

Mapa 2: Distribución potencial preliminar para la especie de *Calophyllum brasiliense*, utilizando factores fisiográficos y climáticos de distribución natural.



Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB 2013

El mapa 2 muestra el área de distribución potencial para la especie de *Calophyllum brasiliense*, el cual fue elaborado con las variables climáticas y fisiográficas, sin embargo para la seleccionar definitivamente esta especie debe considerarse la variable de suelo.

## Producción de plántulas y genética

---

Rodales semilleros

(con indicación de rodales certificados)

Datos de la especie en Guatemala la reportan en los departamentos de Izabal (Cerro San Gil, Sierra Santa Cruz, Sierra Caral, Sierra de las Minas), Alta Verapaz (Franja Transversal del Norte, Chisec), Quiché (Playa Grande), Petén, Escuintla y Santa Rosa (Hernández 2004). Bansefor tiene registradas fuentes de semilla de santamaría en Chisec, Alta Verapaz y en Puerto Barrios, Izabal (Ramírez 2012).

Semilla

Descripción

Ovoide o esférica, de 10 a 15 mm de largo, testa, color crema, suave, esponjosa, de 1 mm de grosor. El embrión es recto, de color blanco o amarillo crema y ocupa toda la cavidad de la semilla; con dos cotiledones gruesos, carnosos, la radícula es corta y carece de endospermo (CATIE 1999).

Fotografía de buena calidad de semillas en la página 24. Gómez 2009

Recolecta

CALENDARIO DE RECOLECCIÓN (EN GUATEMALA). En la mayor parte del ámbito geográfico de la especie, el período óptimo para la recolección de los frutos va de junio a julio, cuando los frutos presentan una coloración amarillenta. Los frutos se colectan directamente del árbol o del suelo. En la región de Lachuá, Alta Verapaz, Cabrera (2006) informa que el periodo de recolección va de febrero a marzo, en tanto que Teni (2007), en la misma región, habla de abril y mayo.

Cabrera (2006) en su estudio sobre fuentes de semilla y calidad de las semillas de santamaría en el Parque Nacional Laguna Lachuá, determinó el siguiente calendario fenológico de la especie.

### Calendario fenológico de santamaría (*Calophyllum brasiliense*) en el Parque Nacional Laguna Lachuá

Cuadro 8. Calendario fenológico de Caoba (*Swietenia macrophylla*) y Santa María (*Calophyllum brasiliense*)

| Etapas de desarrollo     |              | Especies            |   |
|--------------------------|--------------|---------------------|---|
|                          |              | Caoba               | Santa María   |
| Hojas                    | Defoliación  | Principios de Marzo | Principios de Mayo  |
|                          | Inicio       | Finales de Marzo    | Principios de Junio                                       |
| Floración                | Inicio       | Finales de Abril    | Finales de Junio  |
|                          | Finalización | Finales de Mayo     | Finales de Julio  |
| Fructificación           | Inicio       | Principios de Junio | Principios de Agosto                                      |
|                          | Maduración   | Diciembre-Enero     | Diciembre-Febrero   |
|                          | Colecta      | Febrero-Marzo       | Enero-Marzo   |
| Semillación              | Dispersion   | Marzo-Abril         | Marzo-Abril   |
| Dispersion de la semilla |              | Viento              | Principalmente murciélagos, roedores, loros, entre otros. |

Fuente: Cabrera (2006)

De acuerdo con Hernández (2004), el calendario fenológico de santamaría muestra diferencias tanto entre regiones como entre árboles. El periodo de colecta ideal para la producción de plantas en vivero va del 25 de noviembre al 15 de diciembre.

EVALUACIÓN PREVIA A COLECTAR FRUTOS. Algunos primates, como el mono cara blanca (*Cebus capucinus*), mono araña (*Ateles geoffroyi*) y roedores (*Microsciurus alfari*, *Sciurus granatensis*) consumen los frutos. Se debe controlar que los frutos no estén dañados por mordeduras de animales (Cabrera 2006).

Hernández (2004) menciona que es recomendable colectar semilla de 25 a 30 árboles. Antes de la colecta se deben seleccionar y marcar los mejores árboles (fuste recto, sin bifurcaciones, sin hilo en espiral, libres de plagas y enfermedades, maduros). El momento apropiado para la colecta de frutos es cuando alcanzan un buen tamaño y el color se torna verde amarillento. Otro indicador de madurez es la caída de frutos y consumo por animales.

PRÁCTICA DE RECOLECCIÓN. Según Hernández (2004), para la cosecha de las drupas se utiliza una vara de extensión y cuchilla tipo S pues los frutos se desprenden fácilmente del pedúnculo con movimientos de halar, empujar o sacudir. Para recoger los frutos se coloca sarán plástico debajo del árbol y luego se depositan en sacos de yute para el transporte. Un escalador experimentado puede cosechar medio saco de frutos por día (unos 36 kg) con el apoyo de otra persona. También se pueden recoger frutos del suelo, a distancias de hasta 50 m del árbol semillero.

RENDIMIENTO. El peso de las semillas varía de 2.2 a 2.5 g. En un kilogramo hay entre 415 y 440 semillas. El contenido de humedad inicial es de 25%. La capacidad de germinación oscila entre 87-96% en semillas frescas, ya que se trata de semillas recalcitrantes (CATIE 2000).

#### Acondicionamiento

Basado en Hernández tesis lic USAC 04, Cabrera 2006

POSTMADURACIÓN DE LA FRUTA. La limpieza se hace en un sitio a la sombra y bien ventilado; los frutos se colocan en cajas de madera que tienen como base una malla metálica o plástica, o bien sobre lonas. Siempre se deben mantener bajo sombra y con buena ventilación durante 1-2.

#### SECADO DE LA FRUTA.

EXTRACCIÓN DE LA SEMILLA. En forma manual se quita la cáscara, o se frotran los frutos entre dos tablas.

MANEJO DE LA SEMILLA. Se deben seleccionar las semillas que tienen la testa de color crema o amarillenta. La semilla es atacada por la larva de un coleóptero no identificado; además, por tratarse de una semilla recalcitrante, debe sembrarse lo más pronto posible pues pierde viabilidad rápidamente.

RENDIMIENTO. En promedio, hay unas 350 semillas/kg que tardan entre 17 y 35 días en germinar.

#### Conservación y viabilidad

La semilla pierde humedad rápidamente después de colectada, por lo que se recomienda sembrarla lo más pronto posible. En el trópico se puede almacenar de 2 a 3 meses, pero conforme se deshidrata se reduce la capacidad de germinación drásticamente. En refrigeración, las semillas mantienen hasta un 66% de su capacidad de germinación después de 40 días de almacenamiento (Aguilar y Aguilar 1992). Se recomienda almacenarla en forma dispersa, en un lugar húmedo, poco aireado y aplicando pequeñas cantidades de agua de vez en cuando.

#### Tratamientos pre-germinativos

Para acelerar el inicio de la germinación se recomienda friccionar los frutos entre dos tablas planas (Gómez 2008). Es conveniente mantener las semillas en agua durante 24 horas antes de la siembra para suavizar el tegumento (Cordero y Boshier 2003).

#### Producción de plantas

La germinación es hipogea y se inicia de 18 a 20 días después de la siembra y se prolonga por unos 20 días. Esto hace que se tengan plantas de varios tamaños en el almacigo. Si las semillas se siembran directamente en bolsa, es posible recomodarlas por tamaños; sin embargo, esto implica un mayor costo de producción (Teni 2007).

El crecimiento de la especie en vivero es muy rápido. Las plántulas pueden alcanzar 30-40 cm de altura en unos tres meses (Román et al. 2012).

#### Métodos de propagación...

##### *...sexual*

PLANTAS A RAÍZ DESNUDA. Un ensayo de germinación realizado por Girón (1997) obtuvo un 76% de germinación en 6-8 días, sin necesidad de escarificación; más bien, en un ensayo de escarificación (despojo del pericarpio), el porcentaje de germinación fue del 26% ya que la mayoría de las semillas se pudrieron.

PLANTAS EN BOLSAS. La siembra puede realizarse en germinadores o directamente en bolsas; el sustrato utilizado es arena de río húmeda. Cuando la radícula emerge se realiza el repique a bolsas. Después del repique, las plantas se dejan a la sombra durante 15 días; también es necesario regar en días secos. El tiempo de permanencia en el vivero es de cinco a seis meses, cuando las plantas alcanzan una altura de 25 a 30 cm pueden ser trasladadas al campo (Salazar 2000). Las raíces deben ser podadas dos veces con una pala o cuchillo; la primera poda debe hacerse cuando las plantas alcanzan una altura de 20 cm; la segunda, un mes antes del traslado al campo (Chaves y Chinchilla 1994 en Vozzo 2010). Las plantas deben trasladarse a campo en adobe; las hojas extendidas deben cortarse para reducir la mortalidad.

PSEUDOESTACAS.

*...asexual*

ESTACAS. En un estudio de enraizamiento de miniestacas juveniles de *C. brasiliense* se emplearon miniestacas sacadas de las ramas más bajas que, por encontrarse más cerca del sistema radicular, tienen mayor capacidad de captura de nutrientes. Tamaño de la estaca: 6 cm largo y 3-6 mm de diámetro central, con o sin nudo basal, con una hoja adherida y en buen estado. El material se colectó en horas tempranas, se envolvió en papel húmedo, se embolsó en bolsa plástica y se colocó en un recipiente con hielo para el traslado (Carballo 2008).

Sustratos en vivero

CAJAS GERMINADORAS. Arena de río húmeda.

BOLSAS Y CAMAS DE VIVERO. Arena de río húmeda.

Teni (2007) ofrece el proceso siguiente para la preparación de las camas de vivero. En terrenos arcillosos se debe picar con piocha el suelo donde se colocará el germinador para facilitar el drenaje. En el fondo de la cama se coloca una capa de grava de 5 cm de espesor para mejorar el drenaje. La cama de germinación (marco de tabla, vara de tañil o bambú) se llena con una capa de arena de río debidamente cernida, de unos 18 cm de espesor; también puede usarse tierra y materia orgánica, en proporción de tres partes de tierra y una parte de materia orgánica. Con un pedazo de tabla u otro objeto similar, se aplanan bien el sustrato en el tablón. Finalmente, se riega en forma abundante y, de ser necesario, se agrega más sustrato antes de colocar las semillas.

## Producción de plántulas y genética

---

\*\*\*

|   |  |
|---|--|
| <b>02Gen Producción de plántulas y genética</b>   | <b>09 documentos (06 digital y 03 análogos)/ 03 documentos análogos y 01 en formato digital no aportan al capítulo. /en caso de los análogos al menos 01 de los documento si se pudiese escanear completo podría aportar más al capítulo (se indica en OBS Excel).</b>   |
| diversidad genética y procedencia<br>rodales semilleros (con indicación de rodales certificados)<br>semilla (descripción, recolecta, limpieza, conservación, viabilidad, tratamiento pre-germinativo)<br>producción de plantas (métodos [raíz desnuda, bolsa, contenedor] / propagación asexual [estacas, in vitro]<br>substratos, micorrizas y fertilización<br>mejoramiento | <ul style="list-style-type: none"><li>• documento de alta utilidad en formato digital que contiene palabras claves como producción de plantas, procedencia, rodal semillero y semilla.</li><li>• Pruebas de germinación documento con utilidad alta y en formato digital.</li><li>• Documento en formato digital que hace referencia en sus palabras claves como diversidad genética y rodales semilleros con una utilidad alta.</li><li>• producción de plantas, semillas, dos documentos en formato digital con una utilidad alta.</li></ul> |
|   | Cabrera tesis lic USAC 06<br>Carballo tesis lic CUNOROC 08<br>Giron tesis lic FAUSAC 97<br>Hernandez tesis lic USAC 04<br>Ramirez etal INAB IARNA URL 12<br>Salazar etal CATIE 00<br>Cordero & Boshier calobr CATIE 03<br>Gomez eps CUNOROC 09<br>Teni pafs ITERN 07<br>Utrera tesis lic FAUSAC 10<br>Vozzo calobr manual 10   |

**Cabrera tesis lic USAC 06 pp. 12-13; 20-21**

**Información de semillas**

**Recolección:** En la mayor parte de su ámbito geográfico el período óptimo para la recolección de los frutos se efectúa en los meses de junio y julio, cuando los frutos presentan una coloración amarillenta. Los frutos son colectados directamente del árbol o del suelo (1).

**Procesamiento:** Una vez recolectados los frutos se transportan en sacos de yute al sitio de procesamiento donde son colocados sobre lonas bajo techo y se dejan secar a la sombra por un día. Posteriormente se extrae la semilla manualmente.

**Calidad:** El peso de las semillas varía de 2.2. a 2.5 g, en un kilogramo hay de 415 a 440 semillas. El contenido de humedad inicial es de 25%. Presenta porcentajes de germinación de 87 a 96% en semillas frescas que son consideradas como recalcitrantes.

**Germinación:** La germinación es hipogea y se inicia de 18 a 20 días después de la siembra y finaliza de 27 a 30 días después.

**Tratamiento pregerminativo:** Para acelerar el inicio de la germinación se recomienda friccionar los frutos entre dos tablas planas.

**Almacenamiento:** La semilla pierde su humedad rápidamente después de colectada y se recomienda sembrarla lo más pronto posible. En el trópico se puede almacenar de 2 a 3 meses, ya que las temperaturas fluctúan de 20 a 30 °C y la humedad ambiental es muy alta; pero se deshidrata en forma paulatina y los porcentajes de germinación bajan drásticamente. Almacenadas en refrigeradoras presentan un porcentaje de germinación de 66% a los 40 días de almacenamiento.

#### **Fuentes Semilleras**

Datos de la especie en Guatemala la reportan en los departamentos de Izabal (Cerro San Gil, Sierra Santa Cruz, Sierra Caral, Sierra de las Minas) Alta Verapáz (Franja transversal, Chisec), Quiché (Playa Grande), Petén, Escuintla y Santa Rosa.

#### **Época de recolección del BANSEFOR**

Esta especie alcanza la maduración de frutos en los meses de noviembre y mayo, con variación en la época de fructificación entre árboles y algunas regiones.

#### **Parámetros para definir calidad de la semilla**

En el caso de Santa María los porcentajes de pureza varían entre 90 y 99 %, el contenido de humedad inicial de 25 a 30 %, presenta porcentajes de germinación de 80 a 96% en semillas frescas que son consideradas como recalcitrantes. **(7)** La semilla pierde su humedad rápidamente después de colectada y se recomienda sembrarla lo más pronto posible. En el trópico se puede almacenar de 2 a 3 meses, ya que las temperaturas fluctúan de 20 a 30 °C y la humedad ambiental es muy alta; pero se deshidrata en forma paulatina y los porcentajes de germinación bajan drásticamente. Almacenadas en refrigeradoras presentan un porcentaje de germinación de 66% a los 40 días de almacenamiento **(1)**.

1. Aguilar Cumes, JM; Aguilar Cumes, MA. 1992. Árboles de la reserva de biosfera Maya, Petén: guía para las especies del parque nacional Tikal. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Biología, Centro de Estudios Conservacionistas. 272 p.

7. \_\_\_\_\_. 2000. Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina. Turrialba, Costa Rica. v. 1, 204 p. (Serie Técnica, Manual Técnico no. 41).

**Carballo tesis lic CUNOROC 08 pp. 32-33; 47; 63**

FUENTE DEL MATERIAL VEGETATIVO

Obtenidas de las yemas laterales de las ramas más bajas del árbol desechando la punta de las mismas. La ubicación de las mini estacas se fundamentó en la teoría que explica que las ramas más bajas, por encontrarse más cerca del sistema radicular, tienen mayor capacidad de captura de nutrientes. La punta de las ramas fue eliminada por ser demasiado suculenta y susceptible al marchitamiento.

Cada mini estaca contó con una longitud promedio de 6 cm con diámetro central de 3 a 6 mm, con o sin nudo basal, con una hoja adherida en buen estado.

### **COSECHA Y TRANSPORTE DEL MATERIAL**

Debido a que al momento de realizar el corte de ramas y consecuentemente de mini estacas, se les despojó del suministro natural de agua (raíces) y a la pérdida de reservas por transpiración a través de la hoja, la colecta de material se realizó en horas de la mañana, evitando las horas más calientes del día, de tal forma que la temperatura favoreció el mantenimiento de la turgencia del material. Además, cada mini estaca colectada fue envuelta en papel húmedo, bolsa plástica y colocada dentro de un recipiente que contenía capas alternas de papel húmedo montadas en una capa de hielo cuya función fue disminuir la temperatura y así hacer posible el traslado. Estas medidas favorecieron a una reducción en la transpiración y en consecuencia se mantuvo la turgencia por un periodo de tiempo mayor a 24 horas.

### **PREPARACIÓN DE LAS MINIESTACAS**

Las mini estacas colectadas se clasificaron por su apariencia física dejando sólo aquellas que se encontraban en buen estado luego del transporte. Posteriormente las mini estacas seleccionadas fueron cortadas a una longitud entre 4 y 6 cm.

Para realizar el recorte, con fines de experimentación, se crearon patrones de cartón, con áreas de 15 y 30 cm<sup>2</sup>. Las formas para cada patrón fueron así: 1. semejante al perfil natural de la hoja 2. Ancho y corto 3. Delgado y largo.

### **CONCLUSIONES**

La especie Santa María (*Calophyllum brasiliense* Camb), fue posible enraizarla en propagadores de subirrigación, obteniendo a los 90 y 120 días porcentajes de enraizamiento promedio de 9,4% y 8,2% respectivamente, con longitudes de raíz no mayores a 5 cm.

La evaluación de enraizamiento de mini estacas juveniles de Santa María (*Calophyllum brasiliense* Camb) permite concluir de forma general que los mejores resultados para presencia, número y longitud de raíces se obtienen del recorte de hoja a 15 cm<sup>2</sup> con aplicación de Acido indolacético en dosis de 1500 ppm, con una estancia de 90 días dentro del propagadores de subirrigación.

El área foliar 30 cm<sup>2</sup> se deduce presentó problemas de hiperhidrosis o excesiva pérdida de agua por medio de la hoja, para los cuatro períodos evaluados, lo cual derivó altos

porcentajes de mortalidad y un menor porcentaje de miniestacas enraizadas, además de raíces pequeñas y en menor cantidad por postura.

Las pruebas de tuckey demuestran que los ácidos favorecen la sobrevivencia y el desarrollo radicular, por lo que se puede establecer claramente la utilidad de éstos productos hormonales en el proceso de enraizamiento de las miniestacas de Santa María (*Calophyllum brasiliense* Camb).

A pesar de encontrar raíces en las miniestacas, como resultado de la aplicación de Ácido indolacético, indolbutírico y naftalenacético en dosis de 1000 a 3000 partes por millón (ppm), es el primero (Ácido indolacético) en aplicación de 1500 ppm, el que ostenta los mejores porcentajes de miniestacas enraizadas, con un máximo de 50% de posturas con formación de raíces adventicias.

#### **Giron tesis lic FAUSAC 97 pp. 131**

##### **Germinacion de *Calophyllum brasiliense***

Durante el estudio de *Calophyllum brasiliense* se realizo una prueba de germinación, para lo cual se emplearon 4 lotes de semillas o sea 4 repeticiones, siendo de 25 semillas cada lote.

Con las cuatro repeticiones se obtuvo un resultado del 76% de germinación, considerándose que *Calophyllum brasiliense* tiene una alta germinación, no habiendo necesidad de emplear ningún tipo de escarificación para estimular la misma. El periodo de germinación se observo entre los 6 a 8 días.

En la prueba de germinación además, se escarifico la semilla, empleando cuatro repeticiones de 25 semillas y la forma de escarificación fue el despojo del pericarpio, donde se obtuvo un porcentaje bajo de germinación siendo del 26 %, observandose que hubo una alta pudrición de semillas.

#### **Salazar etal CATIE 00 pp. 116**

##### **MANEJO DE LA ESPECIE EN VIVERO**

La siembra puede realizarse en germinadores o directamente en bolsas; el sustrato utilizado es arena de rio humeda. Cuando la radícula emerge se realiza el repique a bolsas. Después del repique la especie necesita sombra durante 15 días. El tiempo de permanencia en el vivero es de cinco a seis meses, cuando las plantas alcanzan una altura de 25 a 30 cm pueden ser trasladadas al campo.

#### **Cordero & Boshier calobr CATIE 03 pp. 429**

##### **Semilla**

La semilla no tolera la desecación ni variaciones drásticas de temperatura. Puede ser almacenada por poco tiempo (2-3 meses) con humedad ambiental alta, pero aun así se

deshidrata rápidamente y pierde viabilidad. En refrigeración, es posible mantenerlas por unos 40 días, conservando los porcentajes de germinación. Para lograr altos porcentajes de germinación se recomienda sembrarla lo más pronto posible. En un kilogramo hay 400-500 semillas.

### **Propagación**

Normalmente no se realizan tratamientos pre-germinativos, aunque es conveniente mantener las semillas en agua durante 24 horas previo a la siembra para suavizar la cubierta seminal. La semilla puede sembrarse en camas de arena para trasplante posterior a bolsas o directamente en estas. La germinación es alta (>90%) con semilla fresca, y se inicia a los 18-20 días. Ya sea con siembra directa o con trasplante, se debe proveer sombra durante los primeros días, y removerla en días nublados, brindando riegos adecuados, ya que la especie sufre a pleno sol si se expone bruscamente. Las plantas alcanzan alturas apropiadas para su traslado al campo en 5-6 meses.

El siguiente documento a revisar es  
Gomez eps CUNOROC 09 pp. 24;29

### **Semillas**

Ovoide o esférica, de 10 a 15 mm de largo, testa, color crema, suave, esponjosa, de 1 mm de grosor. El embrión es recto, de color blanco o amarillo crema y ocupa toda la cavidad de la semilla; con dos cotiledones gruesos, carnosos, la radícula es corta y carecen de endospermo (CATIE, 1999) (6).

Fotografía de buena calidad de semillas en la página 24.

6. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 1,999. Ficha técnica No. *Calophyllum brasiliense*.

### **Germinación**

La germinación inicia a los 37 días y finaliza a los 46 con un porcentaje de germinación de 85. (12).

12. ERMITAÑO CABRERA I.O. 2006. Estudio de la Composición Arbórea, Fuente Semillero y calidad e la semilla de Caoba (*Swietenia macrophylla* king.) y Santa María (*Calophyllum brasiliense* var. Reko Standl.) en el Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz. Tesis Facultad de Agronomía, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. 46 p  
**Teni pafs ITERN 07 pp. 17**

## Establecimiento de plantaciones

---

Comportamiento ecológico de la especie

Gomez eps CUNOROC 09

TEMPERAMENTO. *C. brasiliense* es una especie heliófita del dosel superior. Las plántulas son tolerantes a la sombra pero crecen bien a plena luz. En Guatemala, esta especie se ubica en el grupo de especies con mercado potencial; o sea que son aceptadas para ciertos usos, se venden a usuarios específicos y a precios menores que las especies con mercado plenamente desarrollado (Gálvez 1997 citado por FAO 2004).

COMPORTAMIENTO RADICAL. Raíces profundas, la plántula produce una raíz pivotante bien definida, con numerosas raíces laterales cortas, a intervalos regulares. En sitios con piedra caliza expuesta, las raíces penetran a una profundidad considerable (Francis y Lowe 2000 citado por Gómez 2009).

DISTANCIAMIENTO DE SIEMBRA. Se ha plantado en parcelas monoespecíficas con una distancia de 3x3 m (Vozzo ). Se han utilizado espaciamientos desde 2x2m en plantaciones puras o mixtas hasta 10x10m o más en sistemas agroforestales o plantaciones de enriquecimiento. Sin embargo, estos espaciamientos tan amplios exigen que se tenga un buen programa de podas si el objetivo de la producción es madera limpia de nudos, ya que el árbol produce muchas ramas al estar sin competencia (Cordero y Boshier).

MEZCLA CON OTRAS ESPECIES. Como sombra de cultivos se ha plantado junto con *Inga* spp., *Swietenia macrophylla*, *Dialium guianense*, *Perymenium* spp. y *Gliricidia sepium*. En la ecorregión Lachuá, Alta Verapaz, se han establecido plantaciones mixtas de la especie junto con *Swietenia macrophylla* y *Vochysia guatemalensis* (Fuentes 2013). **Fuentes tesis lic**

### URL 13

FERTILIZACIÓN INICIAL. El aplicar 40 g de fertilizante (NPK) al fondo del hoyo tiene un efecto positivo en el crecimiento longitudinal y el vigor (Cordero y Boshier).

Introducción en sistemas agroforestales

(si es del caso) **Cordero & Boshier calobr CATIE 03**

Es una especie recomendada para sistemas agroforestales ya que su lento crecimiento inicial permite aprovechar el terreno para otros cultivos durante dos o tres cosechas, según el cultivo. Se han obtenido buenos resultados con árboles frutales y con especies nodriza de rápido crecimiento, como las ingas, que crean un ambiente favorable para el crecimiento de *C. brasiliense*.

En la vertiente del Caribe de Guatemala, cuenca del río Polochic, se emplea como sombra del cultivo de cardamomo (*Elettaria cardamomum*). Este sistema es invasivo del bosque natural primario; sin embargo, es más recomendable en bosques secundarios o charrales, donde los árboles de sombra ya estén establecidos o como sustitución de cafetales viejos o improductivos.

Tiene un gran potencial como cortinas rompevientos y es resistente a muchos herbicidas usados en agricultura. También se usa en otros sistemas agroforestales como sombra para café y cacao, palmito y *Rheedia*. Se ha usado para estabilizar suelos y reducir la

compactación de suelos y recuperación de pastos degradados. Sin embargo, debido a su lento crecimiento inicial, requiere un control de malezas intensivo durante los 3-4 primeros años.

#### Producción de leña

En la ecorregión Lachuá, Alta Verapaz, el producto de raleos de plantaciones mixtas de *Swietenia macropylla*, *Vochysia guatemalensis* y *C. brasiliense* a los siete y nueve años de edad se destinó a leña en su totalidad, pues se trata de diámetros menores inaceptables en el mercado maderero (**Fuentes tesis lic URL 13**).

## **Establecimiento de plantaciones**

---

### **Sistemas de finca**

Es una especie recomendada para sistemas agroforestales ya que su lento crecimiento inicial permite aprovechar el terreno para otros cultivos durante dos o tres cosechas según el cultivo, o combinándola con árboles frutales. Se han obtenido buenos resultados empleando especies nodriza de rápido crecimiento como las Ingas, que crean un ambiente favorable para el crecimiento de esta especie. Un ejemplo es el cultivo de cardamomo (*Elettaria cardamomum*) bajo especies de sombra combinadas, como *Inga* spp., *Swietenia macrophylla*, *Dialium guianense*, *Perymenium* spp. y *Gliricidia sepium*. Este sistema se usa a menudo por invasión del bosque natural primario en la cuenca del río Polochic, en la vertiente del Caribe de Guatemala, es. Sin embargo, esto no es recomendado por este proyecto sino en bosques secundarios o charrales, donde los árboles de sombra de interés ya estén establecidos o como sustitución de cafetales viejos o improductivos.

Tiene buen uso ornamental por la belleza del follaje y se planta a menudo en parques y orillas de carreteras. Tiene un gran potencial para ser usada en cortinas rompevientos y es resistente a muchos herbicidas usados en agricultura. También se usa en otros sistemas agroforestales como sombra para café y cacao, palmito y *Rheedia*. Se ha usado para estabilizar suelos y reducir la compactación de suelos en pastos degradados. El que no pierda la hoja la hace apta para todos estos usos. Se ha recomendado también para sistemas silvopastoriles. En Costa Rica se ha utilizado en pequeña escala para recuperación de pastizales degradados, en plantaciones puras. Sin embargo, bajo este sistema y debido a su lento crecimiento inicial, requiere un control de malezas intensivo durante los 3-4 primeros años.

### **Plantación**

Las plántulas son tolerantes a la sombra pero crecen bien a plena luz, por lo cual son aptas tanto para sistemas de enriquecimiento como para plantaciones a campo abierto. Se han utilizado espaciamientos desde 2x2m en plantaciones puras o mixtas hasta 10x10m o más en sistemas agroforestales o de enriquecimiento. En plantaciones en pastizales degradados en el CATIE, Turrialba, Costa Rica, se utilizó un espaciamiento de 4x5 m con buenos resultados, ya que se elimina la necesidad de un primer raleo demasiado pronto, cuando los árboles aun no proporcionan productos comerciales. Sin embargo, estos espaciamientos tan amplios exigen que se tenga un buen programa de podas si el objetivo de la producción es madera limpia de nudos, ya que el árbol produce muchas ramas al estar sin competencia.

### **Manejo**

Debido a su lento crecimiento inicial es esencial un control intensivo de malezas durante los primeros años. En plantaciones realizadas por el CATIE en una zona de bosque húmedo en Turrialba, Costa Rica, en un sitio con vegetación de gramíneas, fue necesario realizar chapeas cada tres meses. En estas mismas plantaciones, se fertilizó con una fórmula

completa NPK (10-30-10) al momento del establecimiento y con un fertilizante nitrogenado seis meses después, usando 50- 60 g por árbol en ambas ocasiones. En otras plantaciones en Costa Rica se ha realizado una única fertilización al momento del establecimiento con 40g de NPK.

Se recomienda realizar podas al año y después de tres años para eliminar ramas bajas y ejes dobles, que son comunes en esta especie, sobre todo a espaciamientos amplios, así como raleos oportunos en plantaciones densas. En parcelas experimentales establecidas a 2x2m en Sarapiquí, Costa Rica, los árboles de *C. brasiliense* de parcelas raleadas mostraron a los 10 años un DAP promedio de 19.4cm, en comparación con 15.5cm para parcelas no raleadas.

En plantaciones establecidas a 4x5m en pastizales en el CATIE, mostró el menor crecimiento entre otras cinco especies nativas, con alturas de 0.8-0.9 m al año de edad. En plantaciones de la EARTH en Guácimo, Costa Rica, de 1 año y a 3x3 m mostró mejor comportamiento, con promedios de 1.3 m de altura y 1.6cm de DAP. En plantaciones de 7 años establecidas por la OET en Sarapiquí, se obtuvo un incremento medio anual (IMA) de 1.4m en altura y 1.8cm en DAP. En plantaciones privadas de 6-11 años en la zona Norte de Costa Rica, se han registrado IMA de 1.3 m en altura, 1.5cm en DAP y 5.95 m<sup>3</sup>/ha en volumen. En Honduras, en parcelas establecidas a 3x3m en Lancetilla y La Virtud, se registraron alturas de 1 y 1.5 m respectivamente, a los 18 meses de edad. Los turnos de rotación fueron estimados en 30- 40 años. En bosques naturales se estima un turno de cosecha de 50 años.

## Silvicultura de plantaciones

---

### Manejo silvicultural de plantaciones

**CONTROL INICIAL DE MALEZAS.** Se recomienda limpiar el terreno tres a cuatro veces el primer año, dado que la especie tiene un período de adaptación de 2 a 3 años (González et al. 1990 citado por Vozzo). En plantaciones realizadas por el CATIE en una zona de bosque húmedo en Turrialba, Costa Rica, en un sitio con vegetación de gramíneas, fue necesario realizar chapias cada tres meses.

### Poda y fertilización

Cuando la densidad de plantación es alta (1100 a 1200 plantas/ha), la especie debe podarse hasta que alcance una altura de 5 m (Vozzo). Se recomienda realizar podas al año y después de tres años para eliminar ramas bajas y ejes dobles, comunes en esta especie, sobre todo a espaciamientos amplios. Asimismo, es conveniente fertilizar con una fórmula completa NPK (10-30-10) al momento del establecimiento y con un fertilizante nitrogenado seis meses después, usando 50- 60 g por árbol en ambas ocasiones.

### Raleo

(épocas, técnicas, perfil de raleo)

En parcelas experimentales establecidas a 2x2m en Sarapiquí, Costa Rica, los árboles de *C. brasiliense* de parcelas raleadas mostraron a los diez años un dap promedio de 19.4 cm, en comparación con 15.5cm en parcelas no raleadas. En su proyecto de investigación en Lachuá, Alta Verapaz, Fuentes (2013) evaluó un raleo aplicado en seis parcelas establecidas en plantaciones mixtas de santamaría, caoba y sanjuán de 7 a 9 años de edad. La intensidad de raleo fue del 25%. Por tratarse de plantaciones jóvenes con diámetros menores de 20 cm, el producto del raleo se comercializó como leña.

### Aprovechamiento final

### Rendimientos

(intermediarios por productos)

En parcelas monoespecíficas a 3x3 m en Guácimo, Costa Rica, la especie alcanzó una altura promedio de 1.36 m y un diámetro promedio de 1.62 cm en el primer año (Russo y Sandí 1993). En la Zona Norte de Costa Rica, los árboles en plantación de tres años alcanzaron un incremento promedio en altura de 1.4 m/año, un incremento promedio en diámetro de 1.3 cm/año y un incremento promedio basal de 0.8 m<sup>2</sup>/ha/año (González et al. 1990). En la misma región, en plantaciones de siete años de edad, los árboles alcanzaron un incremento promedio en altura de 1.4 m/año, un incremento promedio en diámetro de 1.8 cm/año, y un incremento promedio basal de 1.66 m<sup>2</sup>/ha/año (Chaves y Chinchilla 1994).

En Honduras, en parcelas establecidas a 3x3m en Lancetilla y La Virtud, se registraron alturas de 1 y 1.5 m respectivamente, a los 18 meses de edad. Los turnos de rotación

fueron estimados en 30- 40 años. En bosques naturales se estima un turno de cosecha de 50 años. CyB

## Silvicultura de plantaciones

**Cuadro No. 9** Tabla de categorías diamétricas de rendimiento en función al volumen comercial en porcentaje para árboles de *calophyllum brasiliense* en la ecoregión Iachua del Municipio de Cobán de A. V.

| <b>TABLA DE RENDIMIENTO POR VOLUMEN COMERCIAL CALOPHYLLUM BRASILIENSE</b> |            |           |          |                 |           |
|---|------------|-----------|----------|-----------------|-----------|
| CLASE<br>DIAMÉTRIC<br>A (cm)  | ALTURA (m) | TOTAL (%) | LEÑA (%) | TROCILLA<br>(%) | TROZA (%) |
| 0 - 4.99  | 5          | 58        | 100      | 0               | 0         |
| 5 - 9.99  | 8          | 69        | 100      | 0               | 0         |
| 10 - 14.99  | 10         | 23        | 100      | 0               | 0         |
| 15 - 19.99  | 11         | 13        | 100      | 0               | 0         |

En los cuadros 7,8 y 9 se puede observar los resultados obtenidos de 6 parcelas de muestreo establecidas en la ecoregión Iachua, de las especies de *swietenia macropylla*, *vochysia guatemalensis*, *calophyllum brasiliense*, con edades las plantaciones de 7 a 9 años, aplicándose una intensidad de raleo del 25%, la finalidad de establecer las parcelas fue de obtener información sobre el rendimiento de dichas plantaciones y también que fueran demostrativas para los demás propietarios para que comprendan el beneficio que causa realizar los tratamientos silviculturales a tiempo a las plantaciones aunque el raleo no sea del todo comercial por la falta de mercado para estas especies, y obtener como producto principal solo leña.

Cordero & Boshier calobr CATIE 03 pp. 429

Se recomienda realizar podas al año y después de tres años para eliminar ramas bajas y ejes dobles, que son comunes en esta especie, sobre todo a espaciamientos amplios, así como raleos oportunos en plantaciones densas. En parcelas experimentales establecidas a 2x2m en Sarapiquí, Costa Rica, los árboles de *C. brasiliense* de parcelas raleadas mostraron a los 10 años un DAP promedio de 19.4cm, en comparación con 15.5cm para parcelas no raleadas.

Cojom INAB en prensa pp.51

El perfil de manejo de la densidad definido fue de baja intensidad ya que las plantaciones evaluadas no han sido sujetas a raleos periódicos sino que en su mayoría la reducción de la densidad ha sido producto de la mortalidad o bien raleos de baja intensidad que han ocasionado que a los 14 años, estas plantaciones cuenten aun con 750 árboles/ha.

Entonces, el perfil empleado entonces emplea una densidad inicial de 1500 árboles/ha, realizando un primer raleo a inicios del año 4 de aproximadamente el 50% de intensidad, dejando 800 árboles/ha hasta el año 10, en el cual se realiza el segundo raleo de

aproximadamente un 75% de intensidad que deja como resultado un promedio de 200 árboles/hectárea.

Una vez definido el perfil de manejo se procedió a modelar el crecimiento de la plantación evaluada a partir del año 1 hasta el año 15, haciendo una predicción de la producción a partir del año 12 (edad de la última observación en campo).

A continuación se representan de forma gráfica la familia de modelos de crecimiento de DAP, Alturas Dominantes, Área Basal y Volumen Total para la especie de *C. brasiliense* en el municipio de Livingston y Santiago Atitlán.; agregando además los puntos correspondientes a las observaciones de campo para establecer la relación del ajuste de modelo con la realidad en el campo.

### Manejo de plagas y enfermedades

En Guatemala, no se han reportado enfermedades ni problemas serios con plagas de insectos en el santamaría; sin embargo, esto no significa que la especie no tenga enemigos naturales. En el cuadro siguiente se detallan los agentes dañinos que afectan a *C. brasiliense* en el país.

Agentes dañinos del santamaría (*Calophyllum brasiliense*) reportados\* en Guatemala

| Nombre común     | Nombre científico  | Tipo agente dañino | de Estructur a atacada | Ataques / peligrosidad  | Más informaci ón en... |
|------------------|--|--------------------|------------------------|---|------------------------|
|                  | <i>Colletotrichum</i> sp   | Hongo              | Follaje y ramas        | Necrosis de formas varias. Severidad baja   | Soto 2002              |
|                  | <i>Sphaeropsis</i> sp  | Hongo              | Follaje                | Mancha foliar en el haz, rodeada de un anillo oscuro. Severidad muy baja en Livingston. | Soto 2002              |
| Mal del talluelo | <i>Rhizoctonia</i> sp, <i>Fusarium</i> sp, <i>Pythium</i> sp, <i>Phytophthora</i> sp, <i>Cylindrocladium</i> sp, <i>Phoma</i> sp, <i>Botrytis</i> sp | Hongo              | Raíces                 | Vivero y plantaciones recién establecidas   | Teni 2007              |
| Nematodos        | <i>Meloidogyne</i> sp  | Microorganismo     | Raíces                 | Vivero  | Teni 2007              |
| Gallina ciega    | <i>Phyllophaga</i> sp  | Insecto Coleoptera | Raíces                 | Vivero  | Teni 2007              |

|                |                    |                        |         |   |                           |
|----------------|--------------------|------------------------|---------|---|---------------------------|
| Hormigas       | <i>Atta</i> sp     | Insecto<br>Hymenoptera | Follaje | Daños serios en vivero y plantaciones recién establecidas | Teni 2007<br>INAB<br>2012 |
| Gusano alambre | <i>Agriotes</i> sp | Insecto<br>Coleoptera  | Raíces  | Vivero  | Teni 2007                 |

### Control de plagas y enfermedades en vivero

Teni 2007, Catie 91

Antes de colocar la semilla en el germinador, se procede a la desinfección del sustrato para evitar plagas y enfermedades fungosas comunes. Se recomienda usar volatón líquido, banrot 40wp, nemacur 240 o volatón en polvo. Antes del tratamiento se debe aplicar un riego abundante a la cama de germinadores. Para prevenir el ataque de gallina ciega y otros insectos que dañan las raíces se recomienda mezclar de 2 a 4 medidas bayer de volatón 50ec en 100 litros de agua y aplicar cada 7 a 14 días a todo el tablón hasta que se humedezca bien el sustrato. Para prevenir el ataque de nematodos se recomienda aplicar, antes de la siembra, 150 cc de nemacur 240cs en 100 litros de agua. Esta solución se aplica al tablón hasta que penetre bien en el sustrato.

El mal drenaje, suelos pesados, altas densidades de siembra y suelos infectados con alto contenido de materia orgánica son factores que aceleran la aparición del mal del talluelo, así como de muchas otras enfermedades y plagas en vivero. Si la producción de plantas se inicia en una cama de germinación, es preferible usar como sustrato arena de río o una mezcla de arena y suelo (3:1) desinfectada, para evitar el acarreo de hongos y contar con un drenaje eficiente. Debe usarse un sitio techado y bien ventilado y riego por aspersión.

El sustrato se desinfecta aplicando vapor o productos químicos como bromuro de metilo o vapán. El bromuro de metilo se usa en una dosis equivalente a un tarro por metro cúbico de sustrato bien seco; una vez aplicado, se debe cubrir el suelo durante 24 horas para evitar la volatilización de los gases tóxicos. Luego se destapa y se deja airear por 48 horas antes de sembrar. El vapán se aplica con regadera en una hilera de 10 m<sup>2</sup>, usando una dosis de 100 ml/m<sup>2</sup>.

### Plagas y enfermedades en plantaciones

Esta especie presenta enfermedades de tipo foliar como antracnosis producida por un hongo del género *Colletotrichum* sp. y una mancha foliar producida por *Sphaeropsis* sp. El primero se manifiesta como una costra de color claro en las hojas y ramas del árbol, la cual cambia a anaranjado al oxidarse la cubierta exterior. *Sphaeropsis* sp produce una decoloración rodeada en su totalidad por un anillo oscuro. Se han encontrado en casos aislados de ambas enfermedades en el municipio de Livingston, Izabal pero, por la baja incidencia (10% y 25%, respectivamente) no se aplican medidas correctivas (**Soto tesis lic FAUSAC 02**).

Arguedas (2008) reporta un insecto no identificado de la familia Bruchidae (Coleoptera) que destruye las semillas de *C. brasiliense*. También informa de los patógenos Ascochyta

sp. y *Colletotrichum* sp. que atacan el follaje de la especie, así como *Verticillium* sp. que ataca el fuste.

Arguedas, M. 2008. Plagas y enfermedades forestales en Costa Rica. San José, Costa Rica, ITCR. Disponible en <http://www.itcr.ac.cr/RevistaKuru/>

## Manejo de plagas y enfermedades

---

### Soto tesis lic FAUSAC 02 pp. 49-50

MARIO o SANTA MARIA (*Calophyllum basiliense* Camb)

Esta especie presenta enfermedades de tipo foliar como antracnosis producida por un hongo del genero *Colletotrichum sp.* y una mancha foliar producida por el genero *Sphaeropsis sp.*

#### ***Colletotrichum sp.***

Genero de hongos coelomycetes que producen antracnosis muy severas en una gama muy amplia de hospederos Farr *et al.* (11), Sutton (17). Es el estado anamorfoico del genero *Glomerella sp.* de acuerdo a Hanlin (1 \), y se presenta en formas variadas del estandar conocido como *Colletotrichum gloesporoides*.

**Sintoma:** Se observa una necrosis con costra en las hojas y ramas del arbol. De la estructura reproductiva brota una masa de conidias de color claro que se toma rapidamente anaranjado al oxidarse la cubierta exterior. Esta denota la esporulacion del hongo.

**Signo:** La masa de conidias que se observa en el exterior es producto de la esporulacion de un acervulo que se encuentra inmerso en el tejido necrosado. Con esporas hialinas, unicelulares y con estructuras internas las cuales hacen que parezcan multicelulares. La forma es variada de ovoides hasta elongadas de acuerdo a Sutton (17). En la fotografia 62 pueden observarse varias de estas estructuras.

**Distribución:** Se encontró en casos aislados en el municipio de Livingston, reportando un porcentaje de incidencia de 10 % y se determino en 1 de los 10 árboles aislados que hay en el área. Su severidad también fue solo del 25%.

**Control:** No se aplica control sobre esta enfermedad.

#### ***Sphaeropsis sp.***

**Sintoma:** En *Calophyllum sp.* (Mario), se produce una mancha foliar muy facil de observar por la decoloración rodeada en su totalidad de un anillo de color oscuro, dentro de cual se pueden observar los picnidios en forma de colonias.

**Signos:** Se observa un picnidio setoso semi-inmerso o inmerso en su totalidad, de paredes compuestas de varias capas de celulas oscuras dando la apariencia de un estroma, dentro del mismo se desarrollan las conidias que pueden llegar a medir 30-45 micras de longitud y 15-20 de diametro, de color claro y de doble capa al principio de su desarrollo, se toman amarillas- cafe oscuras cuando estan completamente desarrolladas. Su forma es por lo regular ovoide, pero pueden elongarse y deformarse en algunas ocasiones hasta conseguir una figura claviforme como en el caso de *Sphaeropsis sapinea*.

**Distribucion:** Se encontro en la muestra obtenida en el municipio de Livingston, Izabal con grados de incidencia y severidad de 10 % y 25 % respectivamente.

**Control:** No se toman medidas de control para esta enfermedad.

## **Manejo de bosques naturales**

---

Morales et al incremento RBM 08 pp. 18-19

Incremento dimétrico de especies comerciales por grupo (liberados y no liberados).

Las especies en las que se encontró que árboles liberados crecen mucho mejor que los árboles testigo (no liberados) fueron canxán, caoba, catalox, malerio colorado, mano de león, ramón blanco, saltemuche y santa maría. En promedio los árboles liberados tienen incrementos medianos 2.5 veces mayores que los no liberados, inclusive puede llegar a ser 4.5 veces superior en el caso de mano de león. La menor relación se observa en malerio colorado donde los árboles liberados tienen incrementos medianos 1.75 veces mayores que los no liberados.

Se observa claramente que los árboles liberados de estas especies maderables tienen mejores incrementos que los árboles que no se liberaron. En el caso de los primeros el incremento mediano es de 3.79 mm/año con límites confiables para la mediana que oscilan entre 3.23 a 4.55 mm/año, inclusive tienen un potencial de crecimiento de hasta 6.16 mm/año (tercer cuartil). Por su parte los árboles que no reciben ningún tratamiento solamente tienen un incremento mediano de 1.74 mm/año, alrededor de 2 mm/año menos que los árboles liberados. Incluso el límite superior de la mediana en los liberados supera los 4 mm/año y en los no liberados es menor a 2 mm/año.

Canek tesis lic CUDEP 06 PP.44

Se estima que la abundancia en general del área quinquenal de la unidad de Manejo la Colorada es de aproximadamente 13.44 árboles por hectárea, incluyendo los tres grupos comerciales AAACOM, ACTCOM Y POTCOM. Ya que las especies de mayor interés son el Cedro y la Caoba del grupo AAACOM 0.68 y 1.70 árboles por hectárea desde 30 cm.

Giron tesis lic FAUSAC 97 pp. 9-10; 80-82; 128; 132

### **Regeneración natural**

Es evidente que la eliminación de tanta fitomasa del bosque conllevara a cambios marcados de microclima y de distribución de nutrientes (18).

Los claros creados por la tala de árboles, los caminos de extracción y la eliminación de árboles en aprovechamiento forestales o en tratamientos silviculturales contribuyen a un aumento general de la energía lumínica que alcanza los niveles inferiores del bosque. Este aumento de energía conlleva a un aumento de temperatura, tanto del aire como del suelo o una reducción de la humedad relativa. Las condiciones ambientales serán mucho más homogéneas pues los sitios más sombreados son eliminados (18).

**Área basal, densidad y frecuencia para el estrato Colinas Altas de La Palotada.**

Este estrato presenta una densidad de 593.31 individuos/ha. La especie *Sebastiania longicuspis* representa la mayor abundancia y area basal, siendo de: 81.6 individuos/ha y 4 m<sup>2</sup>/ha, pero presenta un porcentaje de frecuencia del 91.66%, menor que la frecuencia presentada por *Calophyllum brasiliense*.

En este sitio, existe una mejor representacion de *Calophyllum brasiliense* ya que llega a tener 13 individuos/ha, una area basal de 1.44 m<sup>2</sup>/ha y un 100% de frecuencia, mientras que las especies de mayor consumo comercial como: *Swietenia macrophylla* presentan 1.33 individuos/ha, 0.04 m<sup>2</sup>/ha y presenta el 33.33% de frecuencia; el *Cedrella odorata* tiene 1.33 individuos/ha, 0.2 m<sup>2</sup>/ha y una frecuencia del 16.66% (ver anexo 5).

#### **Area basal, densidad y frecuencia para el estrato Colinas Bajas de La Palotada**

En este estrato fisiográfico se presenta un total de 555.9 individuos/ha, donde la especie con mayor representacion ecologica es la *Pouteria reticulata* con 87 individuos/ha, una area basal de 3.1 m<sup>2</sup>/ha y existe con un 100% de frecuencia.

*Calophyllum brasiliense* presenta 1.9 individuos/ha, 0.3 m<sup>2</sup>/ha y el 38% de frecuencia, siendo por lo tanto, su presencia ecologica parecida a la de *Cedrella odorata* que existe con 1.5 individuos/ha, 0.2 m<sup>2</sup>/ha y el 33% de frecuencia, mientras que *Swietenia macrophylla* tiene dentro de este estrato 2.4 individuos/ha, el 0.9 m<sup>2</sup>/ha y una frecuencia del 47% (ver anexo 5).

#### **Area basal, densidad y frecuencia para el Estrato Planicie de La Laguna La Canoa.**

En este estrato se presentan 686 individuos/ha, en donde la especie con mayor densidad es la *Pouteria reticulata* con 92.5 individuos/ha, pero presenta mayor area basal el *Brosimum allicastrum* con 35.43 m<sup>2</sup>/ha. Las dos especies anteriores presentan el 100% de frecuencia.

De acuerdo a estos atributos, la representacion ecologica de *Calophyllum brasiliense* se describe con 6.2 individuos/ha, con area basal de 0.2 m<sup>2</sup>/ha y el 28% de frecuencia, el *Cedrella odorata* se encuentra con 0.57 individuos/ha, ocupando el 0.1 m<sup>2</sup>/ha y 14% de frecuencia, el *Swietenia macrophylla* se presenta con 4.5 individuos/ha, con area basal de 0.7 m<sup>2</sup>/ha y el 71% de frecuencia, por lo cual esta última especie presenta una mejor distribucion que el *Calophyllum brasiliense* (ver anexo 5).

#### **Caracterizacion de la regeneracion natural de *Calophyllum brasiliense* en el estrato Colinas Altas de La Palotada**

Este es el sitio que presenta mayor riqueza o Constanza ecológica de la especie en estudio, donde presenta una alta regeneración natural; primero debido a la alta densidad de individuos padres, lo que implica la alta diseminación de la semilla y segundo debido a la presencia del agente diseminador, siendo el murciélago, según observación en el campo.

Esta zona de estudio es cercana al Biotopo El Zotz, habitat de muchas especies de murciélagos.

Iniciando con la clase "Plantula", se tiene una densidad de 301 individuos/ha de los cuales 271 individuos/ha se identificaron como sanos, de los cuales se observó que la mayoría son los individuos nuevos o sea aquellos que no tienen mucho tiempo de haber germinado; además se identificaron 30 individuos por/ha afectados por sequía, los cuales son plantas que llegan a morir. Como se observó, son individuos que presentan una alta tasa de natalidad, pero a la vez presentan una alta mortalidad y esto se demuestra más adelante al observar la cantidad de Latizales o sea individuos que ya se consideran como estables dentro de este sitio de estudio.

La Clase Plantula tiene una área basal de 0.000594 m<sup>2</sup>/ha que equivalen a 5.94 cm<sup>2</sup>/ha y abarca una cobertura de 4.89 m<sup>2</sup>/ha en el estrato inferior boscoso.

La Clase Brinzal que aún se presenta bajo un estado inseguro, presenta 2 37 individuos/ha donde se ubican 212 sanos y 25 ya afectados por sequía o desecamiento y mueren mientras existen otros que serán afectados por lo mismo. Esta clase tiene una área basal de 0.039456 o sea 395 cm<sup>2</sup>/ha y abarca una cobertura en el sotobosque de 107 m<sup>2</sup>/ha.

La Clase Latizal que ya es un estado más estable presenta únicamente 4.49 individuos/ha, totalmente sanos, presentando una área basal de 0.016 m<sup>2</sup>/ha que equivale a 160 cm<sup>2</sup>/ha y una cobertura de 18.38 m<sup>2</sup>/ha.

### **Reclutamiento y mortalidad natural de *Calophyllum brasiliense***

El porcentaje de mortalidad anual para esta especie es bajo siendo del 1 % del total de la población/ha para la clase Latizal, debido a la intervención humana, como la extracción de *Chamaedorea* sp, del latex de *Manilkara zapota*. la cacería y a la flora y fauna. Durante el periodo de estudio no se registro ingreso dentro de los latizales.

La mortalidad y el ingreso anual de individuos con diámetro mayor o igual a 10 cm es de 1.8 % del total de la población/ha. La mortalidad es debido principalmente por la intervención humana y a la flora y fauna.

Solis tesis lic CUDEP 09 pp. 39;50

### **Dinámica Poblacional del Bosque**

La dinámica poblacional de ambas especies, se puede observar por medio de la distribución de la frecuencia de las especies en el bosque, obteniendo las especies más representativas en la Unidad de Manejo de San Andrés, son: el chicozapote con el 73%, Zapotillo hoja fina con el 66%, Caoba con el 19%, Manchiche con el 8%, Santamaría con el 10%, aunque exista mortalidad de las especies ya sea natural o de los aprovechamientos

forestales, siempre en el bosque habrá regeneración, latizales, brinzales y el reclutamiento de las mismas, tomando en cuenta que cada especie tiene diferentes etapas de desarrollo y generándose distintos ambientes de alimento, (ver cuadro 9).

#### Mortalidad y Reclutamiento

En el área de AFISAP se obtuvo una mortalidad de 0,72%, que es el resultado de las diferentes especies que por causas naturales mueren, en el reclutamiento se obtuvo 1,21% obteniendo mayor porcentaje respecto a la mortalidad, (Ver cuadro 13).

Soza Gómez, N. (2001) reportó para las PPM de la Cooperativa Bethel, una tasa de mortalidad anual de 0.88% mientras que la tasa de reclutamiento es inferior con 0.15%. Pinelo Morales, G. (1997) reportó para las PPM de San Francisco Petén una mortalidad de 1.16% y una tasa de reclutamiento de 3.27% a 3 años después de la aplicación del tratamiento; mientras que en San Miguel La Palotada la mortalidad fue de 2.09% y reclutamiento (2.48%) a cuatro años del tratamiento.

## Crecimiento y productividad de plantaciones

Metodología de seguimiento y evaluación de crecimiento en Guatemala

Cuadro: Número de parcelas permanentes de monitoreo e individuos controlados de “*la especie (nombre científico)*” por edad de las plantaciones, número de mediciones y grado de mezcla

| Edad de las plantaciones<br>número de mediciones<br>grado de mezcla | Número<br>de<br>parcelas | Número<br>de<br>individuos<br>inicial | Número<br>de<br>individuos<br>a<br>dic 2015 |
|---|--------------------------|---------------------------------------|---|
| <b>Edad de 0-5.0 años</b>   | <b>7</b>                 | <b>369</b>                            | <b>369</b>                                  |
| una sola medición   | 7                        | 369                                   | 369   |
| $G_{mezcla} < 50\%$   | 1                        | 15                                    | 15  |
| $G_{mezcla} \geq 85\%$  | 6                        | 354                                   | 354   |
| <b>Edad de 5.1-10.0 años</b>  | <b>17</b>                | <b>587</b>                            | <b>587</b>                                  |
| una sola medición   | 15                       | 573                                   | 573   |
| $G_{mezcla} < 50\%$   | 6                        | 83                                    | 83  |
| $50\% \leq G_{mezcla} < 85\%$                                       | 2                        | 79                                    | 79  |
| $G_{mezcla} \geq 85\%$  | 7                        | 411                                   | 411   |
| 6 mediciones y más  | 2                        | 14                                    | 14  |
| $G_{mezcla} < 50\%$   | 2                        | 14                                    | 14  |
| <b>Edad de 10.1-15.0 años</b>                                       | <b>6</b>                 | <b>116</b>                            | <b>115</b>                                  |
| una sola medición   | 5                        | 110                                   | 110   |
| $G_{mezcla} < 50\%$   | 5                        | 110                                   | 110   |
| 6 mediciones y más  | 1                        | 6                                     | 5   |
| $G_{mezcla} < 50\%$   | 1                        | 6                                     | 5   |
| <b>Edad de 15.1 y más años</b>                                      | <b>18</b>                | <b>423</b>                            | <b>286</b>                                  |
| una sola medición   | 3                        | 72                                    | 72  |
| $G_{mezcla} < 50\%$   | 1                        | 18                                    | 18  |
| $G_{mezcla} \geq 85\%$  | 2                        | 54                                    | 54  |
| 2-5 mediciones  | 3                        | 59                                    | 34  |
| $G_{mezcla} < 50\%$   | 2                        | 17                                    | 7   |
| $50\% \leq G_{mezcla} < 85\%$                                       | 1                        | 42                                    | 27  |
| 6 mediciones y más  | 12                       | 292                                   | 180   |
| $G_{mezcla} < 50\%$   | 8                        | 83                                    | 73  |
| $50\% \leq G_{mezcla} < 85\%$                                       | 2                        | 92                                    | 31  |
| $G_{mezcla} \geq 85\%$  | 2                        | 117                                   | 76  |
| <b>Total general</b>  | <b>48</b>                | <b>1495</b>                           | <b>1357</b>                                 |

Alternativa cuadro capítulo 7: Número de parcelas permanentes de medición (PPM) e individuos controlados por el INAB en plantaciones de *Tabebuia donnell-smithii*, a) por edad de las plantaciones y número de mediciones

| Edad de las plantaciones | Número | de | Número | de | Número | de |
|--------------------------|--------|----|--------|----|--------|----|
|--------------------------|--------|----|--------|----|--------|----|

| número de mediciones           | parcelas  | individuos inicial | individuos a dic 2015 |
|--------------------------------|-----------|--------------------|-----------------------|
| <b>Edad de 0-5.0 años</b>      | <b>2</b>  | <b>138</b>         | <b>138</b>            |
| una sola medición              | 2         | 138                | 138                   |
| <b>Edad de 5.1-10.0 años</b>   | <b>33</b> | <b>2043</b>        | <b>2043</b>           |
| una sola medición              | 33        | 2043               | 2043                  |
| <b>Edad de 10.1-15.0 años</b>  | <b>23</b> | <b>1126</b>        | <b>837</b>            |
| una sola medición              | 8         | 452                | 452                   |
| 2-5 mediciones                 | 3         | 119                | 94                    |
| 6 mediciones y más             | 12        | 555                | 291                   |
| <b>Edad de 15.1 y más años</b> | <b>7</b>  | <b>273</b>         | <b>236</b>            |
| 2-5 mediciones                 | 5         | 251                | 219                   |
| 6 mediciones y más             | 2         | 22                 | 17                    |
| <b>Total general</b>           | <b>65</b> | <b>3580</b>        | <b>3254</b>           |

b) por grado de mezcla inicial, con especies asociadas en plantaciones

| Grado de mezcla inicial del palo blanco | Número de parcelas | Especies asociadas [con N>5 en la parcela] (número de parcelas de ocurrencia)                              |
|---|--------------------|--|
| $G_{mezcla} < 50\%$                     | 5                  | TECTGR (2); SWIEMA (3); CEDROD (2); CALOBR (2); ENTECY (1); EUCACA (1); PITHAR (2); SWIEHU (1); TABERO (2) |
| $50 \leq G_{mezcla} < 85\%$             | 7                  | SWIEMA (2); CEDROD (2); CALOBR (1); COJOAR (1)   |
| $G_{mezcla} \geq 85\%$                  | 53                 |  |
| <b>Total</b>                            | <b>65</b>          |  |

discutir los cuadros!

Crecimiento e incrementos

(crecimiento en plantaciones forestales puras, crecimiento de la especie en plantaciones mixtas) / enseñanza: citar buenos y malos crecimientos, resaltando potencial de la especie

Productividad

[por tipo de bosque] (modelos de crecimiento, modelos de productividad [en pie y rendimiento]) / citar comparativamente volúmenes producidos por plantaciones

**Camposeco pafs ESTEFOR 03 pp. 44-47**

**Datos de frecuencia, área basal y volumen de la plantación**

Para un análisis más detallado de los datos cuantitativos de la plantación de Santa María (*Calophyllum brasiliense* Camb), los datos obtenidos de las mediciones fueron transformados a datos por hectárea y distribuidos por clases diamétricas. El cuadro 14 muestra el resumen de los datos cuantitativos de la plantación distribuidos en clases diamétricas.

Cuadro 14. Resultados de frecuencia, área basal y volumen por hectárea, experimento 00052 del proyecto I31, subregión III-1, Izabal.

| CLASE                | RANGOS    | FRECUENCIA/HA | AB(m <sup>2</sup> /ha) | VOL(m <sup>3</sup> /ha) |
|----------------------|-----------|---------------|------------------------|-------------------------|
| 1                    | 0 - 4.9   | 80            | 0.11                   | 0.26                    |
| 2                    | 5 - 9.9   | 620           | 2.73                   | 10.47                   |
| 3                    | 10 - 14.9 | 440           | 4.88                   | 21.52                   |
| 4                    | 15 - 19.9 | 40            | 0.82                   | 3.89                    |
| <b>TOTAL GENERAL</b> |           | <b>1,180</b>  | <b>8.54</b>            | <b>36.14</b>            |

**Fuente:** resumen de datos software Mirasilv®, 2013

Como se observa en el cuadro 14, la densidad de la plantación de Santa de María (*Calophyllum brasiliense* Camb), ha disminuido únicamente un 13.24%, en relación a la densidad inicial que fue de 1,360 árboles por hectárea, esto se debe a que no le han dado el manejo apropiado a la plantación, el cual es esencial para que los arboles puedan tener un buen desarrollo y así puedan alcanzar el diámetro mínimo de corta para la producción de madera en aserrío.

#### **Análisis de Incremento Medio Anual (IMA) en DAP, altura, AB y volumen.**

Las mediciones realizadas en la plantación han registrado crecimientos en diámetros y alturas, los cuales se reflejan en incrementos en área basal y volumen.

Actualmente se han realizado cinco mediciones que han permitido comparar los resultados y estimar los datos de Incremento Medio Anual (IMA) en área basal y volumen.

En el cuadro 17 se presenta el resumen de los incrementos en DAP, Altura total, área basal y volumen de la plantación de Santa de María (*Calophyllum brasiliense* Camb) correspondientes a medición realizada en agosto del 2013.

Cuadro 17. Resumen de Incremento Medio Anual en DAP, Altura, AB y Volumen, experimento 00052 del proyecto I31, subregión III-1, Izabal.

| INCREMENTOS | VARIABLES                | FECHA DE MEDICION |
|-------------|--------------------------|-------------------|
|             |                          | AGOSTO 2013       |
| IMA         | DAP (cm promedio)        | 0.95              |
|             | ALT. TOT (m promedio)    | 0.85              |
|             | AB (m <sup>2</sup> /ha)  | 0.85              |
|             | VOL (m <sup>3</sup> /ha) | 3.58              |

**Fuente:** resumen de datos software Mirasilv®, 2013.

Las mediciones realizadas en la plantación de Santa María (*Calophyllum brasiliense* Camb), han registrado crecimientos en diámetros y alturas, los cuales se reflejan en un incremento positivo de 0.85 m<sup>2</sup>/ha en área basal, esto nos permite conocer la calidad del sitio, ya que entre mayor sea ésta, mejor será la calidad de sitio y con un incremento de 3.58m<sup>3</sup>/ha volumen.

**Castañeda pafs ESTEFFOR 13 pp. 48-49**

Como se puede observar en la figura 11 , las comunidades que proveen mejores condiciones para el desarrollo e incrementos del Marío son Cari (Ixcán, Quiché), San José Icbolay e Ixloc (Cobán, 49 alta Verapaz) con incrementos promedio de 1.43 m por año, esto gracias a que las plantaciones cuentan con limpias constantes, eliminando posibles competencias de espacio y alimento.

De acuerdo al cuadro 15, el Marío o Santa María es la especie con mayor presencia, distribuidas en ambas Sub-Regiones, estando presente en 21 parcelas de 42 evaluados, de ellos 7 pertenecen a la sub-región II-6 y 14 de ellos en la sub-región II-7. Las parcelas ubicadas en las comunidades Cari (Ixcán, Quiché), San José Icbolay e Ixloc (Cobán, alta Verapaz) son los que presentan mejores incrementos en cuanto a altura y en diámetro, obteniendo mayor desarrollo y generar madera para aserrío.

**Cordero & Boshier calobr CATIE 03 pp. 428-430**

En Guatemala, ha mostrado productividades de madera comercial de 1.58 m<sup>3</sup>/ha, en el primer aprovechamiento de bosques naturales realizado por un grupo comunitario en la Unidad de Manejo río Chanchich. En este bosque se aprovechó un grupo de seis especies valiosas que produjeron en total un volumen comercial promedio de 3.03 m<sup>3</sup>/ha.

**Turno y crecimiento.** La especie es de lento crecimiento inicial. En parcelas experimentales mixtas o puras establecidas a 2x2m por la OET en Sarapiquí, Costa Rica, a los tres años se registraron alturas de 3.3m y 3.8m, y en diámetro (DAP) de 3.3cm y 4.3cm, para ambos sistemas respectivamente. A los cuatro años, alcanzó alturas de 4.6 y 5.4m, y DAP de 3.8 y 6.1cm, respectivamente, y a los 10.3 años registró alturas de 10.7 y 12.9m, y DAP de 11.4 y 17.5cm. La especie fue la de menor crecimiento en este ensayo en comparación con Jacaranda copaia y Vochysia guatemalensis, y la única que mostró mayores crecimientos en condición pura. En un ensayo de adaptabilidad establecido en este mismo sitio, la especie mostró mejor comportamiento a los cuatro años de edad, alcanzando alturas de 6.2m y DAP de 6.3cm. En este caso fue la quinta mejor entre otras 13 especies evaluadas y considerada con potencial para manejo en plantaciones.

En plantaciones establecidas a 4x5m en pastizales en el CATIE, mostró el menor crecimiento entre otras cinco especies nativas, con alturas de 0.8-0.9 m al año de edad. En plantaciones de la EARTH en Guácimo, Costa Rica, de 1 año y a 3x3 m mostró mejor comportamiento, con promedios de 1.3 m de altura y 1.6cm de DAP. En plantaciones de 7 años establecidas por la OET en Sarapiquí, se obtuvo un incremento medio anual (IMA) de 1.4m en altura y 1.8cm en DAP. En plantaciones privadas de 6-11 años en la zona Norte de Costa Rica, se han registrado IMA de 1.3 m en altura, 1.5cm en DAP y 5.95 m<sup>3</sup>/ha en volumen. En Honduras, en parcelas establecidas a 3x3m en Lancetilla y La Virtud, se registraron alturas de 1 y 1.5 m respectivamente, a los 18 meses de edad. Los turnos de rotación fueron estimados en 30-40 años. En bosques naturales se estima un turno de cosecha de 50 años.

**Gómez tesis lic CUNOROC 08 pp. 58-59**

## Análisis de Crecimiento y Productividad

En este análisis, se encontraron rangos y promedios de las variables obtenidas en relación con el crecimiento y productividad de Santa María ver cuadro 6.

Cuadro 6: Valores obtenidos para las principales variables de crecimiento y productividad, *Calophyllum brasiliense* Cambess, en plantaciones forestales en cuatro regiones de Guatemala.

| Variable                                   | Valor Mínimo | Valor Máximo | Media |
|--|--------------|--------------|-------|
| Diámetro a la altura de Pecho DAP (cm)     | 0.82         | 13.38        | 4.72  |
| Altura total (m)                           | 1.41         | 12.23        | 4.64  |
| Altura dominante (m)                       | 2.26         | 20           | 6.59  |
| Área basal (m <sup>2</sup> /ha)            | 0.05         | 10.69        | 1.91  |
| Volumen total (m <sup>3</sup> /ha)         | 0.04         | 47.98        | 6.71  |
| IMA en DAP (cm/año)                        | 0.28         | 1.75         | 0.91  |
| IMA altura total (m/año)                   | 0.46         | 1.71         | 0.93  |
| IMA área basal (M <sup>2</sup> /ha/año)    | 0.02         | 1.08         | 0.31  |
| IMA volumen total (M <sup>3</sup> /ha/año) | 0.01         | 4.84         | 1     |

Fuente: Elaboración propia.

Referencias: IMA: Incremento medio anual; DAP: Diámetro a la altura de pecho; IMAHTOT: Incremento medio anual en altura total; IMA AB: Incremento medio anual en área basal; IMAVOL: Incremento medio anual en volumen.

| Variable                                      | Clase de sitio | Rangos      |
|---|----------------|-------------|
| Crecimiento IMAHTOT (m/año)                   | Alto           | > 1.25      |
|   | Medio          | 0.75 - 1.25 |
|   | Bajo           | < 0.75      |
| Productividad IMAVOL (m <sup>3</sup> /ha/año) | Alto           | > 3.5       |
|   | Medio          | 1.75 - 3.5  |
|   | Bajo           | < 1.75      |

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 7 se muestra el promedio de incrementos obtenidos en las tres diferentes clases de sitio en plantaciones de Santa María (*Calophyllum brasiliense cambes*), en Guatemala.

Cuadro 7: Promedios de incrementos obtenidos en las tres diferentes clases de sitio, *Calophyllum brasiliense* Cambess, en plantaciones forestales, en cuatro regiones de Guatemala

Segun estos rangos obtenidos se puede determinar que la mayoría de las parcelas evaluadas en las lantaciones forestales de la especie Santa Maria, se encuentran en terrenos con productividad baja un 80%, 12.5 medio y 7.5 alto.

**Cojom INAB en prensa pp. 49**

**Crecimiento y productividad:**

Cuando el INAB inició la instalación de parcelas permanentes, habían muy pocas áreas reforestadas con *C. brasiliense* y las plantaciones establecidas para ese entonces tenían la particularidad que se mezclaron o combinaron con otras especies afines a su ecología.

Esta especie en plantaciones puras se han evaluado únicamente a través de 3 parcelas de las cuales dos se encuentran en la finca El Brote, en el Municipio de Santiago Atitlán, Sololá y una en la finca El Florido, en el municipio de Livingston, Izabal.

Estas parcelas han registrado información de plantaciones a partir de los 5.3 a los 13.42 años de edad, con una densidad inicial de 1,200 que producto de la silvicultura se ha reducido a 770 árboles/ha; diámetros iniciales de 5.1 a 16.3 centímetros y las alturas dominantes que pasaron de 5.1 a 14.7 metros durante el periodo evaluado.

A continuación en el cuadro 17 se presenta el promedio de incremento anual (IMA) de las principales variables de crecimiento que muestran la productividad de *C. brasiliense* en el municipio de Livingston y Santiago Atitlán a una edad de 14 años.

Cuadro 17. Incremento Medio Anual (IMA) de variables de crecimiento para *C. brasiliense* en el municipio de Livingston y Santiago Atitlán.

| Categoría de Índice de Sitio | IMA DAP (cm) | IMA Altura Total (m) | IMA Área Basal (m <sup>2</sup> /ha) | IMA Volumen Total (m <sup>3</sup> /ha) |
|------------------------------|--------------|----------------------|-------------------------------------|--|
| Único (11.72 m)              | 1.04         | 1.21                 | 1.21                                | 6.54                                   |

Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB, 2013

En el cuadro 17 se presenta una sola categoría de índice de sitio debido que las muestras analizadas son pocas y corresponde a dos sitios en los municipios de Livingston y Santiago Atitlán.

## Existencias

---

### Herramientas

(factor de forma, factor de corteza, tablas de volumen, ecuaciones alométricas)

Alvarado (2003) elaboró tablas de volumen de uso local para dos especies maderables en la unidad de manejo Las Ventanas ubicada en la zona de uso múltiple de la Reserva de la Biosfera Maya. Una de esas especies fue *C. brasiliense*. De un total de 17 ecuaciones con y sin intercepto, se escogieron las tres de cada categoría que mostraron los mejores resultados (del Cuadro 6 tomar las seis ecuaciones de santamaría). La ecuación matemática que mejor representó las relaciones entre las variables volumen (V), diámetro (dap) y altura (H) para la especie fue:

$$V = 0.394593(D^2) + 0.133939(DH) + 0.206301(D^2H)$$

### Sanidad de la plantación

(indicar la sanidad de los árboles de las plantaciones [en estudios específicos y actuales])

### Calidad de la plantación

(calidad de los fustes a través del tiempo [en estudios específicos y actuales] como insumos para indicar la importancia de la silvicultura)

Camposeco (2013) evaluó la calidad de plantaciones forestales mayores de 45 ha de siete especies en Izabal. De santamaría se evaluó una PPM de 500 m<sup>2</sup> ubicada en plantación pura establecida en Livingston en el 2003. Se encontraron en total 1180 árboles por hectárea, de los cuales, el 29% presentaron fustes rectos y sin bifurcaciones, prometedores para la corta final. Sin embargo, el 71% de los árboles presenta un grado afección por defectos (poco o muy sinuoso, bifurcado, torcedura basal) en las clases diamétricas con mayores frecuencias (clases 2 y 3). 280 árboles por hectárea (24% de la frecuencia total) requieren atención inmediata por tratarse de fustes bifurcados o sinuosidad que afectan significativamente la calidad de la madera para aserrío. Este problema tiene que ver, principalmente, con el establecimiento de la plantación: no se definió bien el distanciamiento entre surcos y entre árboles, y la falta de un manejo apropiado: no se han hecho los raleos necesarios.

### Superficies de plantaciones

[programa de incentivos forestales (extensión reforestada) / plantaciones voluntarias / plantaciones obligatorias]

Cuadro: Áreas plantadas con “la especie (nombre científico”, incentivadas por PINFOR (Programa de Incentivos forestales) y PINPEP (Programa de Incentivos forestales para Poseedores de pequeñas extensiones de tierra de vocación forestal o agroforestal), por años y departamentos, en hectáreas.

| año de inicio                         | San Marcos | Quetzaltenango | Retalhuleu | Suchitepéquez | Escuintla  | Santa Rosa | Jutiapa    | Chiquimula | Izabal     | Alta Verapaz | Petén      | departamentos | total anual |
|---------------------------------------|------------|----------------|------------|---------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|------------|---------------|-------------|
| 1999                                  | 3          |                |            | 5             | 5          |            |            |            |            | 40           | 101        | 14            | 168         |
| 2000                                  |            |                |            |               | 6          | 4          | 9          |            |            | 82           | 26         |               | 127         |
| 2001                                  |            |                |            | 8             | 29         | 10         |            |            |            | 79           | 4          | 23            | 152         |
| 2002                                  |            | 8              | 12         | 9             | 61         | 95         |            |            | 33         | 129          | 38         | 22            | 406         |
| 2003                                  | 106        | 86             | 71         | 81            | 63         | 3          |            |            | 88         | 290          | 2          | 15            | 806         |
| 2004                                  | 58         | 39             | 47         | 2             | 67         | 47         | 16         |            | 63         | 434          | 30         | 27            | 831         |
| 2005                                  | 15         | 131            | 46         | 44            | 115        | 6          | 5          |            | 20         | 273          | 11         | 5             | 671         |
| 2006                                  | 86         | 31             | 50         | 58            | 25         | 12         | 14         |            |            | 288          | 6          | 11            | 582         |
| 2007                                  | 44         | 3              | 35         | 154           | 118        | 43         | 11         |            |            | 280          |            | 54            | 740         |
| 2008                                  | 93         | 33             | 45         | 71            | 124        | 25         | 26         |            |            | 203          |            | 16            | 635         |
| 2009                                  | 32         | 32             |            | 3             | 114        | 24         | 20         | 4          |            | 204          |            | 16            | 449         |
| 2010                                  | 23         |                |            | 17            | 121        | 90         | 1          | 6          | 2          | 265          |            | 23            | 547         |
| 2011                                  | 61         | 18             |            | 41            | 32         | 4          |            | 7          |            | 31           | 14         |               | 209         |
| 2012                                  | 29         |                |            |               | 2          | 19         |            | 0          |            | 45           |            | 2             | 97          |
| 2013                                  | 24         |                |            |               |            | 15         |            | 29         |            |              |            | 1             | 68          |
| 2014                                  |            | 8              |            | 0             | 1          | 19         |            | 6          |            | 108          |            | 5             | 147         |
| 2015                                  |            |                |            |               | 2          | 33         | 4          | 28         | 5          | 9            |            | 0             | 80          |
| <b>total por departamento</b>         | <b>574</b> | <b>389</b>     | <b>305</b> | <b>494</b>    | <b>883</b> | <b>448</b> | <b>106</b> | <b>80</b>  | <b>211</b> | <b>2759</b>  | <b>233</b> | <b>235</b>    | <b>6716</b> |
| <b>plantaciones puras</b>             | 378        | 283            | 205        | 399           | 606        | 298        | 80         |            | 8          | 761          |            | 123           | 3141        |
| <b>plantaciones mixtas</b>            | 183        | 97             | 100        | 95            | 277        | 128        | 21         | 0          | 203        | 1999         | 233        | 108           | 3443        |
| <b>sistemas agroforestales</b>        | 13         | 8              |            |               |            | 23         | 5          | 80         |            |              |            | 4             | 132         |
| <b>manejo de regeneración natural</b> |            |                |            |               |            |            |            |            |            |              |            |               | 0           |

Fuentes: INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2016. Base de datos PINFOR (Programa de Incentivos forestales) 1998-2015. Guatemala, departamento de Incentivos forestales del INAB. / INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2016. Base de datos PINPEP (Programa de Incentivos forestales para Poseedores de pequeñas extensiones de tierra de vocación forestal o agroforestal) 2007-2015. Guatemala, departamento de Incentivos forestales del INAB.

Estimación volumétrica de la madera en pie

[por tipo de bosque (eventualmente composición florística) y productos (madera en rollo)]

Proyecciones volumétricas

Según el estudio de Camposeco (2013) en Izabal, santamaría mostró crecimientos en diámetro y altura que reflejan un incremento positivo de  $0.85 \text{ m}^2/\text{ha}$  en área basal y  $3.58 \text{ m}^3/\text{ha}$  volumen.

**Padilla TESIS CUNOR 03 pp. 36-52**

En su trabajo de tesis de grado, Padilla (2003) trabajó con varias especies forestales en Quiché, Guatemala, con el fin de elaborar tablas locales de volumen. Una de las especies fue *C. brasiliense*. Las ecuaciones y los modelos matemáticos se sometieron a pruebas residuales de Durbin Watson para determinar la ecuación ideal para la posterior elaboración de las tablas de volumen.

En el Cuadro XX se ofrecen los promedios de diámetro, altura y volumen por clase diamétrica, obtenidos mediante las fórmulas de Cilindro, Smalian y Cono Circular. Se establecieron ocho clases diamétricas a partir de un diámetro de 20 cm hasta 100 cm. El diámetro mínimo se estableció por el interés comercial (que no privilegia diámetros menores) y el máximo por la dificultad de hallar árboles de grandes diámetros y porque, con frecuencia, estos árboles están dañados.

Cuadro XX. Muestra de árboles de *C. brasiliense* evaluados en Ixcán, Quiché  
CUADRO 3, PAG 36 DE TESIS

El análisis de varianza de los modelos matemáticos que presentaron los mejores indicadores estadísticos para el volumen total y comercial de *C. brasiliense* determinó el modelo más adecuado para la elaboración de las tablas locales de volumen. EL Modelo 2 con intercepto fue el que mejor explicó la variación de los datos estimados ya que, de acuerdo con la prueba Durbin Watson (d); se considera que el modelo más representativo es aquel que posee el valor (d) más cercano a dos (Cuadro XX).

Cuadro XX. Pruebas de bondad y ajuste para volumen total y comercial, con y sin intercepto, de *C. brasiliense* en Ixcán, Quiché  
CUADRO 11, PAG 46 DE TESIS

En conclusión, el modelo matemático que mejor se ajusta al comportamiento de los datos de la especie, y que mejor explica las relaciones alométricas entre las variables dap, altura comercial, altura total y volumen, con una probabilidad del 1% en las condiciones del bosque del municipio de Ixcán, es el siguiente:  $V = a + b DH^2 + c D^2$

Asimismo, la ecuación para obtener los volúmenes comercial y total de la especie en las condiciones del bosque del municipio de Ixcán es la siguiente:  $V = - 0.1641 + 0.000064/0/DI/2 + 0.000382 D1$

Donde:

V= volumen (comercial o total con corteza)

D= diámetro a la altura del pecho a 1.30 m del suelo

H= altura (comercial o total) si es total incluye ramas

**Tabla de volumen total y comercial ( $\text{m}^3$ ) para *Calophyllum brasiliense* en las condiciones de Ixcán, Quiché**

## Existencias

---

### Herramientas

(factor de forma, factor de corteza, tablas de volumen, ecuaciones alométricas)

### Sanidad de la plantación

(indicar la sanidad de los árboles de las plantaciones [en estudios específicos y actuales])

### Calidad de la plantación

(calidad de los fustes a través del tiempo [en estudios específicos y actuales] como insumos para indicar la importancia de la silvicultura)

### Superficies de plantaciones

[programa de incentivos forestales (extensión reforestada) / plantaciones voluntarias / plantaciones obligatorias]

Cuadro: Áreas plantadas con *“la especie (nombre científico)”*, incentivadas por PINFOR (Programa de Incentivos forestales) y PINPEP (Programa de Incentivos forestales para Poseedores de pequeñas extensiones de tierra de vocación forestal o agroforestal), por años y departamentos, en hectáreas.

**Adaptar el cuadro a la distribución real de las plantaciones de la especie, siguiendo un orden geográfico lógico / ejemplo para el palo blanco**

**NO DEBE HABER MAS DE 12 COLUMNAS CON INFORMACION**

Fuentes: INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2016. Base de datos PINFOR (Programa de Incentivos forestales) 1998-2015. Guatemala, departamento de Incentivos forestales del INAB. / INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2016. Base de datos PINPEP (Programa de Incentivos forestales para Poseedores de pequeñas extensiones de tierra de vocación forestal o agroforestal) 2007-2015. Guatemala, departamento de Incentivos forestales del INAB.

### Estimación volumétrica de la madera en pie

[por tipo de bosque (eventualmente composición florística) y productos (madera en rollo)]

Proyecciones volumétricas

La ecuación matemática que representa en mejor forma las relaciones entre las variables:

Volumen (V), diámetro (dap) y altura (H), para la especie *Calophyllum brasiliense* Camb en la Unidad de Manejo "Las Ventanas", en la Zona de Usos Múltiples de la Reserva de Biosfera Maya, en el departamento de Petén es:

$$V = 0.394593(D2) + 0.133939(DH) + 0.206301(D2H)$$

Camposeco pafs ESTEFFOR 13 pp.46;48

Resumen de las calidades de fuste por clase diamétrica, experimento 00052 del proyecto I31, subregión III-1, Izabal.

Dentro de la plantación de Santa María (*Calophyllum brasiliense* Camb), se encontraron en total 1,180 árboles por hectárea, de los cuales, el 28.81% presentaron fustes rectos y sin bifurcaciones, lo que refleja árboles de buena calidad libres de defectos y candidatos a arboles prometedores para la corta final.

Al observar la distribución de las calidades de fustes por clases diamétricas, se determina que el 71.17 % de los árboles presenta un grado afección por defectos (poco sinuoso, bifurcados, muy sinuoso y torcedura basal) en las clases diamétricas con mayores frecuencias (clase 2 y clase 3); aunque los defectos que requieren de especial atención corresponden a fustes bifurcados y árboles muy sinuosos (280 árboles por hectárea equivalentes a un 23.73% de la frecuencia total), puesto que los mismos disminuyen significativamente la calidad del volumen especialmente si el objetivo es la producción de madera para aserrío.

Resumen de Incremento Medio Anual en DAP, Altura, AB y Volumen, experimento 00052 del proyecto I31, subregión III-1, Izabal.

Las mediciones realizadas en la plantación de Santa María (*Calophyllum brasiliense* Camb), han registrado crecimientos en diámetros y alturas, los cuales se reflejan en un incremento positivo de 0.85 m<sup>2</sup>/ha en área basal, esto nos permite conocer la calidad del sitio, ya que entre mayor sea ésta, mejor será la calidad de sitio y con un incremento de 3.58m<sup>3</sup>/ha volumen.

Padilla TESIS USAC 03 pp. 51-52

Los modelos matemáticos que mejor se ajustan al comportamiento de los datos para las especies estudiadas y que explican en mejor forma las relaciones alométricas entre las variables: DAP, altura comercial, altura total y volumen, con una probabilidad del 1%, bajo condiciones de bosque del Municipio de Elxcán, son los siguientes:

Para (*Calophyllum brasiliense* Rekoistandl.) (Santa María)

$$V = a + b D H^c + cfr$$

Las ecuaciones encontradas para obtener los volúmenes comercial y total de las especies indicadas, bajo condiciones de bosque del Municipio de Elxcán, son las siguientes:



|   |          |    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |   |   |
|---|----------|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---|---|
|   | 0        |    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 6 | 7 |
|   | 0        |    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 7 | 2 |
| <b>CER<br/>ICO<br/>TE</b>                     | <b>N</b> | 0  | 0,0  | 0,00 | 0,0  | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0  | 0,00 | 0,0  | 0 | 0 |
|   |          | ,0 | 15   | 7    | 00   | 0    | 0    | 7    | 0    | 00   | 0    | 00   | 0    | , | , |
|   |          | 2  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0 | 0 |
|   |          | 2  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0 | 0 |
|   |          | 2  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0 | 0 |
| <b>G</b>                                      |          | 0  | 0,00 | 0,0  | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0  | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0 | 0 |
|   |          | ,0 | 2    | 01   | 0    | 0    | 0    | 02   | 0    | 0    | 0    | 00   | 0    | , | , |
|   |          | 0  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0 | 0 |
|   |          | 0  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0 | 0 |
|   |          | 2  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0 | 7 |
| <b>V</b>                                      |          | 0  | 0,01 | 0,0  | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0  | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0 | 0 |
|   |          | ,0 | 4    | 08   | 0    | 0    | 0    | 17   | 0    | 0    | 0    | 00   | 0    | , | , |
|   |          | 1  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0 | 0 |
|   |          | 2  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0 | 2 |
| <b>JOB<br/>ILL<br/>O</b>                      | <b>N</b> | 0  | 0,0  | 0,05 | 0,0  | 0,03 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,0  | 0,00 | 0,0  | 0    | 0 | 0 |
|   |          | ,0 | 96   | 2    | 30   | 0    | 7    | 2    | 7    | 00   | 7    | 00   | 0    | , | , |
|   |          | 9  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0 | 0 |
|   |          | 6  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0 | 8 |
| <b>G</b>                                      |          | 0  | 0,01 | 0,0  | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0  | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0 | 0 |
|   |          | ,0 | 0    | 07   | 5    | 6    | 2    | 07   | 2    | 0    | 3    | 00   | 0    | , | , |
|   |          | 0  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0 | 0 |
|   |          | 0  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0 | 5 |
|   |          | 8  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0 | 0 |
| <b>V</b>                                      |          | 0  | 0,07 | 0,0  | 0,03 | 0,04 | 0,02 | 0,0  | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0 | 0 |
|   |          | ,0 | 3    | 50   | 7    | 1    | 0    | 46   | 0    | 0    | 2    | 00   | 0    | , | , |
|   |          | 5  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0 | 3 |
|   |          | 2  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0 | 2 |
| <b>MA<br/>LER<br/>IO<br/>BLA<br/>NC<br/>O</b> | <b>N</b> | 0  | 0,2  | 0,15 | 0,0  | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0  | 0,00 | 0,0  | 0    | 0 | 0 |
|   |          | ,3 | 37   | 6    | 67   | 4    | 0    | 7    | 0    | 07   | 0    | 00   | 0    | , | , |
|   |          | 9  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0 | 0 |
|   |          | 3  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0 | 1 |
|   |          | 3  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0 | 9 |
| <b>G</b>                                      |          | 0  | 0,02 | 0,0  | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,0  | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0 | 0 |
|   |          | ,0 | 6    | 21   | 2    | 9    | 0    | 02   | 0    | 3    | 0    | 00   | 0    | , | , |
|   |          | 3  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0 | 1 |
|   |          | 2  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1 | 1 |
|   |          | 2  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0 | 5 |
| <b>V</b>                                      |          | 0  | 0,18 | 0,1  | 0,09 | 0,06 | 0,00 | 0,0  | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,0  | 0,00 | 0 | 0 |

|  |                       |                       |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |                       |                       |                       |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|  | ,<br>2<br>4<br>3      | 9                     | 54        | 9         | 6         | 0         | 13        | 0         | 8         | 0         | 00        | 0         | ,<br>0<br>9<br>5      | ,<br>8<br>7<br>7      |                       |
| <b>MA<br/>LER<br/>IO<br/>COL<br/>OR<br/>AD<br/>O</b> | <b>N</b>              | 1<br>,<br>3<br>1<br>1 | 0,7<br>04 | 0,35<br>6 | 0,0<br>67 | 0,03<br>7 | 0,00<br>7 | 0,00<br>0 | 0,00<br>0 | 0,0<br>00 | 0,00<br>0 | 0,0<br>00 | 0<br>,<br>0<br>0<br>0 | 0<br>,<br>0<br>0<br>7 | 2<br>,<br>4<br>8<br>9 |
| <b>G</b>   | 0<br>,<br>1<br>0<br>7 | 0,07<br>5             | 0,0<br>49 | 0,01<br>2 | 0,00<br>8 | 0,00<br>2 | 0,0<br>00 | 0,00<br>0 | 0,00<br>0 | 0,00<br>0 | 0,0<br>00 | 0,00<br>0 | 0<br>,<br>0<br>1<br>1 | 0<br>,<br>2<br>6<br>3 |                       |
| <b>V</b>   | 0<br>,<br>8<br>3<br>1 | 0,59<br>4             | 0,3<br>72 | 0,07<br>5 | 0,05<br>8 | 0,01<br>8 | 0,0<br>00 | 0,00<br>0 | 0,00<br>0 | 0,00<br>0 | 0,0<br>00 | 0,00<br>0 | 0<br>,<br>0<br>9<br>6 | 2<br>,<br>0<br>4<br>4 |                       |
| <b>MA<br/>NC<br/>HIC<br/>HE</b>                      | <b>N</b>              | 0<br>,<br>2<br>0<br>0 | 0,2<br>15 | 0,39<br>3 | 0,2<br>15 | 0,23<br>7 | 0,12<br>6 | 0,12<br>6 | 0,05<br>9 | 0,0<br>22 | 0,03<br>7 | 0,0<br>15 | 0<br>,<br>0<br>0<br>0 | 0<br>,<br>0<br>0<br>0 | 1<br>,<br>6<br>4<br>4 |
| <b>G</b>   | 0<br>,<br>0<br>1<br>7 | 0,02<br>3             | 0,0<br>53 | 0,03<br>7 | 0,04<br>9 | 0,03<br>3 | 0,0<br>38 | 0,02<br>1 | 0,00<br>9 | 0,01<br>7 | 0,0<br>07 | 0,00<br>0 | 0<br>,<br>0<br>0<br>0 | 0<br>,<br>3<br>0<br>5 |                       |
| <b>V</b>   | 0<br>,<br>0<br>8<br>8 | 0,11<br>9             | 0,3<br>01 | 0,22<br>9 | 0,28<br>8 | 0,23<br>8 | 0,2<br>13 | 0,11<br>3 | 0,05<br>7 | 0,10<br>8 | 0,0<br>44 | 0,00<br>0 | 0<br>,<br>0<br>0<br>0 | 1<br>,<br>7<br>9<br>8 |                       |
| <b>PUC<br/>TÉ</b>                                    | <b>N</b>              | 0<br>,<br>5<br>4<br>1 | 0,3<br>70 | 0,41<br>5 | 0,4<br>15 | 0,27<br>4 | 0,16<br>3 | 0,15<br>6 | 0,11<br>9 | 0,0<br>59 | 0,07<br>4 | 0,0<br>52 | 0<br>,<br>0<br>2<br>2 | 0<br>,<br>1<br>5<br>6 | 2<br>,<br>8<br>1<br>5 |
| <b>G</b>   | 0<br>,<br>0           | 0,04<br>0             | 0,0<br>58 | 0,07<br>3 | 0,05<br>8 | 0,04<br>2 | 0,0<br>45 | 0,04<br>2 | 0,02<br>4 | 0,03<br>4 | 0,0<br>27 | 0,01<br>4 | 0<br>,<br>1           | 0<br>,<br>6           |                       |

|            |                       |                   |           |            |           |           |           |           |            |           |            |                       |                                 |                       |
|------------|-----------------------|-------------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|
|            | 4<br>3                |                   |           |            |           |           |           |           |            |           |            |                       | 2<br>8                          | 2<br>7                |
| V          | 0<br>,<br>2<br>3<br>0 | 0,22<br>6         | 0,3<br>36 | 0,39<br>2  | 0,29<br>4 | 0,24<br>1 | 0,2<br>39 | 0,22<br>6 | 0,12<br>4  | 0,16<br>6 | 0,1<br>33  | 0,08<br>1             | 0<br>,<br>9<br>6<br>7<br>6<br>8 | 3<br>,<br>6<br>6<br>6 |
| SANTAMARÍA | N<br>,<br>1<br>1<br>9 | 0,0<br>89         | 0,09<br>6 | 0,0<br>59  | 0,07<br>4 | 0,01<br>5 | 0,00<br>7 | 0,00<br>0 | 0,0<br>15  | 0,00<br>7 | 0,0<br>07  | 0<br>,<br>0<br>0<br>0 | 0<br>,<br>0<br>0<br>0           | 0<br>,<br>4<br>8<br>9 |
| G          | 0<br>,<br>0<br>1<br>0 | 0,00<br>9         | 0,0<br>13 | 0,01<br>0  | 0,01<br>5 | 0,00<br>4 | 0,0<br>02 | 0,00<br>0 | 0,00<br>6  | 0,00<br>3 | 0,0<br>04  | 0,00<br>0             | 0<br>,<br>0<br>0<br>7<br>0      | 0<br>,<br>0<br>7<br>7 |
| V          | 0<br>,<br>0<br>5<br>9 | 0,05<br>2         | 0,0<br>83 | 0,05<br>8  | 0,11<br>4 | 0,02<br>2 | 0,0<br>13 | 0,00<br>0 | 0,03<br>7  | 0,02<br>0 | 0,0<br>23  | 0,00<br>0             | 0<br>,<br>0<br>8<br>0           | 0<br>,<br>4<br>8<br>1 |
| TOTALS     | N<br>.<br>2<br>8<br>9 | 2<br>.1<br>97     | 1.4<br>8  | 1.31<br>85 | 0.7<br>2  | 0.65<br>4 | 0.27<br>8 | 0.31<br>6 | 0.16<br>87 | 0.0<br>6  | 0.12<br>74 | 0.0<br>.              | 0<br>0<br>1<br>2<br>5<br>7<br>2 | 0<br>.<br>1<br>.<br>2 |
| TOTALS     | G<br>.1<br>8<br>5     | 0<br>.5<br>9      | 0.1<br>2  | 0.18<br>36 | 0.1<br>9  | 0.07<br>2 | 0.12<br>8 | 0.20<br>8 | 0.03<br>68 | 0.0<br>9  | 0.04<br>19 | 0.0<br>.              | 0<br>0<br>1<br>8<br>5           | 0<br>.<br>1<br>.<br>2 |
| TOTALS     | V<br>.1<br>7<br>3     | 1<br>.2<br>7<br>3 | 1.0<br>82 | 1.15<br>1  | 0.0<br>79 | 0.79<br>6 | 0.53<br>8 | 0.52<br>9 | 0.34<br>9  | 0.2<br>18 | 0.31<br>5  | 0.2<br>.              | 0<br>0<br>2<br>8<br>4<br>2      | 1<br>.<br>5<br>6<br>4 |

REFERENCIAS: Abundancia (N= No. de árboles/ha.), Área basal (G= M2/ha.), Volumen (V =M3/ha.)

**Cordero & Boshier calabr CATIE 03 pp. 428**

En Guatemala, ha mostrado productividades de madera comercial de 1.58 m3/ha, en el primer aprovechamiento de bosques naturales realizado por un grupo comunitario en la

Unidad de Manejo río Chanchich. En este bosque se aprovechó un grupo de seis especies valiosas que produjeron en total un volumen comercial promedio de 3.03 m<sup>3</sup>/ha

**Gomez eps CUNOROC 09 pp. 37-39; 42-44**

### **TABLAS DE VOLUMEN PARA SANTA MARÍA (*Calophyllum brasiliense* Cambess).**

Según datos de investigaciones en los cuales se elaboraron tablas de volumen el primero de ellos se efectuó en la Reserva de la Biosfera Maya en el departamento de Petén, específicamente dentro de la unidad de manejo Las Ventanas, concesión forestal que le fue otorgada a la Sociedad Civil para el Desarrollo —Árbol Verde , la cual agrupa a nueve diferentes comunidades comprometidas en la administración de los recursos naturales presentes dentro de la unidad de manejo.

Se utilizó una muestra de 58 árboles de Santa María, a cada uno de los árboles muestreados se les estimó el volumen comercial utilizando la ecuación de la FAO para árboles sin gambas cuando aún estaban en pie, después de tumbados se seccionaron a cada 2 metros y a cada sección se le estimó el volumen utilizando la ecuación Smalian.

La ecuación matemática que representa en mejor forma las relaciones entre las variables: Volumen (V), diámetro (DAP) y altura, para la 38 especie *Calophyllum brasiliense* Cambess, en la unidad de Manejo, Petén es:

$$V = 0.394593 (D2) + 0.133939 (DH) + 0.206301 (D2H) \text{ Chay Alvarado (2,003) (8).}$$

Pantaleón Padilla, 2,003 (21), este estudio fue realizado bajo condiciones del Municipio de Ixcán, el Quiché. El objetivo fue elaborar tablas de volumen Local, para contar con una herramienta específica de cuantificación volumétrica. Este estudio se realizó en bosques naturales de comunidades donde existían licencias para aprovechamiento forestal autorizadas por el Instituto Nacional de Bosques (INAB), siendo estos bosques de especies latifoliadas en general.

Con la información de campo obtenida se calculó el volumen total y volumen comercial, se determinó parcialmente en metros cúbicos, en cada una de las secciones.

Las ecuaciones o modelos matemáticos se sometieron a pruebas de residuales Durbin Watson definiendo así la ecuación ideal para la posterior elaboración de las tablas de volumen.

El modelo matemático que mejor se ajusta al comportamiento de los datos para la especie estudiada y que explica en mejor forma las relaciones alométricas entre las variables: DAP, altura comercial altura total y volumen, con una probabilidad del 1%, bajo condiciones de bosque del Municipio de Ixcán, es:

$$V = a + b \cdot DH^2 + c \cdot D^2 \quad 39$$

La Ecuación para el calculo de volumen comercial y total, para la especie Santa María, bajo condiciones de bosque del Municipio de Ixcán, es:

$$V = -0.1641 + 0.000064101 \cdot DH^2 + 0.000382 \cdot D^2$$

Donde:

V= Volumen (comercial o total con corteza)

D= Diámetro a la altura del pecho a 1.30 m del suelo (DAP)

H= Altura (comercial o total), si es total incluye ramas

### Plantaciones voluntarias de Santa María (*Calophyllum brasiliense* Cambess)

Las plantaciones voluntarias son aquellas que las personas tuvieron el deseo de plantarlas en sus terrenos debido que le gusta contribuir con el medio ambiente o para otros fines que pretendan ellos.

Cuadro 6: Plantaciones voluntarias de la especie Santa María (1985-2,001)

| No. Registro | Especie  | Área (ha.) | Año de plantación |
|--------------|--|------------|-------------------|
| 1440         | VOCHGU, CALOBR                                 | 10.00      | 1985              |
| 1700         | CALOBR   | 0.00       | 1994              |
| 1820         | CALOBR   | 92.00      | 2000              |
| 1848         | CALOBR, otras sp.                              | 41.00      | 2000              |
| 1958         | CALOBR   | 5.24       | 1998              |
| 1982         | CALOBR   | 2.00       | 1999              |
| 2035         | CALOBR   | 0.31       | 1999              |
| 2055         | CALOBR   | 0.47       | 1998              |
| 2059         | CALOBR   | 0.38       | 1999              |
| 2061         | CALOBR   | 0.47       | 1999              |
| 2063         | CALOBR   | 0.94       | 1999              |
| 2064         | CALOBR   | 0.47       | 1999              |
| 2076         | GMELAR, TERMAM, CALOBR, CEDROD, VOCHGU, PINUCC | 42.02      | 2000              |
| 2121         | CALOBR   | 2.00       | 1999              |
| 2634         | CALOBR, TECTGR, ACROFR, CYBIDO                 | 85.00      | 2001              |

Según datos proporcionados en la Oficina de Registro Forestal –INAB- se puede deducir que hay un total 282.30 Ha de plantaciones voluntarias de Santa María, pero en algunos casos esta especie está mezclada en la plantación con; San Juan (*Vochysia guatemalensis*), Melina (*Gmelina arborea*), volador (*Terminalia amazonia*), Cedro (*Cedrela odorata*), etc.

Las plantaciones voluntarias de Santa María (*Calophyllum brasiliense* Cambess), se encuentran ubicadas en los departamentos de Izabal, Sololá, Petén, Alta Verapaz, Quiché. Tomando en cuenta las plantaciones del PINFOR y las voluntarias, hacen un total de 1,138.14 Ha, a nivel nacional.

**Vega tesis lic CUDEP 06 pp.22**

### **Distribución diamétrica de las especies inventariadas**

Las especies con mercado seguro, reconocidas como actualmente comerciales, dentro de las que podemos mencionar a la Santa María, se inventariaron menos de un árbol por hectárea y 0.15 m<sup>3</sup>/ha de volumen de madera. También la Amapola se encontró menos de un árbol por hectárea y 0.38 m<sup>3</sup>/ha de volumen de madera. Mientras que el Manchiche tiene 1 árbol por hectárea y 0.84 m<sup>3</sup>/ha de madera. En general, el total de todas las especies es un aproximado de 9 árboles por hectárea para 7.53 m<sup>3</sup> / ha. Un resumen completo de estos datos se muestra en el cuadro 9, en la siguiente página.

**Cuadro 9.** Distribución general de la abundancia (N) y área basal (G), volumen m<sup>3</sup>/ha (V) de las especies comerciales de interés en el polígono

**Cojom INAB en prensa pp. 49-50**

De acuerdo con la base de datos del PINFOR, se han plantado un total de 1,162.32

| No.   | Especie          | Variables | 30 - 39.9 | 40 - 49.9 | 50 - 59.9 | 60 - 69.9 | 70 - 79.9 | 80 - 89.9 | 90 >   | TOTAL  |
|-------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|--------|
| 7     | Malerio Colorado | N         | 0.8922    | 0.1617    | 0.0240    | 0.0000    | 0.0000    | 0.0000    | 0.0000 | 1.0778 |
|       |                  | G         | 0.0783    | 0.0222    | 0.0050    | 0.0000    | 0.0000    | 0.0000    | 0.0000 | 0.1056 |
|       |                  | V         | 0.4111    | 0.1047    | 0.0160    | 0.0000    | 0.0000    | 0.0000    | 0.0000 | 0.5318 |
| 8     | Manchiche        | N         | 0.3832    | 0.4371    | 0.3054    | 0.1018    | 0.0180    | 0.0120    | 0.0000 | 1.2575 |
|       |                  | G         | 0.0361    | 0.0661    | 0.0675    | 0.0319    | 0.0077    | 0.0060    | 0.0000 | 0.2153 |
|       |                  | V         | 0.1500    | 0.2543    | 0.2706    | 0.1267    | 0.0256    | 0.0182    | 0.0000 | 0.8454 |
| 9     | Mano de león     | N         | 0.6168    | 0.7425    | 0.3054    | 0.1317    | 0.0539    | 0.0120    | 0.0060 | 1.8683 |
|       |                  | G         | 0.0567    | 0.1127    | 0.0683    | 0.0414    | 0.0224    | 0.0064    | 0.0042 | 0.3120 |
|       |                  | V         | 0.2387    | 0.4663    | 0.2544    | 0.1520    | 0.0868    | 0.0365    | 0.0084 | 1.2430 |
| 10    | Pucté            | N         | 0.2695    | 0.2275    | 0.1617    | 0.1377    | 0.1138    | 0.0898    | 0.0419 | 1.0419 |
|       |                  | G         | 0.0238    | 0.0345    | 0.0361    | 0.0433    | 0.0484    | 0.0495    | 0.0366 | 0.2723 |
|       |                  | V         | 0.0761    | 0.1234    | 0.1133    | 0.1472    | 0.1476    | 0.1961    | 0.1343 | 0.9381 |
| 11    | Santa María      | N         | 0.0898    | 0.0838    | 0.0299    | 0.0060    | 0.0060    | 0.0000    | 0.0000 | 0.2156 |
|       |                  | G         | 0.0081    | 0.0129    | 0.0071    | 0.0018    | 0.0024    | 0.0000    | 0.0000 | 0.0323 |
|       |                  | V         | 0.0366    | 0.0635    | 0.0314    | 0.0120    | 0.0095    | 0.0000    | 0.0000 | 0.1530 |
| Total |                  | N         | 3.3234    | 2.3174    | 1.4012    | 0.7246    | 0.4132    | 0.2695    | 0.3054 | 8.7545 |
| Total |                  | G         | 0.3015    | 0.3498    | 0.3159    | 0.2286    | 0.1758    | 0.1451    | 0.2862 | 1.8028 |
| Total |                  | V         | 1.3500    | 1.4932    | 1.2684    | 0.9068    | 0.7117    | 0.5958    | 1.2101 | 7.5360 |

Fuente: Base de datos inventario quinquenal

hectáreas hasta el año 2013, mismas que se encuentran distribuidas principalmente en municipios que forman parte de la franja transversal del norte. A continuación en el Cuadro 16 se presenta área reforestada por municipio con la especie de *C. brasiliense*.

Cuadro 16. Área reforestada por municipio con la especie de *C. brasiliense* en Guatemala.

|           |                    |           |                    |
|-----------|--------------------|-----------|--------------------|
| Municipio | Área plantada (ha) | Municipio | Área plantada (ha) |
|-----------|--------------------|-----------|--------------------|

|                                |        |                  |       |
|--------------------------------|--------|------------------|-------|
| Ixcán                          | 281.97 | Los amates       | 25.59 |
| Cobán                          | 159.72 | Flores           | 19.00 |
| Livingston                     | 141.02 | Morales          | 16.66 |
| Sayaxché                       | 130.53 | San pedro carcha | 15.86 |
| Santa María<br>Cahabón         | 127.56 | Chahál           | 15.00 |
| La libertad                    | 54.02  | Senahú           | 13.00 |
| Fray Bartolomé de<br>las Casas | 45.40  | Panzós           | 7.05  |
| Dolores                        | 37.56  | San Luis         | 6.17  |
| Chisec                         | 31.51  | Santiago Atitlán | 5.24  |
| Poptún                         |        | 30.46            |       |
| <b>TOTAL 1,163.32</b>          |        |                  |       |

Fuente: Base de datos del PINFOR, INAB, 2014

### Crecimiento y productividad

Cuando el INAB inició la instalación de parcelas permanentes, habían muy pocas áreas reforestadas con *C. brasiliense* y las plantaciones establecidas para ese entonces tenían la particularidad que se mezclaron o combinaron con otras especies afines a su ecología.

Esta especie en plantaciones puras se han evaluado únicamente a través de 3 parcelas de las cuales dos se encuentran en la finca El Brote, en el Municipio de Santiago Atitlán, Sololá y una en la finca El Florido, en el municipio de Livingston, Izabal.

Estas parcelas han registrado información de plantaciones a partir de los 5.3 a los 13.42 años de edad, con una densidad inicial de 1,200 que producto de la silvicultura se ha reducido a 770 árboles/ha; diámetros iniciales de 5.1 a 16.3 centímetros y las alturas dominantes que pasaron de 5.1 a 14.7 metros durante el periodo evaluado.

A continuación en el cuadro 17 se presenta el promedio de incremento anual (IMA) de las principales variables de crecimiento que muestran la productividad de *C. brasiliense* en el municipio de Livingston y Santiago Atitlán a una edad de 14 años.

Cuadro 17. Incremento Medio Anual (IMA) de variables de crecimiento para *C. brasiliense* en el municipio de Livingston y Santiago Atitlán.

| Categoría de Índice de Sitio | IMA DAP (cm) | IMA Altura Total (m) | IMA Área Basal (m <sup>2</sup> /ha) | IMA Volumen Total (m <sup>3</sup> /ha) |
|------------------------------|--------------|----------------------|-------------------------------------|--|
| Único (11.72 m)              | 1.04         | 1.21                 | 1.21                                | 6.54                                   |

Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB, 2013

En el cuadro 17 se presenta una sola categoría de índice de sitio debido que las muestras analizadas son pocas y corresponde a dos sitios en los municipios de Livingston y Santiago Atitlán.

BOLETIN

| <b>Etiquetas de fila</b>                       | <b>Suma de CALOBR</b> |
|--|-----------------------|
| Árboles en asocio con cultivos anuales         | 0                     |
| <b>Árboles en asocio con cultivos perennes</b> | <b>0.43</b>           |
| Árboles en línea                               | 0.00                  |
| Huertos familiares mixtos                      | 0.00                  |
| <b>Sistemas silvopastoriles</b>                | <b>3.21</b>           |
| <b>Total general</b>                           | <b>3.64</b>           |

ESTADISTICO - DEPARTAMENTO DE INCENTIVOS FORESTALES 1998-2014 1 (3)

La misión del PINFOR es fomentar la creación de núcleos de desarrollo forestal regionales de alta productividad, para impulsar la oferta de productos forestales competitivos, reducir la deforestación, generar servicios ambientales y generar empleo en el área rural, razón por la cual se han determinado 10 especies forestales prioritarias, descrito en el cuadro No. 10 su distribución en el periodo 1,998-2,014.

**Cuadro 10: Cantidad de Hectáreas de reforestación ingresadas al PINFOR en el periodo 1,998-2,014, según Especie Prioritaria**

| No.                                | Especie                         | Código                 | Nombre común                  | Ha.               | %             | Monto Invertido (Q)     |
|------------------------------------|---------------------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------|---------------|-------------------------|
| 1                                  | Pinus Maximinoi                 | PINUMI                 | <u>Pino Candelillo</u>        | 21,281.01         | 16.9%         | 249,129,672.05          |
| 2                                  | Tectona Grandis                 | TECTGR                 | <u>Teca</u>                   | 19,928.20         | 15.8%         | 230,062,188.20          |
| 3                                  | Pinus Caribaea var. Hondurensis | PINUCH, PINUCC, PINUCB | <u>Pino de Peten o Caribe</u> | 10,367.46         | 8.2%          | 122,944,670.01          |
| 4                                  | Tabebuia Donnell Smithii        | TABEDO, CYBIDO, ROSEDO | <u>Palo Blanco</u>            | 6,437.75          | 5.1%          | 75,901,826.67           |
| 5                                  | Pinus Oocarpa                   | PINUOO                 | <u>Pino Colorado</u>          | 6,646.95          | 5.3%          | 78,079,991.03           |
| 6                                  | Gmelina Arborea                 | GMELAR                 | <u>Melina</u>                 | 8,146.99          | 6.5%          | 93,577,368.22           |
| 7                                  | Cedrela Odorata                 | CEDROD                 | <u>Cedro</u>                  | 1,264.32          | 1.0%          | 15,635,610.65           |
| <b>8</b>                           | <b>Calophyllum Brasiliense</b>  | <b>CALOBR</b>          | <b><u>Santa María</u></b>     | <b>1,228.91</b>   | <b>1.0%</b>   | <b>14,227,172.07</b>    |
| 9                                  | Swietenia Macrophylla           | SWIEMA                 | <u>Caoba</u>                  | 850.57            | 0.7%          | 10,516,749.43           |
| 10                                 | Abies Guatemalensis             | ABIEGU                 | <u>Pinabete</u>               | 97.47             | 0.1%          | 1,022,605.69            |
| <b>Total Especies Prioritarias</b> |                                 |                        |                               | <b>76,249.63</b>  | <b>60%</b>    | <b>891,097,854.04</b>   |
| Otras Especies                     |                                 |                        |                               | 49,949.44         | 40%           | 436,640,440.24          |
| <b>Total Reforestación</b>         |                                 |                        |                               | <b>126,199.07</b> | <b>100.0%</b> | <b>1,327,738,294.28</b> |