

# Dirección General de Educación Superior Tecnológica

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA

Propagación de la especie forestal, Bari (*Calophyllum  
brasiliense*), mediante reproducción vegetativa por  
estacas bajo condiciones de invernadero



**Informe Final de Residencia Profesional que presenta el C:**

Quintero Islas Jorge Alberto

Numero De Control: 09870026

Aesor Interno:

M. en A. Mayné Jesús Guadalupe Aguayo León

Aesor externo:

Ing. Adriano Valle Guerrero

Revisor:

Dr. José Vidal Cob Uicab

Carrera:

Ingeniería Forestal

Juan Sarabia, Quintana Roo

Diciembre 2013



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

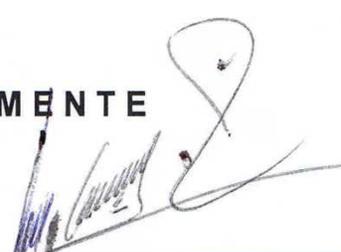
SEP

## INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA

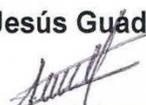
El Comité de revisión para Residencia Profesional del estudiante de la carrera de INGENIERO FORESTAL, **Quintero Islas Jorge Alberto** ; aprobado por la Academia del Instituto Tecnológico de la Zona Maya integrado por; el asesor interno M en A. Mayné Jesús Guadalupe Aguayo León , el asesor externo el Ing. Adriano Valle Guerrero y el revisor el Dr. José Vidal Cob Uicab, habiéndose reunido a fin de evaluar el trabajo recepcional titulado: **Propagación de la especie forestal, Bari (*Calophyllum brasiliense*), mediante reproducción vegetativa por estacas bajo condiciones de invernadero** que presenta como requisito parcial para acreditar la asignatura de Residencia Profesional de acuerdo al Lineamiento vigente para este plan de estudios, dan fe de la acreditación satisfactoria del mismo y firman de conformidad.

ATENTAMENTE

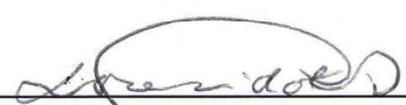
Asesor Interno

  
M en A. Mayné Jesús Guadalupe Aguayo León

Asesor Externo

  
Ing. Adriano Valle Guerrero

Revisor

  
Dr. José Vidal Cob Uicab

Juan Sarabia, Quintana Roo, Diciembre, 2013.

## 2. RESUMEN

Se trató de un proyecto de investigación aplicada, orientada al desarrollo de un método y técnica para la propagación vegetativa de una especie forestal de la región, *Bari* (*Calophyllum brasiliense*), mediante la inducción del enraizamiento y desarrollo de brotes de estacas de diferentes longitudes y diámetros, bajo condiciones de invernadero; los cuales se establecieron en el invernadero del CBTA No. 11). Con la finalidad de contrastar sus resultados, en un diseño experimental de dos factores (longitudes y grosores), 12 tratamientos y 3 repeticiones. Para esto se usó charolas de poliestireno de 77 cavidades, sustrato comercial (peat mos) y sustrato natural en una proporción de 1:2; así mismo se aplicaron reguladores de crecimiento vegetal de tipo comercial (rooting, agromil plus) para inducir el desarrollo de raíces y brotes.

## INDICE

2. RESUMEN .....	3
3. ÍNDICE DE FIGURAS .....	5
I. INTRODUCCION .....	6
II. OBJETIVOS. ....	10
2.1 General. ....	10
2.2 Específicos. ....	10
III. MARCO TEÓRICO.....	10
3.1 Propagación vegetativa.....	10
3.1.2 Propagación por estacas. ....	11
3.1.3 Fitohormonas y reguladoras de crecimiento vegetal. ....	12
3.1.4 DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIE.....	14
3.1.5. DISTRIBUCION .....	15
IV. METODOLOGÍA .....	18
4.1.2 Procedimiento Técnico.....	19
4.1.3 Diseño experimental .....	21
4.1.4 Variables a evaluar .....	22
4.1.5 Parámetros a medir.....	22
4.1.5 Tratamiento de datos.....	22
V. RESULTADOS .....	23
VI. CONCLUSIONES .....	34
VII. APORTE AL PERFIL PROFECIONAL. ....	35
VIII. REFERENCIAS.....	36
IX. ANEXOS .....	41

### 3. ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 localización del área de experimental ubicado en el CBTA 11.....	18
Fig. 2. Etapa final de la construcción del invernadero para el protocolo de investigación. ....	24
Fig 3. Productos químicos para un mejor resultado en la reproducción de las varetas establecidas en el invernadero. ....	24
Fig. 4. Primer ensayo del protocolo, con 0 % de brote, enraizamiento y 100% de pudrición y marchitamiento. ....	25
Fig. 5. Corte de las varetas a 4, 6, 8 y 10 cm del Bari ( <i>Calophyllum basiliense</i> ) para su reproducción vegetativa.....	26
Fig. 6. Desinfección del germoplasma (varetas) en la solución de Cupravit @ .....	27
Fig. 8. Brotes de la especie forestal Bari ( <i>Calophyllum brasiliense</i> ).....	29
Fig. 9. Caída de los brotes de la especie a falta de raíz.....	30
Fig. 10. Fruto y semillas del Bari ( <i>Calophyllum brasiliense</i> ) para reproducción vegetativa.....	31
Fig. 11. Árbol joven del Bari en el ejido tres garantías para obtención de germoplasma (estacas) y frutos para las semillas. ....	31
Fig. 12. Brotes del ensayo 3 del Bari, a la fecha 8 de noviembre.....	33
Fig 13. Varetas vivas (3) y secándose algunos brotes, y saliendo otros. ....	34

#### INDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Distribución de los tratamientos.....	21
--	----

## I. INTRODUCCION

El Caribe, las Antillas y Centroamérica constituyen regiones que contienen una alta riqueza y diversidad de ecosistemas; encierran la mayor concentración de diversidad biológica de la cuenca del Océano Atlántico (PNUMA, 2000; Calvo, 2000). Con 1588 millones de ha, suman el 42 % del total de selvas en el mundo, más del 50 % de la riqueza mundial de especies animales y plantas, y mantienen al 13 % de la población humana mundial (Wilson, 1988; Gentry, 1992; Richards, 1996; FRA, 2005; UNFPA, 2007). La región se considera de suma importancia ecológica y socioeconómica para la humanidad, que demanda más políticas y programas para la protección y conservación de sus principales ecosistemas (McNeely, 1995; Margules y Pressey, 2000; FAO, 2009).

La Península de Yucatán, se diferencia del resto de México por su similitud y relaciones biogeográficas con esta región Caribeña y Centroamericana, con la que comparte fragmentos de su flora, fauna y variedad de ecosistemas (Ibarra-Manríquez et al., 1995; Espinosa et al., 2001; Zúñiga et al., 2002). En esta región se encuentran 10.6 millones de ha de ecosistemas selváticos, que constituyen una sucesión de tipos de comunidades vegetales que se distribuyen desde el norte, hasta el sur y este de la Península, donde se encuentran las entidades de Campeche y Quintana Roo. (Chapela, 2009).

Este ultimo Estado posee 3.6 millones de ha de selvas, de las cuales 1.2 han sido declaradas dentro de Áreas Naturales Protegidas (ANPs); 750,000 corresponden a selvas bajo manejo forestal y la superficie restante carece de alguna modalidad de manejo o protección (Nolasco et al., 2003; Barton y Merino, 2004; Ramírez, 2004; SEMARNAT/CONANP, 2009; Chapela, 2009).

Las selvas bajo manejo forestal constituyen una fuente de servicios y productos (madera, captura de carbono, ecoturismo, productos no maderales, etc. (Chapela, 2009); en el caso de Quintana Roo se distribuyen en las tres zonas (norte, centro y sur), y constituyen un área que ha adquirido importancia en los últimos 30 años

en términos de conservación y desarrollo silvícola; es ocupada por 167 ejidos y pequeñas propiedades, quienes adoptan un sistema de manejo forestal policíclico desde la década de 1980, para el aprovechamiento selectivo de especies maderables; (Snook et al., 2003; Barton y Merino, 2004; Chan, 2005; Bray et al., 2007a; Chapela, 2009). El aprovechamiento se ha centralizado históricamente en la extracción de *Swietenia macrophylla* (caoba) y *Cedrela odorata* (cedro), especies que disminuyeron sus poblaciones naturales en la entidad, obligando a la reducción de los volúmenes aprovechados, de 40,000 m<sup>3</sup> en 1983 a 18,000 m<sup>3</sup> hasta el año 2004 (CONAFOR, 2004; Arguelles y Gonzales, 2009).

En la búsqueda de opciones para mantener la productividad, disminuir la presión extractiva sobre las especies preciosas, para favorecer su regeneración, desde el inicio del sistema de manejo forestal policíclico, se incluyeron paulatinamente otras especies maderables de aprovechamientos selectivos, entre las cuales destacan por su demanda, *Dendropanax arboreus* (L). Planch. & Decne (sac-chacá), *Platymiscium yucatanum* Standley (granadillo), *Pseudobombax ellipticum* (Kunth) Dugand (amapola), *Simarouba glauca* DC (negrito), *Cordia dodecandra* DC (ciricote) *Swartzia cubensis* (Britton & P. Wilson) Standl (katalox), *Lysiloma latisiliquum* L. (tzalam), *Metopium brownei* (Jacq) Urban (chechem), *Sickingia salvadorensis* Standley, (chacte-kok), *Manilkara zapota* (L.) P. Royen (chicozapote) y *Calophyllum brasiliense* Cambess (barí) (Arguelles et al., 1998; Negreros-Castillo et al., 2000; Sorensen, 2006).

Sin embargo estas selvas, que en años anteriores parecían un recurso inagotable, actualmente se transforman paulatinamente en un recurso deteriorado y poco productivo; análisis realizados concluyen que esta degradación no sólo es consecuencia de su sobreexplotación, sino también resultado de sistemas silvícolas, técnicas de extracción y de regeneración, inapropiados para las selvas tropicales (Chapela, 2009). La regeneración natural de las especies ha sido alterada con la correspondiente disminución de sus poblaciones naturales y generando problemas de erosión genética; si bien es cierto que se aplican

programas de reforestación y de enriquecimiento, estas no han dado los resultados esperados de sostenibilidad (Duran, et al., 2007).

En México no existe una política nacional para realizar estudios y elaborar un inventario de la variación genética en especies arbóreas y arbustivas, y tampoco se han establecido mecanismos para dar seguimiento a la pérdida genética y vulnerabilidad de las especies. La CONABIO reconoce 240 especies con potencial para la restauración ecológica y la reforestación, de las cuales 233 son nativas y 7 exóticas (CONABIO, 2011). Por otro lado, la CONAFOR considera 85 especies importantes, definidas por su importancia económica, ecológica y social, principalmente. Considerando ambas listas se obtuvo un total de 294 especies forestales que pueden considerarse como prioritarias para fines de conservación, reforestación y restauración (CONABIO, 2011). Entre estas especies se encuentran varias que son de interés forestal como *Cedrela odorata* L., *Swietenia macrophylla* K, *Calophyllum brasiliense* Cambess, *Guaiacum Sanctum* L., *Simarouba glauca*, *Dendropanax arboreus* y *Sickingia salvadorensis*.

Desde esta perspectiva, una prioridad actual es la producción de genotipos de especies forestales de calidad adecuadas a las condiciones ambientales que aseguren buena producción y conservación del recurso forestal. La producción de plántulas de especies forestales para establecimiento de plantaciones forestales y restauración de áreas degradadas ha cobrado auge en los últimos 20 años en la región; pero la técnica más usada es la propagación sexual (por semillas), que tiene impactos ecológicos sobre la regeneración natural. Una alternativa para esta problemática es la multiplicación masiva de dichos genotipos que se puede lograr a través de la propagación vegetativa (Alba y Rebolledo, 1995).

Actualmente la propagación vegetativa por estacas es una alternativa muy usada dentro de los programas de reproducción de plantas de especies ornamentales y muy poco usada para especies forestales. Una de sus ventajas, es la conservación de las características genotípicas y fenotípicas de la especie (Hudson et al., 1987).

Esta técnica de propagación vegetativa está prácticamente ausente de los programas de producción de plántulas forestales en el estado de Quintana Roo, por lo que se precisa su incorporación a corto plazo, previo desarrollo de investigaciones encaminadas a la obtención de información para especies forestales; por estas razones se propuso el siguiente proyecto “Propagación de la especie forestal, bari (*Calophyllum brasiliense*) mediante reproducción vegetativa por estacas en condiciones de invernadero”.

## **II. OBJETIVOS.**

### **2.1 General.**

Inducir el desarrollo de plántulas de las especies forestales, Barí (*Calophyllum brasiliense*) a partir del método de reproducción vegetativa por estacas en condiciones de invernadero.

### **2.2 Específicos.**

- Estimular el enraizamiento y desarrollo de brotes en estacas de diferentes tamaños de longitudes, en la especie forestal.
- Inducir el enraizamiento y desarrollo de brotes en estacas de diferentes diámetros en la especie forestal.
- Comparar el desarrollo de raíces y brotes en estacas de diferentes longitudes y diámetros.

## **III. MARCO TEÓRICO.**

### **3.1 Propagación vegetativa.**

También conocida como propagación indirecta, asexual o agamica, se efectúa con partes de una planta provista de yemas y con capacidad de enraizamiento para originar nuevos individuos; o insertando dichas yemas a otra planta afín y capaces de soldar sus tejidos para proseguir su desarrollo normal; de estas maneras se puede asegurarse plena transmisión de los caracteres fijos de la especie. Ha sido utilizado para la reproducción individual de arboles poseedores de caracteres

importantes, conservando la pureza genética de las generaciones sucesivas, lo cual es imposible lograr por vía sexual con semillas (Mesen, 1998).

### **3.1.2 Propagación por estacas.**

Se define a la estaca como una porción de planta susceptible de adquirir autonomía fisiológica; establecida en un sustrato favorable, rodeada de convenientes condiciones ambientales y protegida de la desecación; en la superficie de corte se formará un tejido cicatricial originado en la zona generatriz; de ese tejido cicatricial y a la altura de los nudos surgirán raíces adventicias. Los brotes originados en las yemas se alimentarán de reservas almacenadas en los tejidos mientras las nuevas raíces les faciliten los nutrientes tomados del suelo, en caso contrario los brotes se desecarán (Mesen, 1998).

En la multiplicación por estacas solo es necesario que un nuevo sistema de raíces adventicias se desarrolle, ya que la estaca posee yemas con aptitud potencial para desarrollar nuevos vástagos (Hartmann et al., 1980). Las raíces adventicias son de dos tipos: raíces preformadas y raíces de herida (inducidas). Las raíces preformadas se forman naturalmente durante los primeros periodos de desarrollo del vástago, pudiendo emerger antes de la realización de estacas o permaneciendo en dormición hasta que se realicen las mismas y sean colocadas en condiciones ambientales favorables. Las raíces de herida desarrollan sólo después que la estaca es cortada, por efecto de la herida producida en la preparación de la misma. Estas raíces, son consideradas como formadas de novo (nueva formación) (Sabja, y Jordán, 1991.).

La capacidad para emitir raíces es un carácter específico determinado por la dureza de la madera y por el crecimiento de la planta. Las estacas de especies que tienen tejidos blandos enraízan mejor que las estacas de tejidos consistentes. En forma semejante, estacas de algunas plantas de rápido crecimiento prenden fácilmente y difieren de las estacas de plantas con lento crecimiento, las cuales

demoran o no prenden. La mejor manera de saber si una planta es susceptible de prender por medio de estacas es efectuando los correspondientes ensayos previos (Gupta, et al., 1993).

Se deduce que este método de propagación presenta el inconveniente importante de no ser tolerado por algunas especies de plantas; este es el caso de muchos géneros y especies leñosas muy difíciles de enraizar por medio de estacas; sin embargo, es un inconveniente que tiende a desaparecer con el estudio y empleo de fitohormonas y sustancias reguladoras de crecimiento (Hartman, 1997).

Existen otros factores que afectan las diferentes etapas de la propagación vegetativa por estacas, estos incluyen las condiciones del explante (estaca) y las condiciones químicas (sustrato) y físicas del cultivo (luz y temperatura); es decir, la etapa de la colecta desempeña un rol determinante con relación a la calidad del material colectado (que facilite la diferenciación celular) y su posterior establecimiento en el invernadero (Leakey, 1987).

### **3.1.3 Fitohormonas y reguladoras de crecimiento vegetal.**

Normalmente las plantas crecen y se desarrollan de una manera ordenada y organizada. Los distintos órganos deben coordinar entre sí sus acciones bioquímicas únicas, de manera que se mantengan integradas en un todo, estructural y funcional. A las influencias mutuas entre los distintos órganos, se las llama "correlaciones". Son numerosos y complejos los mecanismos por los que se lleva a cabo el control interno del crecimiento en las plantas. Uno de los más importantes sistemas de control del crecimiento lo proporcionan las llamadas "hormonas reguladoras del crecimiento vegetal" u "hormonas vegetales".

Un ejemplo aclarará mejor lo expuesto: la formación de raíces en la base de una estaca es una manifestación de crecimiento por morfogénesis, regulada fundamentalmente por sustancias de tipo hormonal que producidas en las yemas,

se trasladan hacia la base fisiológica de aquellas. En dicha región y en asociación con otros factores de crecimiento (nutricionales, metabólicos) se producen procesos de desdiferenciación y rediferenciación celular que conducen a la formación del meristema primario precursor del primordio (Lobato, 1998).

Las hormonas se pueden definir como sustancias orgánicas que, producidas en una parte u órgano de la planta, se trasladan a otro y, en muy bajas concentraciones inducen efectos fisiológicos definidos. Esta definición incluye todos los requisitos que una sustancia orgánica debe reunir para ser considerada una hormona: que se origine en el organismo; que generalmente se traslade del sitio de síntesis o liberación al sitio de acción; que actúe en muy pequeñas dosis; que induzca o afecte procesos fisiológicos definidos.

En general todas las partes de la planta en activo crecimiento son centros de producción hormonal, como los ápices meristemáticos radicales y caulinares, los meristemas secundarios, las hojas, las flores y los frutos en crecimiento; también las zonas de regeneración inducidas por heridas o lesiones, los tumores.

Las plantas además sintetizan inhibidores: sustancias que inhiben o retardan el crecimiento, oponiéndose directa o indirectamente, y en forma total o parcial, a la acción de las hormonas. Por otra parte también se incluyen como factores de crecimiento y diferenciación a las vitaminas y otras sustancias denominadas cofactores (actúan como coenzimas), como por ej.: tiamina, ácido nicotínico, piridoxina. Desde el punto de vista hormonal se puede definir el crecimiento y desarrollo como fenómenos fundamentales integrados por múltiples procesos vitales ordenados en cierta secuencia y regidos por un complejo hormonal.

Las hormonas mejor conocidas por sus efectos y acción fisiológica, pertenecen a cinco grupos: auxinas, giberelinas, citocininas, ácido abscísico y etileno. Otras hormonas de aparición más contemporánea son el ácido jasmónico, ácido salicílico, poliaminas (espermina, cadaverina, putrescina, espermidina). Por último

existen otros reguladores que poseen acción hormonal y que se utilizan en la agricultura como: la hidrazida maleica; cloruro de cloromequat (Cycocel), cloruro de clorofonio (Fosfón-D); los derivados del ácido picolínico (Picloram), carbamatos, tiocarbamatos que poseen acción herbicida; las sales cuaternarias del dipiridilo (Diquat, Paraquat); el ácido naftitalámico (TIBA) (Chávez, et al., 2012)

### 3.1.4 DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIE.

#### ***Bari Calophyllum brasiliense***

**Nombres comunes en México.** Barí, Leche amarilla, Santa María, María, Marillo (Chis.); Leche María (Oax., Chis.); Guaya (Chis., Tab.); Barillo; Cedro cimarrón, Cimarrón, Ocú (Oax.); Palo María (Nay.); Sacbalamté (l. tzeltal, Chis.).

**Sinonimia.** *Calophyllum antillanum* Britton ; *Calophyllum brasiliense* var. *Antillanum* (Britton) Standl ; *Calophyllum brasiliense* var. *Rekoi* Standl. ; *Calophyllum calaba* Jacq. ; *Calophyllum jacquinii* Fawc. & Rendle. ; *Calophyllum lucidum* Benth. ; *Calophyllum piaroanum* Anibal Castillo & Celia Gil. ; *Callophyllum chiapense*

#### **DESCRIPCION**

**Forma.** Arbol caducifolio, de 20 a 30 m (hasta 45 m) de altura y diámetro a la altura del pecho de 40 a 60 cm

(hasta 1.3 m). **Copa / Hojas.** Copa redondeada, extendida y densa. Hojas decusadas, simples, opuestas, láminas de 6 x 2.5 a 14 x 5.5 cm, elípticas u oblongas, glabras, coriáceas, con el margen entero; haz verde oscuro y brillante, envés verde pálido; venas secundarias numerosas.

**Tronco / Ramas.** Tronco cilíndrico y recto. Contrafuertes insinuados, de hasta 20 cm de alto, redondeados. Ramas ascendentes y torcidas. **Corteza.** *Externa*

longitudinalmente fisurada, pardo morena. *Interna* de color crema rosado, laminada, fibrosa, amarga, con un exudado intensamente amarillo. Grosor total: 10 a 20 mm. **Flor(es)**. Flores en panículas axilares, de 2 a 5 cm de largo; flores masculinas y bisexuales en el mismo árbol, blanco, numeroso y pequeño, ligeramente perfumado, actinomorfas; sépalos 4, crema amarillentos, redondos y cóncavos.

**Fruto(s)**. Drupas de 2.5 a 3 cm de largo, ovoides o esféricas, verde amarillentas en la madurez, de olor fragante, con el endocarpio duro y una semilla grande por fruto. El endocarpio contiene fibras que se contraen y arrugan cuando seco.

**Semilla(s)**. Semillas esféricas, de 1.7 a 2.2 cm de largo y ancho, blanco amarillentas, sin endospermo..

**Sexualidad**. Dioica, polígama.

### 3.1.5. Distribución

Se distribuye en la vertiente del Golfo desde el sur de Veracruz hasta Quintana Roo; en la vertiente del Pacífico desde Nayarit hasta Chiapas. Altitud: 0 a 650 (800) m.

Habita en zonas bajas e inundables de bosque primario y secundario viejo, también cerca de ríos y arroyos en terrenos de suelo profundo. Crece sobre pendientes ligeras o pronunciadas, en cañadas y a orilla de carreteras. Clima muy húmedo, con temperatura media de 25 °C. Prospera en suelos con buen drenaje, derivados tanto de material calizo como ígneo metamórfico. Desarrolla bien en los suelos extremadamente laterizados. En la región del Amazonas prefiere suelos aluviales (las varzeas). Suelos: volcánico, profundo, pardo, ondulado, arcilloso con roca calcárea, calcáreo, degradado, relativamente seco, arenoso, negro pedregoso, arcilla roja impermeable. (Echenique-Manríquez y Plumtre 1994).

El árbol alcanza a medir hasta 45 metros de altura, con copa redonda y densa, el tallo es cilíndrico y recto, con contrafuertes pequeños, alcanza diámetros hasta de 1.3 m; la corteza es oscura fibrosa marcada por hendiduras a lo largo, exuda una sustancia intensamente amarilla. Las hojas se disponen por pares opuestos en la rama; las hojas son láminas simples de 6 hasta 14 cm de largo y de 2.5 hasta 5.5 cm de ancho, con el margen entero, la cara al sol es de color verde oscuro y brillante, la cara contraria es pálida, en esta cara el nervio central es muy marcado y los nervios que parten de él son muy numerosos y paralelos notables, como si fueran rayas casi juntas. La textura de la hoja es cueruda. Algunos árboles tiran las hojas en la época de seca, sobre todo las que habitan en condiciones de sequías marcadas. (Bawa et al, 1985b) Las flores se encuentran en racimos de 2 a 5 cm de largo, con diferencia de flores masculinas y femeninas; las masculinas miden de 4 a 8 mm de diámetro y son de color crema verdoso y perfumadas dulcemente. Las flores femeninas son similares a las masculinas, estrelladas, se diferencian porque presentan una estructura central globosa: Florece de julio a diciembre. Los frutos son carnosos de 2.5 a 3 cm, esféricos, de color verde amarillento en la madurez, de olor fragante, con la cubierta fibrosa; se arrugan cuando secos; contienen una semilla hasta de 1.5 cm de color blanco. Maduran de octubre a diciembre.

### **Usos**

Es utilizado para vigas, alfardas, tabla para casa, pared, techo, muebles rústicos como sillas, mesas, camas, roperos, puertas, ventanas, carrocerías, durmientes para ferrocarril y las ramas para leña(Echenique-Manríquez y Plumtre 1994).

### **3.2 Impacto o beneficio en la solución a un problema relacionado con el sector productivo o la generación del conocimiento científico o tecnológico.**

El interés por experimentar la propagación de *Calophyllum brasiliense*, en el invernadero del Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 11, es consecuencia de la necesidad de desarrollar tecnología para su propagación vegetativa, como alternativa que contribuiría a su conservación y manejo forestal.

La generación de técnicas de propagación vegetativa (por estacas) para mejorar el manejo forestal de estas especies, además de que contribuye a su conservación, genera posibilidades de mantener la economía de las poblaciones que viven y dependen de las selvas de la región.

Desde el punto de vista académico, el experimento constituye un mecanismo de adquisición de experiencia profesional de los estudiantes que participan en el proyecto, porque combinan la teoría adquirida durante el proceso de enseñanza – aprendizaje, con la práctica; además de la obtención de datos para su tesis profesional.

Finalmente la información generada formará parte de las bases de datos sobre propagación vegetativa por estacas de especies forestales tropicales, que servirá como material de consulta para los estudiantes de la carrera de ingeniería forestal del ITZM y para diversos actores del sector forestal.

## IV. METODOLOGÍA

### 4.1 Ubicación del área de estudio.

Los ensayos experimentales se establecieron en el invernadero del Centro Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 11 de Chetumal Quintana Roo, que se ubica en el Km. 5 de la avenida Insurgentes (frente al CRIQ y la las Instalaciones de la Expofer).



Fig. 1 localización del área de experimental ubicado en el CBTA 11

#### **4.1.2 Procedimiento Técnico.**

**a) Localización de sitios de colecta y selección de planta madre.** Las varetas las colecte en los ejidos forestales de, Tres Garantías, , que se ubica en la zona sur de Quintana Roo, en la franja que limita con el Estado de Campeche. Donde se colectarán de arboles madre juveniles, ya que se consideran que tienen mayor capacidad de división celular y se obtendrán de zonas meristemáticas; para esto tome en cuenta el estado de sanidad de las plantas (libre de plagas y enfermedades).

**b) Colecta de estacas.** Una vez que seleccione las zonas meristemáticas o zonas de brotes ortotrópicos, que deben ser sanos y vigorosos, procedi al corte de las estacas en diversas dimensiones y grosores (con pinzas), los entrenudos terminales se eliminarán, ya que normalmente son demasiado suaves y propensos al marchitamiento, lo mismo que los entrenudos basales que estén demasiado lignificados; las estacas fueron colocados en bolsas, que se introdujeron en una nevera con hielo en la base, formando un tipo de colchón con costales de plástico y/o papel.

**c) Preparación y establecimiento de estacas.** Se realizaron cortes transversales a las estacas recolectadas y obtuvieron las longitudes definitivas de acuerdo a cada tratamiento (4, 6, 8 y 10 cm.), apoyadas con una regla. A nivel de estaca, se utilizaron aquellos provenientes de la parte media, para el primer ensayo; y para el segundo ensayo se usaron los provenientes de la parte apical, media y basal, que para tal efecto, se considera que de la estaca extraída, la tercera parte superior representa la parte apical, con las características de poca turgencia y color verde más claro con respecto a las demás, generalmente lo constituyen los tres primeros pares de foliolos de la estaca de la parte superior; ahora el tipo media lo representa las dos tercera partes de la estaca, que frecuentemente son los dos pares de foliolos siguientes a la apical y la del tipo basal, la tercera parte inferior de la estaca con características como de mayor lignificación del tallo y color verde

oscuro con aspecto de marrón, generalmente corresponden a los tres pares de foliolos siguientes de las del tipo media. **Desinfección de las estacas.** Los sumergí en un recipiente con la solución de Cupravit® al 0.3% por un periodo de 10 minutos, para luego colocarlos en una malla tendida para que escurran y sequen por 5 minutos. Antes de establecer las estacas en el medio propagador (charolas), se aplique la solución del regulador de crecimiento vegetal *Rooting®*, mediante el método de inmersión rápida que, consistió en introducir la base de la estaca en la solución concentrada por tres segundos e insertar inmediatamente la estaca en el medio de propagación. La siembra de las estacas la realice con mucho cuidado, haciendo hoyos de 2 cm de profundidad, apoyando con un punzón señalado a la altura requerida, colocando la estaquilla en hoyo y presionando con los dedos alrededor de la estaca, con el objetivo de darle estabilidad con el sustrato. No se introdujo la estaca a presión dentro del sustrato por que puede dañar los delicados tejidos en el corte. La distribución se realizo de acuerdo a los tratamientos. La instalación del ensayo, fue en la mañana y el invernadero y protegi previamente con mallasombra al 80%.

**d) Labores culturales.** Cuando las estacas fueron establecidas, arme una especie de propagador que se mantuve cerrado y solo la abrí para riego utilizando un aspersor manual, creando un ambiente interno de alta humedad que deberá favorecer el enraizamiento y desarrollo de brotes. Utilice dos reguladores de crecimiento vegetal de tipo comercial para el desarrollo de raíces (*rooting®*) y desarrollo de brotes (*agromil plus®*). El *rooting®* lo aplique en el momento de haber establecido los ensayos y tres aplicaciones periódicas en forma quincenal; el *agromil plus®*, lo aplique en el momento que establecí los ensayos con aplicaciones adicionales cada ocho días.

### 4.1.3 Diseño experimental

El sustrato comercial que use para todos los tratamientos de este ensayo fue el *cosmo peat*, en mezcla con el sustrato natural (suelo negro) en una proporción de 40 + 60, con aplicaciones de los reguladores de crecimiento vegetal para el desarrollo de raíces y brotes. Para esto probé cuatro tamaños de estacas: 4 cm, 6 cm, 8 cm y 10 cm, con tres (03) diámetros de estacas: D1 3 mm, D2 4 mm y D3 5 mm; en un diseño factorial de 4x3, para un total de 12 tratamientos en tres repeticiones ( $4 \times 3 \times 3 = 36$ ); cada repetición tubo 5 observaciones para un total de 180 estacas por ensayo, para determinar la longitud optima de estacas y el diámetro adecuado para obtener mejores enraizamientos y desarrollo de brotes en estas especies. Los factores a experimentar fueron: Factor "A" (longitud) y factor "B" (Diámetro).

Tabla 1. Distribución de los tratamientos

No.	Descripción de Tratamientos	No. Obs	Repet.	Total
T <sub>1</sub>	L1 D1 (4 cm; 3 mm)	5	3	15
T <sub>2</sub>	L2 D1 (6 cm; 3 mm)	5	3	15
T <sub>3</sub>	L3 D1 (8 cm; 3 mm)	5	3	15
T <sub>4</sub>	L4 D1 (10 cm; 3 mm)	5	3	15
T <sub>5</sub>	L1 D2 (4 cm; 4 mm)	5	3	15
T <sub>6</sub>	L2 D2 (6 cm; 4 mm)	5	3	15
T <sub>7</sub>	L3 D2 (8 cm; 4 mm)	5	3	15
T <sub>8</sub>	L4 D2 (10 cm; 4 mm)	5	3	15
T <sub>9</sub>	L1 D3 (4 cm; 5 mm)	5	3	15
T <sub>10</sub>	L2 D3 (6 cm; 5 mm)	5	3	15
T <sub>11</sub>	L3 D3 (8 cm; 5 mm)	5	3	15
T <sub>12</sub>	L4 D3 (10 cm; 5 mm)	5	3	15
		60	3	180

**4.1.4 Variables a evaluar.** Las variables que se evaluaron en este estudio son:

- a) Enraizamiento
- b) Desarrollo de brotes

**4.1.5 Parámetros a medir.** (Caracteres de cada estaca)

- a) Número, longitud y volumen de raíces.
- b) Numero, tamaño y volumen de brotes.
- c) Porcentaje de sobrevivencia.

**4.1.5 Tratamiento de datos.**

Para analizar el efecto de los tratamientos, a nivel estadístico, se realizó una base de datos, que fue analizado en el programa estadístico SPSS; para esto se realice los análisis de varianza (ANOVA) correspondientes y las pruebas de rango múltiple de Tukey pertinentes en cada caso, con la finalidad de determinar el o los mejores tratamientos de enraizamiento y desarrollo de brotes.

## V. RESULTADOS

En este protocolo de investigación busque resultados que ayuden a la propagación mediante reproducción vegetativa bajo condiciones de invernadero, lo primero que realice fue la construcción del invernadero donde se estableció el experimento a realizar.

El día lunes 2 de septiembre del 2013 comencé la construcción, limpie el área en donde se ubico el invernadero, eliminando malezas para evitar la posible contaminación o plagas que puedan perjudicar la especie forestal, en este caso el Bari (*Calophyllum brasiliense*) corte postes de diferentes tamaños en altura y grosor, colocando de base 4 postes que sostendrán la maya sombra, posteriormente se midió el área de 3m de ancho por 5m de largo y 2m de altura, se cubrió toda el área ya limpiada con la maya sombra a un 80% de sombra que necesitan las estacas en el invernadero construido.



Fig. 2. Etapa final de la construcción del invernadero para el protocolo de investigación.

Del 28 al 30 de agosto realice la construcción del invernadero.

El siguiente paso fue la compra y adquisición de materiales químicos para el germoplasma (varetas). Fecha 2 de septiembre del 2013

- Cupravit® para desinfección de estacas.
- *Rooting*®, para regular el crecimiento en el desarrollo de raíces.
- *agromil plus*®, para desarrollo de brotes
- *peat moss*, sustrato comercial para la mezcla con el sustrato natural ( suelo negro)



Fig 3. Productos químicos para un mejor resultado en la reproducción de las varetas establecidas en el invernadero.

### Colecta de germoplasma (varetas/estacas)

Proseguí a la colecta de estacas ó varetas en diferentes ejidos, el Bari (*Calophyllum brasiliense*) lo ubique en los primeros 3 KM de la entrada al poblado de tres garantías, a si como en la reserva forestal de tres garantías. Estos para los 3 experimentos.

### Primer experimento

El día 3 de septiembre del 2013 comencé con el primer experimento, que consistía solamente en recolectar las estacas y posteriormente a plantarlos en las charolas

solo como ensayo, sin agregarle ningún químico al germoplasma ( varetas) llevo el suelo negro en las charolas, humedecí y plante todo al natural. En este ensayo no hubo resultado en la especie forestal del Bari (*Calophyllum brasiliense*) ya que las varetas se secaron en un transcurso de 3 semanas, cabe misionar que durante ese periodo las lluvias no cesaban por lo que las estacas se pudrieron por el exceso de humedad en el lugar obteniendo un 0% de brote y enraizamiento de la especie y un 100 % de pudrición y secado del germoplasma.



Fig. 4. Primer ensayo del protocolo, con 0 % de brote, enraizamiento y 100% de pudrición y marchitamiento.

### **Segundo experimento con fecha realizada el 3 de octubre del 2013**

Es este ensayo consistió en agregarle los químicos y sustratos a la especie forestal, una vez ubicado el germoplasma y estando en el lugar donde se realizo todo el procedimiento comencé con la preparación y establecimiento de las estacas.

Realice cortes transversales a las estacas recolectadas para obtener las longitudes definitivas de acuerdo a cada tratamiento (4, 6, 8 y 10 cm.), apoyadas con una regla. para el segundo ensayo utilice los provenientes de la parte apical,

media y basal, que para tal efecto, se considera que de la estaca extraída, la tercera parte superior representa la parte apical, con las características de poca turgencia y color verde más claro con respecto a las demás, generalmente lo constituyen los tres primeros pares de folíolos de la estaca de la parte superior; ahora el tipo media lo representa las dos tercera partes de la estaca, que frecuentemente son los dos pares de folíolos siguientes a la apical y la del tipo basal, la tercera parte inferior de la estaca con características como de mayor lignificación del tallo y color verde oscuro con aspecto de marrón, generalmente corresponden a los tres pares de folíolos siguientes de las del tipo media.



Fig. 5. Corte de las varetas a 4, 6, 8 y 10 cm del Bari (*Calophyllum basiliense*) para su reproducción vegetativa.

Mezcla del sustrato *peat moss* con el suelo negro

El sustrato comercial que se empleó para todos los tratamientos de este ensayo fue el *peat moss*, en mezcla con el sustrato natural (suelo negro) en una proporción de 40 + 60, con aplicaciones de los reguladores de crecimiento vegetal para el desarrollo de raíces y brotes.



Fig. 5. Preparación la mezcla del sustrato comercial y sustrato natural para los tratamientos.

### **Desinfección de estacas.**

En la desinfección de estacas se sumergieron en un recipiente en donde quepan todas las varetas con la solución de Cupravit® al 0.3% por un periodo de 10 minutos, para luego colocarlos en una malla tendida para que escurran y sequen por 5 minutos.



Fig. 6. Desinfección del germoplasma (varetas) en la solución de Cupravit @

Por último antes de establecer las estacas en el medio propagador en esta caso utilice vasos del numero 4, aplique la solución del regulador de crecimiento vegetal *Rooting®*, mediante el método de inmersión rápida que, consistió en introducir la base de la estaca en la solución concentrada por tres segundos e insertar inmediatamente la estaca en el medio de propagación. La siembra de las estacas se realizo con mucho cuidado, haciendo hoyos de 2 cm de profundidad, apoyando con un punzón señalado a la altura requerida, colocando la estaquilla en hoyo y presionando con los dedos alrededor de la estaca, con el objetivo de darle estabilidad con el sustrato, para terminar de establecer el experimento numero 2 el cual cambie las charolas por vasos del número 4 para un mejor trabajo y resultados.



Fig. 7 experimento No 3 establecido con el sustrato y químicos en el invernadero.

Una vez establecido utilice dos reguladores de crecimiento vegetal de tipo comercial para el desarrollo de raíces (*rooting®*) y desarrollo de brotes (*agromil plus®*). El *rooting®* se aplico en el momento de establecer el ensayo y tres aplicaciones periódicas en forma quincenal; el *agromil plus®*, se aplico en el momento de establecer los ensayos con aplicaciones adicionales cada ocho días.

## Observaciones y resultados del experimento 2

Se observó que al sexto día comenzaron a salir brotes en 20 estacas de 100 totales, esto es un 20% del 100% del ensayo establecido.

Las 20 varetas de las que salieron brotes, su crecimiento fue de 1 mm cada 4 días hasta llegar a tres semanas aun con los brotes, se fueron cayendo las hojas de los brotes debido a que transcurrido el mes no enraizó y se fue secando de abajo hacia arriba, dándole un poco de vida y sacando brotes en ese periodo de tiempo transcurrido.

Al final de la semana 4 las estacas que brotaron se secaron en su totalidad, a falta de raíz por lo que en este experimento se llegó a la conclusión de que las estacas no fueron cortadas adecuadamente, ya que esta especie forestal Bari (*Calophyllum brasiliense*) tiene una separación aproximada de más de 10 cm entre yema y yema, lo cual al cortar las medidas de 4, 6, 8 y 10 cm en ninguna estaca quedó la probabilidad de enraizar, porque solo tuvieron yemas en la parte exterior pero en la parte baja dentro del sustrato y el suelo negro no quedó ninguna probabilidad de enraizar, esta fue la razón por la que no enraizaron y solo brotaron por la retención de líquidos de las varetas que conforme a pasaba el tiempo iban secándose hasta llegar al brote y marchitarse.



Fig. 8. Brotes de la especie forestal Bari (*Calophyllum brasiliense*)



Fig. 9. Caída de los brotes de la especie a falta de raíz.

### **Experimento No 3. Se inicio el día 22 de octubre**

Una vez ubicado la especie forestal para su reproducción, comencé nuevamente la colecta de ramas de diferentes arboles, posteriormente llevarlas al invernadero del CBTA No 11 para cortar el germoplasma y plantarlos ahora en tubetes medianos, cabe mencionar que esta especie su periodo de las frutas y semillas las obtiene de octubre a diciembre, por lo que el Bari (*Calophyllum brasiliense*) contaba con semillas a lo que recolecte aproximadamente 40 frutos para tener otra opción de reproducción, esta vez por medio del embrión (semillas) para otro resultado, este experimento de las semillas las realice en charolas.



Fig. 10. Fruto y semillas del Bari (*Calophyllum brasiliense*) para reproducción vegetativa.

A diferencia del experimento 2 en este ensayo las varetas establecidas fueron de diferentes tamaños y menos muestras, se tomaron 30 estacas.



Fig. 11. Árbol joven del Bari en el ejido tres garantías para obtención de germoplasma (estacas) y frutos para las semillas.

Los tamaños fueron de 15 para arriba dejando yemas abajo en donde será enterrada para la obtención de raíz y yemas en la parte de arriba para los brotes.

Estando en el lugar del ensayo, se procedió al corte de las estacas en diversas dimensiones y grosores (con pinzas), elimine los entrenudos terminales, ya que normalmente son demasiado suaves y propensos al marchitamiento, lo mismo hice con los entrenudos basales que estén demasiado lignificados; las estacas fueron colocadas en bolsas, que introduje en una nevera con hielo, formando un tipo de colchón con costales de plástico y/o papel mientras realizaba la mezcla del peast moss con el suelo negro y rellenaba los tubetes.

En este experimento o ensayo realice lo mismo que en el anterior, la desinfección de las estacas con el Cupravit®, se aplicó la solución del regulador de crecimiento vegetal Rooting®, mediante el método de inmersión rápida, y el agromil plus para el desarrollo de brotes, todo paso a paso como en el primer experimento y la siembra de las semillas recolectadas de esta especie forestal en charolas solo con sustrato natural.

Hasta el momento los resultados han sido de más de 40 % en los brotes de las 30 estacas establecidas, se está llevando a cabo la observación cada 2do día del crecimiento de los brotes en esta especie, cada 3er día se está regando para tener una humedad no mayor.

Los brotes de esta especie comenzaron a salir al 9º día de su establecimiento hasta la fecha de hoy sigue en aumento, de igual forma que en el primer ensayo las lluvias no han cesado y se tiene una humedad mayor a la establecida por lo cual hemos colocado un nailon para que proteja las varetas de las lluvias, quitándolas cada que sea necesario.



Fig. 12. Brotes del ensayo 3 del Bari, a la fecha 8 de noviembre.

Hasta la fecha del 22 de noviembre los resultados de las varetas que brotaron han ido en aumento, suministrando los químicos en los días establecidos, cada octavo día y cada 15 días.

Transcurrido el mes de la siembra del germoplasma, se reviso la parte baja de las varetas en donde se suponía que ya debía ver enraizado, como no enraizo la probabilidad de que los brotes se secan iban en aumento, ya que fueron marchitándose conforme pasaban los días, y al llegar al día 40 el 100 % de las varetas se seco, por lo que en ninguna enraizó y el experimento No 3 al igual que los dos anteriores fueron nulos.

## VI. CONCLUSIONES

Observaciones al día 28 de noviembre, 30 días después de haber establecido el experimento, tenemos resultados poco favorables 3 varetas con brotes quedaron vivas de las 10 que brotaron, se fueron secando poco a poco y tirando los brotes, las demás varetas quedaron completamente secas quedando solo 3.



Fig 13. Varetas vivas (3) y secándose algunos brotes, y saliendo otros.

En este experimento al igual q en los 2 anteriores, las lluvias afectaron severamente los resultados, ya que la humedad tubo un aumento en el desarrollo del ensayo, en los días que se sembraron las varetas, la lluvia no dejaba de caer, y continuaron durante todo el desarrollo de los experimentos, esto no ayudo en nada ya que fueron completamente nulos los brotes en mas de la mitad del las varetas establecidas.

Por lo que se establece que en otras condiciones climáticas esta especie si podría tener una propagación vegetativa mediante estacas bajo condiciones de invernadero y con un mejor control sin lluvias y exceso de humedad. Este proyecto nos beneficio ya que pudimos observar que esta especie si puede llegar a reproducirse, por lo ya dicho anteriormente.

En general en los tres experimentos el resultado fue poco favorable, con un 15 % de brote de los tres experimentos, una de las causas por la cual no se obtuvieron las raíces fue el del exceso de lluvia durante los ensayos, ya que la humedad fue mayor a la que necesitábamos para un mejor desarrollo, tanto de brotes como de raíces, por lo que para un mejor establecimiento y resultados, es probable que en otra época del año, podría establecerse en otras condiciones que ayuden a la propagación de esta especie forestal.

## **VII. APORTE AL PERFIL PROFECIONAL.**

Las experiencias adquiridas en el desarrollo de estos ensayos experimentos, son múltiples,

- 1) Conocimiento de la ecología.
- 2) Practica en la propagación de la especie.
- 3) Conocimiento de condiciones necesarias para la propagación vegetativa.
- 4) Mejor conocimiento en la distribución de la especie.

## VIII. REFERENCIAS

- Alba, L.J., y Rebolledo, C.U. 1995. Importancia de la propagación vegetativa en el mejoramiento genético forestal. Notas Técnicas 19. Centro de Genética Forestal-Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver. México, 6 p.
- Annales du muséum national d'histoire naturelle* . 2013. Fichas ecológicas de especies tropicales.  
<http://www.biodiversitylibrary.org/bibliography/41507>
- Arguelles, A. y D. Gonzales. 2009. Uso y conservación comunal de las selvas en el sureste mexicano.  
<http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/gacetitas/gaceta36/g9536211>.
- Arguelles, S. L.A., F. Sanchez-Roman B., A. Caballero R., E. Ramírez S. 1998. Programa de Manejo Forestal para el Bosque Tropical del Ejido Noh-Bec. Trópica Rural Latinoamericana AC. Quintana Roo, México, 99 p.
- Barton, B. D., L. Merino P. 2004. La experiencia de las comunidades forestales en México. Instituto Nacional de Ecología/Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible AC. México DF. 268 p.
- Bray, D., L. Merino P., A. Pasquier M., D. Barry. 2007a. Los bosques comunitarios de México: manejo sustentable de paisajes forestales. Instituto Nacional de Ecología. México DF. 443 p.
- Calvo, J. 2000. El estado de la caoba en Mesoamérica: memorias del taller. PROARCAS-CAPA, Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica.
- Chavez Suarez, Licet; Alvarez Fonseca, Alexander y Ramirez Fernández, Ramiro. Apuntes sobre algunos reguladores del crecimiento vegetal que participan en la respuesta de las plantas frente al estrés abiótico .cultrop [online]. 2012, vol.33, n.3, pp. 47-56. ISSN 258-5936.
- CONABIO. 2013. *Sickingia salvadorensis*. Fichas ecológicas de especies de las selvas tropicales. <http://www.conabio.gob.mx/>

- Chan R., C.V. 2005. El Manejo forestal y la caoba en los ejidos de la SPFEQR, Quintana Roo, México. Informe Especial Caoba en la Selva Maya. *Recursos naturales y Ambiente*, 44: 37-44.
- Chapela, F. 2009. Reporte sobre el estado de los bosques Mexicanos. Documento de discusión. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible-USAID. México DF. 52 p.
- CONAFOR. 2004. Compendio de Estadísticas Ambientales. Producción Forestal Maderable por Grupo de Especie. Especies Preciosas. <http://148.223.105.188:2222/gif/>.
- CONABIO. 2011. Índice de especies. Disponible en: [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info\\_especies/arboles/doctos/indice\\_especies.html](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/indice_especies.html).
- Duran-Medina, E., J.F. Mas, A. Velásquez. 2007. Cambios en las coberturas de vegetación y usos del suelo en regiones con manejo forestal comunitario y Áreas Naturales Protegidas de México. En., D. Bray, L. Merino y D. Barry (Eds), Los bosques comunitarios de México: manejo sustentable de paisajes forestales. SEMARNAT/INE/UNAM/CCMSS/Florida International University. Mexico DF. pp 267-300.
- Duarte, O. 1984. Propagación Sexual de las Plantas. Biblioteca Agropecuaria del Perú. NETS Editores. Perú.
- Espinosa, O. D., C. Aguilar Z., T. Escalante E. 2001. Endemismo, áreas de endemismo y regionalización biogeográfica. En: J. Llorente B. y J.J. Morrone (Eds), Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: Teorías, conceptos, métodos y aplicaciones. CONABIO/ECOSUR/UNAM. Instituto de Ecología. México DF, pp. 31-37.
- FAO. 2009. Situación de los Bosques del Mundo 2009. Departamento de Montes. Estudio FAO, Roma, Italia. 130 p.
- FRA. 2005. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2005. FAO. Roma Italia. 200 p.
- Fredericksen T. S., F. E. Putz. 2003. Silvicultural intensification for tropical forest conservation. *Biodiversity and Conservation*, 12 (7): 1445-1453

- Gentry, A.H. 1992. Tropical forest diversity: Distributional patterns and their conservational significance. *Oikos*, 63:19-28.
- Gupta, B. B.; Kumar, A. and. Negi, D. S. 1993. Vegetative propagation through branch cuttings in *Dalbergia sissoo* Roxb. En: *Indian Forester*. Vol. 119, no.5; p. 381-387.
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davis, F. T. and Geneve, R. L. 1997. Plant propagation: principles and practices. 6ed. New Jersey: Prentice Hall. 770 p.
- Hartmann H. y D. Kester. 1980. Propagación de Plantas, Principios y Prácticas. Edit. Continental. México.
- Hudson T. Hartmann y Dale E. Kester, 1987. Propagación de plantas, principios y prácticas. Primera edición. Compañía Editorial Continental S.A. México. 760 p.
- Ibarra-Manríquez G., J.L. Villaseñor, y R. Durán García. 1995. Riqueza de especies y endemismos del componente arbóreo de la Península de Yucatán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 57:49-77.
- Leakey, R. R. B. 1987. Clonal forestry in the tropic: a review of developments, strategies and opportunities. En: *Commonwealth Forestry Review*. Vol. 66, no.1; p. 61-75.
- Lobato Artiga, S. D. 1998. Desarrollo de métodos de propagación para la conservación y propagación ex situ de especies de Sapotáceas: *Pouteria sapota* (Jacq). Turrialba, Costa Rica. 131 h. Tesis Maestría en Ciencias Forestales Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Departamento Manejo de Recursos Forestales.
- Margules, C.R. y R.L. Pressey. 2000. Systematic conservation planning. *Nature*, 403:243-253.
- Mesén, F. 1998. Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: uso de propagadores de subirrigación. Serie Técnica. Manual Técnico No. 30. Turrialba, CR. CATIE. Proyecto de Semillas Forestales-PROSEFOR.36 p.
- McNeely, J.A. 1995. Keep all the pieces: Systematics 2000 and world conservation. *Biodiv. Conserv.*, 4: 510-519.

- Negreros-Castillo, P. L. Snook, C.W. Mize. 2000. Regeneración de caoba a partir de siembra directa en aperturas creadas en un bosque natural en México. *Recursos Naturales y Ambiente*, 44: 84-90.
- Nolasco, M.A., M. Carreón M., C. Hernández H. E. Ibarra, L. Snook. 2003. El manejo de la Caoba en Quintana Roo México: Legislación, responsabilidades y apoyo gubernamental. *Recursos Naturales y Ambiente*, 44: 19-26.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). 2000. Maintenance of biological diversity. Caribbean Environmental Programme. [www.cep.unep.org/issues/biodiversity.html](http://www.cep.unep.org/issues/biodiversity.html)
- Ramírez, G. 2004. El corredor Biológico Mesoamericano en México. *Biodiversitas*, 7 (47): 4-7. SEMARNAT/CONANP. 2009. Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2007-2012. Dirección de Comunicación y Cultura para la Conservación. México DF. 50 p.
- Revue horticole , ser. 4, 3: 107. 1854. Dendropanax arboreus. <http://archive.org/details/revuehorticole02frangoog>
- Richards, P.W. 1996. The Tropical Rain Forest: an Ecological Study. 2a Ed. Cambridge University Press. Cambridge.
- SABJA, A. y JORDÁN, M, 1991. Propagación vegetativa por medio de estacas y cultivo in vitro de Eucalyptus spp. Pontificia Universidad Católica de Chile. 84 p.
- Sorensen, N. 2006. Regeneration and Growth of Several Canopy Tree Species in the Maya Forest of Quintana Roo, Mexico: The Role of Competition and Microhabitat Conditions. Tesis de Doctorado. Oregon State University. Oregon, USA.
- Snook, L.K., V.A. Santos J., M. Carreón M., C. Chan R., F.J. May E., P. Maas K., C. Hernández H., A. Nolasco M., C. Escobar R. 2003. Managing natural forests for sustainable harvests of mahogany (*Swietenia macrophylla*): experiences in Mexico's community forests. *Unasylva*, 54 (214-215): 58-73.
- UNFPA. 2007. Estado de la población mundial 2006. Informe Anual. Organización de las Naciones Unidas. Nueva York, EEUU.

Wilson, EO. 1988. The current state of biological diversity. En: Wilson (Ed), Biodiversity. National Academy Press. pp. 3-18.

Zúñiga T, J.C. Godoy, C. Elton, C. Galindo-Leal, L. Cardenal. 2002. El Corredor Biológico Mesoamericano: una plataforma para el desarrollo regional sostenible. Serie Técnica (01) para la consolidación del proyecto. CCAD. Managua Nicaragua.

## IX. ANEXOS







