

# Dirección General de Educación Superior Tecnológica

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA



Propagación de la especie forestal, *negrito* (*Simarouba glauca DC*) mediante reproducción vegetativa por estacas bajo condiciones de invernadero.

**Informe final de Residencia Profesional que presenta el C:  
Méndez Ortega Mauricio**

Numero de control: 09870021

Asesor Interno:

M en A. Mayne Jesús Aguayo León

Asesor externo:

Ing. Adriano Valle Guerrero.

Revisor:

M en C. Zazil Ha Mucui Kac García Trujillo

Carrera:

Ingeniería Forestal

Juan Sarabia, Quintana Roo  
Diciembre 2013



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

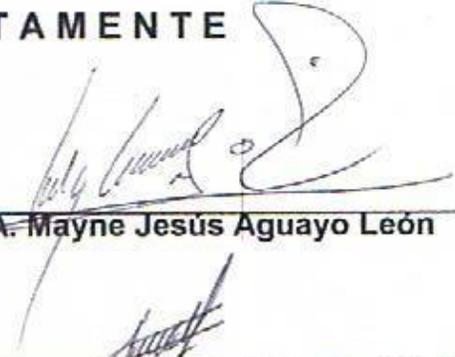
SEP

## INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA

El Comité de revisión para Residencia Profesional del estudiante de la carrera de INGENIERO FORESTAL, Méndez Ortega Mauricio; aprobado por la Academia del Instituto Tecnológico de la Zona Maya integrado por; el asesor interno M en A., **Mayne Jesús Aguayo León** el asesor externo el Ing. **Adriano Valle Guerrero** y el revisor el M en C. **Zazil ha Mucui Kac García Trujillo**, habiéndose reunido a fin de evaluar el trabajo recepcional titulado "**Propagación de la especie forestal, negro (*simarouba glauca*) 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 fé de la acreditación satisfactoria del mismo y firman de conformidad.

**ATENTAMENTE**

**Asesor Interno**

  
M en A. **Mayne Jesús Aguayo León**

**Asesor Externo**

  
Ing. **Adriano Valle Guerrero**

**Revisor**

  
M en C. **Zazil ha Mucui Kac García Trujillo**

## Resumen

Se trata 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 *Simarouba glauca*, DC, mediante la inducción del enraizamiento y desarrollo de brotes de estacas de diferentes longitudes y diámetros, bajo condiciones de invernadero; el cual se estableció en los invernaderos del C.B.T.A 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 usaron charolas de poliestireno de 77 cavidades, sustrato comercial (peatmos) 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.

## ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	5
2.1 General.....	5
2.2 Específicos.....	5
III. MARCO TEÓRICO.....	6
3.1 Propagación vegetativa.....	5
3.2 Propagación por estacas.....	6
3.3 Fitohormonas y reguladoras de crecimiento vegetal.....	8
3.4 Descripción de las Especie.....	10
IV. METODOLOGÍA.....	13
4.1 Ubicación del área de estudio.....	13
4.2 Procedimiento Técnico.....	14
4.3 Diseño experimental.....	16
4.4 Variables a evaluar.....	17
4.5 Parámetros a medir.....	17
4.6 Tratamiento de datos.....	17
V.RESULTADOS ESPERADOS, PROCEDIMIENTO Y CONCLUSIONES.....	18
VI. CONCLUSIONES.....	26
VII. APORTE AL PERFIL PROFESIONAL.....	27
VIII.REFERENCIAS.....	28
IX.ANEXOS.....	31

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 localización del área de experimental ubicado en el CBTA 11 .....	16
Fig. 2. del 28 al 30 de agosto se construyó el invernadero. ....	21
Fig. 3 materiales químicos que se utilizaron para el germoplasma .....	22
Fig. 4 ubicación y colecta del germoplasma.....	23
Fig.5 desinfección de estacas .....	25
Fig. 6 llenado de vasos y siembra del gemoplasm.....	26
Fig.7 brotes de negrito ( <i>simarouba glauca</i> ).....	27

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de los tratamientos .....	19
---	----

## I. INTRODUCCIÓN

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 último 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 *Swieteniamacrophylla* (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, *Dendropanaxarboreus* (L). Planch. &Decne (sac-chacá), *Platymisciumyucatanum* Standley (granadillo), *Pseudobombaxellipticum* (Kunth) Dugand (amapola), *Simarouba glauca* DC (negrito), *Cordiadodecandra* DC (ciricote) *Swartziacubensis* (Britton& P. Wilson) Standl (katalox), *Lysilomalatisiliquum* L. (tzalam), *Metopiumbrownei* (Jacq) Urban (chechem), *Sickingiasalvadorensis* Standley, (chacte-kok), *Manilkarazapota* (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., *Swieteniamacrophylla* K, *Calophyllum brasiliense* Cambess, *GuaiacumSanctum* L., *Simarouba glauca*, *Dendropanaxarboreus* y *Sickingiasalvadorensis*.

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 propone el siguiente proyecto “Propagación de las especies forestales, 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, *Negrillo (simarouba glauca)*, 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).

#### **3.2 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).

### **3.3 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 co-factores (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 hidrazidamaleica; 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)

### 3.4 Descripción de las Especie.

Negrilo (*Simarouba glauca*).

De acuerdo a la Annales du muséum national d'histoire naturelle; 17: 424. 1811. Esta especie presenta las siguientes características; especie de la familia Simaroubaceae abundante distribución poblacional, que es conocida como negrito (México); Aceituno (Tuxtla Gutiérrez, Pajulilté, El Real, Chis.); Passak, Pask', X-pasak'il (Yuc.); Pasaque, Pasaque, Zapatero (Palenque, Chis.). Su sinonimia es *Simarouba medicinalis* Endl. y *Simarouba officinalis* Macfad.

Es una especie que tiene forma de árbol caducifolio, de 15 a 20 m (hasta 30 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de 30 a 80 cm. Con copa irregular y hojas alternas, pinnadas, de 10 a 40 cm de largo, incluyendo el pecíolo, compuestas por 8 a 16 folíolos de forma irregular, oblongos u oblanceolados, con el margen entero; glabros y carnosos; nervación central amarillenta. Tronco derecho, fuste limpio de 8 m. Ramas ascendentes. Corteza externa fisurada, pardo amarillenta a moreno grisácea. Interna de color crema amarillento cambiando a pardo, extremadamente amarga. Grosor total: 12 a 30 mm. Flores en panículas axilares y terminales laxas y amplias, de 20 a 30 cm de largo, glabras; flores actinomorfas, 8 a 9 mm de diámetro; cáliz verde, cupular; pétalos de color crema verdoso o crema amarillento. Fruto(s) en drupas ovoides agregadas en grupos de 2 a 5, de 1.5 cm de largo, ligeramente angulosas, amarillo rojizas a rojas, muy astringentes cuando inmaduras, contienen una semilla. Las semillas son de 1.5 a 2 cm de largo. Raíz. No disponible. Sexualidad. Dioica.

Se encuentra en la vertiente del Golfo desde el Istmo de Tehuantepec hasta la Península de Yucatán y en la vertiente del Pacífico desde Colima hasta Chiapas.

Altitud: 0 a 500 (800) m. Estados. Camp. Chis. Col. Q. Roo. Tab. Yuc. Se extiende desde el sur de México (Yucatán), Centro América, bosques tropicales secos de Panamá y parte norte de América del Sur, así como en las islas del Caribe: Cuba, Haití, Jamaica. Prospera en laderas y en sitios planos. Crece relativamente rápido en sitios desmontados. El desarrollo de la planta se da mejor en los suelos más profundos del tipo vertisolpélico, luvisol crómico y rendzina, con pH ácido a neutro o alcalino. Prefiere suelos arenosos.

Sus usos son múltiples, por ejemplo es artesanal [madera]. Se utiliza como sustituto del pino. Es un combustible [madera, semilla (aceite)]. Se consume como leña recién cortada y fresca. El aceite de las semillas se emplea localmente con fines de iluminación. Es comestible (fruta, aceite) [fruto, semilla (aceite)]. Los frutos frescos con aspecto de aceituna son comestibles, aunque no de buena calidad, por lo que no son muy estimados. La pulpa del fruto es dulce pero un poco astringente. La almendra de la semilla produce un 62 % de aceite comestible y contiene un glucósido cristalino tóxico. Sirve para construcción [madera]. Construcción rural. Construcciones interiores. Para implementos de trabajo [madera]. Implementos agrícolas y mangos para herramientas. Es industrializable [madera]. Ha sido ensayada para pulpa para papel. Es maderable [madera]. Especie maderable con posibilidades comerciales. La madera no presenta problemas para el aserrado y secado. Su madera blanda, cremosa y ligera puede usarse como la madera de ocote, para cajas de empaque, embalajes y cabos de fósforos, enchapado, tacones para zapatos de mujer, duela, lambrín, postes, centros de triplay, muebles baratos, gabinetes, carpintería ligera, ebanistería, acabados de interiores, armazones, chapa desenrollada, tableros aglomerados. Medicinal [corteza, hojas, raíz, madera, semilla]. Propiedades y acciones: Amebicida, analgésico, antihelmíntico, antibacterial, antimicrobial, vermífugo, febrífugo, estomáquico, sudorífico, tónico, citotóxico. La infusión amarga de la corteza contiene el alcaloide causina y se ha usado como un hemostático para

detener el sangrado, contra las dispepsias atónicas, como tónico para la debilidad general.

Su regeneración es natural, con abundantes individuos poblacionales; las plántulas y los individuos juveniles de este árbol llegan a estar bien representados con la apertura de claros. Se han experimentado otras técnicas para su reproducción, pero no se ha sistematizado, en forma asexual se ha practicado: 1. Acodo aéreo. 2. Brotes o retoños. 3. Estacas. Cortes de tallo. 4. Injerto. Reproducción sexual. 1. Semilla (plántulas). Pero se requiere liberar estas técnicas para mayor garantía en la reproducción.

## 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

## **4.2 Procedimiento Técnico.**

**a) Localización de sitios de colecta y selección de planta madre.** Las varetas se colectaron en el ejido de Huay-pix, San Román y Reserva Ecológica del ITZM, que se ubican en la zona sur de Quintana Roo, en la franja que limita con el Estado de Campeche. Donde se colectaron de arboles madre juveniles, ya que se consideran que tienen mayor capacidad de división celular y se obtuvieron de zonas meristemáticas; para esto se tomo en cuenta el estado de sanidad de las plantas (libre de plagas y enfermedades).

**b) Colecta de estacas.** Una vez seleccionadas las zonas meristemáticas o zonas de brotes ortotrópicos, que deben ser sanos y vigorosos, se procedió al corte de las estacas en diversas dimensiones y grosores (con pinzas), los entrenudos terminales se eliminaron, 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 fueron introducidas 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 para obtener 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 utilizaron 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.** Se sumergieron 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 aplicó la solución del regulador de crecimiento vegetal *Rooting*®, mediante el método de inmersión rápida que, consiste 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 realizó 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 realizó de acuerdo a los tratamientos. La instalación del ensayo, fue en la mañana y el invernadero se protegió previamente con mallasombra al 80%.

**d) Labores culturales.** Cuando una vez que las estacas fueron establecidas, se armó una especie de propagador que se mantuvo cerrado y solo se abrió para riego utilizando un aspersor manual, creando un ambiente interno de alta humedad que deberá favorecer el enraizamiento y desarrollo de brotes. Se utilizaron dos reguladores de crecimiento vegetal de tipo comercial para el desarrollo de raíces (*rooting*®) y desarrollo de brotes (*agromil plus*®). El *rooting*® se aplicó en el momento de establecer los ensayos y tres aplicaciones periódicas en forma quincenal; el *agromil plus*®, se aplicó en el momento de establecer los ensayos con aplicaciones adicionales cada ocho días.

### 4.3 Diseño experimental

El sustrato comercial que se empleo para todos los tratamientos de este ensayo fue el *cosmopeat*, 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 se probaron 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 tuvo 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

#### 4.4 Variables a evaluar.

Las variables que se evaluaron en este estudio son:

- a) Enraizamiento
- b) Desarrollo de brotes

#### 4.5 Parámetros a medir. (Caracteres de cada estaca)

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

#### 4.6 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 realizaron 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 ESPERADOS.

En este protocolo de investigación buscamos resultados que nos ayuden a la propagación de *negrito* (*simarouba glauca*) mediante reproducción vegetativa bajo condiciones de invernadero, una de las primeras cosas que se realizo fue construir el invernadero donde se establecieron los experimentos.

El lunes 2 de septiembre del 2013 se ubicó el área donde el invernadero fue construido, limpiamos el área en donde se establecería el invernadero para así evitar lo menos posible de que nuestras estacas (*simarouba glauca*) pudiesen contaminarse de alguna plaga u hongos, se cortaron postes cada uno de ellos con sus medidas correspondientes para el invernadero que llevo las siguientes medidas: 5 m de largo por 3 de ancho y 2 m de altura, una vez que el armazón de los postes se terminó fueron cubiertos con la maya sombra a un 80% de sombra que necesitan las estacas en el invernadero.



Fig. 2. del 28 al 30 de agosto se construyó el 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
- peatmoss, sustrato comercial para la mezcla con el sustrato natural ( suelo negro)



Fig. 3 materiales químicos que se utilizaron para el germoplasma

## **Primer experimento**

El día 3 de septiembre del 2013 se realizó el primer experimento, que consistió en la recolecta de las estacas y su plantación en las charolas esto como un ensayo, sin agregarle químicos al germoplasma (varetas) la tierra que fue utilizada era de color negra la cual fue humedecida y posteriormente se introdujeron las estacas en las charolas llenas de tierra. En este primer experimento los resultados que se obtuvieron fueron poco favorables ya que en brotes solo se obtuvieron un brote en dos estacas en todas las demás un hubo ni brotes ni mucho menos enraizamiento, al paso de dos semanas los brotes alcanzaron 1.1 cm de crecimiento y debido a lluvias y exceso de humedad callo hongos en las estacas lo cual causo que estas no se terminaran de desarrollar durante más tiempo.



Fig. 4 ubicación y colecta del germoplasma

### **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 realizó todo el procedimiento comenzamos 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 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.

Mezcla del sustrato *peatmoss* con el suelo negro

El sustrato comercial que se empleo para todos los tratamientos de este ensayo fue el *peatmoss*, 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.

### **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.5 desinfección de estacas

Por último antes de establecer las estacas en el medio propagador en esta caso utilizamos vasos del número 4, se aplicó 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 realizó con mucho cuidado, haciendo hoyos de 2 cm de profundidad,

Se utilizó una estaca para realizar el hoyo y que las estacas no fueran dañadas de la parte que se enterraría una vez hecho lo mencionado se enterraron las estacas y les hicimos presión con los dedos alrededor de ellas para que no se cayeran, en este experimento número 2 utilizamos vasos para la obtención de mejores resultados.

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

## Observaciones y resultados del experimento 2

En este experimento se pensó que obtendrán mejores resultados ya que se le agregó los químicos correspondientes, pero ocurrió todo lo contrario no se obtuvo ningún resultado, al parecer lo que perjudicó esta especie (*simarouba glauca*) fue un hongo que le empezó a caer como a los 5 días de plantadas las estacas, se hizo todo lo posible por combatirla pero no se pudo ya que no supimos el tipo de hongo que nos estaba afectando.



Fig. 6 llenado de vasos y siembra del gemoplasma

### Experimento No 3. Se inició el día 27 de octubre hasta la fecha de hoy

La colecta del germoplasma se realizó en el ejido de san Román la única diferencia de este último experimento es que ya no utilizamos las medidas de los experimentos anteriores y fueron plantadas en tebetes medianos

En dicho experimento las varetas fueron de 15 cm en adelante y con diferentes grosores, el total de varetas fue de 30

A este experimento se le agregaron los mismos químicos que al anterior, la observación la estamos llevando acabo cada segundo día, regamos cada tercer día si es que estas lo requieren ya que últimamente ha estado lloviendo mucho por lo cual nos vimos en la necesidad de colocar un nailon sobre la maya sombra para el nailon también es retirado cuando el cielo se despeja y así recibir más sol y evitar el aumento de la temperatura a causa del nailon proteger las estacas, que no tengan un exceso de humedad y evitar la formación de algún hongo o plaga.

Al parecer en el experimento #3 eh obtenido mejores resultados que en los anteriores, desde nuestro punto de vista pensamos que hubiéramos obtenido mejores resultados si el establecimiento de dichos experimentos hubiese sido en tiempos menos lluviosos ya que esto nos afectó de una manera muy relevante.

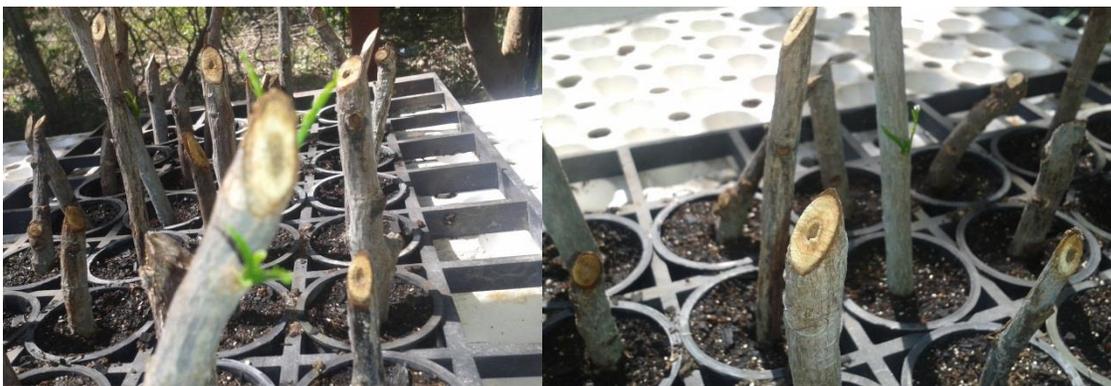


Fig.7 brotes de negrito (*simarouba glauca*)

## 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.

En este experimento 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 más de la mitad de 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 benefició ya que pudimos observar que esta especie si puede llegar a reproducirse, por lo ya dicho anteriormente.

## VII. APORTE AL PERFIL PROFESIONAL

- Aprendizaje de conocimientos
- Desarrollo de responsabilidades
- Organización
- Corte de estacas para reproducción vegetativa
- Conocimientos con respecto a la especie negrito (*simarouba glauca*)
- Uso de químicos
- Conocimiento de otras especies
- Sociabilidad con las personas de otros ejidos

## 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.

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.

Calvo, J. 2000. El estado de la caoba en Mesoamérica: memorias del taller. PROARCAS-CAPA, Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica.

Chapela, 2009; (Snook et al., 2003; Barton y Merino, 2004; Chan, 2005; Bray et al., 2007a; Chapela, 2009).

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.

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).

CONAFOR. 2004. Compendio de Estadísticas Ambientales. Producción Forestal Maderable por Grupo de Especie. Especies Preciosas.

Duarte, O. 1984. Propagación Sexual de las Plantas. Biblioteca Agropecuaria del Perú. NETS Editores. Perú.

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.

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.MexicoDF.pp 267-300.

Gupta, B. B.; Kumar, A. and. Negi, D. S. 1993. Vegetative propagation through branch cuttings in *DalbergiasissooRoxb*. En: *IndianForester*. Vol. 119, no.5; p. 381-387.

Hartmann H. y D. Kester.1980.Propagación de Plantas, Principios y Prácticas. Edit. Continental.México.

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.

Hudson T. Hartmann y Dale E. Kester, 1987.Propagación de plantas, principios y prácticas. Primera edición. Compañía Editorial Continental S.A. México. 760 p.

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. (Kunth) Dugand

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.

LobatoArtiga, S. D. 1998. Desarrollo de métodos de propagación para la conservación y propagación ex situ de especies de Sapotáceas: *Pouteriasapota*

(Jacq). Turrialba, Costa Rica. 131 h. Tesis Maestría en Ciencias Forestales Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Departamento Manejo de Recursos Forestales.

McNeely, J.A. 1995. Keep all the pieces: Systematics 2000 and world conservation. *Biodiv. Conserv.*, 4: 510-519.

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.

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.

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.

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 (*Swieteniamacrophylla*): experiences in Mexico's community forests. *Unasylva*, 54 (214-215): 58-73.

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.

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

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

IX.ANEXOS







