

**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**



**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**

**REPRODUCCIÓN ASEXUAL DE CINCO ESPECIES FORESTALES,  
DE LA AMAZONÍA ECUATORIANA.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO FORESTAL**

**Autor:**

**NERVO ETUDIN VERDEZOTO OLALLA**

**Director:**

**Ing. M. Sc. BUENAVENTURA CHANDI QUELAL**

**QUEVEDO – LOS RÍOS- ECUADOR**

**2012**



# **UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

## **FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**

### **CARRERA DE INGENIERIA FORESTAL**

Tesis de grado presentada al Honorable Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de:

Ingeniero Forestal

TEMA:

REPRODUCCION ASEXUAL DE CINCO ESPECIES FORESTALES DE LA AMAZONIA  
ECUATORIANA

APROBADO POR:

---

Buenaventura Chandi Quelal Ing. M.Sc.  
**DIRECTOR DE TESIS**

---

Elias Quasquer Fiel Ing.For.M.Sc  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Fidel Troya Zambrano Ing. For. M.Sc.  
**INTEGRANTE DEL TRIBUNAL**

---

Mercedes Carranza Patiño Ing. For. M.Sc.  
**INTEGRANTE DEL TRIBUNAL**

# **CERTIFICACION**

El suscrito Ing. Buenaventura Chandi Quelal catedrático de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, CERTIFICA: que el Egresado **NERVO ETUDIN VERDEZOTO OLALLA** de la Escuela de Ingeniería Forestal, realizo bajo mi dirección el trabajo de investigación tituladas REPRODUCCION ASEXUAL DE CINCO ESPECIES FORESTALES DE LA AMAZONIA ECUATORIANA habiendo cumplido con todas las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

---

Buenaventura Chandi Quelal Ing. For. M.Sc  
**DIRECTOR DE TESIS**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**

**CERTIFICADO DE AUTORÍA**

El documento de tesis con título **“REPRODUCCIÓN ASEXUAL DE CINCO ESPECIES FORESTALES DE LA AMAZONÍA ECUATORIANA”** ha sido desarrollado por **NERVO ETUDIN VERDEZOTO OLALLA** con C.C. N° 1707379531 persona que posee los derechos de autoría y responsabilidad, restringiéndose la copia o utilización de cada uno de los productos de esta tesis sin previa autorización.

---

**NERVO ETUDIN VERDEZOTO OLALLA**

## DEDICATORIA

A Dios por siempre bendecirnos y darnos fuerzas a mi familia y a mí.

A La Lcda. Norma Aguilar por darme siempre apoyo y amor, por ser mi fuerza para seguir adelante y alcanzar mis metas.

A mi familia y a mis amigos que siempre me han dado su apoyo.

NERVO ETUDIN VERDEZOTO OLALLA

## AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios, por la fortaleza, sabiduría, recursos y tiempo requerido para terminar este estudio con éxito.

Al Sr. Ing. M.Sc. CHANDI BUENAVENTURA, por la orientación y el tiempo dedicado a la revisión de este documento y por sus valiosos aportes que están incorporados en el mismo.

A todas aquellas personas que fueron mis tutores-profesores, las mismas que como excelentes profesionales y maestros, de una u otra forma tuvieron un importante grado de participación durante mi período de formación y estudio en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, y de donde llevo los mejores conocimientos para el desarrollo y gestión empresarial, y, la ética profesional necesaria para desempeñarme de mejor forma en la vida diaria, profesional y laboral.

## CONTENIDO

<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
A. Justificación.....	3
B. Objetivos .....	4
1. GENERAL.....	4
2. ESPECÍFICOS .....	4
C. Hipótesis.....	4
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	5
A. Características Botánicas de las Especies en Estudio.....	5
1. Caoba ( <i>Swietenia macrophylla</i> ). .....	5
2. Tachuelo. ( <i>Zanthoxylum sp.</i> ).....	7
3. Guayacán pechiche.- ( <i>Minquartia guianensis</i> ). .....	8
4. Dormilón ( <i>Pentaclethra maculosa</i> ).....	9
5. Mascarey ( <i>Hyeronima alchorneoides</i> Allem.).....	11
B. Generalidades de la Propagación Vegetativa .....	12
1. Reproducción Vegetativa .....	12
2. Enraizamiento de Estacas .....	13
3. Fisiología del enraizamiento .....	14
4. Diferencias entre las Zonas Apicales y Basales de la Rama .....	15
5. Ventajas de Propagar Especies Forestales .....	15
6. Reguladores de Crecimiento.....	16
7. Ventajas de la Propagación Vegetativa .....	18
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	20
A. Localización del estudio. ....	20
B. Materiales.....	21
1. Materiales de Invernadero .....	21
2. Material Experimental, Reactivos e Insumos .....	21
3. Materiales de oficina .....	21
C. Factores en estudio.....	21

1. Factor A .....	21
2. Factor B .....	21
D. Diseño Experimental .....	22
E. Combinaciones de los Tratamientos .....	22
F. Mediciones Experimentales.....	23
1. Número de Raíz.....	23
2. Longitud de Raíz.....	23
3. Número de Brote.....	24
4. Longitud de Brote.....	24
5. Porcentaje de Supervivencia .....	24
G. Metodología.....	24
1. Selección del Material Vegetativo .....	24
2. Sustrato Empleado.....	25
3. Desinfección del Material Vegetal.....	25
4. Siembra de los Brotes.....	25
5. Riego.....	25
6. Transplante de Ramillas Enraizadas.....	25
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>26</b>
A. Efecto simple de la propagación asexual en la variable Número de Raíces de cinco especies forestales de la Amazonía Ecuatoriana. ....	26
1. Especies forestales .....	26
2. Hormonas .....	26
3. Interacción Especies por Hormonas. ....	27
B. Efecto simple de la propagación asexual en la variable Longitud de Raíz de cinco especies forestales de la Amazonía Ecuatoriana. ....	28
1. Especies forestales .....	28
2. Hormonas .....	28
3. Interacción Especies por Hormonas. ....	29
C. Efecto simple de la propagación asexual en la variable Número de Brotes en la Propagación Vegetativa de cinco especies forestales de la Amazonía Ecuatoriana.....	30

1. Especies forestales .....	30
2. Hormonas .....	30
3. Interacción Especies por Hormonas. ....	31
D. Efecto simple de la propagación asexual en la variable Longitud de Brotes en la Propagación Vegetativa de cinco especies forestales de la Amazonía Ecuatoriana.....	32
1. Especies forestales .....	32
2. Hormonas .....	32
3. Interacción Especies por Hormonas. ....	33
E. Efecto simple de la propagación asexual en la variable Porcentaje de Supervivencia en la Propagación Vegetativa de cinco especies forestales de la Amazonía Ecuatoriana.....	34
1. Especies forestales .....	34
2. Hormonas .....	34
3. Interacción Especies por Hormonas. ....	35
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>36</b>
<b>VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>39</b>
A. Conclusiones .....	39
B. Recomendaciones.....	40
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>41</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Condiciones climáticas de la zona del proyecto .....	20
<b>Tabla 2.</b> Combinación de los Tratamientos en Estudio.....	22
<b>Tabla 3.</b> Promedios del efecto simple de los factores, especies forestales por Hormona ANA y AIB en la variable Número de Raíces en la Propagación asexual de cinco especies forestales de la Amazonía Ecuatoriana a los 45 días de establecido el experimento (2011). .....	26
<b>Tabla 4.</b> Promedios del efecto simple de los factores, especies forestales por Hormona ANA y AIB en la variable Longitud de Raíz en la propagación asexual de cinco especies forestales de la Amazonía Ecuatoriana a los 45 días de establecido el experimento (2011). .....	28
<b>Tabla 5.</b> Promedios del efecto simple de los factores, especies forestales por Hormona ANA y AIB en la variable Número de Brotes en la Propagación Vegetativa de cinco especies forestales de la Amazonía Ecuatoriana a los 45 días de establecido el experimento (2011).....	30
<b>Tabla 6.</b> Promedios del efecto simple de los factores, especies forestales por Hormona ANA y AIB en la variable Longitud de Brotes en la Propagación Vegetativa de cinco especies forestales de la Amazonía Ecuatoriana a los 45 días de establecido el experimento (2011) .....	32
<b>Tabla 7.</b> Promedios del efecto simple de los factores, especies forestales por Hormona ANA y AIB en la variable Porcentaje de Supervivencia en la Propagación Vegetativa de cinco especies forestales de la Amazonía Ecuatoriana a los 45 días de establecido el experimento (2011) .....	34

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación Geográfica de la Provincia de Orellana .....	20
<b>Figura 2.</b> Interacción de los factores especies forestales por hormona ANA y AIB en la variable Número de Raíces en la “Propagación Asexual de cinco especies forestales de la Amazonía Ecuatoriana a los 45 días de establecido el experimento” (2011). .....	27
<b>Figura 3.</b> Interacción de los factores especies forestales por hormona ANA y AIB en la variable Longitud de Raíces en la Propagación Asexual de cinco especies forestales de la Amazonía Ecuatoriana a los 45 días de establecido el experimento (2011). .....	29
<b>Figura 4.</b> Interacción de los factores especies forestales por hormona ANA y AIB en la variable Número de Brotes en la Propagación Asexual de cinco especies forestales de la Amazonía Ecuatoriana a los 45 días de establecido el experimento (2011). .....	31
<b>Figura 5.</b> Interacción de los factores especies forestales por hormona ANA y AIB en la variable Longitud de Brotes en la Propagación Asexual de cinco especies forestales de la Amazonía Ecuatoriana a los 45 días de establecido el experimento (2011). .....	33
<b>Figura 6.</b> Interacción de los factores especies forestales por hormona ANA y AIB en la variable Porcentaje de Supervivencia en la Propagación Asexual de cinco especies forestales de la Amazonía Ecuatoriana a los 45 días de establecido el experimento (2011). .....	35

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Protocolo de propagación vegetativa.....	44
Anexo 2. Cuadros de análisis de varianzas de las variables: a) número de raíz, b) longitud de raíz, c) número de brote, d) longitud de brote, e) porcentaje de sobrevivencia.....	46
Anexos 3. Fotografías del proceso desarrollado durante el ensayo.....	49

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en la provincia de Orellana, en el Cantón Joya de los Sachas, en la Estación Experimental ubicada en el Barrio Jaime Roldós, Av. Jaime Roldós y Calle C, en el período comprendido de enero a noviembre del 2009.

El objetivo planteado fue evaluar la reproducción asexual de cinco especies forestales de la Amazonía Ecuatoriana: *Swietenia macrophylla* (Caoba), *Minquartia guianensis* (Guayacán Pechiche), *Zanthoxylum sp.* (Tachuelo), *Pentaclethra macroloba* (Dormilón) y *Hyeronima alchorneoides* Allem, (Mascarey.) con la aplicación de reguladores del crecimiento, ANA (Acido Naftalen Acético) y AIB (Acido Indol Butírico) en distintas concentraciones.

Se aplicó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial cinco por cuatro con 20 tratamientos cuatro repeticiones y cuatro observaciones por unidad experimental, para establecer diferencias estadísticas entre tratamientos se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey ( $P = 0,05$ ). A los 45 días se evaluaron las variables: número de raíz, longitud de raíz, número de brote, longitud de brote y porcentaje de sobrevivencia. Después de realizar los análisis estadísticos, se registró diferencia significativa en el número de raíces, siendo el promedio más alto el obtenido en el Tratamiento T3 (Caoba +  $1,500 \text{ mg Kg}^{-1}$  ANA +  $1,500 \text{ mg Kg}^{-1}$  AIB), para las variables restantes no se registraron diferencias estadísticas. A través esta investigación queda demostrado que la aplicación de reguladores del crecimiento en especies como la caoba influyen favorablemente en la obtención de plántulas con fines de reforestación

## SUMMARY

This research was conducted in the province of Orellana, the Jewel of the Sachas Canton, at the Experimental Station located in the Barrio Jaime Roldós, Jaime Roldós Avenue and C Street, in the period from January to November 2009.

The objective was to assess the asexual reproduction of five species of the Ecuadorian Amazon forest: *Swietenia macrophylla* (mahogany), *Minquartia guianensis* (Guayacán Pechiche), *Zanthoxylum* sp. (Tachuelo) *Pentaclethra macroloba* (Sleepy) and *Hyeronima alchorneoides* Allem (Mascarey.) with the application of growth regulators, NAA (naphthalene acetic acid) and IBA (Indole Butyric Acid) in different concentrations.

We used a design applied a completely randomized design with factorial arrangement five by four with 20 treatments and four replicates four observations per experimental unit, to establish statistical differences between treatments was used multiple range test of Tukey ( $P = 0, 05$ ). At 45 days following parameters were evaluated: number of roots, root length, shoot number, shoot length and survival rate.

After performing statistical analysis, there was significant difference in the number of roots, with the highest average obtained in the treatment T3 (Mahogany + 1,500 mg kg<sup>-1</sup> ANA + 1,500 mg kg<sup>-1</sup> IBA) for the variables remaining there were no statistical differences.

Through this research demonstrated that the application of growth regulators in species such as mahogany favorably influence the production of seedlings for reforestation.

( DUBLIN CORE) ESQUEMAS DE CODIFICACION

1.	<b>Título</b> / Title	M	Reproduccion Asexual de cinco especies forestales de la amazonia ecuatoriana.
2.	<b>Creador</b> /Creator	M	Verdezoto N; Universidad Técnica Estatal Quevedo
3.	<b>Materia</b> /Subject	M	Ciencias Ambientales; Reproducción Asexual de cinco especies forestales; Sector Ambiente
4.	<b>Descripción</b> /Description	M	El trabajo experimental se realizo en la provincia de Orellana, en el cantón Joya de los Sachas, en una estación experimental acondicionada para la reproducción asexual de especies forestales ubicada en el barrio Jaime Roldos Av. Jaime Roldos y Calle C, en el periodo comprendido entre Abril del 2010 hasta Abril del 2012.
5.	<b>Editor</b> /Publisher	M	FACAMB; Carrera Ingenier+ia Forestal; Verdezoto N
6.	<b>Colaborador</b> /Contributor	O	Ninguno
7.	<b>Fecha</b> /Date	M	20/04/2012
8.	<b>Tipo</b> /Type	M	Tesis de Grado; Artículo
9.	<b>Formato</b> /Format	R	.doc MS Word 2010; pdf.
10.	<b>Identificador</b> /Identifier	M	<a href="http://biblioteca.uteq.edu.ec">http:// biblioteca.uteq.edu.ec</a>
11.	<b>Fuente</b> / Source	O	Investigación Ambiental. Reproducción Asexual de cinco especies forestales de la Amazonía Ecuatoriana; (2012)
12.	<b>Lenguaje</b> /Lenguaje	M	Español
13.	<b>Relación</b> /Relation	O	Ninguno
14.	<b>Cobertura</b> /Coverage	O	Localización Amazonía
15.	<b>Derechos</b> /Right	M	Ninguno
16.	<b>Audiencia</b> /Audience	O	Tesis de Pregrado/Bachelor Thesis

## I. INTRODUCCIÓN

El Ecuador es considerado en el mundo como un país con una enorme biodiversidad, a pesar de su reducido territorio tanto a nivel genético, como de variedad de especies y de ecosistemas.; esta razón justifica su inclusión en el pequeño grupo de países megadiversos. Este privilegio obliga a todos los ecuatorianos a mantener una constante responsabilidad frente a la flora y fauna para su conservación y riqueza.

Sin embargo, según datos de la FAO (2007), Ecuador es el país de Latinoamérica con la mayor tasa de deforestación anual. En la actualidad se continúa deforestando los remanentes de bosque primario por apertura de nuevos caminos vecinales como sinónimo de progreso y desarrollo de la región, y para facilitar la intercomunicación entre asentamientos humanos y el comercio de productos agrícolas, en detrimento de la morfología y paisaje naturales.

La Amazonía ecuatoriana representa el 3% de toda la superficie de la cuenca amazónica, pero a nivel nacional este porcentaje representa el 50% del territorio del país. Esta región incluye a toda la superficie ubicada bajo los 1.300 m. de altitud del flanco oriental de la cordillera andina. En esta región se reporta nueve formaciones naturales y contiene un *hot spot* – categoría de reconocimiento de áreas de alta biodiversidad con serias amenazas (Myers 1990, citado en: Josse *et al.*, 2001); en los cuatro últimos decenios, en la Amazonía se ha perdido aproximadamente el 16% de la cobertura vegetal original (Sierra 1999, citado en: Josse *et al.*, 2001). La deforestación a mayor escala en esta región se inició en la década de los años 1960, con el auge de la explotación de petróleo y con los procesos de reforma agraria y colonización.

Por lo tanto, es imperante la conservación de los bosques tropicales de la Amazonía, ya que, debido a la presencia de muchos factores como: altas temperaturas, fuerte radiación solar, alta incidencia de lluvias, cambios drásticos de temperatura, baja fertilidad de los suelos, la rápida filtración de nutrientes, etc.

han ocasionado que las especies amazónicas se adapten a estas condiciones, tornándose altamente especializadas y muy frágiles.

Por las características particulares de adaptación ya mencionadas, la conservación de la Amazonía ecuatoriana no puede ser tratada en parcelas. La parte norte de la Amazonía ya está fuertemente impactada por las acciones contaminantes que ejercen las petroleras, y la parte central está en proceso de intervención. Es indudable que la actividad petrolera fragmenta la unidad ecosistémica de la Amazonía provocando un enorme desequilibrio ecológico. (Carrera L, 1983)

Resulta imperante plantear soluciones rápidas y eficientes que promuevan el desarrollo de especies representativas de esta región, propuesta de esta investigación, cuyo objetivo primordial es la reproducción asexual o vegetativa de cinco especies forestales que garanticen la obtención de semillas a corto plazo y repoblar zonas deforestadas.

## **A. Justificación**

En la Amazonía ecuatoriana el ambiente se ha ido degradando paulatinamente ya sea por las actividades petrolíferas o por la tala indiscriminada de los bosques por parte de nativos y colonos. Las grandes empresas madereras y la mala política del Estado sobre la protección y conservación del bosque han originado que ciertas especies estén en peligro de extinción.

Ante esta situación, surge la necesidad de establecer nuevos métodos más prácticos y sencillos como es la propagación vegetativa, especialmente en especies cuyas semillas se tornan difíciles de adquirir. Además se ha tomado en cuenta que este método es necesario aplicarlo por las exigencias de la zona ya que se considera muy húmeda. Mediante dicho método se puede obtener una nueva planta en un período corto de tiempo y poder así reemplazar a aquellos árboles que han sido explotados por diferentes razones. La propagación vegetativa es de gran utilidad en las prácticas de mejoramiento genético, la que permite mantener la misma condición fisiológica del árbol padre propagada, permitiendo obtener flores a poca altura, lo que facilita el trabajo de polinización dirigida.

Con los antecedentes expuestos se proponen los siguientes objetivos:

## **B. Objetivos**

### **1. GENERAL**

Evaluar la reproducción asexual de cinco especies forestales de la Amazonía Ecuatoriana con la aplicación de reguladores del crecimiento.

### **2. ESPECÍFICOS**

- Seleccionar la mejor especie para recomendar en repoblaciones forestales de la zona.
- Establecer el tratamiento adecuado para la reproducción asexual de especies forestales en un periodo de tiempo corto.

## **C. Hipótesis**

- La aplicación de reguladores del crecimiento en la reproducción asexual de las cinco especies forestales de la amazonia ecuatoriana influirá de manera favorable en la obtención de plántulas con fines de reforestación.

## II. MARCO TEÓRICO

### A. Características Botánicas de las Especies en Estudio

#### 1. Caoba (*Swietenia macrophylla*).

##### a. Taxonomía

Reino	:	Vegetal
Subreino	:	Embryobionta
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Subclase	:	Rosidae
Orden	:	Sapindales
Familia	:	Meliácea
Género	:	Swietenia
Especie	:	Swietenia macrophylla.
Nombre Común	:	Caoba.

##### b. Descripción de la especie.

*Swietenia macrophylla* (Caoba) es un árbol de gran tamaño, de 30 a 60 metros de altura con el fuste limpio hasta los 25 metros de altura, los árboles adultos miden entre 75 a 350 cm a la altura del pecho.

- Copa: con diámetro de 14 m presenta ramitas gruesas de color castaño con muchos puntos levantados ó lenticelas.
- Fuste: recto, libre de ramas en buena proporción, bastante cilíndrico, los contrafuertes pueden tener una altura de más de 4 metros.

- Corteza: externa color café rojizo oscuro con muchas fisuras profundas a lo largo del fuste, la corteza interna es de un color rosado rojizo hasta cafésáceo.
- Hojas: alternas grandes, paripinnadas alternas de 20 a 40 cm de largo; pecioladas, portando de 6 a 12 folíolos delgados oblicuamente lanceolados por lo regular de 8 a 15 cm de largo y 2.5 a 7 cm de ancho, acuminados en el ápice, agudos o muy oblicuos en la base. Haz verde oscuro brillante, envés verde pálido.
- Flores: colocadas sobre panículas de 10 a 20 cm de largo o más, glabras; cáliz 2 a 2.5 mm

#### **c. Distribución geográfica.**

El área de distribución fitogeográfica de la Caoba está en zonas con climas tropicales y subtropicales, originalmente se la encuentra en México, Belice, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela, Brasil y Bolivia. Su distribución corresponde generalmente a los bosques húmedos tropicales.

La Caoba crece en altitudes que van desde 0 a 1.400 msnm, sobre variedad y condición de suelos (aluviales, alcalinos, volcánicos, metamórficos, calcáreos, profundos, ácidos, bien drenados y arcillosos). Puede ser encontrada en suelos periódicamente inundados, en terrenos ligeramente ondulados, en áreas relativamente planas y también en suelos pobres en nutrientes y arcillas

#### **d. Riesgos naturales.**

Uno de los problemas más comunes en plantaciones de *Swietenia* es el ataque de *Hypsiophyla grandella* que provoca deformaciones en los árboles afectados. Este

insecto mata el botón terminal, provocando la ramificación del árbol de caoba, con la consiguiente pérdida de la forma del tronco.

El ataque es más frecuente durante los primeros siete años de vida de la plantación; una medida para evitar el ataque de es plantar pocos árboles de Caoba por ha. En los últimos años hay experiencias exitosas, con los métodos mejorados de control del barrenador de la yema terminal y de otras plagas que atacan la Caoba (esqueletizador de la corteza y taladrador del tallo).

## **2. *Zanthoxylum sp.* (Tachuelo)**

### **a. Taxonomía**

Reino	:	Vegetal
Subreino	:	Viridiaeplantae
Clase	:	Magnoliopsida
Subclase	:	Rosidae
Orden	:	Sapindales
Familia	:	Rutaceae
Género	:	<i>Zanthoxylum</i>
Especie	:	Tachuelo
Nombre Común	:	Tachuelo

### **b. Descripción de la Especie**

Esta especie se distingue fácilmente por las siguientes características:

- Hojas compuestas, alternas con puntos translúcidos sin estípulas con hojuelas glabras de olor fuerte al estrujar.
- Flores en inflorescencias en panículas largas de color amarillo-verdoso.
- Frutos en cápsulas triangulares con fuerte olor resinoso con semillas pardo brillantes que desprenden una sustancia grasosa.
- Tronco con abundantes espinas cónicas muy fuertes sobre una corteza lisa.

Es un árbol que crece hasta los 30 metros de altura y 40 cm de diámetro, posee raíces tablares bajas, redondas, corteza de color claro gris con muchas verrugas y a menudo espinas cortas. Varias especies de este género producen madera de muy buena calidad, su madera es apetecida para la construcción de muebles. La corteza macerada en alcohol de caña se toma oralmente para el asma y molestias del pecho y la cocción para la dentadura.

Dentro del mercado se lo conoce como "West India Satin Wood", generalmente se lo encuentra en los bosques húmedos tropicales. Su nombre genérico significa madera amarilla.

### c. Distribución Geográfica

Desde México hasta América del Sur.

## 3. *Minquartia guianensis* (Guayacán pechiche)

### a. Taxonomía

Reino	:	Vegetal
Subreino	:	Embryobionta
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Orden	:	Fabales
Familia	:	Olacaceae
Género	:	<i>Minquartia</i>
Especie	:	<i>Minquartia guianensis</i> Aubl.
Nombres Comunes	:	Guayacán pechiche, Cuajada negra, Manú, Manú negro, Palo de piedra

## **b. Descripción de la Especie**

Crece en formaciones de bosque muy húmedo siempre verde de tierras bajas, en elevaciones inferiores a los 500 m, en sitios con topografía plano ondulado con pendientes entre 20-40% y una precipitación mayor a los 3500 mm anuales.

Es un árbol que crece hasta 35 metros de altura y 70 cm de diámetro. Sus raíces son tablares altas y agudas, su corteza contiene surcos largos y profundos.

La madera excesivamente pesada y durable con un peso específico de 0.91, albura amarilla y duramen pardo-oscuro, es muy resistente. En el proceso de secado presenta dificultades (muy lento), pierde peso de 4 a 10 %, es difícil de trabajar.

El duramen posee una alta durabilidad natural y es resistente al ataque de hongos, termitas y a la pudrición. Es muy utilizada en construcciones, durmientes, postes, puentes y construcciones navieras.

## **c. Distribución Geográfica**

Esta especie se encuentra en el bosque húmedo tropical. Está distribuida desde Nicaragua y Costa Rica hasta Venezuela, Ecuador, Brasil, y las Guayanas. (Jiménez, 1999).

## **4. *Pentaclethra maculoba* (Dormilón)**

### **a. Taxonomía**

Nombre común	:	Dormilón:
Nombre Científico	:	<i>Pentaclethra maculoba</i>
Familia	:	Mimosaceae

## **b. Descripción de la Especie**

La corteza externa es de color grisáceo, con fisuras. La corteza interna es de color rosado claro, la cual exuda una sustancia de color rojizo acuoso. Crece en el bosque húmedo tropical, bosque pluvial premontano y bosque pluvial tropical, a lo largo de los ríos o colinas.

Entre las características sobresalientes destacan: Es un árbol que alcanza una altura de 24 m y un diámetro hasta de 070 m, por encima de las bambas. Tronco recto y cilíndrico, acanalado con bambas. Hojas opuestas, alternas, bipinadas, con foliolos muy pequeños. Flores blancas, dispuestas en racimos terminales bura es de color rosado con transición gradual a duramen de color marrón rojizo. Olor distintivo. Sabor ausente o no distintivo. Brillo de mediano a brillante. Grano de recto a ligeramente entrecruzado. Textura gruesa. Veteado suave, producido por el parénquima.

Secado: Es moderadamente difícil de secar al aire libre presentando deformaciones. Durante el proceso de secado pierde su peso entre 10 y 30%, su densidad es de 0.75. En uso exterior su duración aproximada es de 5 a 10 años. Esta especie merece cultivarse más extensamente por su madera comercial y su valor como árbol de sombra y ornamental. .

Usos: Construcciones normales, para interiores y exteriores, pisos, Cajonería, muebles y armaduras para techos, chapas de triples, tableros de viruta y para moldes de fundición.

## **c. Distribución Geográfica**

Se encuentra desde Nicaragua, Costa Rica, Trinidad y Tobago, Guyana, Venezuela, hasta el Brasil, Colombia, Ecuador y en el bosque húmedo de la Costa del Pacífico.

## **5. Hyeronima alchorneoides Allem (Mascarey)**

### **a. Taxonomía**

Nombre común : Rosita, Mascarey (Ecuador)  
Nombre científico : Hyeronima alchorneoides Allem  
Familia : Euphorbiaceae

### **b. Descripción de la Especie**

Características organolépticas: Madera de color café rojizo, sin sabor ni olor característico. Superficie opaca, textura media a gruesa, grano predominantemente entrecruzado, vetado pronunciado por el efecto del grano entrecruzado el tamaño de los elementos vasculares

Propiedades físico-mecánicas: Densidad básica  $0.63 \text{ g/cm}^3$  muy pesada, compresión perpendicular  $101 \text{ Kg/cm}^2$ .

Secado: Es una madera moderadamente difícil de secar tanto al aire libre como en horno, secando a una velocidad muy rápida y desarrollando defectos de secado moderados. Para evitar que la madera pueda sufrir distorsiones durante el secado al aire libre, recomendamos que el secado se realice completamente bajo techo y colocarle pesas encima

Durabilidad natural: Es una madera muy durable, resistente al ataque de hongos y termitas.

Trabajabilidad: Moderadamente fácil de aserrar y trabajar con herramientas manuales, excelente para el torneado, taladrado, molduras y lijado aunque muy difícil de clavar.

Usos: Elaboración de muebles finos de alta calidad ya sea lineal o torneado, gabinetes, chapas decorativas y carpintería en general, también es utilizada en la elaboración de muebles fijos. (Espinal, 1986).

### **c. Distribución Geográfica**

Esta especie crece desde México, Belice a través de Centro América hasta Panamá, y en Sur América, Colombia, Ecuador, Perú y Brasil.

## **B. Generalidades de la Propagación Vegetativa**

### **1. Reproducción Vegetativa**

La propagación vegetativa es aquella que consiste en la formación de nuevos individuos a partir de nuevas partes del soma o cuerpo vegetal diferente de la semilla cigótica que reciben la denominación genérica de propágulos. En su forma más pura, puede decirse que la multiplicación de un individuo puede dar lugar a un número infinito de otros individuos, ya sea, en tiempo como en espacio, que no son sus hijos, sino que es el mismo individuo multiplicado infinidad de veces. En esta propagación no interviene la meiosis ni la fecundación sino solamente ocurre la mitosis, que como se sabe, da lugar a células diploides exactamente iguales en la información genética de sus cromosomas (Álvarez y Varona, 1988).

La propagación vegetativa o asexual se utiliza para producir una planta que posea el mismo genotipo que la planta madre (planta donadora) y esto es posible porque todas las células de una planta poseen la información genética necesaria y/o suficiente para reproducir la planta entera (Hartman, 1992).

Los usos más importantes de la propagación vegetativa son: preservación de genotipos mediante el uso de bancos clonales; multiplicación de genotipos convenientes para usos especiales, tales como huertos semilleros o áreas de

investigación; evaluación de genotipos y su interacción con el ambiente, a través "de pruebas clonales; y obtención de máximas ganancias genéticas al utilizarla para regeneración en programas operativos de plantación (Zobel y Talbert, 1988).

La propagación vegetativa de árboles forestales es ventajosa puesto que captura en su totalidad lo genético y produce rápidos resultados con mejoramiento en los rasgos, aditivos y no aditivos. Además es una forma de multiplicar fuentes seleccionadas de semillas, las cuales de otra manera serían escasas.

## **2. Enraizamiento de Estacas**

Las especies forestales tropicales son especialmente aptas para la clonación comparada con las especies de climas templados, debido a que aparentemente son más fáciles de propagar y su rápido crecimiento reduce el proceso de selección. Para seleccionar el material de propagación se puede tener en cuenta desde la selección de unos pocos individuos superiores (árboles plus), con los cuales se presentó la dificultad de tener un material muy maduro para propagación, hasta evaluar un gran número de plántulas para identificar genotipos superiores, las cuales son fáciles de propagar pero de potencial genético desconocido (Leakey y Mesen, 1995),

El enraizamiento de estacas puede ser usado en el mejoramiento de árboles en dos formas: para estructurar clones o multiplicar las buenas características (valores) de las semillas que se encuentran en escasa cantidad. La aplicación de las técnicas clonales no solamente desarrolla métodos para producción y enraizamiento de estacas, sino que identifica los individuos superiores para propagarlos (Wise y Caldweil, 1992).

Según la presencia o ausencia de yemas terminales en las estacas, se distinguen como estacas con y sin yemas terminales. Según la lignificación se definen como estacas lignificadas, semilignificadas y sin lignificar o de madera dura, semidura o blanda (Koenig y Melchior, 1978).

El tipo y edad de los brotes usados como fuente de estacas afecta grandemente su capacidad de enraizamiento. El manejo de la planta donante se realiza para producir un gran número de estacas de fácil enraizamiento, en forma periódica, durante un período de tiempo. La forma de la planta donante varía según la especie, pero generalmente se trata de un tocón de una plántula o de un árbol talado. En ambos casos, las yemas del tocón rebrotan y producen cierto número de brotes laterales erectos que se pueden utilizar como fuente de estacas (Leahey y Mesen, 1995),

El enraizamiento de estacas puede ser usado en el mejoramiento de árboles para estructurar clones o multiplicar las buenas características (valores) de las semillas que se encuentran en escasa cantidad. La aplicación de las técnicas clonales no solamente desarrolla métodos para producción y enraizamiento de estacas, sino que identifica los individuos superiores para propagarlos (Wise y Caldweil, 1992).

### **3. Fisiología del enraizamiento**

A través de las múltiples experiencias de varios investigadores se ha llegado a la afirmación de que el material adulto es más difícil de enraizar por razones complejas y todavía poco comprendidas. Probablemente se deba más a su edad fisiológica que a su madurez reproductiva. En la copa de un árbol existen muchos brotes compitiendo entre sí por agua y nutrientes que deben llegar a diferentes alturas contra la presión de la gravedad. Existen patrones de transporte de nutrientes que favorecen ciertos brotes sobre otros y gradientes de cantidad y calidad de luz debido al sombreado. También es posible que en el material adulto, las funciones de los genes estén más definidas hacia la producción de ciertas estructuras, siendo más difícil que las células regresen al estado meristemático (Leahey y Mesen, 1995).

Se necesitan dos procesos para que a partir de una estaca o esqueje se logre una nueva planta. Dichos procesos son rizogénesis y organogénesis. Para que ocurra la rizogénesis son necesarios los mecanismos de diferenciación, y que crezcan

nuevas raíces (Villalobos citado por Montoya, 1993). La iniciación de raíces depende de una multiplicidad de factores fisiológicos, anatómicos, ambientales y genéticos (Hartmann y Kester, 1995).

#### **4. Diferencias entre las Zonas Apicales y Basales de la Rama**

En la composición química de las ramas hay marcadas diferencias de la base a la punta. En las estacas tomadas de distintas partes de las ramas en ocasiones se observa variabilidad en la producción de raíces y en muchos casos el mayor porcentaje de enraizamiento se obtiene en estacas procedentes de la porción basal de la rama (Hartmann, 1995, citado por Taiariol, 2001).

Puede ocurrir que en tallos de un año o más de edad, los carbohidratos se hayan acumulado en la base de las ramas y tal vez se han formado algunas iniciales de raíz, posiblemente bajo la influencia de sustancias promotoras de raíces procedentes de yemas y de hojas, y por lo tanto el mejor material para estacas puede provenir de la porción basal de esas ramas.

Pero, el mejor enraizamiento de las estacas apicales podría explicarse por la posibilidad de que en el ápice se encuentre una mayor concentración de sustancias endógenas promotoras del enraizamiento ya que las mismas se originan en las secciones apicales (yemas apicales). También, las estacas apicales son más jóvenes y en consecuencia, hay más células capaces de volverse meristemáticas. En las especies que enraízan fácilmente, este factor es de poca importancia, cualquiera sea la posición de la estaca en la rama (Hartmann 1995, citado por Taiariol, 2001).

#### **5. Ventajas de Propagar Especies Forestales**

Zobel y Talbert (1988) y Leakey y Mesen (1995), mencionan algunas ventajas a la hora de propagar especies forestales entre ellas se mencionan los siguientes:

a. Permite captar y transferir al nuevo árbol todo el potencial genético del árbol donador. Es una forma de perpetuar algunos genotipos de características excepcionales.

b. La producción masiva de individuos únicos. La clonación permite iniciar un programa de multiplicación masiva a partir de unos pocos individuos producidos por semilla.

c. El uso de estacas constituye una forma de contar con bancos de genes en programas de conservación de recursos genéticos planeados para preservar las fuentes de material genético representativo de una población en particular.

d. La capacidad de utilizar clones bien adaptados a sitios específicos, o clones de amplia adaptación. Se pueden identificar clones altamente productivos en determinados sitios o clones que muestren un buen comportamiento en una variedad de condiciones.

e. Mayor sencillez y facilidad para manejar grupos de plantas madres que de manejar huertos semilleros, como también se necesita menor tiempo entre la selección y la producción.

## **6. Reguladores de Crecimiento**

Todos los sistemas de cultivos de órganos y tejidos hacen uso de reguladores de crecimiento ya sea de origen natural o artificial. Sin agregar hormonas muchos tejidos no permanecen viables y mucho menos crecen en la manera en que se espera (Zaerr y Mapes, 1985).

Los reguladores de crecimiento ejercen múltiples efectos a bajas concentraciones (0,001 a 10  $\mu\text{M}$ ). Ellos regulan la iniciación y desarrollo de brotes, además

estimulan la división y crecimiento celular. Algunas veces un tejido puede producir su propio suministro de reguladores de crecimiento, pero usualmente los reguladores de crecimiento deben ser suministrados en el medio (Beyl, 2000).

Smigocki y Owens (1999), manifiestan que la clase más importante de reguladores de crecimiento son las auxinas y citoquininas. El efecto relativo de auxinas y citoquininas sobre la morfogénesis de tejidos cultivados fue demostrado por Skoog y Miller (1975) y aún hoy se utiliza como la base para la manipulación del cultivo de tejidos de plantas. Algunos de estos reguladores son hormonas naturalmente sintetizadas por plantas superiores y los otros son componentes sintéticos.

#### **a. Auxinas.**

Las auxinas comprenden una gran familia de sustancias que tienen en común la capacidad de producir un agrandamiento y alargamiento celular; sin embargo, se ha encontrado al mismo tiempo que promueven la división celular en el cultivo de tejidos. Existen varias auxinas llamadas "Naturales", que incluyen el AIA (Ácido Indol- Acético) y otros.

De las auxinas naturales, el AIA es el compuesto de mayor utilización, también se utiliza ampliamente un buen número de sustancias que provocan un efecto fisiológico similar y que se han producido sintéticamente; son las llamadas "auxinas sintéticas", entre los cuales el 2.4 - D, ANA y el AIB se encuentran ampliamente disponibles y se utilizan comúnmente (Roca, M. y Mroginski, A. 1991).

Normalmente por la inducción de enraizamiento no es necesaria la adición de citoquinina 4 al medio de cultivo, siendo estas sustituidas por algunas auxinas. Es bien conocida desde los trabajos clásicos de Skoog y Miller (1958), que la iniciación de las raíces adventicias depende de una correlación entre auxinas y citoquininas, siendo los niveles más altos para las auxinas.

El rol de las auxinas en la iniciación y crecimiento de las raíces es bien conocida (Vásquez y Torres .1981), recomendándose su empleo en la mayor parte de los medios de enraizamiento, excepto en aquellas especies donde su empleo no es necesario, limitándose a la utilización en estos casos de medios simples sin ningún regulador de crecimiento. Las auxinas más usadas en esta fase son el ANA, AIB, AIA Y 2.4 -D en el 53 %, 29 %, 11 % y 3.6 % de los medios de cultivo respectivamente, para muchas especies de plantas se ha demostrado que las auxinas más importantes para la inducción de raíces es el ANA (Bu y Wang, 98 citado por Pérez, 1998)

En la práctica, el uso de auxinas es un arte. No es posible establecer una concentración particular de la auxina que se debe utilizar en un sólo caso. Sin embargo, en general se utiliza el ANA y el AIB en concentraciones levemente mayores (1 a 10 mg / litro), con un punto óptimo cerca de 2 mg / litro. (Roca, y Mroginski, 1991).

#### **b. Citoquininas**

Las citoquininas forman un numeroso grupo de fitohormonas, en el que son reconocidas más de 30 entre formas activas e inactivas (Mok y Mok, 2001). Entre otros aspectos del desarrollo vegetal, las citoquininas se involucran en la promoción de la división celular, la diferenciación de cloroplastos, el desarrollo de brotes y el antagonismo de la senescencia (Mok, 1994).

### **7. Ventajas de la Propagación Vegetativa**

- Permite captar y transferir al nuevo árbol todo el potencial genético del árbol donador. Es una forma de perpetuar algunos genotipos de características excepcionales.

- La producción masiva de individuos únicos. La donación permite iniciar un programa de multiplicación masiva a partir de unos pocos individuos producidos por semillas
- Mayor sencillez y facilidad para manejar grupos de plantas madres, huertos semilleros, como también se necesita mayor tiempo entre la selección y producción
- La capacidad de utilizar clones bien adaptados a sitios específicos o clones de amplia adaptación. Se puede identificar clones altamente productivos en determinados sitios o clones que muestren un buen comportamiento en una variedad de condiciones (Zobelt y Talbert, 1988).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### A. Localización del estudio.

El trabajo experimental se lo realizó en la provincia de Orellana, en el cantón Joya de los Sachas, en una Estación Experimental acondicionada para la reproducción asexual de especies forestales ubicada en el Barrio Jaime Roldós, Av. Jaime Roldós y Calle C, en el período comprendido de enero a noviembre del 2009.

Tabla 1. Condiciones climáticas de la zona del proyecto

Latitud	7°
Longitud	75° 30
Precipitación	3499.3 mm
Temperatura	27°C
Altitud	270 msnm
Heliofanía	960 Horas/luz/año
Humedad relativa	94%



Figura 1. Ubicación Geográfica de la provincia de Orellana

## **B. Materiales**

### **1. Materiales de Invernadero**

Machete, abonera, sistema de riego, plástico transparente, bandejas, azadón, pico, pala, rastrillo, sarán, flexómetro, fundas plásticas de polietileno, pala, bomba de mochila, pintura de esmalte, pinceles, tabla para rótulos.

### **2. Material Experimental, Reactivos e Insumos**

Material vegetativo (estacas), ácido Indol Butírico (AIB), ácido Naftaleno Acético (ANA), Hidróxido de Sodio, talco, alcohol y vitavax.

### **3. Materiales de oficina**

Computador, hojas de papel, impresora, lápices.

## **C. Factores en estudio**

### **1. Factor A**

- A1 Caoba
- A2 Mascarey
- A3 Tachuelo
- A4 Dormilón
- A5 Guayacán Pechiche

### **2. Factor B**

- B1 500 mg\_Kg<sup>-1</sup> ANA + 500 mg\_Kg<sup>-1</sup> AIB
- B2 1000 mg\_Kg<sup>-1</sup> ANA + 1000 mg\_Kg<sup>-1</sup> AIB
- B3 1500 mg\_Kg<sup>-1</sup> ANA + 1500 mg\_Kg<sup>-1</sup> AIB
- B4 0 mg\_Kg<sup>-1</sup> ANA + 0 mg\_Kg<sup>-1</sup> AIB

### D. Diseño Experimental

Se aplicó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial cinco por cuatro con 20 tratamientos, cuatro repeticiones y cuatro observaciones por unidad experimental. Para establecer diferencias estadísticas entre tratamientos se utilizó la prueba de rangos de múltiples de Tukey ( $P= 0,05$ ).

### Análisis de Varianza

<i>FUENTE DE VARIACIÓN</i>		<i>GRADOS DE LIBERTAD</i>
Factor A	$a - 1$	4
Factor B	$b - 1$	3
A B	$(a - 1) (b - 1)$	12
Error	$(ab) (r - 1)$	60
Total	$rt - 1 =$	79

### E. Combinaciones de los Tratamientos

En la tabla 2 se presenta la combinación de los tratamientos en estudio:

Tabla 2. Combinación de los Tratamientos en Estudio

Nº	Tratamiento	Descripción
1	A1B1	Caoba + 500 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> ANA + 500 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> AIB
2	A1B2	Caoba + 1000 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> ANA + 1000 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> AIB
3	A1B3	Caoba + 1500 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> ANA + 1500 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> AIB
4	A1B4	Caoba + 0 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> ANA + 0 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> AIB
5	A2B1	Mascarey + 500 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> ANA + 500 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> AIB
6	A2B2	Mascarey + 1000 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> ANA + 1000 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> AIB
7	A2B3	Mascarey + 1500 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> ANA + 1500 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> AIB

8	A2B4	Mascarey + 0 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> ANA + 0 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> AIB
9	A3B1	Tachuelo + 500 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> ANA + 500 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> AIB
10	A3B2	Tachuelo + 1000 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> ANA + 1000 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> AIB
11	A3B3	Tachuelo + 1500 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> ANA + 1500 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> AIB
12	A3B4	Tachuelo + 0 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> ANA + 0 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> AIB
13	A4B1	Dormilón + 500 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> ANA + 500 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> AIB
14	A4B2	Dormilón + 1000 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> ANA + 1000 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> AIB
15	A4B3	Dormilón + 1500 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> ANA + 1500 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> AIB
16	A4B4	Dormilón + 0 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> ANA + 0 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> AIB
17	A5B1	Guayacán Pechiche + 500 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> ANA + 500 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> AIB
18	A5B2	Guayacán Pechiche + 1000 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> ANA + 1000 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> AIB
19	A5B3	Guayacán Pechiche + 1500 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> ANA + 1500 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> AIB
20	A5B4	Guayacán Pechiche + 0 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> ANA + 0 mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> AIB

## F. Mediciones Experimentales

Para el estudio se evaluaron las siguientes variables:

### 1. Número de Raíz

Variable evaluada a los 45 días de establecido el experimento y consistió en el conteo del número de raíces emitidas por planta.

### 2. Longitud de Raíz

Esta medida fue tomada con una regla graduada en centímetros midiendo la raíz principal de cada uno de los brotes a los 45 días de establecido el experimento.

### **3. Número de Brote**

Variable evaluada a los 45 días de establecido el estudio y consistió en el conteo de los brotes emitidos por planta.

### **4. Longitud de Brote**

Utilizando la regla graduada en cm, se midió el brote mayor de cada uno de los explantes a los 45 días de establecido el experimento.

### **5. Porcentaje de Supervivencia**

Variable evaluada a los 45 días de establecido el experimento contando el número de plantas vivas mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de Supervivencia} = \frac{\text{Brotos Vivos}}{\text{Total de Brotos}} \times 100$$

## **G. Metodología**

El presente estudio de investigación constó de las siguientes etapas, descritas a continuación:

### **1. Selección del Material Vegetativo**

Para la selección del material se utilizaron árboles dominantes promisorios o semilleros, de diámetro no menor de 75 cm, copa de diámetro pequeño, fuste recto y cilíndrico, con ramas cortas, de poco diámetro y ángulo de inserción en el fuste lo más cercano a 90°

Las plantas donantes fueron tratadas con fungicida sistémico y el bactericida Agrimicin a dosis de 3.5 g L<sup>-1</sup>. Esta aplicación se hizo tres días antes de las colectas de las estacas lo que garantizó el suministro de estacas con buena asepsia (Ver anexo 1).

Para el establecimiento de los ensayos, se utilizaron estacas de Caoba, Mascarey, Tachuelo, Dormilón y Guayacán Pechiche, las cuales tenían una longitud entre 25 y 30 cm.

## **2. Sustrato Empleado**

Para el medio de multiplicación a través de estacas, el sustrato empleado fue la mezcla de arena y tierra, como nutriente natural se usó el tamo de café con la finalidad de acondicionar el suelo mejorando su contenido de humus y así estimular la vida micro y meso biológica del suelo.

## **3. Desinfección del Material Vegetal.**

La desinfección del material experimental se realizó con vitavax (Carboxin + Captan)  $1\text{gL}^{-1}$  previo a la siembra de las estacas.

## **4. Siembra de los Brotes**

La parte basal de los brotes fueron sumergidos aproximadamente 1 cm en las hormonas de enraizamiento e inmediatamente se procedió a colocarlas en el sustrato de enraizamiento hasta una profundidad de 3 a 4 cm, de acuerdo a cada tratamiento.

## **5. Riego**

Se empleó riego por aspersion, una vez cada tres días, durante 10 segundos para evitar el exceso de agua.

## **6. Transplante de Ramillas Enraizadas.**

Las ramillas enraizadas se colocaron en fundas con tierra de sembrado, las cuales fueron mantenidas dentro del umbráculo para su adaptación completa a las condiciones de campo.

## IV. RESULTADOS

Una vez analizados y sistematizados los datos obtenidos en el proceso investigativo, se obtuvieron los siguientes resultados:

### A. Efecto simple de la propagación asexual en la variable Número de Raíces de cinco especies forestales de la Amazonía Ecuatoriana.

#### 1. Especies forestales

Para el efecto simple de la hormona ANA y AIB, sobre el enraizamiento de estacas, se observó diferencia significativa entre las concentraciones de este factor, siendo las especies Caoba y Mascarey las que emitieron raíces con un número promedio de 1,71 y 1,28 respectivamente (Tabla 3).

#### 2. Hormonas

Para el efecto simple de la hormona ANA y AIB, no existió diferencia significativa entre las concentraciones de este factor (Tabla 3).

Tabla 3. Promedios del efecto simple de los factores, especies forestales por Hormona ANA y AIB en la variable Número de Raíces en la Propagación asexual de cinco especies forestales de la Amazonía Ecuatoriana a los 45 días de establecido el experimento (2011).

Efecto simple de los tratamientos	Número de Raíces
1. Caoba	1.71 a
2. Mascarey	1.28 a
3. Tachuelo	0.00 b
4. Dormilón	0.00 b
5. Guayacán pechiche	0.00 b

1. 500 mg Kg L <sup>-1</sup> AIB + 500 mg Kg L <sup>-1</sup> ANA	0.44 a
2. 1000 mg Kg L <sup>-1</sup> AIB + 1000 mg Kg L <sup>-1</sup> ANA	0.39 a
3. 1500 mg Kg L <sup>-1</sup> AIB + 1500 mg Kg L <sup>-1</sup> ANA	0.66 a
4. 0 mg Kg L <sup>-1</sup> AIB + 0 mg Kg L <sup>-1</sup> ANA	0.44 a
<b>CV. %</b>	<b>10.48</b>

\*Promedio con letras iguales no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 0,05% de probabilidad.

### 3. Interacción Especies por Hormonas.

En la interacción de los factores se presentó diferencia significativa, siendo el promedio más alto el obtenido en el Tratamiento T3 (Caoba + 1,500 mg Kg<sup>-1</sup> ANA + 1,500 mg Kg<sup>-1</sup> AIB). No hubo respuesta en los tratamientos T9 al T20 (Figura 1).

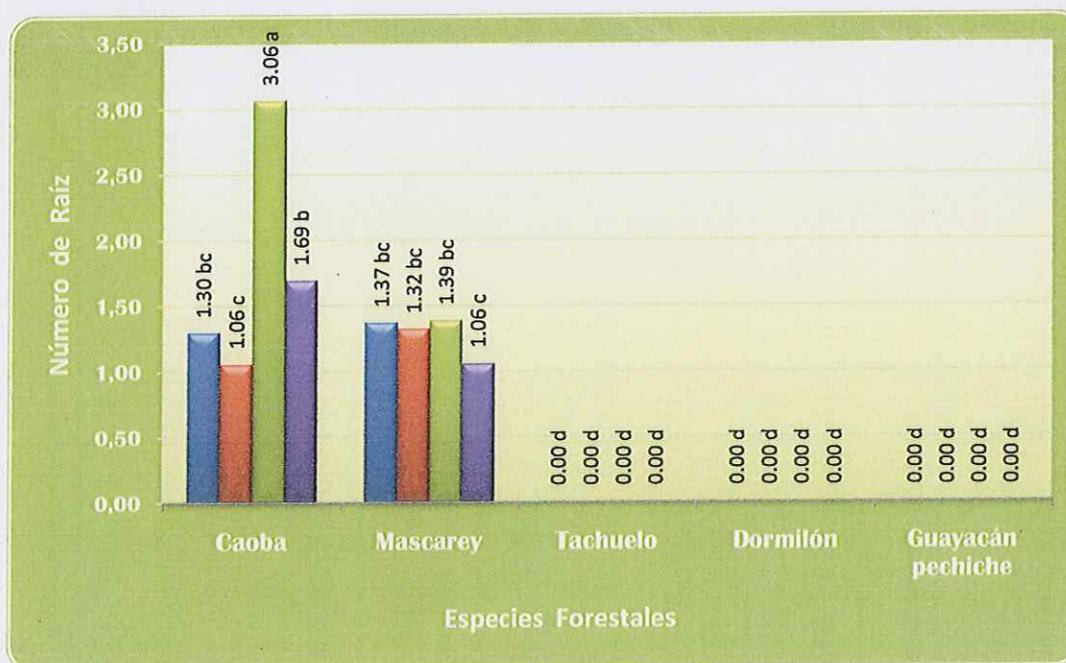


Figura 2. Interacción de los factores especies forestales por hormona ANA y AIB en la variable Número de Raíces en la "Propagación Asexual de cinco especies forestales de la Amazonía Ecuatoriana a los 45 días de establecido el experimento" (2011).

## **B. Efecto simple de la propagación asexual en la variable Longitud de Raíz de cinco especies forestales de la Amazonía Ecuatoriana.**

### **1. Especies forestales**

Para el efecto simple de la hormona ANA y AIB, sobre el enraizamiento de estacas, presentó diferencia significativa entre las concentraciones de este factor, siendo las especies Caoba y Mascarey las que emitieron el promedio más alto de longitud de raíces con 1,77 y 2,17 cm respectivamente (Tabla 4).

### **2. Hormonas**

Para el efecto simple de las hormonas ANA y AIB, no existió diferencia significativa entre las concentraciones de este factor (Tabla 4).

**Tabla 4. Promedios del efecto simple de los factores, especies forestales por Hormona ANA y AIB en la variable Longitud de Raíz en la propagación asexual de cinco especies forestales de la Amazonía Ecuatoriana a los 45 días de establecido el experimento (2011).**

<b>Efecto simple de los tratamientos</b>	<b>Longitud de Raíces</b>
1. Caoba	1.77 a
2. Mascarey	2.17 a
3. Tachuelo	0.08 b
4. Dormilón	0.00 b
5. Guayacán pechiche	0.00 b
1. 500 mg Kg L <sup>-1</sup> AIB + 500 mg Kg L <sup>-1</sup> ANA	0.66 a
2. 1000 mg Kg L <sup>-1</sup> AIB + 1000 mg Kg L <sup>-1</sup> ANA	0.55 a
3. 1500 mg Kg L <sup>-1</sup> AIB + 1500 mg Kg L <sup>-1</sup> ANA	0.81 a
4. 0 mg Kg L <sup>-1</sup> AIB + 0 mg Kg L <sup>-1</sup> ANA	0.51 a
<b>CV. %</b>	<b>15.91</b>

\*Promedio con letras iguales no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 0,05% de probabilidad.

### 3. Interacción Especies por Hormonas.

En la interacción de los factores no presentó diferencia significativa para ninguno de los tratamientos bajo estudio.

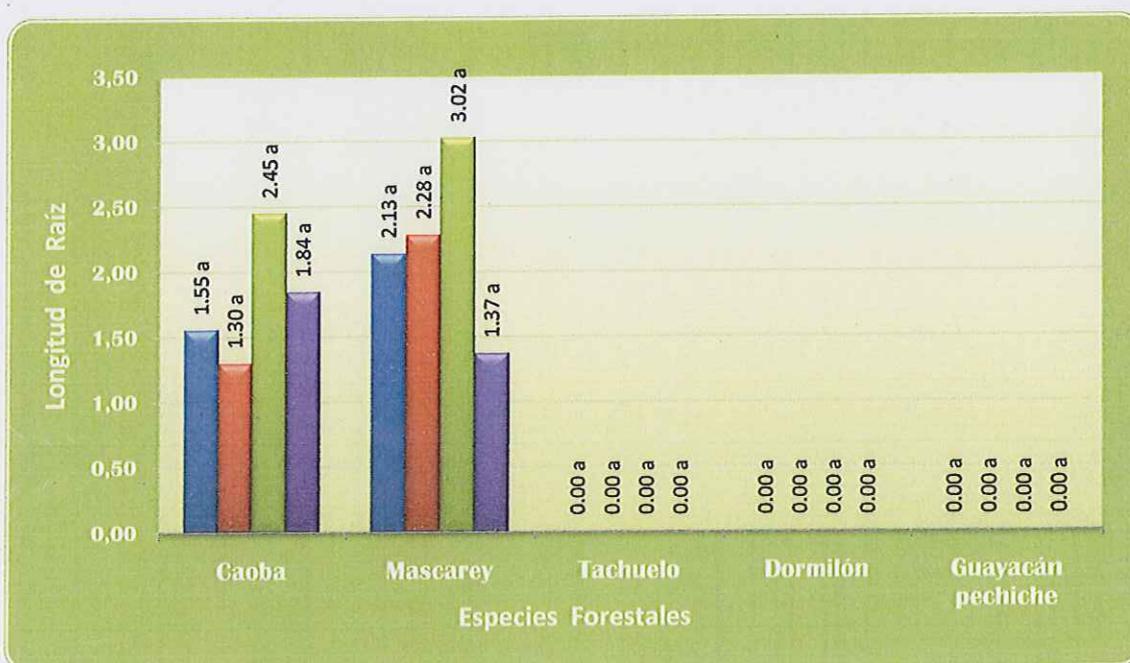


Figura 3. Interacción de los factores especies forestales por hormona ANA y AIB en la variable Longitud de Raíces en la Propagación Asexual de cinco especies forestales de la Amazonía Ecuatoriana a los 45 días de establecido el experimento (2011).

**C. Efecto simple de la propagación asexual en la variable Número de Brotes en la Propagación Vegetativa de cinco especies forestales de la Amazonía Ecuatoriana.**

**1. Especies forestales**

Para el efecto simple de la hormona ANA y AIB, sobre el enraizamiento de estacas, se observó diferencia significativa entre las concentraciones de este factor, encontrándose que las especies Caoba y Mascarey fueron las que presentaron un mayor número de brotes con un promedio de 1,97 y 1,02 respectivamente (Tabla 5).

**2. Hormonas**

Para el efecto simple de la hormona ANA y AIB, no existió diferencia significativa entre las concentraciones de este factor (Tabla 5).

**Tabla 5. Promedios del efecto simple de los factores, especies forestales por Hormona ANA y AIB en la variable Número de Brotes en la Propagación Vegetativa de cinco especies forestales de la Amazonía Ecuatoriana a los 45 días de establecido el experimento (201**

<b>Efecto simple de los tratamientos</b>	<b>Número de Brotes</b>
1. Caoba	1.97 a
2. Mascarey	1.02 a
3. Tachuelo	0.35 b
4. Dormilón	0.13 b
5. Guayacán pechiche	0.07 b
1. 500 mg Kg L <sup>-1</sup> AIB + 500 mg Kg L <sup>-1</sup> ANA	0.62 a
2. 1000 mg Kg L <sup>-1</sup> AIB + 1000 mg Kg L <sup>-1</sup> ANA	0.49 a
3. 1500 mg Kg L <sup>-1</sup> AIB + 1500 mg Kg L <sup>-1</sup> ANA	0.81 a
4. 0 mg Kg L <sup>-1</sup> AIB + 0 mg Kg L <sup>-1</sup> ANA	0.54 a
<b>CV. %</b>	<b>16.36</b>

\*Promedio con letras iguales no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 0,05% de probabilidad.

### 3. Interacción Especies por Hormonas.

En la interacción de los factores no presentó diferencia significativa para ninguno de los tratamientos bajo estudio.

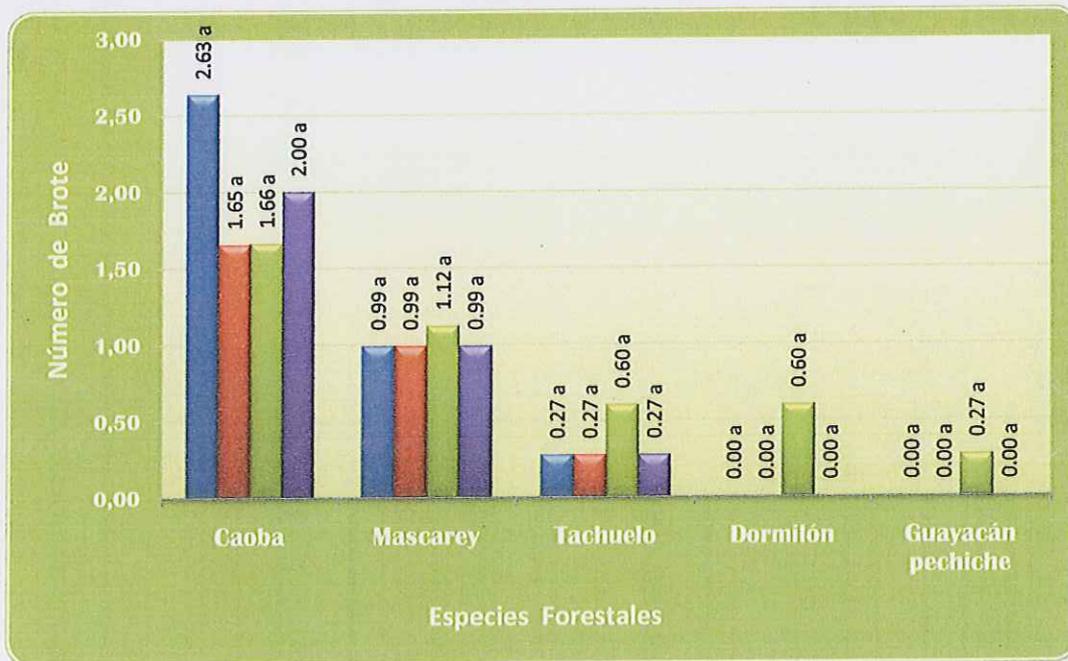


Figura 4. Interacción de los factores especies forestales por hormona ANA y AIB en la variable Número de Brotes en la Propagación Asexual de cinco especies forestales de la Amazonía Ecuatoriana a los 45 días de establecido el experimento (2011).

**D. Efecto simple de la propagación asexual en la variable Longitud de Brotes en la Propagación Vegetativa de cinco especies forestales de la Amazonía Ecuatoriana.**

**1. Especies forestales**

Para el efecto simple de la hormona ANA y AIB, sobre el enraizamiento de estacas, se presentó diferencia estadística altamente significativa entre las concentraciones de este factor, observándose que para las especies Caoba y Mascarey la longitud de brotes tuvieron un promedio de 2,11 y 5,49 cm respectivamente (Tabla 6).

**2. Hormonas**

Para el efecto simple de la hormona ANA y AIB, no existió diferencia significativa entre las concentraciones de este factor (Tabla 6).

**Tabla 6. Promedios del efecto simple de los factores, especies forestales por Hormona ANA y AIB en la variable Longitud de Brotes en la Propagación Vegetativa de cinco especies forestales de la Amazonía Ecuatoriana a los 45 días de establecido el experimento (2011)**

<b>Efecto simple de los tratamientos</b>	<b>Longitud de brotes</b>
1. Caoba	2.11 a
2. Mascarey	5.49 a
3. Tachuelo	0.37 b
4. Dormilón	0.13 b
5. Guayacán pechiche	0.13 b
1. 500 mg Kg L <sup>-1</sup> AIB + 500 mg Kg L <sup>-1</sup> ANA	0.93 a
2. 1000 mg Kg L <sup>-1</sup> AIB + 1000 mg Kg L <sup>-1</sup> ANA	1.32 a
3. 1500 mg Kg L <sup>-1</sup> AIB + 1500 mg Kg L <sup>-1</sup> ANA	1.92 a
4. 0 mg Kg L <sup>-1</sup> AIB + 0 mg Kg L <sup>-1</sup> ANA	0.86 a
<b>CV. %</b>	<b>16.83</b>

\*Promedio con letras iguales no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 0,05% de probabilidad.

### 3. Interacción Especies por Hormonas.

En la interacción de los factores no presentó diferencia significativa para ninguno de los tratamientos bajo estudio.

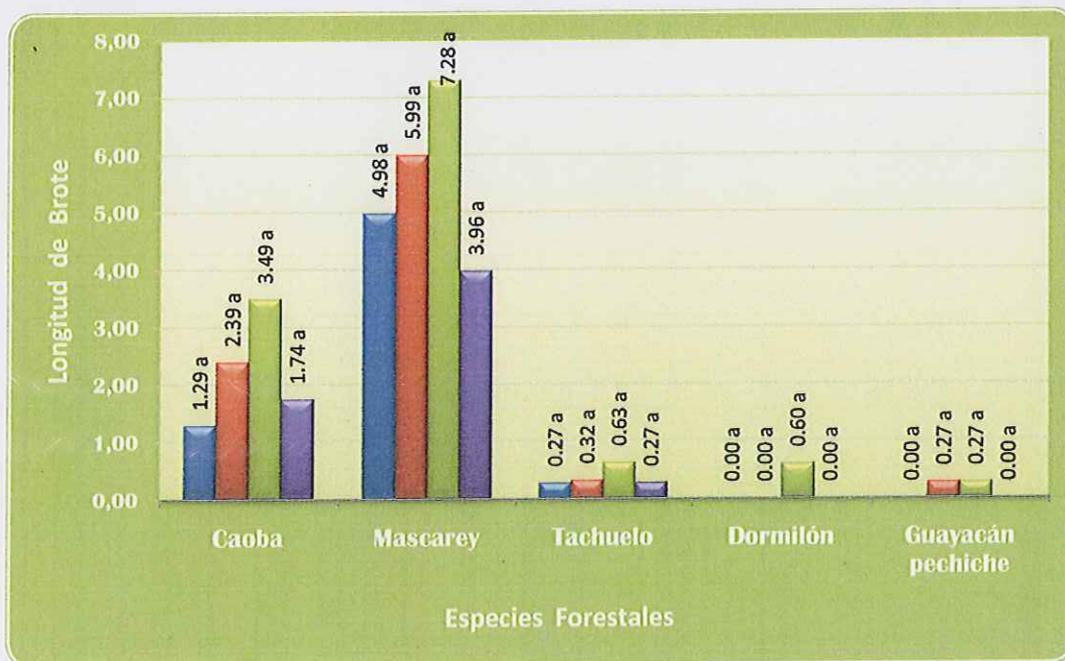


Figura 5. Interacción de los factores especies forestales por hormona ANA y AIB en la variable Longitud de Brotes en la Propagación Asexual de cinco especies forestales de la Amazonía Ecuatoriana a los 45 días de establecido el experimento (2011).

**E. Efecto simple de la propagación asexual en la variable  
Porcentaje de Supervivencia en la Propagación Vegetativa de  
cinco especies forestales de la Amazonía Ecuatoriana.**

**1. Especies forestales**

Para el efecto simple de la hormona ANA y AIB, sobre el enraizamiento de estacas, se observó diferencia significativa entre las concentraciones de este factor, siendo las especies Caoba y Mascarey las que presentaron un porcentaje de supervivencia mayor a las otras especies, con un promedio de 46,68% y 31,68% respectivamente (Tabla 7).

**2. Hormonas**

Para el efecto simple de la hormona ANA y AIB, no existió diferencia significativa entre las concentraciones de este factor (Tabla 7).

**Tabla 7. Promedios del efecto simple de los factores, especies forestales por Hormona ANA y AIB en la variable Porcentaje de Supervivencia en la Propagación Vegetativa de cinco especies forestales de la Amazonía Ecuatoriana a los 45 días de establecido el experimento (2011)**

<b>Efecto simple de los tratamientos</b>	<b>% de supervivencia</b>
1. Caoba	46.68 a
2. Mascarey	31.68 a
3. Tachuelo	2.72 b
4. Dormilón	0.62 b
5. Guayacán pechiche	0.43 b
1. 500 mg Kg L <sup>-1</sup> AIB + 500 mg Kg L <sup>-1</sup> ANA	8.88 a
2. 1000 mg Kg L <sup>-1</sup> AIB + 1000 mg Kg L <sup>-1</sup> ANA	11.51 a
3. 1500 mg Kg L <sup>-1</sup> AIB + 1500 mg Kg L <sup>-1</sup> ANA	15.10 a
4. 0 mg Kg L <sup>-1</sup> AIB + 0 mg Kg L <sup>-1</sup> ANA	6.31 a
<b>CV. %</b>	<b>27.14</b>

\*Promedio con letras iguales no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 0,05% de probabilidad.

### 3. Interacción Especies por Hormonas.

En la interacción de los factores no presentó diferencia significativa para ninguno de los tratamientos bajo estudio.

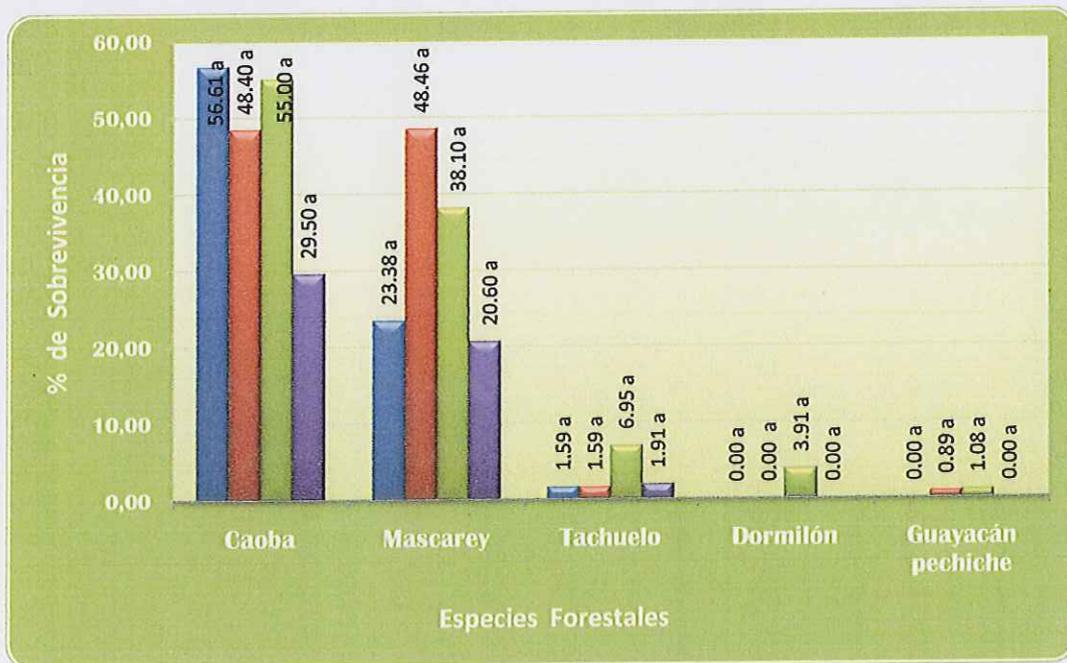


Figura 6. Interacción de los factores especies forestales por hormona ANA y AIB en la variable Porcentaje de Supervivencia en la Propagación Asexual de cinco especies forestales de la Amazonía Ecuatoriana a los 45 días de establecido el experimento (2011).

## V. DISCUSIÓN

La cantidad de estacas enraizadas varió dependiendo de la especie, siendo diferentes los factores involucrados en este proceso tales como el tipo de estaca, época de recolección, concentraciones hormonales, temperatura humedad relativa las mismas que condicionan el éxito en el proceso de enraizamiento, esto concuerda con lo expresado por Puig (2003), respecto de la aplicación de reguladores de crecimiento, puesto que algunos estudios señalan que estacas tratadas con AIB no responden al proceso de rizogénesis.

Las especies tachuelo, dormilón y guayacán pechiche presentaron un desarrollo radical y aéreo muy limitado, no logrando emerger raíces y brotes. Además, la mayoría de los esquejes perdió sus hojas. Esta puede estar relacionada con la mayor sensibilidad a las condiciones de humedad del ambiente y sustrato que tuvieron estas especies respecto de Caoba y Mascarey. Según Hechenleitner *et al.* (2005), la causal de esta situación pudiera ser que la estaca está estresada por falta de agua, por lo cual recomienda reducir el estrés aumentando la frecuencia de riego. Esta referencia confirma la situación experimentada en este ensayo, ya que el riego, al no estar regulado por la humedad ambiental, influyó negativamente en la obtención de mejores resultados, ya que disminuyó la supervivencia y el enraizamiento.

Para la variable número de raíces, en el Tratamiento T3 (Caoba + 1,500 mg Kg<sup>-1</sup> ANA + 1,500 mg Kg<sup>-1</sup> AIB) obtuvo el promedio más alto 3,06 a los 45 días de establecido el experimento. Estos resultados superan a los expuestos por Ramos (2000) quien obtuvo un valor promedio de 2 raíces con el tratamiento de 1000 mg kg-1 ANA + 1000 mg kg-1 AIB en el comportamiento de la teca.

Respecto a la variable longitud de raíz a pesar de no existir diferencia estadística, los tratamientos T3 (Caoba + 1,500 mg Kg<sup>-1</sup> ANA + 1,500 mg Kg<sup>-1</sup> AIB) y T7

(Mascarey + 1500 mg<sub>kg</sub><sup>-1</sup>ANA + 1500 mg<sub>kg</sub><sup>-1</sup>AIB) presentaron los promedios más altos: 2,45cm (5,1cm valor original) y 3,02cm (5,6cm valor original) respectivamente, a los 45 días de establecido el experimento.

Estos resultados son inferiores a otras investigaciones realizadas como es el caso de Acosta (2006) en Fernansánchez, quien obtuvo un valor de 17,67cm con el tratamiento 1000 mg<sub>kg</sub><sup>-1</sup> ANA + 1000 mg<sub>kg</sub><sup>-1</sup> AIB, y Bermúdez (2005) en Gmelina, que obtuvo un promedio de 6.61 cm de raíz mayor con el tratamiento 1000 mg<sub>kg</sub><sup>-1</sup> ANA + 1000 mg<sub>kg</sub><sup>-1</sup> AIB, así como los resultados presentados por Ramos (2000) en Teca, el mismo que reportó un promedio de 3,82 cm en esta variable con el tratamiento 1000 mg<sub>kg</sub><sup>-1</sup> ANA + 1000 mg<sub>kg</sub><sup>-1</sup> AIB.

En relación a la variable número de brotes tampoco hubieron diferencias estadísticas, sin embargo el promedio más alto se dio en el T1 (Caoba + 500 mg<sub>kg</sub><sup>-1</sup>ANA + 500 mg<sub>kg</sub><sup>-1</sup>AIB) con 2,63 brotes a los 45 días de establecido el experimento. Estos resultados son superiores a los expuestos por Cruz (2011) en Guayacán Blanco, con el tratamiento turba + testigo + 1500 mg<sub>kg</sub><sup>-1</sup> AIB, donde se obtuvo un promedio de 1,33 brotes por planta, y Ramos (2000) en Caoba, con el tratamiento constituido por 1000 mg<sub>kg</sub><sup>-1</sup> ANA + 1000 mg<sub>kg</sub><sup>-1</sup> AIB establecido en arena, con 0,64 brotes.

Para la variable longitud de brotes no existieron diferencias significativas, no obstante el tratamiento T7 (Mascarey + 1500 mg<sub>kg</sub><sup>-1</sup>ANA + 1500 mg<sub>kg</sub><sup>-1</sup>AIB) obtuvo el mayor promedio 7,28 cm. El crecimiento y desarrollo de los brotes obtenidos a partir de estacas es atribuido al contenido de reservas de las estacas. (Joublan *et al.*, 1998).

Finalmente para la variable porcentaje de sobrevivencia el promedio más alto se lo obtuvo en el tratamiento T1 (Caoba + 500 mg<sub>kg</sub><sup>-1</sup>ANA + 500 mg<sub>kg</sub><sup>-1</sup>AIB) con 56,61%. Cabe señalar que a medida que se aumenta la concentración hormonal

disminuye la sobrevivencia por lo que la concentración óptima es 500 mg kg<sup>-1</sup> ANA + 500 mg kg<sup>-1</sup> AIB. Estos resultados son inferiores a los obtenidos por Cruz (2011) en Guayacán Blanco, cuyos resultados reportaron sobrevivencia del 100% en la interacción (testigo + 1500 mgKg<sup>-1</sup> AIB) a los 45 días de establecido el experimento. Acosta (2006), reporta su mejor resultado en Gmelina con el tratamiento 500 mgkg<sup>-1</sup> ANA + 500 mgkg<sup>-1</sup> AIB con un valor de 93.3%.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### A. Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos producto de la presente investigación se llega a las siguientes conclusiones:

- El tratamiento que generó mayor número de raíces fue el T3 (Caoba + 1,500 mg. Kg<sup>-1</sup> ANA + 1,500 mg.Kg<sup>-1</sup> AIB)
- El mejor tratamiento para longitud de raíz fue el T7 (Mascarey + 1500 mg. kg<sup>-1</sup>ANA + 1500 mg.kg<sup>-1</sup>AIB) que obtuvo un promedio de 3,02 cm.
- En cuanto a la variable número de brotes el mejor tratamiento fue el obtenido en el T1 (Caoba + 500 mg.Kg<sup>-1</sup>ANA + 500 mg.kg<sup>-1</sup>AIB), donde se registró un promedio de 2,63 brotes.
- En la variable longitud de brotes el mejor tratamiento fue el obtenido en el T7 (Mascarey + 1500 mg.kg<sup>-1</sup>ANA + 1500 mg.kg<sup>-1</sup>AIB), con un promedio de 7,28 centímetros.
- Para el porcentaje de sobrevivencia la Caoba presentó los mejores resultados tanto para el T1 (Caoba + 500 mg.Kg<sup>-1</sup>ANA + 500 mg.kg<sup>-1</sup>AIB) y el T3 (Caoba + 1,500 mg. Kg<sup>-1</sup> ANA + 1,500 mg.Kg<sup>-1</sup> AIB) con valores de 56, 61% y 55% respectivamente, por lo que se acepta la hipótesis planteada en cuanto a que la aplicación de reguladores del crecimiento en caoba influirá de manera favorable en la obtención de plántulas con fines de reforestación.

## **B. Recomendaciones**

Basado en los resultados obtenidos y las conclusiones expresadas se considera correcto recomendar.

- Probar otras concentraciones o interacciones hormonales, así como distintos grados de lignificación de las estacas, con la finalidad de mejorar estos porcentajes y poder definir una metodología de reproducción vegetativa adecuada para estas especies.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta, M. 2006. Propagación Vegetativa de Fernansánchez (*Triplaris guayaquilensis*) con la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) y ácido Indol butírico (AIB) estimuladores de enraizamiento. Quevedo. EC. p. 35-36.
2. Alvarenga, S., & E. M. Flores. 1988. Morfología y germinación de la semilla de caoba, *Swietenia macrophylla* King (Meliaceae). *Revista de Biología Tropical* 36(2a): 262-267.
3. Baur, G.N., 1964: Tratamiento de los montes higrofiticos. *Unasyuva* 18, 72.
4. Bermudez, M. 2006. Propagación Vegetativa De La Gmelina Arbórea Roxb. Con el uso de hormonas de enraizamiento (ANA Y AIB) y Establecimiento en campo de parcelas permanentes. Tesis Ing. For. Universidad Técnica Estatal de Quevedo p. 40.
5. Braun-Blanquet, J., 1979: Fitosociología, bases para el estudio de las comunidades vegetales. H. Blume Ediciones, Madrid, España.
6. Buitrón, X.; Mulliken, T., 2001: El apéndice III de CITES y el comercio de la caoba (*Swietenia macrophylla*). TRAFFIC International. Quito, Ecuador.
7. Carrera L. 1983 Medio Ambiente y desarrollo en el Ecuador Salvat Editores ecuatorianos. Quito 127 p.
8. Combe, J.; Gewald, N.J. 1979: Guía de campo de los ensayos forestales de CATIE en Turrialba, Costa Rica.

9. Cozzo, D., 1976: Tecnología de la forestación en Argentina y América Latina. Buenos Aires.
10. Cruz, O. 2011. Propagación vegetativa de *Tabebuia Donnell Smithii* Rose (guayacán blanco). Tesis de Ingeniero Forestal. Ecuador. Facultad de Ciencias Ambientales. Universidad Técnica Estatal de Quevedo 79 p
11. Grogan, J. E. 1996. Mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in south Pará, Brazil: report on field studies, october 1995 through January 1996. Yale School of Forestry & Environmental Studies.
12. Grogan, J. E., J. Galvão, L. Simões, and A. Veríssimo. 1998. Observations on the regeneration status of bigleaf mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in closed and logged forests of southeastern Pará, Brazil. In J. C. Figueroa Colon, ed. *Internation Conference on Big-leaf mahogany: Ecology, Genetic Resouces and Management*, October 22-24, 1996, San Juan, Puerto Rico. Springer-Verlag.
13. Hechenleitner P, M Gardner, P Thomas, C Echeverría, B Escobar, P Brownless, A Martínez. 2005. Plantas amenazadas del centro-sur de Chile. Distribución, conservación y propagación. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile y Real Jardín Botánico de Edimburgo. 188 p.
14. ITTO , 2003. Racionalizando el comercio de la Caoba. Serie técnica Nº 22. 58 pgs.
15. Joublan, M. J. P.; Berti, D.; Wilckens, M. E.; Serri, R. G. H. y Feliz, O. Propagación vegetativa en falso espino (*Hippophaë rhamnoides* Juss). Agro Sur, 1998, vol. 26, no. 1, p. 36-41. (10)

16. Junta del Acuerdo de Cartagena, 1988. Árboles comunes de la Provincia de Esmeraldas, Colombia. Carvajal SN, 12-36 P.
17. Lamprecht, H., 1957 a: *Swietenia macrophylla* King. Capítulo silvicultura. Descripciones de árboles forestales. IFLA Bol. Nro. 1
18. Marrero, J. 1949. Tree seed data from Puerto Rico. *Caribbean Forester* 10: 11-30.
19. Masapanta. Propagación vegetativa con utilización de las hormonas ANA y AIB del pachaco 2003 Tesis de Ing. Forestal Quevedo Ecuador 80 p.
20. Oki, H., 1982: Consideraciones sobre la preservación de cerrados. Anales del congreso nacional sobre especies nativas. Revista del Instituto Forestal, Sao Paulo, Brasil.
21. Puig M. 2003. Enraizamiento de estacas de guindo ácido (*Prunus cerasus* L.), cerezo Santa Lucía (*Prunus mahaleb* L.) y cerezo dulce (*Prunus avium* L. cv. Bing). Tesis de Licenciatura. Chillán, Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Concepción. 40 p.
22. Quevedo, L. H. 1986. Evaluación del efecto de la tala selectiva sobre la renovación de un bosque húmedo subtropical en Santa Cruz, Bolivia. Master of Science thesis, Universidad de Costa Rica.
23. RAMOS, L. 2000. Algunos avances morfológicos de la teca (*tectona grandis*), tesis Mst. Sc. Ciego de Avila, CU. P 50-70.
24. Revelo Nixon y Palacios Walter . 2005. Avances silviculturales en la Amazonía Ecuatoriana : Ensayos en la estación biológica Jatun Sacha. Quito Ecuador 172 pgs.

25. Rodan, B. D., Newton, A. C., and Veríssimo A. 1992. Mahogany Conservation: Status and policy initiatives. *Environmental conservation*. 19: 331-338.
26. Schubart, H. D. R., 1982: *Fundamentos ecológicos para el manejo forestal en la amazonía*. Sao Paulo. Brasil.

# ANEXOS

## Anexo 1. Protocolo de propagación vegetativa

Para el protocolo de propagación vegetativa se utilizó un experimento en el que se evaluó el efecto sobre el enraizamiento de miniestacas de los siguientes factores:

- Medio de enraizamiento: arena, tierra, al aire, turba (pellets)
- Aplicación de la hormona AIB en polvo: 0 y 1500 mg Kg<sup>-1</sup>.
- Diferentes regímenes de riego.
- Miniestacas con dos hojuelas y sin hojuelas.
- Posición de la estaca en el brote: apical o subapical.

Dicho experimento se realizó en túneles herméticamente cerrados con plástico transparente los cuales mantienen la humedad relativa al 98% o más. Los túneles tienen 1 m de alto, 2 m de ancho y 6 m de largo. El piso está cubierto de arena de río colada, lavada y desinfectada.

**Anexo 2.** Cuadros de análisis de varianzas de las variables: a) número de raíz, b) longitud de raíz, c) número de brote, d) longitud de brote, e) porcentaje de sobrevivencia.

### a) Cuadro de análisis de varianza de la variable Número de Raíz

Fuente de variación	G L	Suma de cuadrado:	Cuadrados medios	F calculada	Probabilidad
Factor A	4	7.224	1.806	167.4767	0.0000
Factor B	3	0.159	0.053	4.9151	0.0053
AB	12	0.590	0.049	4.5589	0.0001
Error	40	0.431	0.011		
Total	59	8.404			
Coeficiente de Variación: 10.48%					

**b) Cuadro de análisis de varianza de la variable Longitud de Raíz**

Suma de cuadrados	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	Probabilidad
Factor A	4	10.346	2.587	90.3538	0.0000
Factor B	3	0.172	0.057	2.0004	0.1294
AB	12	0.543	0.045	1.5813	0.1366
Error	40	1.145	0.029		
<b>Total</b>					
	59	12.206			
Coeficiente de Variación: 15.91%					

**c) Cuadro de análisis de varianza de la variable Número de Brote**

Fuente de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	Probabilidad
Factor A	4	24.716	6.179	125.8266	0.0000
Factor B	3	1.427	0.476	9.6858	0.0001
AB	12	0.538	0.045	0.9136	
Error	40	1.964	0.049		
<b>Total</b>					
	59	28.645			
Coefficient of Variation: 16.83%					

**d) Cuadro de análisis de varianza de la variable longitud de Brote**

Fuente de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	Probabilidad
Factor A	4	373.393	93.348	118.4536	0.0000
Factor B	3	14.718	4.906	6.2252	0.0014
AB	12	13.717	1.143	1.4505	0.1842
Error	40	31.522	0.788		
<b>Total</b>					
	59	433.350			
Coefficient of Variation: 27.14%					

**b) Cuadro de análisis de varianza de la variable Longitud de Raíz**

Suma de cuadrados	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	Probabilidad
Factor A	4	10.346	2.587	90.3538	0.0000
Factor B	3	0.172	0.057	2.0004	0.1294
AB	12	0.543	0.045	1.5813	0.1366
Error	40	1.145	0.029		
<b>Total</b> 59 12.206					
Coeficiente de Variación: 15.91%					

**c) Cuadro de análisis de varianza de la variable Número de Brote**

Fuente de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	Probabilidad
Factor A	4	24.716	6.179	125.8266	0.0000
Factor B	3	1.427	0.476	9.6858	0.0001
AB	12	0.538	0.045	0.9136	
Error	40	1.964	0.049		
<b>Total</b> 59 28.645					
Coefficient of Variation: 16.83%					

**d) Cuadro de análisis de varianza de la variable longitud de Brote**

Fuente de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	Probabilidad
Factor A	4	373.393	93.348	118.4536	0.0000
Factor B	3	14.718	4.906	6.2252	0.0014
AB	12	13.717	1.143	1.4505	0.1842
Error	40	31.522	0.788		
<b>Total</b> 59 433.350					
Coefficient of Variation: 27.14%					

### ANEXOS 3. Fotografías del proceso desarrollado durante el ensayo

#### a. Especies Forestales del Estudio



#### b. Recolección de las Estacas y Preparación de Abono





**c. Preparación de Hormonas y Siembra de Estacas**



**d. Evaluación de las Plantas a los 45 Días de Establecido el Experimento**

