



**UNAP**

**Facultad de  
Ciencias Forestales**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL**

**TESIS**

**ACIDO INDOL 3 BUTIRICO CON DIFERENTES SUSTRATOS EN LA  
FORMACIÓN DE CALLOS Y EL ENRAIZAMIENTO EN ESTAQUILLAS DE  
*Aniba rosaeodora* Ducke “PALO DE ROSA” EN JENARO HERRERA,  
LORETO.**

**Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal**

**Autor:**

**Nilton Luis Gatica Sánchez**

**IQUITOS – PERÚ**

**2015**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN**

**DE TESIS Nº 577**

Los miembros del Jurado que suscriben, reunidos para evaluar la sustentación de tesis presentada por el Bachiller **NILTON LUIS GATICA SANCHEZ** titulado "**ACIDO INDOL 3 BUTIRICO CON DIFERENTES SUSTRATOS EN LA FORMACION DE CALLOS Y EL ENRAIZAMIENTO EN ESTAQUILLAS DE *Aniba rosaeodora Ducke* "PALO DE ROSA" EN JENARO HERRERA, LORETO**" formuladas las observaciones y analizadas las respuestas, lo declaramos:

Con el calificativo de:

En consecuencia queda en condición de ser calificado:

Y, recibir el Título de Ingeniero Forestal.

Alonso Bodo  
Bueno  
Apto

Iquitos, 23 de Agosto de 2014

Ing. ANGEL EDUARDO MAURY LAURA, M.Sc.  
Presidente

Ing. JUAN DE LA CRUZ BARDALES MELENDEZ, M.Sc.  
Miembro

Ing. JARLIN ARELLANO VALDERRAMA  
Miembro

Ing. RILDO ROJAS TUANAMA.  
Asesor

**Conservar los bosques benefician a la humanidad ¡No lo destruyas!**

Ciudad Universitaria "Puerto Almendra", San Juan, Iquitos-Perú

[www.unapiquitos.edu.pe](http://www.unapiquitos.edu.pe)

Teléfono: 065-225303

## **DEDICATORIA**

A Dios, por la vida y la salud, la fortaleza y la sabiduría.

A mi abuelito Evaristo que emprendió su viaje a una vida mejor, para que desde ahí poder brindarme su protección, darme fuerzas e inspiración para ser buena persona y buen profesional.

A mis padres Edwin y Sonia, por la crianza que me vienen dando hasta ahora para ser una persona de bien y los sabios consejos que me dan a pesar de la distancia que nos encontramos.

A toda las personas (familiares y amigos) que de una y otra manera me brindaron su apoyo moral y otros, en los momentos que más los necesité.

**EL AUTOR...**

## **AGRADECIMIENTO**

- Al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), a través del Programa de Investigación en Manejo Integral del Bosque y Servicios Ambientales (PROBOSQUES) y el Centro de Investigaciones José López Parodi - Jenaro Herrera, por el financiamiento del trabajo de tesis.
- Al Ph. D. Dennis del Castillo Torres, Director del Programa de Investigación en Manejo Integral del Bosque y Servicios Ambientales (PROBOSQUES), por brindarme la oportunidad de realizar el trabajo de tesis.
- Al Ing. Herminio Inga Sánchez, Coordinador del Área de Propagación Vegetativa en el Centro de Investigaciones José López Parodi - Jenaro Herrera, por haber depositado en mi persona su respaldo total para realizar la tesis y sus valiosos aportes científicos y técnicos en dicho trabajo.
- Al Ec. Ricardo Farroñay Peremas, Director Administrativo del Centro de Investigaciones José López Parodi - Jenaro Herrera, por el apoyo logístico antes, durante y después de la ejecución del trabajo de investigación.
- Al personal técnico del Centro de Investigaciones José López Parodi - Jenaro Herrera: Edwin Gatica, Leonardo Ríos, Javier Souza, Betman Shapiama, Gabino Huayta, Julio Irarica y Nidsen Saavedra, por la amistad y el apoyo brindado en los momentos que se requirió sus servicios.

**ÍNDICE**

	<b>Pág.</b>
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE .....	i
LISTA DE CUADROS.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN .....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. EL PROBLEMA .....	2
2.1. Descripción del problema .....	2
2.2. Definición del problema .....	3
III. HIPÓTESIS.....	4
3.1. Hipótesis General .....	4
3.2. Hipótesis alterna.....	4
3.3. Hipótesis nula .....	4
IV. OBJETIVOS.....	5
4.1. Objetivo general .....	5
4.2. Objetivos específicos.....	5
V. VARIABLES.....	6
5.1. Descripción de las variables, indicadores e índices. ....	6

	<b>Pág.</b>
5.2. Operacionalización de las variables .....	6
VI. REVISIÓN DE LITERATURA.....	7
6.1. Descripción General de la Especie Estudiada.....	7
6.1.1. Descripción Taxonómica .....	7
6.1.2. Descripción Botánica .....	7
6.2. Generalidades acerca de propagación vegetativa.....	8
6.3. Las Estaquillas y sus características .....	10
6.4. El propagador de sub irrigación.....	11
6.5. Los sustratos y sus características.....	12
6.6. Dosis de auxinas y sus efectos. ....	15
6.7. Estrés Hídrico .....	16
6.8. Experimentos realizados de propagación en diferentes especies .....	17
VII. MARCO CONCEPTUAL .....	23
VIII. MATERIALES Y MÉTODOS .....	25
8.1. Descripción y Características Generales del Área de Estudio.....	25
8.1.1. Lugar de Ejecución .....	25
8.1.2. Accesibilidad.....	25
8.1.3. Clima.....	26
8.1.4. Fisiografía .....	26

	<b>Pág.</b>
8.1.5. Suelos.....	26
8.1.6. Vegetación.....	27
8.1.7. Zona de Vida Natural.....	27
8.2. Materiales y Equipos.....	27
8.3. Método.....	28
8.3.1. Tipo y nivel de investigación.....	28
8.3.2. Población y muestra.....	29
8.3.3. Diseño Estadístico.....	29
8.3.4. Análisis estadístico.....	30
8.3.5. Características del Campo Experimental.....	32
8.4. Procedimiento.....	33
8.4.1. Material Vegetativo.....	33
8.4.2. Sustratos:.....	33
8.4.2.1. Cascarilla de arroz carbonizada.....	33
8.4.2.2. Arena blanca.....	34
8.4.3. Ácido Indol 3 Butírico.....	34
8.4.4. De las Cámaras de Sub irrigación.....	34
8.4.4.1. Llenado de las Cámaras.....	34
8.4.4.2. Distribución Espacial de Tratamientos en la Cámara ...	35

	<b>Pág.</b>
8.4.4.3. Cosecha y Traslado del Material Vegetativo .....	35
8.4.4.4. Dimensionamiento de las estaquillas .....	35
8.4.4.5. Desinfección y Oreado .....	35
8.4.4.6. Aplicación del Ácido Indol 3 Butírico (AIB). .....	36
8.4.4.7. Establecimiento de las Estaquilla en la Cámara.....	36
8.4.4.8. Riegos.....	36
8.4.4.9. Evaluaciones.....	36
8.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	37
8.6. Técnica de presentación de resultados.....	37
IX. RESULTADOS.....	38
9.1. Tratamiento en Arena.....	38
9.2. Tratamiento en Cascarilla.....	40
9.3. Análisis de Varianza .....	42
X. CONCLUSIONES .....	45
XI. RECOMENDACIONES.....	47
XII. BIBLIOGRAFÍA.....	48
ANEXOS .....	53



## LISTA DE CUADROS

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Operacionalización de las variables .....	6
2	Descripción de los tratamientos para el ensayo .....	29
3	Descripción del esquema del ANVA para el ensayo .....	31
4	Dimensiones de la cámara de sub irrigación .....	32
5	Dimensiones de los bloques para el ensayo .....	33
6	Enraizamiento de <i>Aniba rosaeodora</i> en arena (Repetición 1) .....	38
7	Enraizamiento de <i>Aniba rosaeodora</i> en arena (Repetición 2) .....	39
8	Enraizamiento de <i>Aniba rosaeodora</i> en arena (Repetición 3) .....	40
9	Enraizamiento de <i>Aniba rosaeodora</i> en arena (Repetición 4) .....	40
10	Enraizamiento de <i>Aniba rosaeodora</i> en cascarilla (Repetición 1) .....	41
11	Enraizamiento de <i>Aniba rosaeodora</i> en cascarilla (Repetición 2) .....	41
12	Enraizamiento de <i>Aniba rosaeodora</i> en cascarilla (Repetición 3) .....	42
13	Enraizamiento de <i>Aniba rosaeodora</i> en cascarilla (Repetición 4) .....	42
14	Análisis de varianza del enraizamiento de estaquillas.....	43
15	Prueba de Tukey de la variable Dosis AIB .....	44
16	Formulario de Campo .....	53

## LISTA DE FIGURAS

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Croquis de distribución del ensayo.....	30
2	Ubicación del Centro de Investigaciones José López Parodi .....	54
3	Cámara de sub irrigación .....	54
4	Cascarilla de arroz carbonizada .....	55
5	Lavado de la arena blanca .....	55
6	Cosecha del material vegetativo.....	56
7	Dimensionamiento de las estaquillas .....	56
8	Desinfectando las estaquillas en solución de Cupravit OB21.....	57
9	Aplicación de la auxina sobre la base de la estaquilla.....	57
10	Instalación de los ensayos .....	58
11	Realizando la evaluación de los ensayos.....	58
12	Estaquilla de <i>Aniba rosaeodora</i> con presencia de callo .....	59
13	Estaquilla de <i>Aniba rosaeodora</i> con presencia de raíces.....	59

## RESUMEN

El estudio se realizó en el vivero forestal “Antonio Aróstegui” del Centro de Investigaciones José López Parodi - Jenaro Herrera, Estación Experimental del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, ubicado en la localidad de Jenaro Herrera con el objetivo de determinar el efecto del ácido indol 3 butírico con diferentes sustratos en la formación de callos y el enraizamiento en estaquillas de *Aniba rosaeodora* “palo de rosa”. Se emplearon 320 estaquillas, distribuidas en 4 repeticiones por 8 tratamientos (dosis de ácido indol 3 butírico tanto en sustrato de arena blanca como en cascarilla de arroz carbonizada) utilizando un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial de 2 x 4. La especie *Aniba rosaeodora*, forma callos entre 15 a 30 días después de la siembra con dosis superiores a 5000 ppm tanto en arena, como en cascarilla. Asimismo, se encontraron diferencias significativas en el enraizamiento entre los tratamientos y el factor B (Dosis de ácido indol 3 butírico), no siendo significativo para el factor A (sustrato) y la interacción AB lo que confirma que los tratamientos en estudio responden indistintamente entre cada uno de ellos al tipo de abono, así como a las tres concentraciones utilizadas (3000, 5000 y 6000 ppm). En los futuros trabajos de investigación es recomendable el uso de cascarilla de arroz carbonizada o arena blanca ya que no difieren estadísticamente. Además usar la dosis 5000 ppm de ácido indol 3 butírico ya que alcanza mayores porcentajes de enraizamiento.

**Palabras claves:** *Aniba rosaeodora* Ducke, enraizamiento, estaquilla, sustrato, ácido indol 3 butírico.

## I. INTRODUCCIÓN

La Amazonía peruana, tiene una importante y variada diversidad de especies forestales, las mismas que vienen sufriendo una fuerte “presión” debido a las diferentes actividades en el sector, pero que mueven gran parte de la economía regional, como la extracción de especies forestales sin manejo forestal sostenible; esta actividad ha traído impactos negativos en el ecosistema amazónico, dentro de ellas la propia existencia de las especies, lo cual se ve reflejado en la escasa disponibilidad de la semilla selecta, el alto costo de la misma y la calidad genética heterogénea de sus descendientes.

Frente a este panorama urge contar con tecnologías de propagación asexual o vegetativa, ya que con ella, se podría evitar la absoluta dependencia de la semilla botánica, conservar germoplasma valioso y multiplicar los genotipos superiores de las principales especies; obteniéndose así, una mayor uniformidad en las cosechas.

Esta investigación busca generar los conocimientos que permitan desarrollar la técnica apropiada para la propagación de plantas de *Aniba rosaeodora* “palo de rosa” y contribuir con futuras investigaciones en el tema de propagación para la especie, proponiendo la técnica de enraizamiento de estaquillas juveniles como alternativa para la producción y selección de plantas.

## II. EL PROBLEMA

### 2.1. Descripción del problema

*Aniba rosaeodora* “palo de rosa” es una especie que tuvo un boom en la amazonia peruana entre la década del 50 del siglo XX, con la extracción del aceite esencial que no tenía nada de que envidiar en la calidad debido a que eran similares a las de nuestros países vecinos (Brasil, Colombia, entre otros), en aquel tiempo el palo de rosa abundaba en toda la zona de la Amazonía Peruana.

Debido al escaso conocimiento tecnológico los pobladores amazónicos, tenían que tumbar al árbol para extraer el aceite esencial de esta forma se talaron miles de hectáreas de palo de rosa llegando así a un momento de que la especie fue disminuyendo notablemente su población natural.

Desde hace unos años atrás los países vecinos con el apoyo de cooperaciones internacionales vienen trabajando en la recuperación de esta especie, realizando grandes proyectos de reforestación, dado la situación que para el caso nuestro, con iniciativa de algunas Instituciones se viene trabajando el tema de reforestación pero resulta difícil porque el material vegetativo (semillas y regeneraciones) no se encuentran a disposición como de otras especies.

En la búsqueda de alternativas, la presente investigación propone la técnica de propagación vegetativa a través de estaquillas juveniles como una herramienta para la conservación y manejo del recurso genético del palo de rosa con la finalidad de recuperar y mejorar su producción.

Esta tecnología en la actualidad está en proceso de extensión y en varios países industrializados han reemplazado a la tradicional por semilla botánica (Mesén, 1998). El presente estudio busca sentar las bases para establecer un protocolo apropiado en la propagación vegetativa de *Aniba rosaeodora*, utilizando como material experimental los brotes de plantas juveniles cortadas en estaquillas (3cm de longitud) de acuerdo a las variables seleccionadas para la investigación. Asimismo, se emplearán sustratos que serán sometidos a procesos de desinfección según los tratamientos y hormonas de enraizamiento, que fueron introducidos bajo condiciones asépticas en una serie de ensayos para evaluar condiciones idóneas de propagación.

## **2.2. Definición del problema**

¿Cuál es el efecto del ácido indol 3 butírico con diferentes sustratos en la formación de callos y el enraizamiento en estaquillas de *Aniba rosaeodora* “palo de rosa” en Jenaro Herrera, Loreto?

### **III. HIPÓTESIS**

#### **3.1. Hipótesis General**

Existe efecto del ácido indol 3 butírico con diferentes sustratos en la formación de callos y el enraizamiento en estaquillas de *Aniba rosaeodora* “palo de rosa”

#### **3.2. Hipótesis alterna**

Existe efecto de las cuatro dosis de ácido indol 3 butírico con los sustratos arena blanca y cascarilla de arroz carbonizada en la formación de callos y el enraizamiento en estaquillas de *Aniba rosaeodora* “palo de rosa”

#### **3.3. Hipótesis nula**

No existe efecto de las cuatro dosis de ácido indol 3 butírico con los sustratos arena blanca y cascarilla de arroz carbonizada en la formación de callos y el enraizamiento en estaquillas de *Aniba rosaeodora* “palo de rosa”.

## **IV. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo general**

Observar el efecto del ácido indol 3 butírico con diferentes sustratos en la formación de callos y el enraizamiento en estaquillas de *Aniba rosaeodora* “palo de rosa”.

### **4.2. Objetivos específicos**

- Definir la dosis óptima de ácido indol 3 butírico y el sustrato ideal en la formación de callos y el enraizamiento en estaquillas de *Aniba rosaeodora* “palo de rosa”.
- Obtener información estadística de las dosis de ácido indol 3 butírico y los tipos de sustratos en la formación de callos y el enraizamiento en estaquillas de *Aniba rosaeodora* “palo de rosa”.



## V. VARIABLES

### 5.1. Descripción de las variables, indicadores e índices

La variable de estudio fue las estaquillas de *Aniba rosaeodora* “palo de rosa”, cuyos indicadores fueron: formación de callos y enraizamiento con sus respectivos índices, número de callos y número de raíces.

### 5.2. Operacionalización de las variables

**Cuadro 1.** Operacionalización de las variables

<b>VARIABLES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ÍNDICES</b>
Estaquillas de <i>Aniba</i>	Formación de callos	Número de callos
<i>rosaeodora</i> “palo de rosa”	Enraizamiento	Número de raíces

## VI. REVISIÓN DE LITERATURA

### 6.1. Descripción General de la Especie Estudiada

#### 6.1.1. Descripción Taxonómica

Pereira (2004), lo clasifica taxonómicamente de la siguiente manera:

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Commelinidae

Orden: Laurales

Familia: Lauraceae

Subfamilia: Arecoideae

Género: *Aniba*

Especie: *rosaeodora*

Nombre Científico: ***Aniba rosaeodora* Ducke**

Nombre Común: Palo de rosa, Pau-rosa

#### 6.1.2. Descripción Botánica

##### Característica de la especie

*Aniba rosaeodora* Ducke “palo de rosa” de la familia Lauraceae, es una especie nativa de la Amazonia, que presenta gran potencial económico debido a la extracción del linalol, a partir del aceite esencial presente en todas las partes del árbol (hojas, flores, madera), producto bastante requerido en el mercado nacional e internacional por su uso en perfumería como fijador (Sampaio, 1989).

*Aniba rosaeodora* se desarrolla hasta una altura de 30m y se encuentra distribuido en el norte de la Amazonia. En Brasil se localiza en los estados de Amazonas, Pará y Amapá. También existen en Perú, Colombia, Ecuador, Surinam y la Isla Guyana (Vásquez, 1989).

Al grupo que posee linalol pertenecen *Aniba rosaeodora* Ducke y *Aniba duckei* Kosterm (Guenther, 1950). Tanto *Aniba rosaeodora* y *Aniba duckei* fructifican una vez al año. En el caso de *Aniba rosaeodora* florece a partir de octubre y alcanza su máxima fructificación en el mes de marzo, mientras que *Aniba duckei* presenta su floración de noviembre a mayo y alcanza su mayor fructificación en el mes de marzo (Sampaio, 1989).

Usos: Madera para aserrío, aunque el principal uso es para la extracción del linalol muy solicitado en la industria del perfume, también contiene alfa-terpineol (Vásquez, 1989). Sampaio (1989), indica que este factor ha sido responsable de la intensa actividad de explotación selectiva e irracional a que ha sido sometida esta especie, ocasionando desaparición de áreas de fácil acceso donde se hallan las mismas.

## **6.2. Generalidades acerca de propagación vegetativa.**

La propagación vegetativa comprende desde procedimientos sencillos, conocidos de tiempos inmemoriales por los campesinos de todo el mundo, hasta procedimientos tecnológicamente muy avanzados, basados en la tecnología del cultivo de tejidos vegetales, mediante los cuales se puede lograr la propagación masiva de plantas genéticamente homogéneas,

mejoradas y libres de parásitos. Los procedimientos modernos permiten la obtención de cultivares totalmente libres de agentes patógenos, incluyendo virus, e incluso la fabricación de semillas artificiales por medio de la técnica de embriogénesis somática y encapsulado (Sánchez, 2012).

La mayoría de los programas de mejoramiento genético en los trópicos se han basado en la evaluación de especies y procedencias, seguida del establecimiento de ensayos de progenie y huertos semilleros con los mejores individuos. Sin embargo, actualmente se reconoce que la propagación vegetativa y la selección clonal ofrecen los medios para lograr mayores ganancias genéticas en el menor tiempo posible (Mesén, 1998).

Dentro de las ventajas significativas que ofrece la propagación vegetativa se destaca la capacidad de explotar los componentes aditivos como los no aditivos de la varianza genética total, permitiendo ganancias genéticas importantes en periodos cortos (Libby y Rauter, 1984 *cit.* por Mesén, 1998).

Mientras que la principal desventaja lo constituyen los altos costos de implementación y operación de los sistemas de propagación, es por esto que solo empresas con mucho capital han logrado los mejores avances en este campo mediante la implementación de sistemas caros y muy sofisticados de nebulización automática, algo que resulta totalmente inapropiado para trabajos de pequeña escala y mucho más si la finalidad es transferir la tecnología generada a pequeños productores y finqueros de la región (Mesén, 1998).

### 6.3. Las Estaquillas y sus características

Las estaquillas son el medio más importante para la propagación de plantas herbáceas y leñosas, siendo su empleo muy común en diversas especies. Es una técnica económica, rápida, simple, no requiere de técnicas especiales y permite obtener muchas nuevas plantas a partir de unas pocas plantas madres (previamente seleccionadas), en un espacio limitado (Hartmann, 1987 *cit.* por Tarnowski, 2005). No obstante, es necesario desarrollar estas técnicas para cada especie y región geográfica a fin de adaptarlas para su empleo por pequeños y medianos finqueros (Mesén, 1998 *cit.* por Tarnowski, 2005).

En silvicultura clonal no interesa la producción de semilla, sino generar árboles de crecimiento normal, similares al árbol que les dio origen. Para esto la técnica más utilizada es la del enraizamiento de estaquillas suculentas, utilizando material fisiológicamente juvenil. Precisamente esta es una de las principales limitaciones prácticas de la silvicultura clonal, ya que la selección de los árboles que se quiere propagar se basa en ciertas características de importancia económica tales como la rectitud del fuste, volumen, hábito de ramificación, densidad de la madera, entre otros, que se expresan a edades adultas, cuando el árbol ha perdido su condición de juvenil; este problema se puede superar con la aplicación de técnicas para estimular la generación de brotes (realizar cortes, raspar la corteza o retirar un anillo de corteza son las más comunes), si esto no funciona talar el árbol para estimular la aparición de brotes es también una posibilidad ya que estaremos seguros que el material permitirá obtener plantas idénticas a la

progenitora (Mesén, 1998). Esta información permite decidir por el empleo estaquillas en lugar de semilla botánica para desarrollar futuros programas de producción de plantas para reforestación.

#### **6.4. El propagador de sub irrigación**

El propagador de sub irrigación ha sido descrito en detalle por Leakey *et al.* (1990). Es básicamente un marco de madera o de metal rodeado por plásticos transparente para hacerlo impermeable. Los primeros 25 cm se cubren con capas sucesivas de piedras grandes (6-10 cm de diámetro), piedras pequeñas (3-6 cm) y grava, y los últimos 5cm se cubren con un sustrato de enraizamiento (arena fina, aserrín, entre otros). Los 20 cm basales se llenan con agua, de manera que el sustrato de enraizamiento siempre se mantendrá húmedo por capilaridad. Para introducir agua u observar su nivel, se utiliza un cilindro de bambú o cualquier otro tipo de material insertado verticalmente a través de las diferentes capas del material. Internamente se utilizan marcos de reglas que le dan apoyo a la estructura y a la vez proporcionan sub- divisiones que permiten el uso de sustratos diferentes dentro del mismo propagador. La caja se cubre con una tapa que ajuste bien, también forrada de plástico, para mantener la alta humedad interna. El agua del propagador debe de cambiarse al menos cada 6 meses (Mesén, 1998).

La efectividad del propagador de sub irrigación parece radicar en su capacidad de minimizar el estrés hídrico, protegiendo a la estacas de las

fuerzas ambientales externas, experimentadas bajo condiciones normales en los trópicos (Mesén, Leakey, Newton, 1996).

### **6.5. Los sustratos y sus características**

Son muchos y muy variados los sustratos que se pueden encontrar en la actualidad, esto debido a las combinaciones que realizan los investigadores con el fin de encontrar el medio propagativo ideal en las diferentes especies; en este tema Rosello *et al.* (2002) realizaron una investigación sobre sustratos para uso en viveros ecológicos, luego de la cual sostienen que, de cualquier forma, el sustrato que utilizemos deberá cumplir la normativa en el sentido más estricto. Pero, además, deberán ser respetuosos con el espíritu de esta normativa. Esto vendrá reflejado en un uso ecológicamente sostenible, es decir, debería estar compuesto de materiales renovables, con un ritmo de extracción que permita su perdurabilidad en el espacio y en el tiempo, y que respete el entorno donde están situados o aquel a donde van a llegar. Por supuesto, cuanto más cercana tengamos la fuente de origen del sustrato del vivero, menor será el impacto causado (Rosello *et al.* 2002 *cit.* por Sánchez, 2012).

Para poder iniciar adecuadamente esta parte tenemos que definir lo que significa un sustrato. Un concepto muy bueno nos brindan Jarma *et al.* (2004) *cit.* por Sánchez (2012) que, en su investigación sobre propagación de roble (*Tabebuia roseae*) citan: el sustrato en el que son colocadas las estacas influye en el suceso de enraizamiento (Gomes, 1987 *cit.* por Jarma *et al.* 2004 y Sánchez, 2012). Este realiza la función de sustentar las

estacas durante el periodo de enraizamiento, proporcionando humedad, es fuente de abono, el lugar de almacenamiento de fertilizantes y permite la aeración de sus bases (Hartman y Kester, 1997 *cit.* por Jarma *et al.* 2004 y Sánchez, 2012).

Hay diversos medios y mezclas de éstos que se usan con el fin de hacer enraizar estacas. El enraizamiento de las estacas requiere un sustrato especial para tal fin, que dependerá principalmente de si se cuenta o no con un sistema de riego, y de si se desea que en el mismo medio de enraizamiento sea luego transferida la nueva plántula al sitio de plantación. Si no se tiene un sistema de riego automático - nebulizado, entonces deberá utilizarse un sustrato capaz de retener la humedad, entre otros, tierra con arena (50:50), tierra pura o con un 10% de granza de arroz, y los pellets o pastillas silvícola (Gutiérrez; Mesén; Villalobos, 2004).

La arena está formada por pequeños granos de piedra, de alrededor de 0,05 a 2mm de diámetro, dependiendo su composición mineral de la que tenga la roca madre. En propagación, generalmente se emplea arena de cuarzo. De preferencia se debe fumigar o tratar con calor antes de usarla para esterilizarla. Virtualmente no contiene nutrientes minerales y no tiene capacidad amortiguadora (Buffer) o capacidad de intercambio catiónico. Casi siempre se usa en combinación con algún material orgánico (Hartmann *et al.* 1992 *cit.* por Sánchez, 2012).



La cascarilla de arroz es un subproducto de la industria molinera, que resulta abundantemente en las zonas arroceras de muchos países y que ofrece buenas propiedades para ser usado como sustrato hidropónico. Entre sus principales propiedades físico-químicas tenemos que es un sustrato orgánico de baja tasa de descomposición, es liviano, de buen drenaje, buena aireación y su principal costo es el transporte (Sánchez, 2012).

El sustrato de cascarilla de arroz tiene las características físicas y químicas: densidad aparente de 150 g/l, la capacidad de retención de agua del 53,9%, capacidad de intercambio de cationes 5,5 mEq/dl, el pH en el agua 7,4, contenido de sales solubles de 0,7 g/l, nitrógeno 0,7%, 0,2% de fósforo y de 0,32% de potasio. La cáscara de arroz carbonizado se consideran un buen sustrato para la germinación de semillas y enraizamiento de estacas con las siguientes características: permite la penetración y el intercambio de aire en la base de las raíces son firmes y suficientemente densa como para producir semillas o esquejes, tiene color y una sombra oscura en la base de la participación, es ligero y permeable que permita una buena aireación y drenaje, es un volumen constante es seco o húmedo, que esté libre de malezas, nemátodos y patógenos, no requiere tratamiento químico para la esterilización, ya que era esterilizada con la carbonización (Xavier, 1993 *cit.* por Sánchez, 2012).

## **6.6. Dosis de auxinas y sus efectos.**

Estas sustancias se usan frecuentemente en jardinería y en trabajos con plantas del tipo ornamental, las personas relacionadas a este campo sugieren que si se emplea material vegetativo leñoso y semileñoso, se utilicen estimuladores de crecimiento en estado líquido y para material vegetativo suculento (nuestro caso) usar productos comerciales en polvo. La presentación comercial de la hormona empleada en los ensayos fue hormona AIB pura en polvo (Sánchez, 2012).

Las auxinas aplicadas en bajas cantidades, promueven y aceleran la formación de raíces en las estaquillas, las más comunes son el AIA (ácido indol acético), AIB (ácido indol 3 butírico) y el ANA (ácido naftalen acético), ya sea solas o en mezclas (Sánchez, 2012).

Aunque el ácido indol-3-acético (AIA) es la auxina natural que se encuentra en las plantas, dos compuestos relacionados; el ácido indol-3-butírico (AIB) y el ácido naftalen acético (ANA) han sido utilizados con éxito en la promoción del enraizamiento de la mayoría de las especies forestales informadas en la literatura. De estos, el AIB es generalmente el más efectivo, tiene las ventajas de ser más foto estables que el AIA y, al ser insoluble en agua, se mantiene por más tiempo en el sitio de ampliación y mantiene su efectividad por periodos más largos (Mesén, Leakey, Newton; 1996).

## 6.7. Estrés Hídrico

Según Sánchez (2012), cuando la demanda de agua es más importante que la cantidad disponible durante un periodo determinado o cuando su uso se ve restringido por su baja calidad, provoca un deterioro de los recursos de agua dulce en términos de cantidad, este se conoce como estrés hídrico.

Comúnmente, esto ocurre antes que el estrés por calor en el verano, ya sea por causas de falta de irrigación o insuficiente precipitación. Se han realizado varios estudios sobre este aspecto y se han observado que plantas expuestas con anterioridad al estrés hídrico, así como una mayor conductancia y transpiración, lo que originó una mayor tasa fotosintética durante la subsecuente sequía (Sánchez, 2012).

La ocurrencia simultánea de temperatura alta y estrés hídrico a menudo se presenta en algunas regiones del mundo; cuando esto ocurre en la fase de llenado de grano, puede provocar reducciones significativas en el rendimiento. A pesar del daño producido por estos dos factores es difícil distinguir cuál de ellos provoca una mayor reducción sobre el rendimiento de grano, ya que existe mucha similitud en la respuesta de las plantas a estos factores, en la fase de llenado de grano (Kobata *et al.* 1992).

Jiang y Huang (2000) *cit.* por Sánchez (2012) mencionan que el conocimiento de cómo interactúa e influye el estrés hídrico y el estrés por calor en las plantas es poco, existe la posibilidad de poder determinar el

efecto combinado, ya que en la medida que se amplíe el conocimiento acerca de la interacción, se podría mejorar la identificación de los efectos fisiológicos involucrados con la presencia de estos dos factores, esto, con la finalidad de mejorar el desempeño de las plantas ante estas condiciones. Savin y Nicolás (1999) *cit.* por Sánchez (2012), indican que si bien ambos factores pueden llegar a afectar la producción de un cultivo, las temperaturas altas pueden llegar a causar mayores reducciones en las tasas fotosintéticas que la ocurrencia de un estrés hídrico por sí solo.

#### **6.8. Experimentos realizados de propagación en diferentes especies**

La mayoría de las investigaciones hechas en propagación vegetativa por estaquillas obtiene resultados significativos con el uso de estimuladores de enraizamiento (principalmente AIB) sobre la no aplicación de estas sustancias, El AIB es una auxina químicamente similar al AIA que en la mayoría de las especies ha demostrado ser más efectiva que AIA, ANA y otras sustancias, por ello es la de mayor uso como sustancia promotora del enraizamiento. Tiene la ventaja de no ser toxica en un amplio rango de concentraciones, no degradarse por la luz o microorganismos y por ser insoluble en agua logra permanecer mayor tiempo en el sitio de aplicación (Blazich, 1988 *cit.* por Mesén, 1998).

También sobre el particular Doll *et al.* (2003) *cit.* por Sánchez (2012) en su estudio sobre propagación vegetativa en matico (*Buddleja globosa*) dicen lo siguiente: el tipo de estaca influyó en el enraizamiento, difiriendo

significativamente ( $p < 0,05$ ) el resultado logrado en las estacas obtenidas de la porción apical, del resultado logrado por las estacas provenientes de la porción media de las ramas madres. Esta diferencia la explican con el uso de estacas de árboles juveniles, de máximo un centímetro de diámetro y porque fueron estacas sub apicales, que se espera tengan mayor capacidad de enraizamiento (Leakey 1985 y Mesén 1998 *cit. por* Vásquez *et al.* 2006). La menor madurez fisiológica por un lado y la mayor concentración de auxinas encontradas generalmente en las porciones apicales de ramas, explicarían el mayor porcentaje de enraizamiento logrado por las estacas provenientes de ese segmento (Hartmann *et al.* 1990 *cit. por* Doll *et al.* 2003 y Sánchez, 2012). Revisando esta información se puede determinar que no solo el uso de estaquillas juveniles influirá en la prueba, el tipo de estaquilla, las características de la planta madre la ubicación dentro de la planta madre, tamaño de la estaca, diámetro, entre otros, son factores que se tienen que tomar en cuenta para el éxito en enraizamiento de una especie, es de suma importancia realizar un buen trabajo de seguimiento de los árboles a propagar para que el material que se propague no tenga ningún problema y se pueda identificar cuál de los tipos de estaquillas (apical, basal o media) es la más efectiva.

Los resultados obtenidos por Vásquez *et al.* (2006) *cit. por* Sánchez (2012) luego de su investigación en balsa blanco (*Heliocarpus americanus* L. *Sin.*), indican que hubo una mejor respuesta en el enraizamiento de estacas del balsa blanco (55 %) frente al 1 % obtenido por López y Osorio (2003).

En trabajos realizados en el CATIE, la concentración de 0,2% de AIB ha dado los mejores resultados en *A. acuminata*, *B. quinata*, *Cedrela odorata*, *E. deglupta*, *G. arbórea* y *Swietenia macrophylla*. Con *Platymiscium pinnatum*, las dosis de 0,2% y 0,4% de AIB fueron las mejores cuando se utilizó grava o arena como sustratos, respectivamente. Algunas especies respondieron mejores ante dosis mayores, por ejemplo la *Terminalia oblonga*, (0,8%), *C. alliodora* (0,8% - 1,6%) y *Hyeronimia alchorneoides* (1,6%), mientras que *A. guachapele* enraizó igualmente bien con concentraciones desde 0,05% hasta 0,4% de AIB. Contraria a todas las demás especies evaluadas, *V. guatemalensis* presentó mayores porcentajes de enraizamiento cuando no se aplicó axina, aunque el número de raíces producidas en las estacas aumento con dosis crecientes de AIB desde 0% hasta 0,8%; la concentración de 0,2% presento el mejor balance entre enraizamiento y calidad del sistema radical formado. Con estos resultados se puede tener una idea del tipo del rango de dosis que podrían ser evaluadas cuando se vaya iniciar la propagación de una especie nueva (Mesén, 1998).

Asimismo, Rivero *et al.* (2005) en su estudio sobre enraizamiento de estaquillas de semeruco (*Malpighia glabra*) utiliza ácido indol 3 butírico (AIB) en concentraciones de 0, 750, 1500, 3000 y 4500 ppm, el mayor porcentaje de estacas enraizadas la obtuvo la concentración de 750 ppm de AIB con 48%.

La principal desventaja lo constituyen los altos costos de implementación y operación de los sistemas de propagación, es por esto que solo empresas con mucho capital han logrado los mejores avances en este campo mediante la implementación de sistemas caros y muy sofisticados de nebulización automática (Mesén, 1998), algo que resulta totalmente inapropiado para trabajos de pequeña escala y mucho más si la finalidad es transferir la tecnología generada a pequeños productores y finqueros de la región. Como alternativa al problema de los elevados costos de implementación de un vivero para enraizamiento tenemos propagador de sub irrigación desarrollado por el Instituto de Ecología Terrestre de Escocia (IET) en un trabajo conjunto con el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) (Leakey, 1990 *cit.* por Sánchez, 2012) el cual probó ser efectivo para la propagación de gran cantidad de especies tropicales con la ventaja de ser una tecnología barata, no requerir electricidad, agua de cañería y ser muy fáciles de emplear (Mesén, 1998). Los principales problemas asociados a la silvicultura clonal son principalmente la homogeneidad genética (uso de pocos e incluso un solo clon para la propagación), de la plantación, aumento de riesgo de plagas y enfermedades y una menor calidad de los sistemas radicales respecto a las plantas producidas por semillas. Sobre este tema, Mesén (1998) indica: cualquier persona, empresa o institución que se involucre en este campo, rutinariamente tomara las medidas de seguridad necesarias (Burdon, 1989 *cit.* por Mesén, 1998).

El sustrato también tiene un efecto importante en el éxito del enraizamiento y debe ser considerado como parte integral de cualquier sistema de propagación. Un buen sustrato combina buena aireación con alta capacidad de retención de agua, buen drenaje y libre de agente contaminantes (Hartmann y Kester, 1983). Además, el sustrato no debe presentar obstáculos para el crecimiento de las raíces, debe tener la consistencia suficiente para mantener las estacas en su posición y ser de fácil adquisición en cualquier momento (Leakey y Mesén, 1991). Se ha encontrado diferencias considerables en la capacidad de enraizamiento de diferentes especies con respecto al sustrato utilizado. Estudios realizados en el CATIE, han empleado sustratos fáciles de conseguir localmente, generalmente grava fina, arena, aserrín descompuesto y mezcla de estos materiales. Si bien algunas especies parecen ser más exigentes, otras enraízan bien en una gran variedad de sustratos. La *Swietenia macrophylla* enraizó en una mezcla de 3:1 de arena y grava (Díaz *et al.* 1991 y 1992; Leakey *et al.* 1990; Mesén *et al.* 1992; Mesén 1993; Núñez 1997). El sustrato debe cambiarse cada 3-6 meses, para eliminar musgos y malezas que se van acumulando, y puede ser utilizado después de lavarlo bien (Mesén, 1998).

En la especie gmelina (*Gmelina arborea*) el sustrato que presentó los mejores porcentajes de enraizamiento 57% y mayor número de raíces 17% fue arena. La dosis de AIB que propició el mayor porcentaje de enraizamiento fue la de 0,2% y una longitud de estaca de 8 cm y un área foliar de 50 cm<sup>2</sup> (Mesén, 1991 *cit.* por Sánchez, 2012).



En la propagación del Burío (*Heliocarpus appendiculatus*) se emplearon las estacas apicales de cuatro árboles con diámetros entre 6,7 y 28,8 cm, siete tratamientos: aplicación del ácido indol 3 Butírico (AIB) al 0,3 %, disuelto en agua destilada; etanol al 25%, 50%, 75% o 100%, o mezclado en una base de talco y un control de agua destilada sin AIB. En dos cámaras de sub-irrigación se impusieron dos condiciones de luz (bloques) con plásticos blanco transparente, bajo sombra a 2 m. Aun así se concluyó para los ensayos futuros determinar la concentración apropiada de AIB y seleccionar individuos con características homogéneas, debido a la alta susceptibilidad de la especie (Mesén *et al.* 2004 *cit.* por Sánchez, 2012).

En la propagación del tornillo (*Cedrelinga cateniformis* Ducke), utilizando cámaras de sub irrigación a dos niveles de luminosidad, tres tipos de sustrato, al término de 40 días se obtuvo un 31% de sobrevivencia y 18% de enraizamiento, con estaquillas de porción media y de luminosidad de 45%. El tipo de sustrato no influyó significativamente, pero se observó mejor el comportamiento de las estaquillas conforme aumenta la dimensión de las partículas del sustrato. Después de los 80 días, las estaquillas de porción apical no prosperaron. Se concluye que es posible propagar tornillo empleando estacas de porciones próximas a su base y con poca luminosidad. Es una especie que requiere un manejo apropiado de sombra en el periodo de propagación, no tolera los excesos de humedad, baja aireación a nivel de sustrato, lo que favorece el empleo de sustratos de buen drenaje (Soudre *et al.* 2008).

## VII. MARCO CONCEPTUAL

**AIB:** Son las siglas de ácido Indol 3 butírico y es una auxina sintética promotora del enraizamiento, no es toxica en un amplio rango de concentraciones, no es degradada fácilmente por la luz o microorganismos y al ser insoluble en agua, permanece por más tiempo en el sitio de aplicación donde puede ejercer un mayor efecto (Murrieta, 2010).

**ÁRBOL PLUS:** Individuo sobresalientes o superior en todos los criterios de selección a tener en cuenta (el autor).

**AUXINAS:** Son hormonas que promueven y aceleran la formación de raíces, pueden adquirirse puras, pero por lo general se utilizan ya diluidas en alguna de sus muchas presentaciones en polvo, liquido o gel (Murrieta, 2010).

**CALLOS:** Es el desarrollo del tejido cicatricial, en la parte del cambium por la rápida división de células parenquimáticas (Murrieta, 2010).

**CLONACIÓN:** Tipo de reproducción asexual, en el cual se obtienen seres idénticos a un donante mediante la extracción de partes de este para su posterior crecimiento sin la intervención de células reproductivas (Mesén, 2008).

**ENRAIZAMIENTO:** Capacidad de la planta o parte de ella para producir nuevas raíces (el autor).

**ESTAQUILLA O ESTACA SUCULENTA:** Son originadas por rebrotes fisiológicamente juveniles, que dará a un árbol de crecimiento normal (Murrieta, 2010).

**FITOHORMONAS:** Sustancias controladoras de los diferentes procesos fisiológicos de las plantas, en la actualidad se conocen cinco grupos: Auxinas, giberilinas, citoquininas, etileno y ácido abcísico (Mesén, 2008).

**REPRODUCCIÓN ASEXUAL:** Formación de un nuevo ser a partir de células distintas a las reproductivas (Mesén, 2008).

**PROPAGACIÓN POR ESTACAS:** Reproducción asexual aplicado a vegetales mediante la cual se separa una parte de una planta madre, de la cual se obtiene una nueva planta idéntica al donante o planta madre (el autor).

**PROPAGACIÓN VEGETATIVA:** Tipo de propagación mediante el cual se obtienen nuevos organismos a partir de una célula o grupos de células del organismo original, sin la mediación de procesos sexuales (Mesén, 1998).

## **VIII. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **8.1. Descripción y Características Generales del Área de Estudio**

#### **8.1.1. Lugar de Ejecución**

Esta investigación se realizó en el vivero forestal “Antonio Aróstegui” del Centro de Investigaciones José López Parodi - Jenaro Herrera, estación experimental del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Se encuentra a 2,5 Km al este del poblado Villa Jenaro Herrera en las siguientes coordenadas: 4°55' LS, 73°44' LW.

Políticamente pertenece al distrito de Jenaro Herrera, provincia de Requena, departamento de Loreto.

#### **8.1.2. Accesibilidad**

A Villa Jenaro Herrera se llega por vía fluvial, encontrándose a 2 horas de la ciudad de Nauta en transporte comercial (rápido). En las motonaves de rutas partiendo de la ciudad de Iquitos, dura de 13 a 15 horas de surcada y viceversa de 10 a 12 horas respectivamente.

El acceso al área de estudio es por vía terrestre, a través de la carretera Jenaro Herrera-Colonia Angamos (2,5 Km, lado izquierdo), a 45 minutos caminando y 15 minutos en movilidad particular desde Villa Jenaro Herrera.

### **8.1.3. Clima**

La temperatura anual es de 26,0°C, con variaciones estacionales que se extienden entre 25,1°C (julio) y 26,5°C (diciembre). La precipitación anual es de 2724 ± 171mm. Hay dos estaciones secas, la primera de junio a setiembre con precipitación de menos de 180mm por mes y una segunda estación menos pronunciada seca entre diciembre y marzo. La humedad relativa promedio es de 85,9%, con un valor menor (<el 85,5%) entre los meses de julio a octubre; y un valor mayor (el 87,2%) entre los meses de febrero y abril (SENHAMI, 2007).

### **8.1.4. Fisiografía**

El terreno es ligeramente ondulado con pendientes moderadas, perteneciendo a un “bosque de terraza” (Alencar y Fernández, 1979). Una característica común es la presencia de caños o quebradas que lo surcan (Abadie, 1976). Esta área forestal está libre de inundaciones, tiene buen drenaje y buen vigor de vegetación, con una altitud de 125msnm y la altura aproximada sobre el nivel del río de 10m (Malleux, 1971).

### **8.1.5. Suelos**

Estos suelos se caracterizan por ser mayormente de color anaranjado-rojo (arciso-órtico), suelos amarillos anaranjados con presencia creciente de un horizonte superior grisáceo, suelos dominados por los tonos grises, así como suelos blancos (podzol-órtico), (Claussi *et al.* 1992).

### **8.1.6. Vegetación**

La cobertura vegetal natural, se caracteriza por ser un bosque alto, exuberante, tupido, cargado de bromeliáceas y toda clase de orquídeas, y bejucos. Los tallos y fustes de casi todos los árboles están tapizados y envueltos por abundantes epífitas y trepadoras, en las que son notables las Aráceas. En la zona de estudio señala que se han identificado 13 tipos de bosques: bosque ribereño alto, bosque latifoliado de restinga de tahuampa, bosque latifoliado de bajeal de tahuampa y palmeral de tahuampa, bosque latifoliado de terraza baja, palmeral de terraza baja, chamizal y varillar de terraza baja, bosque latifoliado de terraza alta sobre suelos amarillos, bosque latifoliado de terraza alta sobre suelos rojos, bosque de quebrada, varillar y chamizal de terraza alta (Freitas, 1996).

### **8.1.7. Zona de Vida Natural**

La cobertura vegetal natural de la zona corresponde a bosque húmedo tropical (bh-T), (INRENA, 1996).

## **8.2. Materiales y Equipos**

Los materiales utilizados en el presente trabajo fueron: brotes de palo de rosa, área acondicionada con 60% de sombra (malla sarán), sustratos (arena blanca y cascarilla de arroz carbonizada), cámara de sub irrigación, auxina AIB (diluida en alcohol 96° en diferentes concentraciones), termo higrómetro digital, abanico, fungicida Cupravit OB 21, tijeras podadoras, caja térmica para el transporte del material vegetal, papel periódico y papel

bond, instrumentos de medición (vernier, regla aluminio 30cm), libreta de campo, lápiz, tablero, borrador, tajador, plumón indeleble, recipientes, algodón, pala, carretilla, guantes de látex y mascarillas buco nasales.

Los equipos utilizados en el presente trabajo fueron: computadora, útiles de oficina, accesorios de computo (impresora, memoria usb, paquete estadístico) y conexión a internet.

### **8.3. Método**

El método utilizado en el presente estudio fue el experimental, el mismo que forma parte del método científico, consistente en observar las estacas de las especies en estudio, posteriormente hacer las preguntas respectivas generando las hipótesis adecuadas para la obtención de las conclusiones.

#### **8.3.1. Tipo y nivel de investigación.**

El tipo de investigación del presente estudio reúne las condiciones de una investigación aplicada en razón que se utiliza los conocimientos de las ciencias naturales a fin de desarrollar un proceso determinado en el cual intervienen variables dependientes e independientes.

De acuerdo a la naturaleza del estudio, el nivel de investigación fue descriptivo, explicativo y correlacionado.

### 8.3.2. Población y muestra

La población estuvo conformada por la cantidad total de estaquillas de *Aniba rosaeodora* obtenidas de un jardín clonal establecidas en el Vivero Forestal del Centro de Investigaciones José López Parodi. La muestra estuvo conformada por 320 estaquillas.

### 8.3.3. Diseño Estadístico

Para este ensayo se empleó un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial de 2 x 4, donde se combinó dos niveles del factor sustrato (arena blanca y cascarilla de arroz carbonizada) y tres niveles del factor dosis de AIB (0, 3000, 5000, 6000), considerando como testigo las plantas sin aplicación de hormona, formando 8 tratamientos, con 4 repeticiones; los tratamientos estarán conformados de la siguiente manera:

**Cuadro 2.** Descripción de los tratamientos para el ensayo

CLAVE	TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS
T <sub>1</sub>	X <sub>1-1</sub> X <sub>2-1</sub>	100% arena blanca + 0ppm
T <sub>2</sub>	X <sub>1-1</sub> X <sub>2-2</sub>	100% arena blanca + 3000ppm
T <sub>3</sub>	X <sub>1-1</sub> X <sub>2-3</sub>	100% arena blanca + 5000ppm
T <sub>4</sub>	X <sub>1-1</sub> X <sub>2-4</sub>	100% arena blanca + 6000ppm
T <sub>5</sub>	X <sub>1-2</sub> X <sub>2-1</sub>	100% cascarilla de arroz carbonizada + 0ppm
T <sub>6</sub>	X <sub>1-2</sub> X <sub>2-2</sub>	100% cascarilla de arroz carbonizada + 3000ppm
T <sub>7</sub>	X <sub>1-2</sub> X <sub>2-3</sub>	100% cascarilla de arroz carbonizada + 5000ppm
T <sub>8</sub>	X <sub>1-2</sub> X <sub>2-4</sub>	100% cascarilla de arroz carbonizada + 6000ppm



El número total de unidades de observación fue de 320 estaquillas, de las cuales 40 unidades fueron para cada tratamiento y 10 para cada repetición.



**Figura 1.** Croquis de distribución del ensayo.

#### 8.3.4. Análisis estadístico.

Para el análisis estadístico de este ensayo se utilizó el modelo aditivo lineal siguiente, de acuerdo al diseño estadístico:

$$y_{ijk} = \mu + n_i + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + e_{ijk}$$

Para  $i = 1, \dots, a$ ,  $j = 1, \dots, b$ ,  $k = 1, \dots, n$

Dónde:

$\mu$  = es el efecto medio global.

$n_i$  = Efecto de la  $i$ ésima repetición.

$\alpha_j$  = es el efecto incremental sobre la media causado por el nivel  $j$ ésimo del factor A.

$\beta_k$  = el efecto incremental sobre la media causado por el nivel  $k$  del factor B.

$(\alpha\beta)_{ij}$  = el efecto incremental sobre la media causado por la interacción del nivel  $i$  del factor A y el nivel  $j$  del factor B.

$e_{ijk}$  = el término de error

El A.N.V.A. estará formado por las siguientes fuentes de variabilidad.

**Cuadro 3.** Descripción del esquema del ANVA para el ensayo

<b>FUENTE DE VARIABILIDAD</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>
<i>Tratamientos</i>	$t - 1 = 8 - 1 = 7$
<i>Factor <math>X_1</math> (Sustrato)</i>	$X_1 - 1 = 2 - 1 = 1$
<i>Factor <math>X_2</math> (Dosis AIB)</i>	$X_2 - 1 = 4 - 1 = 3$
<i>Factor <math>X_1 X_2</math> (Sustrato*Dosis AIB)</i>	$(X_1 - 1)(X_2 - 1) = 1 * 3 = 3$
<i>Error</i>	$((X_1)(X_2) - 1)(n - 1) = 7 * 3 = 21$
<b>TOTAL</b>	<b><math>(X_1 \cdot X_2 \cdot r - 1) = ((2 \times 4 \times 4) - 1) = 31</math></b>

Si el resultado del ANVA fue significativo se utilizó la prueba de Tuckey para comparar los promedios de los tratamientos (Vanderlei, 1991 *cit.* por Sánchez, 2012), la fórmula planteada es:

$$\Delta = \frac{q \cdot s}{\sqrt{r}}$$

**Dónde:**

$\Delta$  = prueba de Tuckey al (5%).

Q = valor de la tabla al nivel de probabilidad de (5%).

R = número de las repeticiones del experimento o de la media.

**8.3.5. Características del Campo Experimental.**

Acorde a los alcances brindados por (Mesén *et al.* 1992) el área de enraizamiento fue cubierta por una malla Raschell (60%) de color negro a fin de disminuir la intensidad de luz y temperatura dentro del ambiente.

**De las cámaras de sub irrigación.**

**Cuadro 4.** Dimensiones de la cámara de sub irrigación

Largo	2,5 m
Ancho	1 m
Alto	1 m
Área total	2,5 m <sup>2</sup>

## De los bloques

**Cuadro 5.** Dimensiones de los bloques para el ensayo

<b>De los bloques</b>	
Numero de bloques	2
Largo	125 cm
Ancho	90 cm
Área efectiva	11250 cm <sup>2</sup>
Nº de hileras / bloque	16
Distanciamiento entre plantas	10 cm
Distanciamiento entre hileras	7 cm

### 8.4. Procedimiento

Consistió en la recopilación, revisión, análisis y selección de la información existente. Para tal efecto, se acopió toda la documentación disponible y referida al área en el aspecto forestal y administrativo.

#### 8.4.1. Material Vegetativo

El material vegetativo que se utilizó en los ensayos se obtuvo del jardín clonal establecido en el Vivero del Centro de Investigaciones José López Parodi para lograr la producción masiva de brotes juveniles.

#### 8.4.2. Sustratos:

##### 8.4.2.1. Cascarilla de arroz carbonizada

La cascarilla de arroz se obtuvo de los molinos ubicados en la localidad de Jenaro Herrera para luego ser llevado al centro de investigaciones para seguir el proceso de carbonización.

La cascarilla al ser carbonizada, estuvo libre de agentes patógenos y pudo ser puesto en la cámara en forma directa. Se utilizó un horno de carbonizador artesanal para la obtención del sustrato.

#### **8.4.2.2. Arena blanca**

La arena, se colectaron en sacos, se tamizó, lavó, hasta quedar libre de agentes patógenos y finalmente se esterilizó para luego ser llenado en la cámara de propagación.

#### **8.4.3. Ácido Indol 3 Butírico**

El ácido indol 3 butírico (AIB) puro fue diluida en alcohol medicinal de 96°, en diferentes concentraciones (3000, 5000 y 6000 ppm) las cuales fueron empleados en el ensayo.

La aplicación de la auxina a las estaquillas se realizó sumergiendo la base de las mismas por un tiempo de 3 segundos y luego ventiladas con el abanico por 30 segundos.

#### **8.4.4. De las Cámaras de Sub irrigación**

##### **8.4.4.1. Llenado de las Cámaras**

Antes de realizar el llenado de los sustratos se realizó el llenado de la base de las mismas con agua hasta que esta quedó a nivel del sustrato. El llenado de los sustratos se desarrolló con mucho cuidado en el caso de la arena se coloca una capa de piedrillas (gravilla industrial) entre el agua y la capa de sustrato, para evitar que la arena

caiga al fondo de la cámara. En el caso de la cascarilla no se colocó esta base.

#### **8.4.4.2. Distribución Espacial de Tratamientos en la Cámara**

El distanciamiento dentro de la cámara fue de 7 cm entre tratamientos, 10 cm entre planta y 7 cm entre fila.

#### **8.4.4.3. Cosecha y Traslado del Material Vegetativo**

La cosecha y traslado de los brotes se realizó en hora de la mañana (7.30 am) para evitar que los brotes sufran de estrés hídrico a lo largo de todo el proceso, se cosecharon solamente los brotes sanos y vigorosos. El corte se hizo dónde inicia la parte lignificada del tallo de la planta.

#### **8.4.4.4. Dimensionamiento de las estaquillas**

Los brotes cosechados fueron cortados en estaquillas de 3 cm de longitud.

#### **8.4.4.5. Desinfección y Oreado**

Las estaquillas fueron colocadas dentro de una bandeja en la cual estuvo disuelto el fungicida Cupravit OB21 por 10 minutos y luego oreadas por 15 minutos.

#### **8.4.4.6. Aplicación del Ácido Indol 3 Butírico (AIB).**

Se aplicaron las dosis ya mencionadas (3000 ppm, 5000 ppm, 6000 ppm) en la base de las estaquillas durante 3 segundos.

#### **8.4.4.7. Establecimiento de las Estaquilla en la Cámara.**

Una vez ya aplicado las dosis se realizó la instalación de las estaquillas distribuidas cada una según el tratamiento que le correspondía.

#### **8.4.4.8. Riegos.**

Los riegos se realizaron con el uso de un aspersor manual. Esta actividad se realizó tres veces al día en los horarios: 08:00, 12:00 y 15:00 respectivamente. En los días de alta temperatura (mayores a 33°C) el riego fue más abundante y en los de baja temperatura (menores a 28°C) el riego fue ligero.

#### **8.4.4.9. Evaluaciones**

Este ensayo tuvo una duración de sesenta días, luego de la instalación. La primera evaluación a las estaquillas se realizó a los 15 días, la segunda evaluación a los 30 días, la tercera evaluación a los 45 días y la evaluación final se realizó a los 60 días de instalado el ensayo. En las evaluaciones se observó lo siguiente:

**Formación de Callo:** se consideró como callo a los abultamientos, cicatrices y escoriaciones a lo largo del tallo de las estaquillas.

**Formación de Raíces:** se consideró como tales a los brotes radicales de la estaquilla.

**Estaquilla sobreviviente:** aquella estaquilla que al finalizar el ensayo tiene un desarrollo normal y se encuentre sano.

En las estaquillas con formación de callos y raíces se desarrolló la medición de los mismos, para lo cual se utilizó vernier y regla milimétrica, el porcentaje de enraizamiento se obtuvo de la cantidad de plantas enraizadas respecto a la cantidad de plantas instaladas por tratamientos y de la misma forma las demás variables de estudios, los datos obtenidos se registraron en la libreta de campo y posteriormente digitalizados en una base de datos en la computadora.

#### **8.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Se establecieron formatos de evaluación elaborados para la presente tesis (cuadro 17 del anexo).

#### **8.6. Técnica de presentación de resultados**

La presentación de los resultados finales se realizó a través de cuadros y figuras, utilizando una poderosa hoja de cálculo denominada Excel 2010 y para el análisis estadístico el software SPSS20.



## IX. RESULTADOS

### 9.1. Tratamiento en Arena

En los cuadros 6, 7, 8 y 9 se observa las repeticiones del experimento para determinar la formación de callos y el enraizamiento de *Aniba rosaeodora* con diferentes dosis de ácido indol butírico en arena. En los cuadros se observa que la formación de callos en la especie *Aniba rosaeodora*, tarda hasta después de los 15 a 30 días después de la siembra con dosis superiores a 5000 ppm.

El mejor enraizamiento lo presenta el experimento que corresponde al sustrato arena con 5000 ppm de aplicación, habiendo contabilizado 7 estaquillas de un total de 10, mientras que el experimento con menores resultados se dio con las dosis de 3000 y 6000 ppm el mismo que a los 60 días presenta un enraizamiento de solo 2 estaquillas, así mismo el testigo presenta un total de 3 estaquillas enraizadas a los 60 días (cuadro 6).

En cuanto a la mortalidad se puede observar que el mayor porcentaje se presenta en el experimento cuya dosis fue 3000 y 5000 ppm con el 80 %.

**Cuadro 6.** Enraizamiento de *Aniba rosaeodora* en arena (Repetición 1)

Experimento	Formación de Callos				Días de enraizamiento				Super.	%	Mort.	%
	15 Días	30 Días	45 Días	60 Días	15 Días	30 Días	45 Días	60 Días				
0	0	0	1	1	0	0	0	3	3	30	7	70
3000	0	1	1	1	0	0	1	2	2	20	8	80
5000	2	3	1	1	0	2	5	7	7	70	3	30
6000	1	2	1	1	0	1	2	2	2	20	8	80

En el cuadro 7 (repetición 2), se observa que la formación de callos también se desarrolla entre los 15 a 30 días con las dosis de 5000 a 6000 ppm de ácido indol butírico. Asimismo, el mejor enraizamiento lo presenta la dosis con 5000 ppm de aplicación de ácido indol butírico, habiendo contabilizado 6 estaquillas de un total de 10, mientras que el experimento con menores resultados se dio con las dosis de 0 y 3000 ppm el mismo que a los 60 días presenta un enraizamiento de solo dos estaquillas.

En cuanto a la mortalidad se puede observar que el mayor porcentaje se presenta en el experimento cuya dosis fue 0 y 3000 ppm con el 80 %.

**Cuadro 7.** Enraizamiento de *Aniba rosaeodora* en arena (Repetición 2)

Experimento	Formación de Callos				Días de enraizamiento				Super.	%	Mort.	%
	15 Días	30 Días	45 Días	60 Días	15 Días	30 Días	45 Días	60 Días				
0	0	0	0	1	0	0	0	2	2	20	8	80
3000	0	0	1	1	0	0	0	2	2	20	8	80
5000	2	3	2	1	0	2	4	6	6	60	4	40
6000	1	1	2	1	0	1	1	3	3	30	7	70

En la repetición 3 y 4, se observa que la formación de callos también se presenta entre los 15 a 30 días con las dosis de 5000 a 6000 ppm de ácido indol butírico. En estas dos repeticiones el número de estaquillas enraizadas son menores a los dos primeros experimentos (3 en las repetición 3 y 5 en la repetición 4) en las dosis de 5000 ppm, existiendo mayor mortalidad de estaquillas de *Aniba rosaeodora*.

**Cuadro 8.** Enraizamiento de *Aniba rosaeodora* en arena (Repetición 3)

Experimento	Formación de Callos				Días de enraizamiento				Super.	%	Mort.	%
	15 Días	30 Días	45 Días	60 Días	15 Días	30 Días	45 Días	60 Días				
0	0	0	2	0	0	0	0	2	2	20	8	80
3000	0	1	0	1	0	0	1	1	1	10	9	90
5000	2	1	1	1	0	2	1	3	3	30	7	70
6000	1	1	2	1	0	1	1	3	3	30	7	70

**Cuadro 9.** Enraizamiento de *Aniba rosaeodora* en arena (Repetición 4)

Experimento	Formación de Callos				Días de enraizamiento				Super.	%	Mort.	%
	15 Días	30 Días	45 Días	60 Días	15 Días	30 Días	45 Días	60 Días				
0	0	1	1	0	0	0	2	2	2	20	8	80
3000	1	1	1	1	0	1	1	2	2	20	8	80
5000	1	2	4	1	0	2	3	5	5	50	5	50
6000	1	1	0	1	0	1	1	2	2	20	8	80

## 9.2. Tratamiento en Cascarilla

En los cuadros 10, 11, 12 y 13 se observan las repeticiones del experimento para determinar la formación de callos y el enraizamiento de *Aniba rosaeodora* con diferentes dosis de ácido indol butírico en cascarilla. En los cuadros se observa que la formación de callos en la especie *Aniba rosaeodora*, tarda entre los 0 a 15 días después de la siembra, principalmente con la dosis superiores a 5000 ppm.

En el cuadro 10, el mejor enraizamiento lo presenta el experimento que corresponde al sustrato cascarilla con 5000 ppm de aplicación, habiendo contabilizado 5 estaquillas de un total de 10, mientras que el experimento con menores resultados se dio con las dosis de 0 ppm el mismo que a los 60 días presenta un enraizamiento de solo una estaquilla.

En cuanto a la mortalidad se puede observar que el mayor porcentaje se presenta en el experimento cuya dosis fue 0 ppm con el 90 %.

**Cuadro 10.** Enraizamiento de *Aniba rosaeodora* en cascarilla (Repetición 1)

Experimento	Formación de Callos				Días de enraizamiento				Super.	%	Mort.	%
	15 Días	30 Días	45 Días	60 Días	15 Días	30 Días	45 Días	60 Días				
0	0	0	1	3	0	0	0	1	1	10	9	90
3000	1	2	1	1	0	1	2	3	3	30	7	70
5000	0	3	1	2	0	2	3	5	5	50	5	50
6000	0	2	1	1	0	1	2	2	2	20	8	80

En el cuadro 11, también la dosis con 5000 ppm de aplicación presenta el mejor enraizamiento con 7 estaquillas de 10, mientras que el experimento con menores resultados se dio con las dosis de 0 ppm y 3000 ppm el mismo que a los 60 días presenta un enraizamiento de solo dos estaquillas.

En cuanto a la mortalidad se puede observar que el mayor porcentaje se presenta en el experimento cuya dosis fue 0 y 3000 ppm con el 80 %.

**Cuadro 11.** Enraizamiento de *Aniba rosaeodora* en cascarilla (Repetición 2)

Experimento	Formación de Callos				Días de enraizamiento				Super.	%	Mort.	%
	15 Días	30 Días	45 Días	60 Días	15 Días	30 Días	45 Días	60 Días				
0	0	0	1	1	0	0	0	2	2	20	8	80
3000	0	0	1	1	0	0	0	2	2	20	8	80
5000	1	1	2	1	0	2	4	7	7	70	3	30
6000	0	1	2	1	0	1	1	3	3	30	7	70

En los cuadros 12 y 13, se presenta la misma tendencia, es decir la dosis de ácido indol butírico con 5000 ppm de aplicación presenta el mejor enraizamiento con 5 y 6 estaquillas enraizadas de 10. Los menores resultados en enraizamiento lo presenta la dosis con 3000 ppm con solo 1

estaquilla enraizada (cuadro 12), mientras que en la repetición 4, lo presenta la dosis con 0 ppm con solo 2 estaquillas.

La mayor mortalidad se puede observar en el experimento cuya dosis fue 3000 y 0 ppm con el 90 y 80 %, respectivamente.

**Cuadro 12.** Enraizamiento de *Aniba rosaeodora* en cascarilla (Repetición 3)

Experimento	Formación de Callos				Días de enraizamiento				Super.	%	Mort.	%
	15 Días	30 Días	45 Días	60 Días	15 Días	30 Días	45 Días	60 Días				
0	0	1	2	0	0	1	0	2	2	20	8	80
3000	0	0	0	1	0	0	1	1	1	10	9	90
5000	0	1	1	2	0	1	1	5	5	50	5	50
6000	1	1	2	1	0	1	1	3	3	30	7	70

**Cuadro 13.** Enraizamiento de *Aniba rosaeodora* en cascarilla (Repetición 4)

Experimento	Formación de Callos				Días de enraizamiento				Super.	%	Mort.	%
	15 Días	30 Días	45 Días	60 Días	15 Días	30 Días	45 Días	60 Días				
0	0	1	1	0	0	0	2	2	2	20	8	80
3000	0	1	1	1	0	1	1	3	3	30	7	70
5000	0	2	4	1	0	1	3	6	6	60	4	40
6000	1	1	0	1	0	1	1	3	3	30	7	70

### 9.3. Análisis de Varianza

El análisis de varianza (ANVA), para analizar el grado de significancia entre los tratamientos y factores en estudio, se presentan en el cuadro 14, donde se puede apreciar que de acuerdo a la prueba de F, se encontró diferencias significativas en el enraizamiento entre los tratamientos y el factor B (Dosis de AIB), no siendo significativo para el factor A (Sustrato) y la interacción AB (Sustrato x Dosis de AIB).

Esto nos confirma que los tratamientos en estudio responden indistintamente entre cada uno de ellos al abono, así como las tres concentraciones utilizadas (3000, 5000 y 6000 ppm); no existiendo diferencias estadísticas entre ellas. Así mismo, se puede observar que las concentraciones utilizadas no se ven interaccionadas una con otra, por lo tanto no se debe esperar cambios en el proceso de enraizamiento al emplear cualquiera de los dos sustratos, con respecto a los tres tipos de concentraciones.

**Cuadro 14.** Análisis de varianza del enraizamiento de estaquillas

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft=0,05</b>
<b>Tratamiento</b>	7	19,81	7,602	158,38	2,13 S
<b>A</b>	1	0,030	0,048	0,0046	4,75 NS
<b>B</b>	3	19,74	10,37	610,00	3,91 S
<b>AB</b>	3	0,033	0,017	0,714	3,88 NS
<b>Error</b>	21	0,028	0,014		
<b>Total</b>	31	39,641			

S: Significativa

NS: No significativa

Para esclarecer la diferencia entre las medias de las variables sustrato y dosis se realizó la prueba de Tukey. La prueba de Tukey determinó que no existe diferencia significativa entre sustratos para el porcentaje de enraizamiento, siendo el mejor resultando el obtenido por la cascarilla de arroz carbonizada (54%) que fue superior que el sustrato de arena (46%).

La prueba Tukey de la variable Dosis de AIB tal como se muestra en el cuadro 15, determinó dos grupos de significancia, en primer lugar se ubican la dosis 5000 ppm (52%) y 3000 ppm (48%) pero, todas ellas estadísticamente homogéneas. Seguido del primer grupo de significancia la

cual se ubica la dosis 6000 ppm con 31%. En el último lugar del segundo grupo se ubica el testigo (sin dosis) con 19%.

Por muchos años han sido reconocidos los beneficios de la aplicación de auxinas sobre la formación de raíces en las estacas (Hartmann y Kester, 1972). Sin embargo parece que no existe una relación simple entre niveles de auxina y enraizamiento, hasta la fecha, el papel exacto de las auxinas no se comprende completamente (Gaspar y Hofinger, 1988). Además de los efectos directos de la auxina sobre la división celular, los efectos beneficios de la auxina sobre el enraizamiento han sido asociados con un aumento en el transporte de carbohidratos y cofactores hacia la base de la estaca, donde promueven la iniciación y el desarrollo de raíces (Haissig, 1973). Actualmente está bien establecido que ciertos metabolitos y otros factores de crecimiento se traslocan hacia regiones del tallo que han sido tratadas con auxinas (Phillips, 1969 y 1975). Los efectos de las auxinas sobre la formación de raíces adventicias probablemente sea el resultado de una interacción compleja entre estos y otros procesos.

**Cuadro 15.** Prueba de Tukey de la variable Dosis AIB

<b>Dosis</b>	<b>%</b>	<b>Significancia</b>
<b>0</b>	19	a
<b>3000</b>	48	ab
<b>5000</b>	52	ab
<b>6000</b>	31	b

## X. CONCLUSIONES

1. La especie *Aniba rosaeodora*, forma callos entre 15 a 30 días después de la siembra con dosis superiores a 5000 ppm en arena.
2. En la primera repetición en arena el mejor enraizamiento lo presenta el experimento que corresponde al sustrato arena con 5000 ppm de aplicación, habiendo contabilizado 7 estaquillas de un total de 10.
3. En la segunda repetición, el mejor enraizamiento lo presenta la dosis con 5000 ppm de aplicación, habiendo contabilizado 6 estaquillas de un total de 10.
4. En la repetición 3 y 4, se observa que la formación de callos también se presenta entre los 15 a 30 días con las dosis de 5000 a 6000 ppm de ácido indol butírico.
5. En las repeticiones 3 y 4 el mayor número de estaquillas enraizadas fueron 3 y 5, respectivamente con las dosis de 5000 ppm.
6. En la repetición 3 con arena hubo mayor mortalidad de estaquillas de *Aniba rosaeodora*, con un 90 % de mortalidad con la dosis de 3000 ppm.
7. En la repetición 1, el mejor enraizamiento con sustrato cascarilla lo presenta la dosis con 5000 ppm de aplicación, con un total de 5 estaquillas de un total de 10.
8. En la repetición 2 con sustrato de cascarilla la dosis con 5000 ppm de aplicación presenta el mejor enraizamiento con 7 estaquillas de 10, mientras que el experimento con menores resultados se dio con las dosis de 0 ppm y 3000 ppm el mismo que a los 60 días presenta un enraizamiento de solo dos estaquillas.



9. En la repetición 3 y 4 la dosis de ácido indol butírico con 5000 ppm de aplicación presenta el mejor enraizamiento con 5 y 6 estaquillas enraizadas de 10. Los menores resultados en enraizamiento lo presenta la dosis con 3000 ppm con solo 1 estaquilla enraizada, mientras que en la repetición 4, lo presenta la dosis con 0 ppm con solo 2 estaquillas.
10. De acuerdo a la prueba de F, se encontró diferencias significativas en el enraizamiento entre los tratamientos y el factor B, no siendo significativo para el factor A y la interacción AB.
11. Esto nos confirma que los tratamientos en estudio responden indistintamente entre cada uno de ellos al tipo de abono, así como a las tres concentraciones utilizadas (3000, 5000 y 6000 ppm)
12. Los tipos de abono y las concentraciones utilizadas no se ven interaccionadas una con otra, por lo tanto no se debe esperarse cambios en el proceso de enraizamiento al emplear cualquiera de los dos tipos de sustrato, con respecto a las tres tipos de concentraciones.
13. La prueba de Tukey determinó que no existe diferencia significativa entre sustratos para el porcentaje de enraizamiento, siendo el mejor resultando el obtenido por la cascarilla de arroz carbonizada (54%) que fue superior que el sustrato de arena (46%).

## **XI. RECOMENDACIONES**

1. En los futuros trabajos de investigación es recomendable el uso de cascarilla de arroz carbonizada o arena blanca ya que no difieren estadísticamente.
2. Además usar la dosis 5000 ppm de ácido indol 3 butírico ya que alcanza mayores porcentajes de enraizamiento.
3. Elaborar experimentos considerando diferentes tipos de sustratos y mayor contenido de hormonas.
4. Realizar estudios similares considerando especies de valor comercial en el mercado nacional e internacional.
5. Realizar estudios para la obtención de fitohormonas naturales con la finalidad de comparar con las fitohormonas de origen químico-comercial y posiblemente obtener mejores resultados con las primeras.
6. Realizar ensayos de germinación con hormonas enraizadoras en el CIEFOR - Puerto Almendras de la Facultad de Ciencias Forestales, con la participación de estudiantes y graduados debido a la poca información existente.
7. La facultad de Ciencias Forestales deberá promover los estudios de fitohormonas ante las Instituciones Gubernamentales de investigación científica como el IIAP, INIA, Ministerio de Agricultura con la finalidad incrementar el acervo documentario científico sobre el tema.

## XII. BIBLIOGRAFÍA

- Abadie Philips, Guillermo E. 1976. Caracterización del tipo de Bosque de Terraza Alta en la zona de Jenaro Herrera. Tesis-UNA. Lima. 70 p.
- Alencar J. da C. Almeida, R. A. & Fernández, N. P. 1979. Fenología de especies Florestais em Floresta Tropical Umida de Terra Firme na Amazonía Central. Acta Amazónica 9 (1): 163-193 p.
- Claussi, A. et al. 1992. Descripción Silvicultural de las Plantaciones de Jenaro Herrera. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – Centro de Investigación Jenaro Herrera. Iquitos-Perú. 334 p.
- Díaz, M. E. 1991. Técnicas de enraizado de estacas juveniles de *Cedrela odorata* y *Gmelina arbórea* Linn. Tesis para optar el grado de Master en Ciencias. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 93 p.
- Díaz, E. R. A; Salazar R. y Mesén F. 1991. Enraizamiento de estacas juveniles de *Gmelina arbórea* Linn. Silvoenergía, N° 49. 4 p.
- Díaz, E. R. A; Salazar R. y Mesén F. 1991. Enraizamiento de estacas juveniles de *Cedrela odorata* L. Silvoenergía, N° 51. 4 p.
- Díaz R.; Salazar R. y Mesén F. 1992. Enraizamiento de estacas juveniles de *Cedrela odorata* L. (cedro). Revista Silvoenergía, Centro Agronómico Tropical para la Investigación y Enseñanza (CATIE) N° 51, Junio 1992. Turrialba, Costa Rica.

- Freitas, L. 1996. Caracterización Florística y Estructural de cuatro Comunidades Boscosas de Terraza Baja en la Zona de Jenaro Herrera. Documento Técnico N° 26. IIAP. Iquitos-Perú. 77 p.
- Guenther, E. 1950. The essential oils. D. Von Nostrand Company, Inc. Princeton. New Jersey. New York, USA. 752 p.
- Gutiérrez A.; Mesén F. y Villalobos R. 2004. Propagación del burío (*Heliocarpus appendiculatus*) un recurso no maderable del bosque tropical, útil para el procesamiento de dulce y azúcar orgánicos. Centro Agronómico Tropical para la Investigación y Enseñanza (CATIE). Costa Rica.
- Hartmann, H. T. y Kester, D. E. 1993. Plant propagation – principles and practices. 2nd. Ed. Engle Wood Cliffs, N. J., Prentice Hall. 702 p.
- Instituto Nacional de Recursos Naturales - INRENA. 1996. Mapa Ecológico del Perú. Lima-Perú.
- Leakey R. R. B., Mesén, F., Tchoundjeu, Z., Longman, K. A., Dick, J. McP., Newton, A., Matin, A., Grace, J., Munro, R. C., Mutoka, P. N. 1990. Low-technology techniques for the vegetative propagation of tropical trees. Commonwealth Forestry Review 69(3):247-257.
- Leakey R. R. B., Mesén, F. 1991. Propagación Vegetativa de Especies Forestales: Enraizamiento de Estacas Suculentas. *In* Manual sobre Mejoramiento Genético con referencia especial a América Central. (Eds. Cornelius, J.; Mesén, F. y Correa, E.). CATIE, Turrialba, Costa Rica. 113-133 p.
- Malleux, B. J. 1971. Estratificación Forestal con uso de Fotografía Aérea. Volumen I. UNA. Departamento de Manejo Forestal. Universidad de Carolina del Norte. Misión Agrícola en el Perú. Lima. 82 p.

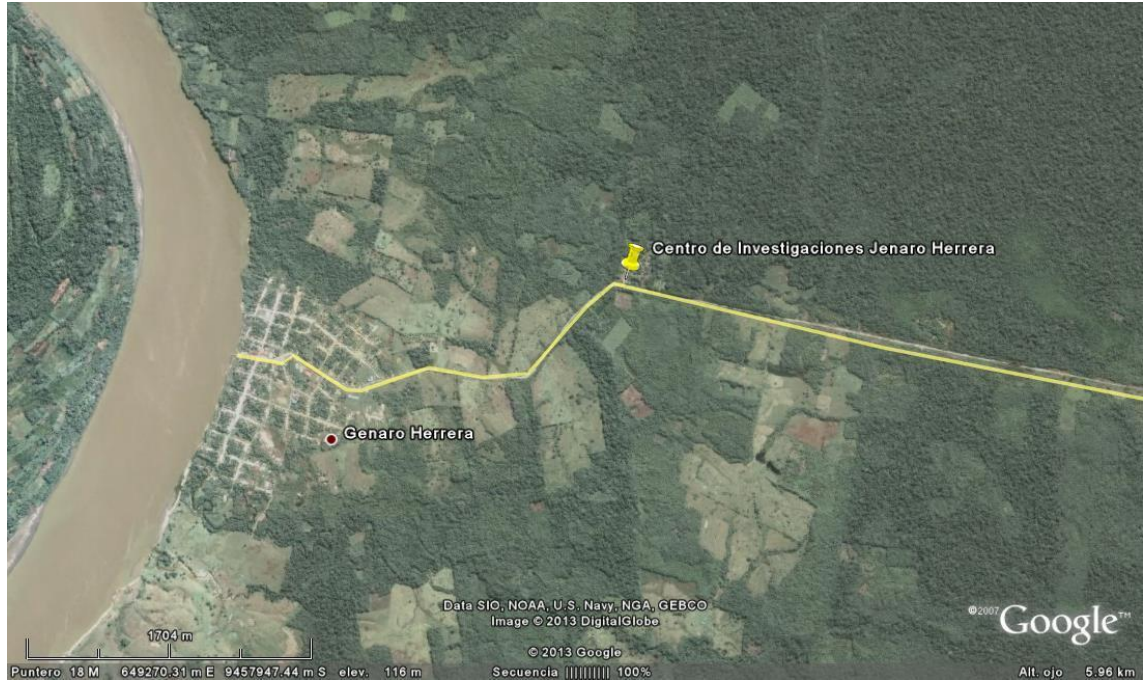
- Mesén F.; Leakey R. R. B. y Newton A. C. 1992. Hacia el desarrollo de técnicas de silvicultura clonal para el pequeño finquero. Centro Agronómico Tropical para la Investigación y Enseñanza (CATIE). Boletín Informativo Sobre Recursos Naturales Renovables El Chasqui N° 28. Costa Rica. 06 – 18 p.
- Mesén F. 1993. Vegetative Propagation of Central American Hardwoods. Ph.D. Thesis, University of Edinburgh. Institute of Terrestrial Ecology. Edinburgh, Scotland. 231 p.
- Mesén F.; Leakey R. R. B. y Newton A. C. 1996. Propagadores de Sub irrigación: un sistema simple y económico para la Propagación Vegetativa de Especies Forestales. *In Avances en la Producción de Semillas Forestales en América Latina. Memorias.* (Ed. Salazar, R.). Managua, Nicaragua. 1995. 101-110 p.
- Mesén F. 1998. Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: Uso de Propagadores de Sub-irrigación. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE. Proyecto de Semillas Forestales – PROSEFOR. Turrialba. Costa Rica. 11- 20 p.
- Mesén, S. F. 2008. Bases técnicas para la propagación vegetativa de árboles tropicales mediante enraizamiento de estaquillas. Curso. Pucallpa-Perú.
- Murrieta Laulate Carlos Jobino Francis. 2010. Influencia del Morfotipo, Fitohormona y Sustrato en la Propagación de Estacas Juveniles de *Cedrela odorata* L. (cedro colorado), en Pucallpa, Perú. Tesis para optar el grado de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Ucayali. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Escuela Profesional de Ingeniería Forestal. 102 p.

- Núñez, B. Y. 1997. Propagación Vegetativa del Cristóbal (*Platymiscium pinnatum* Benth); pilón (*Hyeronima alchorneoides* allemo) y surá (*Terminalia oblonga* Ruiz & Pavón) mediante el enraizamiento de estacas juveniles. Tesis M.Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 150 p.
- Pereira Santos, Ronaldo. 2004. Avaliação da diversidade genética de populações naturais de Pau-rosa (*A. rosaeodora* Ducke) por meio de marcadores moleculares. RAPD. INPA/UFAM.
- Rivero, G.; Guerrero R. y Ramirez M. 2005. Enraizamiento de estacas de semeruco (*Malpighia glabra* L.). Universidad de Zulia, Facultad de Agronomía, Departamento de Botánica. Maracaibo, Revista de la Facultad de Agronomía Vol. 22 (1). Venezuela. 6 p.
- Sampaio B., T. 1989. Enraizamiento de Estacas de Material Juvenil de pau rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke Lauraceae). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia INPA. Fundacao Universidade do Amazonas (FUA), Manaus. Acta Amazonica 19 (único); 391-400 p.
- Sánchez López Mariela Jeslin. 2012. Propagación Vegetativa por Enraizamiento de Mini estaquillas de “caoba” *Swietenia macrophylla* King en Cámaras de Sub irrigación en Jenaro Herrera, Requena, Loreto. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ciencias Forestales. Escuela Profesional de Ingeniería Forestal. 75 p.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI. 2007. Estación Meteorológica Jenaro Herrera.

- Soudre M.; Del Castillo D. y Mesén F. 2008. Curso: Bases técnicas para la propagación vegetativa de árboles tropicales mediante enraizamiento de estaquillas. Bases de mejoramiento genético aplicables a la propagación vegetativa. Pucallpa, Perú. 7 p.
- Tarnowski C. 2005. Silvicultura intensiva y desarrollo sustentable con especies valiosas en el noroeste argentino. Proyecto Propagación Agámica de Especies Forestales de alto valor. Estación Experimental de Cultivos Tropicales Yuto. Jujuy, Argentina. 11 p.
- Vásquez C.; Gutiérrez A. y Álvarez J. 2006. Propagación por estacas juveniles del balsa blanco (*Heliocarpus americanus* L. Sin. *H. popayanensis*) utilizando propagadores de sub-irrigación. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Medellín. Vol.59 (2). Medellín, Colombia. 3479-3498 p.
- Vásquez M., R. 1989. Plantas Útiles de la Amazonia Peruana. Iquitos-Perú. 389 p.







**Figura 2.** Ubicación del Centro de Investigaciones José López Parodi



**Figura 3.** Cámara de sub irrigación



**Figura 4.** Cascarilla de arroz carbonizada



**Figura 5.** Lavado de la arena blanca





**Figura 6.** Cosecha del material vegetativo



**Figura 7.** Dimensionamiento de las estaquillas





**Figura 8.** Desinfectando las estaquillas en solución de Cupravit OB21



**Figura 9.** Aplicación de la auxina sobre la base de la estaquilla



**Figura 10.** Instalación de los ensayos



**Figura 11.** Realizando la evaluación de los ensayos





**Figura 12.** Estaquilla de *Aniba rosaeodora* con presencia de callo



**Figura 13.** Estaquilla de *Aniba rosaeodora* con presencia de raíces