

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE
DIOS**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
MEDIO AMBIENTE**



**“PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE CANELÓN (*Aniba canelilla* (Kunth) Mez)
MEDIANTE EL MÉTODO DE ENRAIZAMIENTO DE ESTAQUILLAS
UTILIZANDO CÁMARA DE SUBIRRIGACIÓN, TAMBOPATA-MADRE DE
DIOS”**

TESIS PRESENTADA POR:

Bachiller: HUINGA ESCALANTE Jose
Manuel

PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE

ASESOR: Dr. ALARCON AGUIRRE
Gabriel

PUERTO MALDONADO, 2022

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE
DIOS**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
MEDIO AMBIENTE**



**“PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE CANELÓN (*Aniba canelilla* (Kunth) Mez)
MEDIANTE EL MÉTODO DE ENRAIZAMIENTO DE ESTAQUILLAS
UTILIZANDO CÁMARA DE SUBIRRIGACIÓN, TAMBOPATA-MADRE DE
DIOS”**

TESIS PRESENTADA POR:

Bachiller: HUINGA ESCALANTE Jose
Manuel

PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE

ASESOR: Dr. ALARCON AGUIRRE
Gabriel

PUERTO MALDONADO, 2022

DEDICATORIA

Al Creador, por sobre todo en este mundo.

A mis padres Victoria Escalante Salazar y Javier Huinga Maceda, por su esfuerzo y apoyo constante.

A mi hijo Mathias, por ser mi fuerza e inspiración para superarme cada día.

A Margot, por todo lo aprendido.

A mis hermanos: María y Jesús, por cada momento que pasamos juntos, por las lecciones y consejos.

A mis grandes amigos: Jorge Collazos, Elvis Kcahuantico, Michael Pimentel y Percy Leva, por su apoyo incondicional durante todo este tiempo, que hicieron posible la realización del presente trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más profundo agradecimiento a la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios UNAMAD por todos los conocimientos y experiencias.

A mi asesor de tesis Doctor Gabriel Alarcón Aguirre por su apoyo y respaldo constante.

A la Organización Camino Verde Tambopata y a su equipo técnico, en especial a su Director ejecutivo Robin Van Loon, por todo el apoyo brindado durante la ejecución de la presente investigación.

PRESENTACIÓN

El territorio peruano amazónico, posee una gran diversidad de recursos forestales, que han sido aprovechados de manera indiscriminada y sin control, lo que ha generado efectos negativos en los ecosistemas naturales. Esta grave situación, ha puesto en peligro la permanencia y disponibilidad de estos recursos en el tiempo, ya que limita el acceso a fuentes de germoplasma de calidad.

Ante esta situación, resulta conveniente hacer uso de técnicas que posibiliten la producción de plantas de manera asexual, cuando no se cuenta con semillas disponibles.

En tal sentido, el presente trabajo de investigación se realizó con la finalidad de generar nueva información y una metodología adecuada, que permita la propagación de canelón (*Aniba canelilla* (kunth) mez) a partir de estaquillas enraizadas.

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo la determinación del efecto de 4 dosis de ácido indol 3 butírico (AIB) y 2 sustratos (arena fina y cascarilla de arroz carbonizada) en la formación de raíces de estaquillas de *Aniba canelilla* (Kunth) Mez, utilizando una cámara de subirrigación. El estudio se desarrolló en el vivero experimental de la Organización Camino Verde Tambopata, donde se utilizaron 320 estaquillas a las que se distribuyó en un diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo factorial 2x4. Posteriormente se combinaron 2 niveles del factor sustrato y 4 niveles del factor dosis de AIB (0 ppm, 3000 ppm, 5000 ppm y 6000 ppm), tomándose como testigo a las estaquillas sin aplicación de AIB, formándose 8 tratamientos, con 4 repeticiones.

Se utilizaron estaquillas de 5 cm de longitud, con una cuarta parte del área foliar, las cuales se sumergieron en AIB disuelto en alcohol puro al 96° en las diferentes dosis mencionadas. Las estaquillas se introdujeron en los sustratos a 4 cm de profundidad, a un espaciamiento de 7 cm entre tratamientos y 10 cm entre estaquillas.

Al término de 180 días se registraron los datos con respecto al enraizamiento, sobrevivencia y brotes que presentaron las estaquillas. El análisis estadístico, demostró que las 4 dosis de AIB y los 2 sustratos, producen diferentes efectos en la formación de raíces. Se determinó que el mejor tratamiento para lograr la formación de raíces en estaquillas de *Aniba canelilla* (Kunth) Mez, es la combinación del sustrato arena fina y la dosis de 5000 ppm de AIB, que promovieron un 38 % de enraizamiento, 45% de sobrevivencia y 35% de brotes en comparación con los demás tratamientos.

Palabras claves: Acido Indol 3 Butírico, Diseño de Bloques completos al azar, partes por millón, dosis, enraizamiento, estaquilla, brotes, sustrato.

ABSTRACT

The present study aimed to determine the effect of 4 doses of indole 3 butyric acid (IBA) and 2 substrates (fine sand and carbonized rice husk) in the formation of cuttings roots of *Aniba canelilla* (Kunth) Mez, using a subirrigation chamber. The study was carried out in the experimental livery of the Camino Verde Tambopata Organization, where 320 stacks were used, which were distributed in an experimental design of complete blocks at random (DBCA) with a 2x4 factorial arrangement. Subsequently, 2 levels of the substrate factor and 4 levels of the AIB dose factor were combined (0 ppm, 3000 ppm, 5000 ppm and 6000 ppm), taking as a test for the tests without application of AIB, forming 8 treatments, with 4 repetitions.

Stalks of 5 cm in length were used, with a fourth part of the leaf area, which were immersed in AIB dissolved in pure alcohol at 96° in the different doses mentioned. Cuttings were introduced into the substrates at a depth of 4 cm, at a distance of 7 cm between treatments and 10 cm between cuttings.

At the end of 180 days, the data were registered with respect to the rooting, survival and shoots that presented the cuttings. The statistical analysis showed that the 4 doses of AIB and the 2 substrates produce different effects on the formation of roots. It was determined that the best treatment to achieve the formation of roots in the stems of *Aniba canelilla* (Kunth) Mez, is the combination of the fine sand substrate and the dose of 5000 ppm of AIB, which promoted a 38% rooting, 45% survival and 35% of sprouts in comparison with other treatments.

Key words: Indole 3 butyric acid, completely randomized block design, parts per million dose, rooting, cuttings, shoots, substrate.

INTRODUCCIÓN

Aniba canelilla (Kunth) Mez, es una especie de árbol que se produce en tierra firme en los bosques de la amazonia y la decocción de la corteza se utiliza como digestivo en la medicina popular local. El constituyente principal de su aceite esencial es el 1-nitro-2-feniletano que es una molécula rara en productos naturales (Lupe, 2007).

Los aceites esenciales son los productos forestales no maderables (PFNM) importantes utilizados en las comunidades tradicionales y en las industrias de gran escala. Hasta la fecha, se conocen más de 3000 aceites esenciales, pero aproximadamente el 10% de ellas son comercialmente importantes en industrias como la farmacéutica, agronómicos, comida, sanitarios, cosmética y perfumería (Bakkali et al, 2008).

Según Gómez, Toro y Piedrahita (2013). “Mencionan que los frutos son consumidos directamente del árbol, impidiendo que lleguen al suelo. Adicionalmente, se ha encontrado que una buena proporción de los frutos que caen son atacados por un escarabajo picudo del género *Heilipus* (familia Curculionidae)”. “Esto hace necesario tomar acciones silviculturales inmediatas que ayuden en la conservación y producción de esta y otras especies forestales de elevado interés comercial” (Flores, 2010).

“La aplicación de auxinas en especies de difícil enraizamiento, es una práctica viable para la formación de raíces debido a que permite no sólo promover la rizogénesis sino también adelantar el proceso, incrementar el número y calidad de las raíces” (Hartmann y Kester, 1998).

La presente investigación busca encontrar la técnica más adecuada para lograr el enraizamiento de estaquillas de *A. canelilla* (Kunth), utilizando los sustratos arena fina y cascarilla de arroz carbonizada, aplicando distintas concentraciones

de AIB, con la que se podrá iniciar proyectos de instalación de plantaciones clónales de *A. canelilla* (Kunth) Mez. De esta manera las personas naturales y/o jurídicas que en sus predios tengan la presencia de poblaciones de *A. canelilla* (Kunth) Mez., pueden aprovechar este recurso forestal no maderable.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN | 18 |
| 1.1. Planteamiento del problema..... | 18 |
| 1.2. Formulación del problema..... | 19 |
| 1.2.1. Problema General..... | 19 |
| 1.2.2. Problemas Específicos | 19 |
| 1.3. Objetivos | 19 |
| 1.3.1. Objetivo general..... | 19 |
| 1.3.2. Objetivos específicos | 20 |
| 1.4. Variables | 20 |
| 1.4.1. Variables independientes..... | 20 |
| 1.4.2. Variable dependiente | 20 |
| 1.5. Operacionalización de variables..... | 20 |
| 1.6. Hipótesis | 21 |
| 1.6.1. Hipótesis general | 21 |
| 1.6.2. Hipótesis específicas | 21 |
| 1.7. Justificación | 22 |
| 1.7.1. Justificación ecológica | 22 |
| 1.7.2. Justificación social | 22 |
| 1.7.3. Justificación científica | 22 |
| 1.8. Consideraciones éticas | 23 |
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO | 24 |
| 2.1. Antecedentes de estudio | 24 |
| 2.1.1. Alcance Internacional..... | 24 |

| | |
|---|----|
| 2.1.2. Alcance Nacional | 25 |
| 2.1.3. Alcance Local | 27 |
| 2.2. Marco teórico | 27 |
| 2.2.1. Descripción botánica de la especie..... | 27 |
| 2.2.2. Bases teóricas | 29 |
| 2.3. Definición de términos..... | 34 |
| CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN | 36 |
| 3.1. Tipo de estudio..... | 36 |
| 3.2. Diseño del estudio..... | 36 |
| 3.2.1. Diseño experimental | 36 |
| 3.2.2. Disposición experimental | 38 |
| 3.2.3. Modelo aditivo lineal | 38 |
| 3.2.4. Análisis de Varianza | 39 |
| 3.3. Población y muestra..... | 40 |
| 3.4. Métodos y técnicas | 40 |
| 3.4.1. Descripción del método | 41 |
| 3.5. Tratamiento de datos | 46 |
| CAPÍTULO IV: RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN | |
| 47 | |
| 4.1. Porcentaje de enraizamiento de estaquillas | 47 |
| 4.2. Porcentaje de sobrevivencia de estaquillas..... | 51 |
| 4.3. Porcentaje de estaquillas con brotes..... | 54 |
| CONCLUSIONES..... | 57 |

| | |
|---|----|
| SUGERENCIAS | 58 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 59 |
| Anexo 1: Instrumento | 67 |
| Anexo 2: Certificado de identificación botánica | 68 |
| Anexo 3: Formatos de toma de datos..... | 70 |
| Anexo 4: Imágenes de ejecución del estudio..... | 73 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| <i>Figura 1.</i> Diseño del experimento y distribución de tratamientos... 37 | 37 |
| <i>Figura 2.</i> Mapa de ubicación del vivero de la Organización Camino Verde Tambopata..... 42 | 42 |
| <i>Figura 3.</i> Porcentaje de estaquillas enraizadas. 50 | 50 |
| <i>Figura 4.</i> Porcentaje de estaquillas sobrevivientes..... 54 | 54 |
| <i>Figura 5.</i> Porcentaje de estaquillas con brotes..... 56 | 56 |
| <i>Figura 6.</i> Cámara de enraizamiento 67 | 67 |
| <i>Figura 7.</i> Muestra botánica de la especie <i>Aniba canelilla</i> (Kunth) Mez. 69 | 69 |
| <i>Figura 8.</i> Colecta de estaquillas de <i>Aniba canelilla</i> (Kunth) Mez. ... 73 | 73 |
| <i>Figura 9.</i> Estaquillas antes de ser colectadas..... 74 | 74 |
| <i>Figura 10.</i> Preparación de cámara de subirrigación con sustrato de arena fina y cascarilla de arroz carbonizada..... 75 | 75 |
| <i>Figura 11.</i> Instalación de estaquillas en cámara de subirrigación... 76 | 76 |
| <i>Figura 12.</i> Estaquillas instaladas en cámara de subirrigación. 76 | 76 |
| <i>Figura 13.</i> Cámara de surrigación cerrada. 77 | 77 |
| <i>Figura 14.</i> Estaquilla de <i>Aniba canelilla</i> (Kunth) Mez., enraizada en cascarilla de arroz carbonizada sin presencia de brote.....77 | 77 |
| <i>Figura 15.</i> Estaquilla de <i>Aniba canelilla</i> (Kunth) Mez., enraizada en arena fina con presencia de brote. 78 | 78 |
| <i>Figura 16.</i> Estaquilla de <i>Aniba canelilla</i> (Kunth) Mez., enraizada en arena fina sin presencia de brote. 78 | 78 |
| <i>Figura 17.</i> Estaquilla de <i>Aniba canelilla</i> (Kunth) Mez. Enraizada en arena fina sin presencia de brote. 79 | 79 |

Figura 18. Estaquilla sobreviviente de *Aniba canelilla* (Kunth) Mez.

Sin presencia de raíz y con presencia de brote..... 79

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. <i>Variables, dimensiones e indicadores</i> | 21 |
| Tabla 2. <i>Taxonomía</i> | 28 |
| Tabla 3. <i>Descripción de los tratamientos</i> | 38 |
| Tabla 4. <i>Cuadro de Análisis de Varianza</i> | 39 |
| Tabla 5. <i>Instrumentos de recolección de datos</i> | 46 |
| Tabla 6. <i>Análisis de Varianza del porcentaje de enraizamiento de estaquillas de Aniba canelilla (Kunth) Mez</i> | 47 |
| Tabla 7. <i>Prueba de comparación de medias de los sustratos A1 y A2 con respecto al porcentaje de enraizamiento de estaquillas de Aniba canelilla (Kunth) Mez</i> | 48 |
| Tabla 8. <i>Prueba de comparación de medias de las dosis AIB con respecto al porcentaje de enraizamiento de estaquillas de Aniba canelilla (Kunth) Mez</i> | 49 |
| Tabla 9. <i>Prueba de comparación de medias de los tratamientos (FA X FB) con respecto al porcentaje de enraizamiento de estaquillas de Aniba canelilla (Kunth) Mez</i> | 50 |
| Tabla 10. <i>Análisis de Varianza del porcentaje de sobrevivencia de estaquillas de Aniba canelilla (Kunth) Mez</i> | 51 |
| Tabla 11. <i>Prueba de comparación de medias de los sustratos A1 y A2 con respecto al porcentaje de sobrevivencia de estaquillas de Aniba canelilla (Kunth) Mez</i> | 52 |
| Tabla 12. <i>Prueba de comparación de medias de las dosis AIB con respecto al porcentaje de sobrevivencia de estaquillas de Aniba canelilla (Kunth) Mez</i> | 52 |

| | |
|--|----|
| Tabla 13. <i>Prueba de comparación de medias de los tratamientos (FA X FB) con respecto al porcentaje de sobrevivencia de estaquillas de Aniba canelilla (Kunth) Mez)</i> | 53 |
| Tabla 14. <i>Análisis de Varianza del porcentaje de estaquillas con brotes de Aniba canelilla (Kunth) Mez)</i> | 54 |
| Tabla 15. <i>Prueba de comparación de medias de los sustratos A1 y A2 con respecto al porcentaje de estaquillas con brotes de Aniba canelilla (Kunth) Mez)</i> | 55 |
| Tabla 16. <i>Prueba de comparación de medias de las dosis AIB con respecto al porcentaje de estaquillas con brotes de Aniba canelilla (Kunth) Mez)</i> | 55 |
| Tabla 17. <i>Prueba de comparación de medias de los tratamientos (FA X FB) con respecto al porcentaje de estaquillas con brotes de Aniba canelilla (Kunth) Mez)</i> | 56 |
| Tabla 18. <i>Formato de toma de datos obtenidos (% de enraizamiento)</i> | 70 |
| Tabla 19. <i>Formato de toma de datos obtenidos (% de sobrevivencia)</i> | 71 |
| Tabla 20. <i>Formato de toma de datos obtenidos (% de estaquillas con brotes)</i> | 72 |

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Aniba canelilla (Kunth) Mez, sin: *Aniba elíptica*. AC sin: *Cryptocarya canelilla* Kunth, conocido localmente como "casca-preciosa", es un gran árbol endémico de América del Sur. Infusiones de corteza se han utilizado para tratar la diarrea, la tos, y como antiespasmódico y estimulante para el sistema nervioso. El uso principal de (canelón), es la extracción del aceite de madera, ramas y hojas (Lima et al, 2004).

BOLFOR (2000), menciona que existen problemas en el establecimiento de regeneración de especies forestales, ya que más del 50% de las especies investigadas no presenta cantidades adecuadas de regeneración, como se ha observado el caso de muy poca regeneración de (*Aniba canelilla*), esta situación es alarmante, ya que la especie actualmente es aprovechada de manera intensiva (p. 3).

El uso de la propagación vegetativa por estacas se convierte en una opción a la propagación de este tipo, lo que permite multiplicación de genotipos que combina la productividad. Sin embargo, muchas especies forestales disminuye la capacidad de la emisión de raíces con la edad del árbol (Hartmann et al, 2002).

Este hecho fue señalado por Menezes (2006), que llegó a la conclusión que "las estacas materiales para adultos *Aniba rosaeodora* de (palo de rosa), no desarrollaron raíces incluso cuando se tratan con concentraciones de 0, 2000, 4000, 5000 y 6000 ppm de AIB en ambientes con luz y humedad controlada".

Bajo esta perspectiva la reproducción mediante estaquillas representa una mejor opción, con mayores ventajas ya que no requiere una gran inversión económica, y se pueden obtener plántulas en menor tiempo con características deseadas, por ello se realizará evaluaciones de enraizamiento en estacas juveniles, para identificar el sustrato más apropiado y la dosis ideal de ácido indol-3-butírico.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

- ¿Es posible producir plántulas de canelón *Aniba canelilla* (Kunth) Mez mediante el método de enraizamiento de estaquillas?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál es el sustrato apropiado para lograr el enraizamiento de estaquillas de *Aniba canelilla* (Kunth) Mez?
- ¿Cuál es la dosis ideal de ácido indol 3 butírico (AIB) para lograr el enraizamiento de estaquillas de *Aniba canelilla* (Kunth) Mez?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Determinar el mejor sustrato y la dosis optima de ácido indol 3 butírico (AIB) para el enraizamiento adventicio de estaquillas de *Aniba canelilla* (Kunth) Mez, utilizando propagador de subirrigación.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de dos tipos de sustrato (arena fina, y cascarilla de arroz carbonizada) en el enraizamiento adventicio de estaquillas juveniles de *Aniba canelilla* (Kunth) Mez, utilizando propagador de subirrigación.
- Evaluar el efecto de cuatro dosis (0 ppm, 3000 ppm, 5000 ppm, 6000 ppm) de ácido indol-3-butirico (AIB) en el enraizamiento adventicio de estaquillas juveniles de *Aniba canelilla* (Kunth) Mez, utilizando propagador de subirrigación.

1.4. Variables

1.4.1. Variables independientes

- Arena fina y cascarilla de arroz carbonizada.
- Concentraciones (dosis) de (AIB).

1.4.2. Variable dependiente

- Enraizamiento de estaquillas.

1.5. Operacionalización de variables

Tabla 1. Variables, dimensiones e indicadores

| Variable | Tipo | Dimensiones | Indicador |
|---|------------------------|-------------------------------|--|
| Sustrato | variable independiente | Tipos | Arena fina |
| | | | Cascarilla de arroz carbonizada |
| Concentración de (AIB) | | Concentración | 0ppm |
| | | | 3000ppm |
| | 5000ppm | | |
| 6000ppm | | | |
| Formación de raíces en estaquillas de “canelón” <i>Aniba canelilla</i> (Kunth) Mez. | variable dependiente | Características cuantitativas | Porcentaje de estaquillas enraizadas |
| | | | Porcentaje de estaquillas sobrevivientes |
| | | | Porcentaje de estaquillas con brotes. |

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

Existe efecto del (AIB) con diferentes sustratos en la formación de raíces en estaquillas de “canelón” *Aniba canelilla* (Kunth) Mez.

1.6.2. Hipótesis específicas

H₀= No existe efecto de las cuatro dosis de (AIB) con los sustratos arena fina y cascarilla de arroz carbonizada en la formación de raíces en estaquillas de “canelón” *Aniba canelilla* (Kunth) Mez.

H₁= Existe efecto de las cuatro dosis de (AIB) con los sustratos arena fina y cascarilla de arroz carbonizada en la formación de raíces en estaquillas de “canelón” *Aniba canelilla* (Kunth) Mez.

1.7. Justificación

1.7.1. Justificación ecológica

“Las técnicas de propagación vegetativa son muy importantes para la conservación de la integridad genética del material deseado, estas pueden ser utilizadas, cuando la reproducción por vía sexual no resulta factible o eficaz” (Matthews, 1999).

Los resultados obtenidos en el presente estudio generarán información para realizar un manejo de individuos en plantaciones clonales, con lo que se contribuirá a la conservación de individuos de esta especie forestal en estado silvestre.

1.7.2. Justificación social

“La escasa disponibilidad de obtener semilla comercial en cantidad y calidad deseada ha permitido que la propagación vegetativa sea una alternativa importante, pues permite obtener mayores ganancias genéticas” (Mesén et al. 1992). Con la realización del estudio se obtendrán resultados que permitirán obtener plántulas de esta especie de manera más rápida y de mejor calidad, con los que será posible iniciar plantaciones con fines comerciales, los que brindaran beneficios económicos a personas naturales y/o jurídicas que estén interesados en aprovechar este recurso forestal no maderable en la región y que es apreciado a nivel internacional por su aceite esencial.

1.7.3. Justificación científica

Los resultados que se obtengan de este estudio proporcionaran información relevante de utilidad para la comunidad científica, en el ámbito de la propagación

asexual y mejoramiento genético de la especie *Aniba canelilla* (Kunth) Mez, que es un recurso forestal no maderable (RFNM).

1.8. Consideraciones éticas

El presente proyecto de investigación, se ha realizado, siguiendo la normativa del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.

Se ha cumplido con los protocolos necesarios, para la colecta de muestras de la especie en estudio, tratamientos de las mismas, y la seguridad de las personas que participaron en su realización, tanto en la fase de campo como en la de gabinete.

De la misma forma los datos obtenidos en la fase de campo han seguido los pasos establecidos en el diseño experimental que se aplicó en la presente investigación, los cuales garantizan la veracidad de los resultados.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Alcance Internacional

Sampaio et al. (2010), realizaron la evaluación de material juvenil de (*Aniba canelilla* (Kunth) Mez), tratados con distintas dosis de ácido indol 3 butírico. Las estaquillas se obtuvieron de plántulas de regeneración natural de aproximadamente un año de edad y se modela 5 cm de largo y 0,4 a 0,6 mm de diámetro. El experimento se realizó en un invernadero con sistema de nebulización intermitente establecido a 20 segundos para aspersiones con 20 - intervalos de un minuto. Como sustrato se utilizó arena lavada, fertilizante foliar y aplicación de fungicidas se hicieron semanalmente. El experimento fue diseñado en cinco bloques completos al azar, con cinco tratamientos (0, 300 ppm, 600 ppm, 1200 ppm y 2000 ppm de AIB) con 25 estaquillas / tratamiento, por un total de 125 cortes en el experimento. Después de 180 días después de la siembra, los cortes fueron retirados del sustrato y se evaluaron los siguientes parámetros: porcentaje de estaquillas enraizadas, porcentaje de estaquillas sobrevivientes, porcentaje de estaquillas con callo; porcentaje de estaquillas con brotes; número de raíces principales, la longitud media de las raíces; peso en seco de los brotes y el peso de materia seca de las raíces. Los resultados indican que la emisión de raíz de material juvenil de canelón es independiente del uso de AIB. Sin embargo, el uso de la auxina a una concentración de 2000 ppm estimulada enraizamiento (79,04%); la supervivencia (89,43%) y brotes (64%) de los esquejes.

“La propagación vegetativa es importante en el mejoramiento genético, porque permite multiplicar genotipos superiores y aumentar la ganancia genética en períodos muy cortos al utilizar tanto los componentes aditivos, como los no aditivos de la varianza genética total” (Zobel, y Talbert, 1988).

2.1.2. Alcance Nacional

Gatica (2015), realizó un estudio para determinar el efecto del (AIB) y dos tipos de sustratos en la formación de callos y enraizamiento de estaquillas de *Aniba rosaeodora*, Ducke “palo de rosa”. Utilizando 320 estaquillas, que fueron distribuidas en 4 repeticiones y 8 tratamientos, con un diseño de bloques completamente al azar y un diseño factorial de 2 x 4. Donde se encontró diferencias significativas en la formación de raíces entre los tratamientos y las dosis de AIB (factor B), siendo sin significancia para el tipo de sustrato (factor A) y la combinación de ambos factores (AxB); con lo que se demuestra que los tratamientos evaluados tienen respuestas diferentes entre los mismos, respecto al tipo de sustrato, y las diferentes dosis empleadas. Además, recomienda la utilización de cascarilla de arroz carbonizada o arena blanca, ya que ambos sustratos no muestran diferencias estadísticas y la aplicación de dosis de 5000 ppm de (AIB), porque generan mayor porcentaje de estaquillas enraizadas.

Hernández (2015), “afirma que el AIB, tiene un efecto secundario en la formación y crecimiento de brotes en las estacas, ya que al estimular la formación de raíces estas promueven el desarrollo de nuevos brotes y también el crecimiento de los mismos”.

Cervantes (2011), “evaluó los efectos de tres sustratos y cuatro dosis de AIB en el enraizamiento de estaquillas de quinilla (*Manilkara bidentata*), utilizando cámaras de subirrigación, donde obtuvo un 83% de enraizamiento utilizando arena media como sustrato y 0.8% de AIB”.

Soudre et al. (2008), “logro en solo 20 días, un 98 % de enraizamiento en indistintamente cualquier tipo de estaca (apicales, medias o basal), obtenidas a partir de rebrotes de 30 días, a las que se les aplico 8000 ppm de AIB e inserto en arena gruesa de cámara de sub-irrigación”.

Soudre et al. (2011), “determinó el efecto de concentraciones de AIB, tipos de sustratos y características vegetativas, sobre el enraizamiento de estaquillas de tornillo (*Cedrelinga cateniformis* Ducke), donde menciona que la concentración de AIB (4000 ppm) obtuvo un enraizamiento de 70%, en arena fina”.

Gárate (2010), “menciona que la propagación vegetativa a través de estacas en especies arbóreas, es una alternativa viable para planes de conservación de especies en peligro y para el repoblamiento forestal con fines comerciales, frente a la ausencia de semilla botánica”.

Vallejos (2008), realizó un estudio para enraizar estacas de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*), evaluando tres longitudes de estacas (4, 6 y 8 cm) y diferentes tamaños de área foliar (0, 25, 50 y 100 cm²). Al finalizar el experimento, logro un 100% de enraizamiento, en general la especie puede ser enraizada fácilmente en arena.

Mendoza (2007), evaluó la formación de raíces en estacas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en dos sustratos diferentes y tres dosis de (AIB), para lo que utilizo un diseño experimental de Bloques Completamente al Azar (DBCA) y un diseño factorial 2Ax4B con 3 bloques. En donde aplicó (AIB) a 9000, 6000 y 3000 ppm. Posteriormente concluyo que en promedio los sustratos en estudio, no presentaron diferencias estadísticas, pero si se diferenciaron estadísticamente con respecto al tratamiento libre de (AIB).

Pinedo (1993), “logró 18.8 % de enraizamiento usando estacas leñosas de árboles de 8 años; utilizó sustrato compuesto por tierra orgánica desinfectada,

proveniente del bosque y arena del río; se concluyó que la especie ishpingo, es una especie de muy difícil enraizamiento”.

2.1.3. Alcance Local

Huisa (2015), realizó un experimento, donde evaluó la respuesta de 6 dosis de ácido indol butírico (0, 4000, 6000, 8000, 10000 y 12000 ppm) y dos diferentes brotes. En su experimento empleo un DBCA y un factorial de (6x2). Los resultados demostraron que la concentración hormonal de 0 ppm de (AIB), promovió un porcentaje superior de sobrevivencia de 21,3% y un porcentaje de brotes de 13,75%, pero no logro el enraizamiento de estaquillas de Castaña.

Romero (2005), realizó una investigación en propagación vegetativa de *Geissospermum reticulatum* A. H. Gentry (Quina quina). Donde se emplearon cinco sustratos, compuestos por humus, tierra negra y arena. Posteriormente dispuso los tratamientos en un DBCA y un factorial de 2 x 5 x 3 x 3. Al finalizar, logro alcanzar un 18% de rebrotes en estacas adultas, y 10% para estacas juveniles. El estudio concluye que la especie evaluada es difícil de propagar de forma vegetativa y recomienda realizar más ensayos que permitan obtener mayor información.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Descripción botánica de la especie

Aniba canelilla (Kunth) Mez, presenta hojas alternas, con una nerviación pinnada, interrumpida, y el envés muchas veces glauco, nerviación terciaria microreticulada. Posee flores con 9 estambres, con dos tecas, los seis externos con tecas introrsas, generalmente globosas, que superan los 2 mm de largo, ramitas con leña amarilla de fuerte aroma, fruto en drupa, 1/2 - 1/3 de su longitud en una cúpula, con lenticelas ocasionalmente de dos márgenes. (Toala, 2015).

Tabla 2. Taxonomía

| | |
|--------------------|---------------|
| Reino | Plantae |
| Phylum | Magnoliophyta |
| Clase | Magnoliopsida |
| Orden | Laurales |
| Familia | Lauraceae |
| Género | Aniba |
| Epíteto específico | Canelilla |
| Autor | (Kunth) Mez |

Fuente: Tropicos.org, 2021

Nombre Común: Canelón (Bolivia: Pando); Casca preciosa, Folha preciosa, Falsa canela (Brasil: Amazonas); Canela de Andaquíes, Canelo de Santa Fe (Colombia); Canelillo, canelón, Intutocaspi, Ishpingo chico (Perú) (Estrella, 1994).

Nombre Científico: *Aniba canelilla* (Kunth) Mez.

Distribución: La especie *Aniba canelilla*, es nativa de la región Amazónica, distribuyéndose ampliamente en las matas pluviales del interior de la Guayana Francesa en el este, a lo largo del escudo de las Guianas, atravesando Surinam, Venezuela y Colombia hasta la Amazonia peruana. En Brasil, ocurre en los estados de Pará y Amazonas (Lupe, 2007).

Importancia Histórica: Silva et al. (2007), menciona que *Aniba canelilla*, tiene una importancia histórica en la amazonia ya que en un principio fue confundida con árboles de canela (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) durante el viaje en 1540 de Pizarro y Orellana de los Andes hasta la desembocadura del Amazonas y durante la expedición de Humbolt y Bonpland, en 1800 en el Río Orinoco para encontrar la famosa "canela Amazónica".

Importancia Medicinal: “Es también empleada para el tratamiento de hidropsia, catarro crónico, sífilis , leucorrea, aerofagia, males del corazón”(Interaminense, Siqueira, y Xavier, 2010), dolor después de la extracción de dientes (Mors, Rizzini y Pereira, 2000), “anemia, anti-desentérico, anti-espasmódico y antiinflamatorio, digestivo, eupéptico, pectoral” (Maia, Zohbi y Andrade, 2000).

2.2.2. Bases teóricas

Propagación vegetativa: “Comprende división celular mitótica, donde se produce una replicación del material genético (o del sistema cromosómico) y del citoplasma de la célula madre a las dos células hijas, que origina posteriormente, el crecimiento y diferenciación de tejidos somáticos” (Hartmann, Kester, 1990). “Se efectúa con partes de una planta, provista de yemas y con capacidad de enraizamiento para originar nuevos individuos o insertando dichas yemas a otras plantas afín y capaces de soldar sus tejidos para proseguir su desarrollo normal”. (Sáenz y Sánchez, 1993).

Tipos de propagación asexual: Según Vásquez et al. (1997), “la propagación tiene tres variantes, que son: la micropropagación a partir de tejidos vegetales en cultivo *in vitro*, la propagación a partir de bulbos, rizomas, estolones, tubérculos, o segmentos (esquejes) de las plantas y la propagación por injertos”.

Propagación por estacas: “Una parte del tallo, de la raíz o de la hoja se separa de la planta madre, se coloca bajo condiciones ambientales favorables y se le induce a formar raíces y tallos, produciendo así una nueva planta independiente” (Huanca, 2010). Según Rojas et al. (2004), “la propagación por estacas consiste en cortar brotes, ramas o raíces de la planta, las cuales se colocan en una cama enraizadora, con el fin de lograr la emisión de raíces y brotación de la parte aérea”.

Importancia de la propagación por estacas: “A través de la propagación de estacas se pueden iniciar muchas plantas en un espacio limitado, partiendo de unas pocas plantas madres, este es un método poco costoso, rápido y sencillo; puesto que no necesita de técnicas especiales”. (Huanca, 2001).

“En teoría, cualquier especie puede ser propagada mediante enraizamiento de estaquillas (aunque algunas especies enraízan con mayor facilidad), y otras especies requieren mayor investigación para lograr optimizar la técnica; pero lo ideal sería alcanzar porcentajes de enraizamiento superiores al 70%” (Mesen, 2008).

Estacas de tallo: “Estas estacas se obtienen de segmentos de ramas que contienen yemas terminales o laterales, con la mira de que, al colocarlas en condiciones adecuadas, produzcan raíces adventicias y, en consecuencia, plantas independientes” (Huanca, 2001).

Selección y manejo de plantas donantes: Se deben de elegir plantas donantes con vigor, saludables y que estén bajo un buen manejo que garantice una producción constante y prolongada. También es posible obtener brotes constantemente de una planta donante con intervalos de entre dos y tres meses. Además, se debe de mantener bajo sombra, para evitar el estrés hídrico, lo cual facilitara el enraizamiento de las estacas obtenidas a partir de plantas donantes (Huanca, 2001).

Obtención de estacas: Hartmann y Kester (1993), “menciona que en el campo forestal la estaca del tallo es la más importante, se obtiene de segmentos de ramas que contienen yemas terminales o laterales, que producen raíces adventicias y originan una planta independiente”.

“Las hojas de las ramas de donde se obtendrán los cortes deben tener entre 8 y 10 cm de largo hay que reducir el área foliar debido a que las hojas muy grandes favorecen la pérdida de agua” (Rojas et al, 2004).

Factores que afectan el enraizamiento de estacas: “Existen varios factores que inciden en el enraizamiento, y se dividen en tres grupos: las características relacionadas con el material a propagar; los tratamientos aplicados y las condiciones ambientales a que son sometidas las estacas durante el enraizamiento” (Hermosilla, 1996).

Tratamientos de plantas donantes: “Cualquier tratamiento previo que logre rejuvenecer a la planta o mantener la fase juvenil (podas drásticas, aplicaciones de giberelinas, injertos) será efectivo para favorecer el enraizamiento de las estacas” (Botti, 1999).

Selección y obtención de estacas: “El mejor enraizamiento sucede en los extremos de las ramas y tallos (yema terminal) puede ser explicado por la posibilidad que contengan mayores concentraciones de sustancias endógenas promotoras del enraizamiento. También en las estacas terminales existe menos diferenciación” (Hartmann y Kester, 1998).

Elección de la época del año para recolectar la estaca: Es de suma importancia tener en cuenta la mejor época del año para recolectar las estacas. “Ello en especial para estacas verdes, de madera blanda, las que generalmente deben extraerse en primavera o verano” (Botii, 1999).

Utilización de enraizadores: “Los productos más utilizados para favorecer el enraizamiento en estacas son las auxinas sintéticas o ácidos orgánicos, tales como el ácido indol butírico (IBA), el ácido naftalenacético (ANA) y en un menor grado el ácido indol acético (AIA)” (Hartmann y Kester, 1998). Además “una mezcla de partes iguales de ácido indol butírico y ácido naftalenacético, puede inducir un mayor porcentaje de enraizamiento en las estacas y la producción de

más raíces por estaca que cada material por separado” (Hartmann y Kester, 1998).

Macdonald (1986), “indica que la respuesta de las estacas hacia dosis crecientes de hormona generalmente es una curva ascendente hasta alcanzar un máximo, para después descender, como resultado de desórdenes fisiológicos que ocurren en las estacas debido a dosis excesivas”. “Por ello, es necesario determinar la dosis óptima de AIB mediante ensayos para cada especie” (Mesen, 2008).

“Para determinar cuál regulador tiene mejores resultados y en que concentración óptima influye en el enraizamiento de una especie, es necesario realizar pruebas empíricas” (Botti, 1999).

Fungicidas: “Durante el enraizamiento y el período siguiente, las estacas están expuestas a ataques de diversos microorganismos. Los tratamientos con fungicidas prestan cierta protección y conducen tanto a una mayor supervivencia como a una mejor calidad de raíces” (Hartmann y Kester, 1988).

“Normalmente el material utilizado para la propagación de plantas presenta algún grado de contaminación, especialmente con hongos por ello es indispensable desinfectar las estacas antes del tratamiento con reguladores de crecimiento” (Botti, 1999).

Condiciones ambientales para el enraizamiento

Medio de enraizamiento (sustrato): “El sustrato de propagación debe cumplir tres funciones muy importantes para el éxito del proceso: sujetar las estacas, mantener la humedad y permitir el intercambio de gases” (Hartmann y Kester, 1988). Es así que, “cualquier material que se utilice debe permitir una buena retención de agua (sin acumularla excesivamente) y una aireación que permita un contenido de oxígeno adecuado para la respiración de los tejidos sometidos a la producción de nuevas raíces” (Botti, 1999). Además, “debe poseer un buen drenaje y estar libre de microorganismos” (Peate, 1989).

“Existen numerosos tipos de sustratos de tipo orgánico (turba, tierra de hoja, aserrín, cáscara de arroz, etc.) y los de tipo mineral (arena y arcillas expandidas como la perlita y vermiculita)” (Botti 1999).

“La arena es el medio de enraizamiento preferido en las investigaciones, proporciona aireación y retención de agua adecuada, apertura de hoyos, la colocación y remoción de estacas para su evaluación es más fácil en arena, además es relativamente económica” (Mesen, 1998).

“La arena como medio de enraizamiento también ha dado buenos resultados con otras especies, tal es el caso de *Cordia alliodora*” (Leakey *et al*, 1990) , “*Gmelina arbórea*” (Mesen, 1993). “La razón de las preferencias de diferentes especies por diferentes sustratos no se conoce con exactitud, pero es posible que estén relacionadas con la composición relativa (sólidos, agua y aire) de los sustratos” (Mesen,1998).

Temperatura ambiental y del sustrato: “La temperatura ambiental óptima para el enraizamiento varía según la especie” (Hartmann y Kester, 1988). Al respecto Botti (1999), indica que “la mayoría de las especies requieren rangos diurnos de 20 a 27 °C”, en cambio (Hartmann y Kester, 1980), “restringen el rango de 21 a 27 °C”.

“Muchas especies logran mayores porcentajes de enraizamiento y en menor tiempo cuando la temperatura del sustrato se mantiene entre 25 y 28 °C en los primeros 15 a 20 días, para luego disminuirla a entre 18 y 20 °C” (Botti,1999).

Humedad: “Es de gran importancia que las condiciones ambientales de temperatura y humedad en el sector de propagación puedan ser controladas, manteniéndolas dentro de los rangos adecuados” (Botti, 1999). “La humedad debe mantenerse alta; entre 70 y 80% aproximadamente para evitar la deshidratación del material vegetal, especialmente en el caso de estacas verdes o herbáceas” (Hartmann y Kester, 1988).

Luz: “En todos los tipos de crecimiento y desarrollo de las plantas, la luz es de importancia primordial como fuente de energía para la fotosíntesis, la iniciación y crecimiento de las raíces” (Hartmann y Kester, 1988). “La duración y la intensidad de la luz son factores que deben ser considerados, ya que son fundamentales en la producción de hormonas o auxinas y en la fotosíntesis, básicamente en la formación de carbohidratos” (MacDonald, 1986). “En algunas especies el mayor porcentaje de enraizamiento se obtiene con foto períodos largos y de iluminación continua” (Hartmann y Kester, 1988).

2.3. Definición de términos

- **Ácido Indol 3 butírico (AIB):** “Es una auxina sintética químicamente similar al Acido Indol-acético (AIA) que en la mayoría de las especies ha demostrado ser más efectiva que cualquier otra y es actualmente la de mayor uso como sustancia promotora del enraizamiento” (Blazich 1988).
- **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, líquido o gel” (Murrieta, 2010).
- **Árbol plus:** “Individuo sobresaliente o superior en todos los criterios de selección a tener en cuenta” (Gatica, 2015).
- **Asexual:** “Modalidad de reproducción en la que no tiene lugar la unión de dos células (fecundación) para formar. un cigoto con el doble de dotación cromosómica” (Saboya, 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).
- **Clon:** “Individuo genéticamente idéntico a la planta original, que se deriva de un solo individuo mediante la propagación asexual como estacas, esquejes, brotes radiculares, cultivo de tejido, o algunos otros métodos” (Corvera et al, 2010).
- **Enraizamiento:** “Capacidad de la planta o parte de ella para producir nuevas raíces” (Gatica, 2015).
- **Estaca:** “Es todo fragmento del árbol que, enterrado parcialmente es capaz de producir una planta perfectamente igual al de cual procede” (Gispert 1984, citado por Vidal 2010).
- **Estaquilla:** “Estaca suculenta, con hojas o parte de ellas, originada de rebrotes fisiológicamente juveniles, que dará origen a un árbol de crecimiento normal” (Flores, 2010).
- **Ortet:** “Individuo propagado vegetativamente para dar origen a un clon (árbol donante), normalmente se tratará de un individuo con características superiores al promedio de su especie (árbol plus)” (Soudre, Mesen, Del castillo y Guerra, 2008).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de estudio

El presente estudio es una investigación de tipo aplicada, porque busca la solución de un problema específico, por medio del desarrollo de un experimento controlado. “De acuerdo a la naturaleza del estudio, el nivel de investigación fue descriptivo, explicativo y correlacionado” (Gatica 2015). Para Ñaupas et al. (2014), “las investigaciones experimentales se caracterizan porque el investigador puede manipular las variables independientes a su criterio para demostrar su influencia en la variable dependiente, formar grupos de control y de experimentación, observar y medir los cambios en la variable dependiente” (p. 67).

3.2. Diseño del estudio

3.2.1. Diseño experimental

Se aplicará un diseño experimental, utilizado por Gatica (2015), “de bloques completamente al azar con arreglo factorial de 2 x 4, donde se combinó dos niveles del factor sustrato (arena fina y cascarilla de arroz carbonizada) y cuatro niveles del factor dosis de AIB (0, 3000, 5000, 6000)”. Donde se tomó como testigo a las estaquillas que no fueron expuestas a la aplicación de AIB, de esta forma se conformaron 8 tratamientos, con 4 repeticiones, que fueron distribuidos de la siguiente manera:

3.2.2. Disposición experimental

Dimensiones de cámara de subirrigación

Largo: 2.5m.

Ancho: 1.0 m.

Área total: 2.5 m²

Estacas

Cantidad de tratamientos: 8

Cantidad de estaquillas en cada parcela: 10

Cantidad de estaquillas en cada tratamiento: 40

Cantidad total de estaquillas: 320

Distanciamiento entre estacas: 9 cm.

Tabla 3. Descripción de los tratamientos

| FACTOR A (SUSTRATO) | FACTOR B (DOSIS AIB) | TRATAMIENTO |
|--------------------------|----------------------|-------------|
| ARENA FINA (FA) | 0 ppm (b1) | T1= a1b1 |
| | 3000 ppm (b2) | T2= a1b2 |
| | 5000 ppm (b3) | T3= a1b3 |
| | 6000 ppm (b4) | T4= a1b4 |
| CASCARILLA DE ARROZ (FB) | 0 ppm (b1) | T5= a2b1 |
| | 3000 ppm (b2) | T6= a2b2 |
| | 5000 ppm (b3) | T7= a2b3 |
| | 6000 ppm (b4) | T8= a2b4 |

3.2.3. Modelo aditivo lineal

En el análisis estadístico del presente ensayo se aplicó el modelo aditivo lineal, de acuerdo al diseño estadístico siguiente:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{jk} + e_{ijk} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Dónde:

Y_{ijk} = Es la respuesta obtenida en la unidad experimental que corresponde al k-ésimo bloque a la cual se le aplicó el i-ésimo nivel del factor A, con el j-ésimo nivel del factor B.

μ = Se considera el efecto medio global.

n_i = Es el efecto de la i-esima repetición.

α_j = Es el efecto de incremento sobre la media causado por el nivel j-esimo del factor A.

β_k = Es el efecto incremental sobre la media generado por el nivel k del factor B.

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

e_{ijk} = Es el término de error.

Para:

I = 1, 2 niveles del factor A.

J = 1, 2, 3, 4 niveles del factor B.

K = 1, 2, 3 bloques.

3.2.4. Análisis de Varianza

El análisis de la varianza fue compuesto por las siguientes fuentes de variabilidad: Bloques, tratamientos, factor A (sustratos) y factor B (dosis de AIB), además de las interacciones y el error experimental.

Tabla 4. Cuadro de Análisis de Varianza

| FUENTE DE VARIABILIDAD | GRADOS DE LIBERTAD |
|------------------------|------------------------------|
| Bloques | $r-1= 4-1= 3$ |
| Tratamientos | $t-1= 8-1= 7$ |
| Factor A | $A-1= 2-1= 1$ |
| Factor B | $B-1= 4-1= 3$ |
| Interacción AB | $(A-1)(B-1)= (2-1)(4-1)=3$ |
| Error Experimental | $(t-1)(r-1)= (4-1)(8-1)= 21$ |
| Total | $(A.B.r)-1=(2.4.4)-1= 31$ |

“Si el resultado del ANOVA 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 la siguiente:

$$\Delta = \frac{qs}{\sqrt{r}} \text{ (Ecuación 2)}$$

Dónde:

Δ = Test de Tuckey al (5%).

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

R = Cantidad de repeticiones en el ensayo o la media.

3.3. Población y muestra

Para la obtención del material vegetativo se utilizó un muestreo por conveniencia ya que solo se contó con 12 plantas donantes en estado silvestre, de las que se extrajeron un promedio de 27 estaquillas. La población se conformó por las 12 plantas donantes de un bosque primario en el sector Baltimore, Tambopata, Madre de Dios. La muestra por 320 estaquillas que formaron 8 tratamientos, con 4 repeticiones de 10 estaquillas. Al respecto, Tamayo (2001) menciona “este muestreo se puede utilizar en los casos en que se desea obtener información de la población, de manera rápida y económica. Las muestras por conveniencia se pueden utilizar en las etapas exploratorias de la investigación como base para generar hipótesis y para estudios concluyentes” (p. 13).

3.4. Métodos y técnicas

Para Arias (2012), “La investigación experimental es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente)” (p. 33). “En los experimentos se diseñan pruebas en las cuales se inducen cambios es decir se manipulan las

variables que intervienen en un proceso o sistema deliberadamente (supuestas causas), de manera que sea posible observar, identificar y analizar las causas en la respuesta obtenida” (Cortés e Iglesias, 2004, p. 28).

De esta manera en la presente investigación se utilizó un diseño experimental, en donde las variables independientes son: (tipo de sustrato, dosis de AIB) y la variable dependiente (enraizamiento de estaquillas), posteriormente se realizaron las observaciones de los efectos producidos en las estaquillas, para generar las hipótesis adecuadas, obtención de resultados y conclusiones.

3.4.1. Descripción del método

Fase de campo:

- **Ubicación geográfica**

La presente investigación se realizó en los meses de enero a setiembre de 2019 en el vivero experimental de la Organización Camino Verde Tambopata, ubicado en el distrito Tambopata, provincia Tambopata y departamento de Madre de Dios, con coordenadas UTM 19 L 0476840 8603340.

Se ubica políticamente en:

| | | |
|--------------|---|----------------------------|
| Departamento | : | Madre de Dios |
| Provincia | : | Tambopata |
| Distrito | : | Tambopata |
| Sector | : | La joya – Puerto Maldonado |

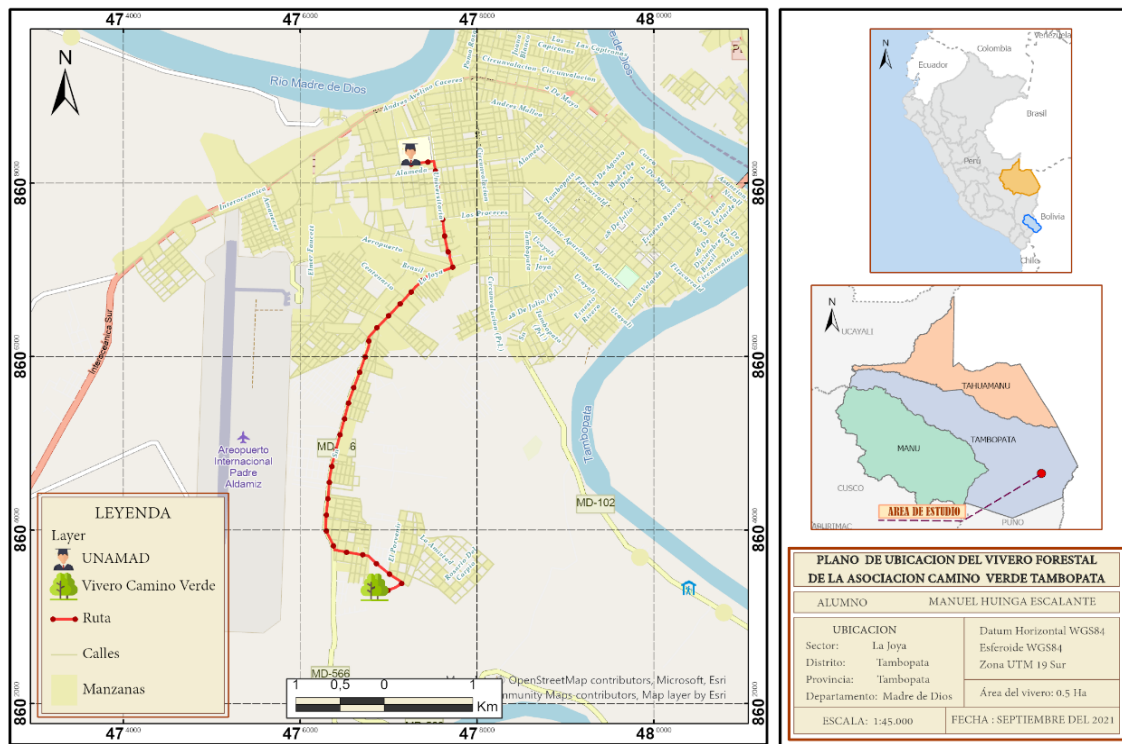


Figura 2. Mapa de ubicación del vivero de la Organización Camino Verde Tambopata.

- **Condiciones climáticas**

El clima en el Departamento de Madre de Dios, corresponde a un bosque subtropical, de humedad alta, con una temperatura promedio anual de 26°C, que oscila entre los 10°C y los 38°C. Aunque también se presentan temperaturas bajas que están asociadas al ingreso de aire frío proveniente de la Antártida, dando lugar al fenómeno conocido en la localidad como "fría" o "surazo"; éste se caracteriza por el descenso de la temperatura, presencia de cielos nublados y precipitaciones constantes, normalmente solo duran entre dos a tres días. Aunque las temperaturas más elevadas logran alcanzar los 38°C y son más frecuentes en los meses de setiembre a octubre. Por otra parte, la precipitación promedio al año es de 1600 a 2400 mm (INRENA, 1996).

- **Construcción e implementación del módulo de vivero**

Se acondiciono un área, donde se instaló la cámara de subirrigación, en un piso nivelado de concreto de 12 metros cuadrados. Posteriormente se construyó una estructura con madera quinilla (*Manilkara bidentata* (A. DC.) Chev.), en forma rectangular de 4 metros de longitud y 3 metros de ancho con una altura de 2.6 metros. De forma seguida se procedió a cubrir la estructura de madera con malla rashell de 80% de sombra.

- **Características del área de propagación**

“La cámara es un propagador de tecnología de bajo costo, de fácil construcción, muy efectivo y no necesita agua de cañería, ni electricidad” (Leakey et al. 1990).

- **Fabricación de cámara de subirrigación**

Se construyó una cámara de subirrigación siguiendo las especificaciones detalladas del diseño propuesto por Leakey (1990), donde se fabricó una estructura de madera en forma rectangular, con las dimensiones siguientes: 2.5 metros de largo, 1 metro de ancho y 1 metro de altura. Se procedió a dividir la cámara en 2 bloques de igual proporción con una dimensión de 125 cm. de largo y 90 cm. de ancho. Luego se recubrió con polietileno transparente toda la estructura, para conseguir impermeabilizar y mantener la humedad constante dentro de la cámara.

- **Instalación de sustrato**

Posteriormente se llenó los 20 cm iniciales, con rocas grandes de 12 cm de diámetro en promedio, distribuidas de manera que formaran una capa homogénea y nivelada, de la misma forma se agregó una segunda capa de gravilla o piedra molida de 5 cm de espesor, y los últimos 5 cm se cubrieron con los 2 sustratos de arena fina y cascarilla de arroz carbonizada en cada bloque. Los primeros 25 cm de rocas y gravilla se

inundaron con agua para que el sustrato mantenga una humedad constante por efecto de capilaridad.

- **Preparación del sustrato**

El sustrato arena fina fue lavado con agua corriente y desinfectado en agua hirviendo. Después se procedió a secarlo al sol, para finalmente tamizarlo y obtener un sustrato homogéneo.

Para el caso del sustrato cascarilla de arroz carbonizada se obtuvo por pirolisis incompleta en un horno para fabricar biochar.

- **Identificación y selección de plantas madres**

Se identificaron y seleccionaron plantas juveniles sobresalientes de características deseadas como: fuste recto y una copa simétrica, sin presencia de enfermedades, del distrito de Tambopata, provincia Tambopata, departamento de Madre de Dios. Posteriormente se podaron, para inducir a la producción de nuevos brotes, de donde se obtienen las estaquillas.

- **Preparación y establecimiento de las estacas**

La recolección de las estaquillas se realizó en las primeras horas de la mañana entre las 6 y 7 am, para evitar el estrés hídrico. Se emplearon estacas de 5 cm de largo, con una cuarta parte del área foliar, a las cuales se les sumergió en AIB disuelto en alcohol puro al 96° en las 3 diferentes dosis mencionadas en el presente estudio. Las estaquillas se introdujeron en el sustrato a 4 cm de profundidad, con un distanciamiento de 7 cm entre tratamientos, 10 cm entre estaquillas, distribuidas como lo indica el diseño experimental. Al finalizar la instalación se aplicó un fungicida a base de cobre.

- **Cuidados en el proceso de enraizamiento**

Después de establecidas las estaquillas dentro de la cámara de subirrigación se regaron con agua utilizando un atomizador y se procedió a cerrar la cámara, para crear un ambiente de humedad constante que promueva el enraizamiento.

- **Monitoreo**

Los monitoreos se realizaron de forma semanal, principalmente para revisar el estado fisiológico de las estaquillas, donde se eliminaron hojas caídas y a los individuos que presentaron síntomas de necrosis.

- **Proceso de enraizamiento**

En las semanas de altas temperaturas fue necesario regar el interior de la cámara, para prevenir la pérdida de humedad y de manera simultánea se aplicaba fungicida para evitar la proliferación de hongos.

Fase de gabinete:

Evaluación de enraizamiento:

- **Porcentaje de enraizamiento (%):** La evaluación se realizó finalizado el experimento, donde se contabilizó la cantidad de estaquillas con presencia de raíces, respecto a la cantidad total de estaquillas utilizadas por cada tratamiento. Toda estaquilla con al menos una raíz de 2 mm de largo, se le considero como enraizada.
- **Porcentaje de sobrevivencia (%):** Se contabilizó la cantidad final de estaquillas sobrevivientes con respecto a la cantidad inicial de estaquillas utilizadas en cada tratamiento. Toda estaquilla que no presentó síntomas de necrosis al finalizar el experimento, fue considerada sobreviviente.

- **Porcentaje de mortandad (%):** De igual manera se contabilizó la cantidad de estaquillas muertas con respecto a la cantidad total de estaquillas utilizadas por cada tratamiento al finalizar el experimento.
- **Porcentaje de estaquillas con brotes (%):** La evaluación se realizó al finalizar el experimento, donde se contabilizó la cantidad de estaquillas con presencia de brotes, respecto a la cantidad total de estaquillas empeladas por tratamiento.

Instrumentos de recolección de datos:

Los datos se recolectaron utilizando los formatos elaborados para la presente investigación.

Tabla 5. *Instrumentos de recolección de datos*

| Variable de Estudio | Método | Instrumento |
|---------------------|-----------------|---------------------|
| % de enraizamiento | Técnica directa | Lapicero |
| | | Formato de registro |
| | | Cronograma |
| % de sobrevivencia | Técnica directa | Lapicero |
| | | Formato de registro |
| | | Cronograma |
| % de brotes | Técnica directa | Lapicero |
| | | Formato de registro |
| | | Cronograma |

3.5. Tratamiento de datos

Los datos obtenidos se procesaron, utilizando hoja de cálculo de Microsoft Excel 2013 y se realizó el análisis estadístico mediante el software InfoStat. Para el análisis de la varianza y la comparación de medias de los tratamientos se empleó la prueba de Tukey al 5% que permitió determinar el efecto de las cuatro dosis de (AIB) y los dos diferentes sustratos en el porcentaje de sobrevivencia, porcentaje de enraizamiento y porcentaje de brotes en estaquillas de *Aniba canelilla*.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

4.1. Porcentaje de enraizamiento de estaquillas

El análisis de varianza (ANOVA) en la tabla 6, indica que existen diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$), en el enraizamiento de estaquillas con respecto al tipo de sustrato, dosis de ácido indol 3 butírico (AIB) y la interacción del sustrato con las diferentes dosis de (AIB). Posteriormente se efectuó el test de significancia de Tukey, para determinar el mejor sustrato, la mejor dosis y la mejor interacción. El coeficiente de variación (C.V) fue de 16.49 % que demuestra homogeneidad de datos y una alta confiabilidad de los resultados obtenidos en 180 días de evaluación.

Tabla 6. *Análisis de Varianza del porcentaje de enraizamiento de estaquillas de Aniba canelilla*

| F.V. | Gl | SC | CM | Fc | Ft=0,05 | Sig. |
|----------------|----|-------|------|-------|---------|------|
| F.A(Sustrato) | 1 | 0,50 | 0,50 | 5,60 | 4,325 | * |
| F.B(Dosis AIB) | 3 | 23,63 | 7,88 | 88,20 | 3,072 | * |
| F.Ax FB | 3 | 10,25 | 3,42 | 38,27 | 3,072 | * |
| Error | 21 | 1,88 | 0,09 | | | |
| Total | 31 | 40,88 | | | | |

*= Altamente significativo

De acuerdo con la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) el porcentaje de enraizamiento de estaquillas fue afectado por el tipo de sustrato (F.A), esto indica que uno de los sustratos fue superior al otro y existe diferencia estadística significativa. Como se demuestra en la tabla 7, donde el sustrato arena fina (A1) presento un porcentaje de 19% de enraizamiento, siendo mayor que el 17 % que presento el sustrato

cascarilla de arroz carbonizada (A2). Esto se debe posiblemente a que ambos sustratos poseen propiedades físicas diferentes.

Además “la arena es el medio de enraizamiento preferido en las investigaciones, el cual proporciona aireación y retención de agua adecuada, apertura de hoyos, la colocación de las estacas y su remoción, además es relativamente económica” (Mesen, 1998). Estas propiedades presentes en la arena estarían generando una mayor sobrevivencia de las estaquillas en el experimento.

“El sustrato de propagación debe cumplir tres funciones muy importantes para el éxito del proceso: sujetar las estacas, mantener la humedad y permitir el intercambio de gases” (Hartmann y Kester, 1988). Es así que, “cualquier material que se utilice, debe permitir una buena retención de agua (sin acumularla excesivamente) y una aireación que permita un contenido de oxígeno adecuado para la respiración de los tejidos sometidos a la producción de nuevas raíces” (Botti, 1999). “También debe poseer un buen drenaje y estar libre de microorganismos” (Peate, 1989).

Tabla 7. Prueba de comparación de medias de los sustratos A1 y A2 con respecto al porcentaje de enraizamiento de estaquillas de *Aniba canelilla*

| F.A (SUSTRATO) | MEDIAS | P<0,05 |
|----------------|--------|--------|
| A1 | 0,19 | A |
| A2 | 0,17 | |
| | | B |

Por otro lado, el factor dosis de AIB (F.B) afectó el porcentaje de enraizamiento de las estaquillas. Esto indica que una de las dosis fue superior a las demás y existen diferencias estadísticas significativas. Como se demuestra en la tabla 8, donde la concentración de 5000 ppm (B3) presento un porcentaje de 31% de enraizamiento, siendo mayor que el 19% de enraizamiento que presento la dosis 3000 ppm (B2), mientras que las dosis 6000 ppm y 0 ppm presentaron un porcentaje de enraizamiento de 15% y 8% respectivamente.

“Para determinar cuál regulador tiene mejores resultados y en que concentración óptima influye en el enraizamiento de una especie, es necesario realizar pruebas empíricas” (Hartmann y Kester, 1988).

Los resultados obtenidos coinciden con lo reportado por Gatica (2015), donde menciona que la especie *Aniba rosaeodora*, presenta diferencias significativas en la formación de raíces entre los tratamientos y responden de forma diferente entre cada uno de ellos al tipo de sustrato, así como a las dosis aplicadas. Además, recomienda utilizar 5000 ppm de AIB, ya que promueve mayores porcentajes de enraizamiento (p.11).

Sin embargo, Sampaio et al. (2010), “realizaron la evaluación de material juvenil de *Aniba canelilla*, después de 180 días con una concentración de 2000 ppm de AIB, estimularon el enraizamiento (79,04%)”. Esto difiere de los resultados obtenidos en el presente estudio, ya que la dosis de 5000 ppm (B3) fue la que promovió un porcentaje de 31% de estaquillas enraizadas.

Tabla 8. Prueba de comparación de medias de las dosis AIB con respecto al porcentaje de enraizamiento de estaquillas de *Aniba canelilla*

| FB (DOSIS AIB) | MEDIAS | P<0,05 | |
|----------------|--------|--------|---|
| B3 | 0,31 | A | |
| B2 | 0,19 | | B |
| B1 | 0,15 | | B |
| B4 | 0,08 | | C |

Para los tratamientos se encontraron diferencias significativas, como se muestra en la tabla 9. Donde el tratamiento 3 (T3) promovió el mayor porcentaje de enraizamiento, con un 38 %, con respecto a los tratamientos (T2) y (T7), que presentaron un porcentaje de enraizamiento similar de 25 %. En tanto que los tratamientos: (T5), (T4) y (T8) presentaron un porcentaje igual de 15%, el tratamiento con menor porcentaje de formación de raíces fue el tratamiento (T6) con un 13% y en último lugar se encuentra el tratamiento (T1) que no genero enraizamiento en las estaquillas. Esto nos indica que la combinación del sustrato arena fina y dosis de AIB de 5000 ppm promueven un mayor porcentaje de

enraizamiento en las estaquillas de *Aniba canelilla*. Estos datos coinciden con los resultados obtenidos por Cervantes (2011), que “al término de 30 días obtuvo un 83% de enraizamiento utilizando arena media como sustrato y 0.8% de AIB”.

Mendoza (2007), también menciona que “con la aplicación de AIB a 6000 ppm en promedio de los sustratos estudiados se obtuvo los mejores resultados para el número de estacas enraizadas”.

Tabla 9. Prueba de comparación de medias de los tratamientos (FA X FB) con respecto al porcentaje de enraizamiento de estaquillas de *Aniba canelilla*

| TRATAMIENTOS | FA X FB | Medias | P<0,05 | |
|--------------|---------|--------|--------|---|
| T3 | A1B3 | 0,38 | A | |
| T2 | A1B2 | 0,25 | | B |
| T7 | A2B3 | 0,25 | | B |
| T8 | A2B4 | 0,15 | | C |
| T5 | A2B1 | 0,15 | | C |
| T4 | A1B4 | 0,15 | | C |
| T6 | A2B2 | 0,13 | | C |
| T1 | A1B1 | 0 | | D |

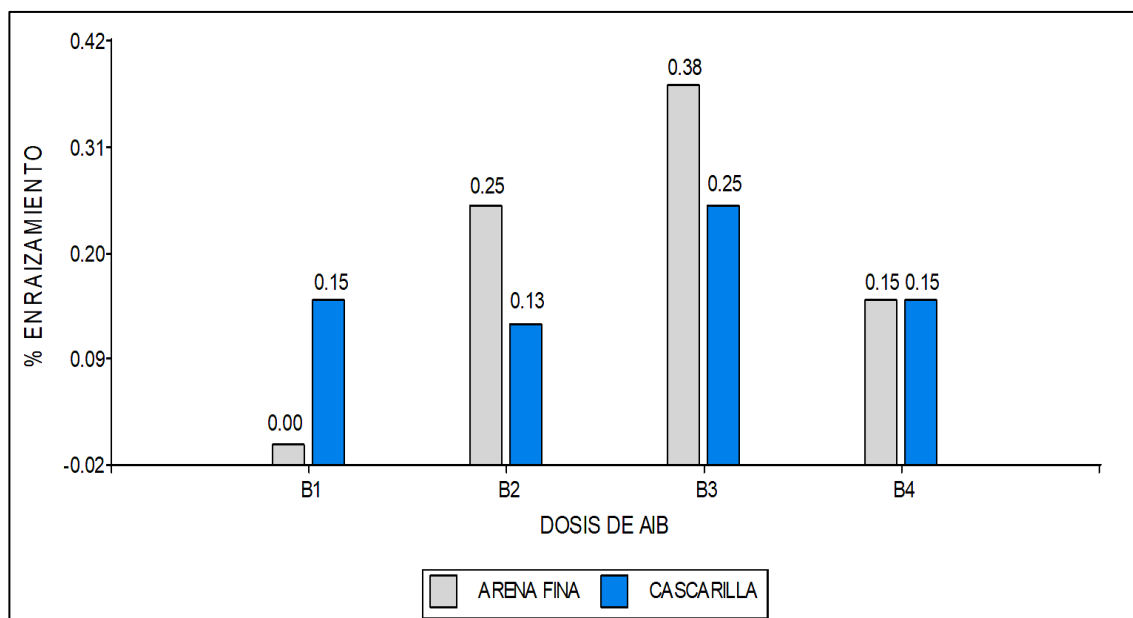


Figura 3. Porcentaje de estaquillas enraizadas.

4.2. Porcentaje de sobrevivencia de estaquillas

El análisis de la varianza (tabla 10), indica que existen diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0,05$), en la sobrevivencia con respecto al tipo de sustrato, dosis de ácido indol 3 butírico (AIB) y la interacción del sustrato por dosis (AIB). Seguidamente se efectuó el test de significancia de Tukey, para determinar el mejor sustrato, la mejor dosis y la mejor interacción. El coeficiente de variación (C.V) fue de 8.44% que demuestra homogeneidad de datos y una alta confiabilidad de los resultados obtenidos en 180 días de evaluación.

Tabla 10. Análisis de Varianza del porcentaje de sobrevivencia de estaquillas de *Aniba canelilla*

| F.V. | Gl | SC | CM | Fc | Ft=0,05 | Sig. |
|----------------|----|-------|------|--------|---------|------|
| F.A(Sustrato) | 1 | 5,28 | 5,28 | 169,00 | 4,325 | * |
| F.B(Dosis AIB) | 3 | 21,84 | 7,28 | 233,00 | 3,072 | * |
| F.AxFB | 3 | 5,84 | 1,95 | 62,33 | 3,072 | * |
| Error | 21 | 0,66 | 0,03 | | | |
| Total | 31 | 40,72 | | | | |

*= Altamente significativo

De acuerdo con la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) el porcentaje de sobrevivencia de estaquillas fue afectado por el tipo de sustrato (F.A), esto indica que uno de los sustratos fue superior al otro y existe diferencia estadística significativa. Como se demuestra en la tabla 11, donde el sustrato arena fina (A1) presento un porcentaje de 25% de sobrevivencia, siendo mayor al 17 % de sobrevivencia que presento el sustrato cascarilla de arroz carbonizada (A2). “La arena es el medio de enraizamiento que proporciona aireación y retención de agua adecuada, apertura de hoyos, la colocación de las estacas y su remoción para su evaluación” (Mesen, 1998). Estas propiedades de la arena, estarían generando una mayor sobrevivencia de las estaquillas durante el experimento al igual que promovió un mayor enraizamiento, como lo menciona Botti (1999), “cualquier material que se utilice debe permitir una buena retención de agua (sin acumularla excesivamente) y una aireación que permita un contenido de oxígeno adecuado para la respiración de los tejidos sometidos a la producción de nuevas raíces”.

Tabla 11. Prueba de comparación de medias de los sustratos A1 y A2 con respecto al porcentaje de sobrevivencia de estaquillas de *Aniba canelilla*

| F.A (SUSTRATO) | MEDIAS | P<0,05 | |
|----------------|--------|--------|---|
| A1 | 0,25 | A | B |
| A2 | 0,17 | | |

De la misma forma el factor dosis de AIB (F.B) afectó el porcentaje de sobrevivencia de estaquillas. Esto indica que uno de las dosis fue superior a las demás y existe diferencias estadísticas significativas. Como se demuestra en la tabla 12, donde la dosis de 5000 ppm (B3) presento un porcentaje de 35% de sobrevivencia siendo mayor al 19 % de sobrevivencia que presento la dosis 3000 ppm (B2), mientras que las dosis 0 ppm (B1) y 6000 ppm (B4) presentaron un porcentaje de sobrevivencia similar de 15%. Estos resultados son corroborados por Macdonald, (1986), “donde indica que la respuesta de las estacas hacia dosis crecientes de hormona generalmente es una curva ascendente hasta alcanzar un máximo, para después descender, como resultado de desórdenes fisiológicos que ocurren en las estacas debido a dosis excesivas”. Lo que explicaría porque la dosis de 5000 ppm (B3) presento un porcentaje superior de 35% y la dosis de 6000 ppm (B4) un porcentaje menor de 15 %.

Tabla 12. Prueba de comparación de medias de las dosis AIB con respecto al porcentaje de sobrevivencia de estaquillas de *Aniba canelilla*

| FB (DOSIS AIB) | MEDIAS | P<0,05 | |
|----------------|--------|--------|---|
| B3 | 0,35 | A | B |
| B2 | 0,19 | | |
| B1 | 0,15 | | C |
| B4 | 0,15 | | C |

Los tratamientos también presentaron diferencias estadísticas significativas, como se muestra en la tabla 13. Donde el tratamiento 3 (T3) promovió el mayor porcentaje de sobrevivencia con un 45 %, en comparación con los tratamientos (T2) y (T7), que presentaron un porcentaje de sobrevivencia similar de 25 %. Por otro lado los tratamientos: (T5), (T4), (T1), y (T8) promovieron un porcentaje igual de 15%, y por último el tratamiento con menor porcentaje de sobrevivencia fue el

tratamiento (T6) con un 13%. Estos resultados nos indican que la combinación del sustrato arena fina y dosis de AIB de 5000 ppm promueven mayor sobrevivencia en las estaquillas, al igual que genero mayor porcentaje de enraizamiento. “La arena como medio de enraizamiento también ha dado buenos resultados con otras especies, tal es el caso de *Cordia alliodora*” (Leakey et al, 1990), “*Gmelina arborea*” (Mesen, 1993). Sin embargo, Huisa (2015), “estableció que con 0 ppm de AIB se logra los máximos valores de porcentaje de sobrevivencia (21 ,3%) y brotes (13,7 5%) en las estaquillas de *Bertholletia excelsa* H.B.K.” (p. 79).

Tabla 13. Prueba de comparación de medias de los tratamientos (FA X FB) con respecto al porcentaje de sobrevivencia de estaquillas de *Aniba canelilla*

| TRATAMIENTOS | FA X FB | Medias | P<0,05 | | |
|--------------|---------|--------|--------|---|---|
| T3 | A1B3 | 0,45 | A | | |
| T2 | A1B2 | 0,25 | | B | |
| T7 | A2B3 | 0,25 | | B | |
| T5 | A2B1 | 0,15 | | | C |
| T4 | A1B4 | 0,15 | | | C |
| T1 | A1B1 | 0,15 | | | C |
| T8 | A2B4 | 0,15 | | | C |
| T6 | A2B2 | 0,13 | | | C |

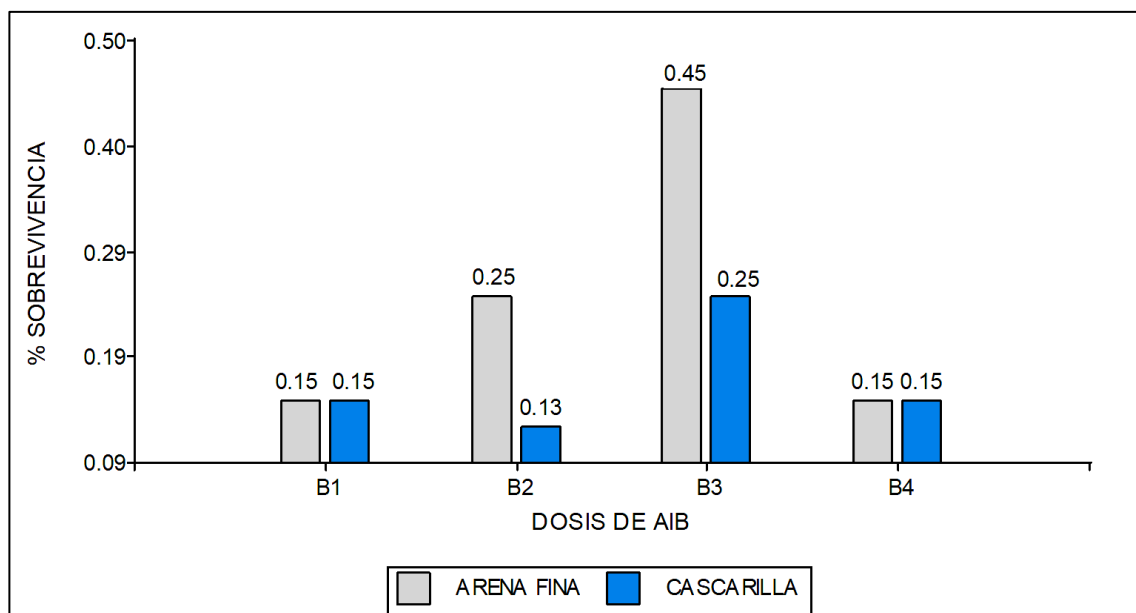


Figura 4. Porcentaje de estaquillas sobrevivientes.

4.3. Porcentaje de estaquillas con brotes

El análisis de la varianza (tabla 14), indica que existen diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0,05$), en el porcentaje de estaquillas con brotes, respecto al tipo de sustrato, concentraciones de (AIB) y la interacción del sustrato por dosis (AIB). El coeficiente de variación (C.V) fue de 16.16% que demuestra homogeneidad de datos y una alta confiabilidad de los resultados obtenidos en 180 días.

Tabla 14. Análisis de Varianza del porcentaje de estaquillas con brotes de *Aniba canelilla*

| F.V. | gl | SC | CM | Fc | Ft=0,05 | Sig. |
|---------------|----|-------|------|-------|---------|------|
| FA(Sustrato) | 1 | 5,28 | 5,28 | 169 | 4,325 | * |
| FB(Dosis AIB) | 3 | 21,84 | 7,28 | 233 | 3,072 | * |
| FAxFB | 3 | 5,84 | 1,95 | 62,33 | 3,072 | * |
| Error | 21 | 0,66 | 0,03 | | | |
| Total | 31 | 40,72 | | | | |

*= Altamente significativo

De acuerdo con el test de Tukey ($\alpha=0,05$) el porcentaje de estaquillas con brotes fue afectado por el tipo de sustrato (F.A), esto nos indica que uno de los sustratos es superior al otro y que existe diferencia estadísticamente significativa. Como se demuestra en la tabla 15, donde el sustrato arena fina (A1) presento un porcentaje de 15% de estaquillas con brotes, siendo mayor que el 7 % que genero el sustrato cascarilla de arroz carbonizada (A2).

Tabla 15. Prueba de comparación de medias de los sustratos A1 y A2 con respecto al porcentaje de estaquillas con brotes de Aniba canelilla

| FA (SUSTRATO) | Medias | P<0,05 |
|---------------|--------|--------|
| A1 | 0,15 | A |
| A2 | 0,07 | |

El porcentaje de estaquillas con brotes demostró que existen diferencias estadísticas significativas entre los efectos de las dosis. Como se demuestra en la tabla 16, donde la dosis de 5000 ppm (B3) alcanzo un porcentaje de 25% de brotes, la dosis de 3000 ppm (B2) alcanzo un 9 % de estaquillas con brotes, mientras que las dosis 0 ppm y 6000 ppm (B1) y (B4) presentan un 5 % de estaquillas con brotes.

Tabla 16. Prueba de comparación de medias de las dosis AIB con respecto al porcentaje de estaquillas con brotes de Aniba canelilla

| FB (DOSIS AIB) | Medias | P<0,05 | |
|----------------|--------|--------|---|
| B3 | 0,25 | A | |
| B2 | 0,09 | | B |
| B1 | 0,05 | | C |
| B4 | 0,05 | | C |

Los tratamientos presentaron diferencias estadísticas significativas, como se muestra en la tabla 17. Donde el tratamiento (T3) promovió el mayor porcentaje de estaquillas con brotes con un 35 %, comparado con los tratamientos (T2) y (T7), que promovieron un porcentaje similar de 15 %. En tanto los tratamientos: (T5), (T4), (T1), (T8) presentaron un porcentaje de estaquillas con brotes de 5 %, y en último lugar el tratamiento (T6) que presento un 3%. Este hecho es señalado por Hernández (2015), "donde afirma que el AIB, tiene un efecto secundario en

la formación y crecimiento de brotes en las estacas pues al estimular y generar raíces, también estimula la formación de nuevos brotes y el crecimiento de los mismos” (p. 42). Sin embargo, Delgado (2014) “con dosis de AIB de 0 ppm, 1000 ppm, 3000 ppm y 6000 ppm, utilizando el método de inmersión rápida por 60 segundos, empleando arena como sustrato obtuvo 0 % de enraizamiento, de sobrevivencia y de formación de callos” (p. 11).

Tabla 17. Prueba de comparación de medias de los tratamientos (FA X FB) con respecto al porcentaje de estaquillas con brotes de *Aniba canelilla*

| TRATAMIENTOS | FA X FB | Medias | P<0,05 | |
|--------------|---------|--------|--------------------------------------|--|
| T3 | A1B3 | 0,35 | A B B C C C C C | |
| T2 | A1B2 | 0,15 | | |
| T7 | A2B3 | 0,15 | | |
| T5 | A2B1 | 0,05 | | |
| T4 | A1B4 | 0,05 | | |
| T1 | A1B1 | 0,05 | | |
| T8 | A2B4 | 0,05 | | |
| T6 | A2B2 | 0,03 | | |

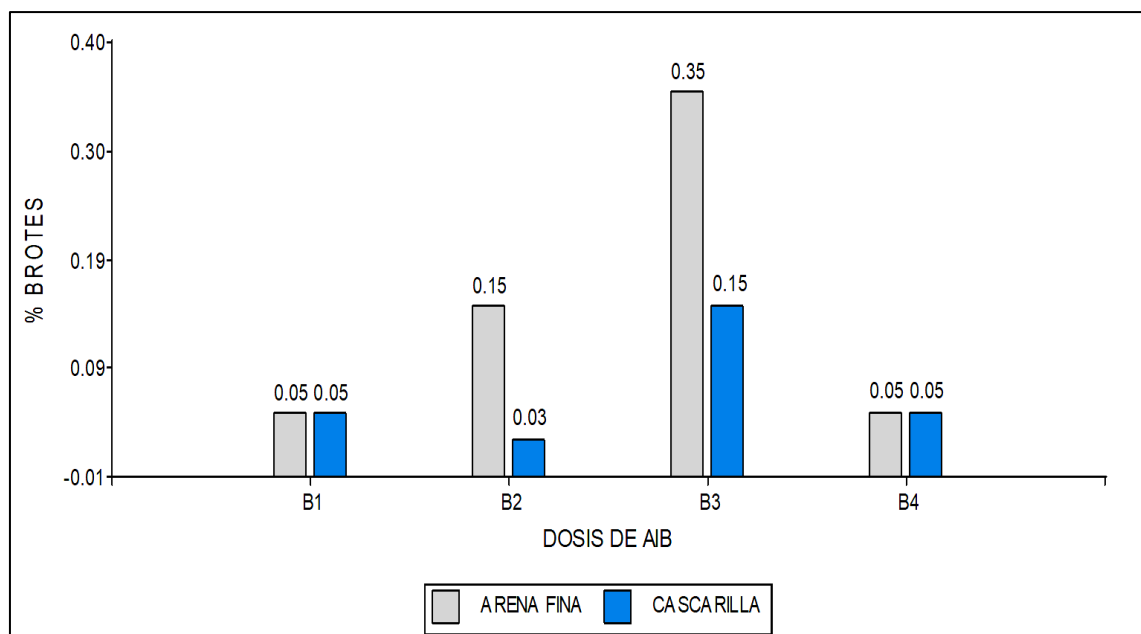


Figura 5. Porcentaje de estaquillas con brotes.

CONCLUSIONES

- Se demostró estadísticamente, que las cuatro dosis de (AIB) y los dos sustratos en estudio, arena fina y cascarilla de arroz carbonizada, producen diferentes efectos en el enraizamiento de estaquillas de *Aniba canelilla*. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

De acuerdo con el objetivo general se determinó:

- Determinación del mejor tratamiento
Se determinó que el mejor tratamiento para lograr el enraizamiento adventicio de estaquillas juveniles de *A. canelilla*, utilizando propagador de subirrigación, es el tratamiento de arena fina y 5000 ppm de (AIB), que promovieron un 38 % de enraizamiento.

De acuerdo con los objetivos específicos se determinó:

- Efecto del Factor A (Sustrato)
El efecto del sustrato arena fina fue superior al de cascarilla de arroz carbonizada en el enraizamiento adventicio de estaquillas juveniles de *A. canelilla*, ya que presento un porcentaje de enraizamiento de 19%.
- Efecto del Factor B (Dosis AIB)
El efecto de la dosis de 5000 ppm de (AIB) promovió el mayor porcentaje de enraizamiento adventicio de estaquillas juveniles de *A. canelilla*. Alcanzando un 31% de enraizamiento.

SUGERENCIAS

- En posteriores investigaciones es recomendable la utilización de arena fina ya que promueve un mayor porcentaje de enraizamiento, sobrevivencia y brotes en las estaquillas.
- Realizar nuevas investigaciones con *A. canelilla*, considerando el tamaño y tipo de estaquilla, área foliar, fases lunares entre otros factores que pueden influir en el enraizamiento de estaquillas.
- Realizar ensayos con otras concentraciones de AIB y diversos tipos de sustratos.
- Realizar ensayos para evaluar la formación de raíces de estaquillas de *A. canelilla*, con material vegetativo proveniente de plantaciones manejadas.
- Aplicar la dosis 5000 ppm de AIB porque promueve mayores porcentajes de enraizamiento, sobrevivencia y brotes en las estaquillas de *A. canelilla*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARIAS, Fidas. *EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Introducción a la metodología científica*. EDITORIAL EPISTEME, C.A. Caracas - República Bolivariana de Venezuela, 2012. ISBN: 980-07-8529-9.

BAKKALI, Fadil, AVERBECK, Simone, AVERBECK, Dietrich, IDAOMAR Mouhamed. *Los efectos biológicos de los aceites esenciales - una revisión*. *Food and Chemical Toxicology*, 46: 446-475, 2008.

BLAZICH, F. *Chemicals and Dormulations used to promete adventitious rooting*. In: Davis, T; Haissig, BE; Sankhla, N (eds). *Adventitious root formation minicuttings*. Jr.otiand, Oregon, 1988. p 132-149.

BOLFOR. *Estado de Regeneración de las Especies Forestales Importantes en Bolivia: Evaluación y Recomendaciones*. Boletín Edición No. 20. 2000.

BOTTI, Claudia. *Principios de la propagación y técnicas de propagación por estacas*. En: *Manejo tecnificado de invernaderos y propagación de plantas*. Departamento de Producción Agrícola. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Santiago, Chile, 1999. p. 72-82.

CERVANTES, Danny. *Propagación Vegetativa de Quinilla (Manilkara bidentata, A. De.) Mediante el Enraizamiento de Estaquillas Utilizando Cámara de Sub irrigación en el Distrito de Morales Provincia de San Martín, Tesis (ingeniero agrónomo), Perú*. Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Académico Profesional de Agronomía. 2011.

CORVERA, Ronald, DEL CASTILLO, Denis, SURI, Wilson, CUSI, Edgar & CANAL, Alfredo. *La Castaña Amazónica (Bertholletia excelsa), Manual de Cultivo*; IIAP, INCAGRO, 2010. Pp 52.

CORTÉS, Manuel e IGLESIAS, Miriam. *Generalidades sobre Metodología de la Investigación*. Universidad Autónoma del Carmen Ciudad del Carmen, Campeche, México. 2004. ISBN: 968 – 6624 – 87– 2.

DELGADO, Elmer. *Efecto de cuatro concentraciones del ácido indolbutírico (AIB), en el enraizamiento de estaquillas semileñosas de theobroma grandiflorum (copoazú)*, Tesis para optar el título de: Ingeniero agroforestal acuícola Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía Yarinacocha – Perú, 2014. 67 pp.

ESTRELLA, Eduardo. *PLANTAS MEDICINALES AMAZONICAS: REALIDAD Y PERSPECTIVAS*. Lima, Diciembre de 1994. 392 pp.

FLORES, Marcos. *Evaluación del Efecto de Cinco Dosis de Fitohormona, Tres Tipos de Sustrato y Tres Rasgos de Morfotipo en el Enraizamiento de Estaquillas Juveniles de Amburana cearensis (Allemao) A.c. Smith (Ishpingo), en Ambientes Controlados, en Pucallpa - Ucayali, Perú*". Tesis (Ingeniería Forestal), Perú. Universidad Nacional de Ucayali, Facultad de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente; Escuela Académico Profesional de Ingeniería Forestal, 2010. 106 pp.

GÁRATE, Merlin. *Técnicas de Propagación por Estacas*, Trabajo Monográfico para optar el Título Profesional de: Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Ucayali, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela Profesional de Agronomía, 2010. 167 pp.

GATICA, Nilton. *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 (Ingeniería Forestal). Universidad Nacional de la Amazonia, 2015. 70 p.

GÓMEZ, Martha, TORO, Juan, PIEDRAHITA, Edgar. *Propagación y conservación de especies arbóreas nativas*. Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia, Corantioquia. Medellín: Corantioquia, 2013. 194 pp.

HARTMANN, Hudson y KESTER, Dale. *Propagación, de plantas: Principios y prácticas*. México D.F, 1980. 814 p.

HARTMANN, Hudson y KESTER, Dale. *Propagación de plantas. Principios y prácticas*. México. Compañía Editorial Continental S. A, 1988. 760 p.

HARTMANN, Hudson y KESTER, Dale. *Propagación de plantas, principios y prácticas*. Editorial. Continental. México, 1998 p. 783.

HARTMANN, Hudson, KESTER, Dale, DAVIES, Fred and GENEVE, Robert. *Plant propagation: Principles and Practice*. 7th ed. Prentice Hall Inc. New Jersey, USA, 2002. 880 pp.

HARTMANN, Hudson y KESTER, Dale. *Propagación vegetativa de Plantas. Principios y Prácticas*. 4 ed. CECSA. México D.F, México, 1990. 760 p.

HARTMANN, Hudson y KESTER, Dale. *Plant propagation – principles and practices*. 2nd. Ed. Engle Wood Cliffs, N. J., Prentice Hall, 1993. 702 p.

HERNÁNDEZ, Luis. *Eficiencia del tratamiento con ácido indol – 3 - butírico en el enraizamiento de estacas de berenjena (Solanum betaceum Cav.)* Tesis Ing. Agrónomo UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA, 2015. 64 p.

HERMOSILLA, María. *Utilización de sustratos a base de corteza compostada para propagación vegetativa por medio de estacas de tallo*. Tesis Ing. Forestal. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Fac. de Cs. Forestales. UACH, 1996. 55 p.

HUANCA, Wildor. *Métodos de reproducción asexual de plantas y su aplicación*. Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Puno, Perú. Consultado 10 jun. Disponible en:<http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/propagación-asexual plantas y suaplicación>, 2001.

HUANCA, Wildor. *Métodos de reproducción asexual de plantas y su aplicación*. Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Puno-Perú, 2010. 33 pp.

HUISA, Hilario. *Ensayo de propagación vegetativa de bertholletia excelsa H.B.K. mediante enraizamiento de estaquillas en cámaras de subirrigación en la provincia de Tambopata, Madre de Dios – Perú*. Univerisdad Nacional Amazonica de Madre de Dios, 2015. 105 pp.

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES – INRENA. *Mapa Ecológico del Perú*. Lima-Perú, 1996.

INTERAMINENSE, Leylliane, SIQUEIRA, Rodrigo, XAVIER, Fabiano. *Cardiovascular effects of 1-nitro-2-phenylethane, the constituent of the essential oil of Aniba canelilla, in spontaneously hypertensiverats. Fundamental & Clinical Pharmacology*, 2010. p. 661-669.

LEAKEY, Roger, MESÉN, Francisco, TCHOUNDJEU, Zacharie, LONGMAN, Karen, DICK, John, NEWTON, Adrian, MATIN, Abdul, GRACE, John, MUNRO, Robert, MUTOKA, P. *Low technology techniques for the vegetative propagation of tropical trees. Commonwealth Forestry Review*, ISBN: 978-0-12-805356-069, 1990.

LEAKEY, Roger. *Propagación vegetativa de especies forestales. In Manual sobre Mejoramiento genético*. CATIE, Turrialba. Costa Rica, 1990. 113 -120 p.

LIMA, Mariana, SILVA, Tatiana, SILVA, Joao, ZOGHBI, Maria, ANDRADE, Eloisa. *Essential oil composition of leaf and fine stem of Aniba canelilla (Kunth) Mez from Manaus, Brazil. Acta Amazônica*, 2004.

LUPE, Fernanada. *Estudo da composição Química de óleos essenciais de Plantas aromáticas de la Amazônia*. Dissertação de mestrado, Universidade Estatal de Campinas, Campinas, Sao Paulo, 2007. p. 102.

MACDONALD, Bruce. *Practical woody plant propagation for nursery growers*. London. Ed. Batsford, 1986. 669 p.

MAIA, José, ZOHBI, Maria, ANDRADE, Eloisa. *Plantas aromáticas na Amazônia e seus óleos essenciais*. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2000. ISBN: 85-7098-069-8.

MATTHEWS. Paul. *Vegetative Propagation from Stem Cuttings, Leaves and Roots*. En: A Colour Atlas of Plant Propagation and Conservation. Bowes, B.G. (ed.), Manson Publishing, London, 1999. pp. 58-6.

MENEZES, Ana. *Vegetative propagation of three amazon species: Rosewood (Aniba rosaeodora Ducke), Copaíba (Copaifera multijuga Hayne) and Breu (Protium apiculatum Swartz)*. Dissertação de mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonas/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas, 2006. pp. 83.

MENDOZA, Willian. *Efecto de dos tipos de sustrato y tres concentraciones de ácido indol butírico en la propagación por estacas del cultivo de cacao (Theobroma cacao L.)* TESIS Para optar el título de INGENIERO AGRÓNOMO TINGO MARÍA- PERÚ, 2007.

MESÉN, Francisco, LEAKEY, Roger y NEWTON Adrian. 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, 1992. 06 – 18 p.

MESÉN, Francisco. *Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: uso de propagadores de sub-irrigación*. Serie Técnica. Manual Técnico No. 30. Turrialba, CR. CATIE, Proyecto de Semillas forestales-PROSEFOR, 1998. p. 36.

MESEN, Francisco. *Vegetative propagation of Central American hardwoods*. Thesis Ph.D. Edinburgh, Scotland, University of Edinburgh. Institute of Terrestrial Ecology, 1993. p. 231.

MORS, Walter, RIZZINI, Carlos, PEREIRA, Nuno. *Medicinal Plants of Brazil*. Michigan: Reference Publications, 2000. p. 501, ISBN: 0917256425.

MURRIETA Carlos. *Influencia del Morfotipo, Fitohormona y Sustrato en la Propagación de Estacas Juveniles de Cedrela odorata L. (Cedro colorado), en Pucallpa, Perú* Tesis (Ingeniería Forestal), Perú. Universidad Nacional de Ucayali, Facultad de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Forestal, 2010. p. 102.

ÑAUPAS, Humberto, MEJÍA, Elías, NOVOA, Eliana Y VILLAGOMEZ, Alberto. *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. Cuarta edición: Bogotá, Colombia, abril de 2014. ISBN 978-958-762-188-4

PEATE, Natalie. *Media for cutting propagation*. Washington. U. S. A. The International Plant Propagators Society, 1989. p. 71-76.

PINEDO, Julio. *Influencia del diámetro, largo y profundidad de siembra en la propagación por estacas de Amburana cearensis L. "Ishpingo"*. Tesis para optar el título de ingeniero forestal. Facultad de Ciencias forestales de la Universidad Nacional de Ucayali, 1993. p. 70.

ROMERO, R. *Propagación asexual de Geissospermum reticulatum A. H. Gentry (Quina quina) por estacas. Tambopata, Madre De Dios*. Tesis (Ingeniería Forestal), Perú. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ingeniería Forestal y Medio ambiente, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Forestal. 2005. 79 p.

ROJAS, Salvador, GARCIA, Jairo, ALARCON, Melva. *Propagación Asexual de Plantas. Conceptos Básicos y Experiencias con Especies Amazónicas*. CORPOICA/PRONATA/MADR. Colombia, 2004. p. 55.

SABOYA, Gilder. *Análisis Técnico y Económico en la Producción de la Cascarilla de Arroz Carbonizada (CAC) Como Sustrato Para la Propagación Vegetativa de Estacas Juveniles de Caoba (Swietenia macrophylla King) en Cámara de Sub-Irrigación, Pucallpa, Perú*. Tesis (Ingeniería Forestal), Perú. Universidad Nacional de Ucayali, Facultad de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente, Escuela Académico. Profesional de Ingeniería Forestal, 2010. 110 p.

SÁENZ, Hugo y SÁNCHEZ, Luis. *Ensayo de Propagación Vegetativa por Estacas de Cuatro Especies Arbóreas Ornamentales*. Loja-Ecuador, 1993.

SAMPAIO, Paulo, SIQUEIRA, Jhansem, COSTA, Suely, & BRUNO, Flavio. *Propagação vegetativa por miniestacas de preciosa (Aniba canellila (H. B.K) MEZ)*, 2010. ISSN: 0044-5967

SÁNCHEZ, Mariela. *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, 2012. p. 75.

SILVA, Joyce, SOUSA, Pergentino, ANDRADE, Eloisa, MAIA, José. *Antioxidant capacity and cytotoxicity of essential oil and methanol extract of Aniba canellilla (H. B. K.) Mez*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2007. v. 55, p. 9422-9426.

SILVA, Marlene. *Nomes vulgares de plantas amazônicas*. Manaus: INPA, p. 222, 1997.

SOUDRE, Manuel, MESEN, Francisco, DEL CASTILLO, Denis y GUERRA Héctor. *Bases Técnicas Para la Propagación Vegetativa de Arboles Tropicales Mediante Enraizamiento de Estaquillas*, Memoria del Curso Internacional, Pucallpa- Perú, del 06 - 09 de mayo del 2008. p. 108.

SOUDRE Manuel, MUERAS, Leisy, LLMACHE, Aparicio, GUERRA Hector, MESEN, Francisco; y PÉREZ, Fernando. *Propagación Vegetativa de Tornillo Cedrelinga cateniformis (Ducke) Mediante Enraizamiento de Estacas Juveniles en Propagador de Subirrigación*, Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Folia Amazónica, 2011. 12 p.

TAMAYO Gonzalo. *Diseños muestrales en la investigación* ISSN-e 0120-6346, 2001. Vol. 4, Nº. 7.

TOALA, Alfredo. *Caracterización dendrológica y fenológica de cinco especies forestales*. UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ- ECUADOR. Previa a la Obtención del Título de: INGENIERO FORESTAL, 2015. 38 p.

VALLEJOS, Geomar. *Tesis: Efecto de longitudes de estacas y niveles de área foliar en el enraizamiento de sacha inchi (Plukenetia volubilis L.) en cámaras de subirrigación*. Tarapoto – Perú, 2008. 94 p.

VÁSQUEZ, Carlos, OROZCO, Alma, ROJAS, Mariana, SÁNCHEZ, Esther, CERVANTES, Virginia. *La reproducción de plantas: semillas y meristemas*. Fondo de Cultura Económica, México, 1997.

VIDAL, Frank. *Evaluación de Cinco Dosis del Ácido Indol butírico (Affi), Sustratos y Características Morfológicas en el Enraizamiento de Estacas Juveniles de Simarouba amara Aubl. (Marupa)*, Pucallpa- Perú; Tesis (Ingeniería Forestal), Perú. Universidad Nacional de Ucayali, Facultad de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Forestal, 2010. p. 82.

ZOBEL, Bruce y TALBERT, John. *Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales*. México. Ed. Limusa, 1984. 545 p.

ANEXOS

Anexo 1: Instrumento

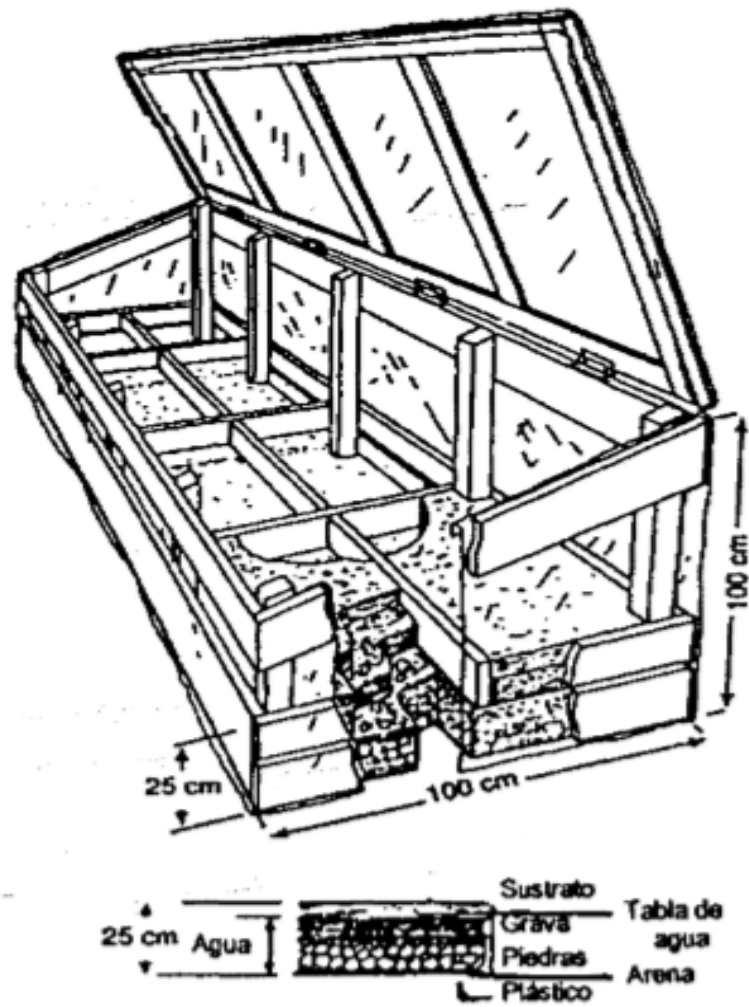


Figura 6. Cámara de enraizamiento

Fuente: Leakey, 1990.

Anexo 2: Certificado de identificación botánica

"Año de la Consolidación del Mar de Grau"
"Madre de Dios Capital de la Biodiversidad del Perú"

CERTIFICACIÓN DE IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMENES VEGETALES

El que suscribe, **M.Sc. Blgo. HERNANDO HUGO DUEÑAS LINARES**, especialista en identificación taxonómica de especímenes y productos de flora y fauna silvestre con Certificado de Inscripción N° 028, Registro de Personas Naturales y Jurídicas Habilitadas para realizar Certificación de identificación Taxonómica de Especímenes y Productos de Flora y Fauna Silvestre; en el Ministerio de Agricultura, Dirección General de Forestal y Fauna Silvestre, Intendencia Forestal y de Fauna Silvestre.

CERTIFICA, que los especímenes (02) presentados por el Bachiller en Ingeniería Forestal y Medio Ambiente, de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios; **JOSE MANUEL HUINGA ESCALANTE**, para su identificación y/o determinación, para efectos de trabajo de investigación de tesis intitulado:

"PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE CANELÓN (*Aniba canelilla* (Kunth) Mez) MEDIANTE EL MÉTODO DE ENRAIZAMIENTO DE ESTAQUILLAS UTILIZANDO CÁMARA DE SUBIRRIGACIÓN, TAMBOPATA-MADRE DE DIOS" corresponden al siguiente taxa aceptado oficialmente.

✓ *Aniba canelilla* (Kunth) Mez Familia Lauraceae

De acuerdo a la descripción de sus características vegetativas y reproductivas, las que están registrada para la Flora de Perú: Departamento de Madre de Dios; en el Catálogo de Angiospermas y Gimnospermas del Perú de Lois Brako and James L. Zarucchi (1993), al APG IV (Angiosperm Phylogenetic Group, 2016) y al Taxonomic Name Resolution Service v3.0 (2016), y The Plant List: A Working List of all Plant Species (2016)

Se expide el presente certificado a solicitud de la empresa interesada para los fines que considere conveniente. Se anexa al presente Certificado de Identificación los datos correspondientes a la especie en formato Excel.

Puerto Maldonado, 08 de mayo de 2016.

ESPECIALISTA EN IDENTIFICACIÓN
TAXONÓMICA FLORA Y FAUNA SILVESTRE

M.Sc. Blgo. Hernando Dueñas Linares
REG. CL. 028
REG. 028 PROFES-MA

IDENTIFICACION TAXONOMICA DE ESPECIMENES VEGETALES

PROYECTO DE TESIS DE INVESTIGACIÓN 2016

"PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE CANELÓN (*Aniba canelilla* (Kunth) Mez) MEDIANTE EL MÉTODO DE ENRAIZAMIENTO DE ESTAQUILLAS UTILIZANDO CÁMARA DE SUBIRRIGACIÓN, TAMBOPATA-MADRE DE DIOS"

Est. Jose Manuel Huinga Escalante

| Nº | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | FAMILIA | HABITO | HABITAT | LOCALIDAD | Colector | Fecha Colección | ID | FECHA ID |
|----|------------------------------------|--------------|-----------|--------|---------------------|-----------|-------------------------|-----------------|-----|-----------|
| 1 | <i>Aniba canelilla</i> (Kunth) Mez | Canelon | LAURÁCEAE | Árbol | Bosque terraza alta | Tambopata | Manuel Huinga Escalante | 19/05/2016 | HDL | 8/06/2016 |

Puerto Maldonado, 08 de junio de 2016.

M.Sc. Hugo Dueñas Linares
Especialista en ID Taxonómica de Flora Silvestre
Reg. DGFFS-MA N° 028

ESPECIALISTA EN IDENTIFICACION
TAXONÓMICA FLORA Y FAUNA SILVESTRE

M.Sc. Hugo Dueñas Linares
Reg. CEP N° 2283
Reg. N° 028 DGFFS/MA



Figura 7. Muestra botánica de la especie *Aniba canelilla* (Kunth) Mez.

Anexo 3: Formatos de toma de datos

Tabla 18. *Formato de toma de datos obtenidos (% de enraizamiento)*

| TRATAMIENTOS | FA (SUSTRATO) | FB (DOSIS) | % ENRAIZAMIENTO | BLOQUES |
|--------------|---------------|------------|-----------------|---------|
| T1 | A1 | B1 | 0 | I |
| T1 | A1 | B1 | 0 | II |
| T1 | A1 | B1 | 0 | III |
| T1 | A1 | B1 | 0 | IV |
| T2 | A1 | B2 | 3 | I |
| T2 | A1 | B2 | 3 | II |
| T2 | A1 | B2 | 2 | III |
| T2 | A1 | B2 | 2 | IV |
| T3 | A1 | B3 | 4 | I |
| T3 | A1 | B3 | 4 | II |
| T3 | A1 | B3 | 4 | III |
| T3 | A1 | B3 | 3 | IV |
| T4 | A1 | B4 | 2 | I |
| T4 | A1 | B4 | 2 | II |
| T4 | A1 | B4 | 1 | III |
| T4 | A1 | B4 | 1 | IV |
| T5 | A2 | B1 | 2 | I |
| T5 | A2 | B1 | 2 | II |
| T5 | A2 | B1 | 1 | III |
| T5 | A2 | B1 | 1 | IV |
| T6 | A2 | B2 | 2 | I |
| T6 | A2 | B2 | 1 | II |
| T6 | A2 | B2 | 1 | III |
| T6 | A2 | B2 | 1 | IV |
| T7 | A2 | B3 | 3 | I |
| T7 | A2 | B3 | 3 | II |
| T7 | A2 | B3 | 2 | III |
| T7 | A2 | B3 | 2 | IV |
| T8 | A2 | B4 | 2 | I |
| T8 | A2 | B4 | 2 | II |
| T8 | A2 | B4 | 1 | III |
| T8 | A2 | B4 | 1 | IV |

Tabla 19. Formato de toma de datos obtenidos (% de sobrevivencia)

| TRATAMIENTOS | FA (SUSTRATO) | FB (DOSIS) | % SOBREVIVENCIA | BLOQUES |
|--------------|---------------|------------|-----------------|---------|
| T1 | A1 | B1 | 2 | I |
| T1 | A1 | B1 | 2 | II |
| T1 | A1 | B1 | 1 | III |
| T1 | A1 | B1 | 1 | IV |
| T2 | A1 | B2 | 3 | I |
| T2 | A1 | B2 | 3 | II |
| T2 | A1 | B2 | 2 | III |
| T2 | A1 | B2 | 2 | IV |
| T3 | A1 | B3 | 5 | I |
| T3 | A1 | B3 | 5 | II |
| T3 | A1 | B3 | 4 | III |
| T3 | A1 | B3 | 4 | IV |
| T4 | A1 | B4 | 2 | I |
| T4 | A1 | B4 | 2 | II |
| T4 | A1 | B4 | 1 | III |
| T4 | A1 | B4 | 1 | IV |
| T5 | A2 | B1 | 2 | I |
| T5 | A2 | B1 | 2 | II |
| T5 | A2 | B1 | 1 | III |
| T5 | A2 | B1 | 1 | IV |
| T6 | A2 | B2 | 2 | I |
| T6 | A2 | B2 | 1 | II |
| T6 | A2 | B2 | 1 | III |
| T6 | A2 | B2 | 1 | IV |
| T7 | A2 | B3 | 3 | I |
| T7 | A2 | B3 | 3 | II |
| T7 | A2 | B3 | 2 | III |
| T7 | A2 | B3 | 2 | IV |
| T8 | A2 | B4 | 2 | I |
| T8 | A2 | B4 | 2 | II |
| T8 | A2 | B4 | 1 | III |
| T8 | A2 | B4 | 1 | IV |

Tabla 20. *Formato de toma de datos obtenidos (% de estaquillas con brotes)*

| TRATAMIENTOS | FA (SUSTRATO) | FB (DOSIS) | % BROTES | BLOQUES |
|--------------|---------------|------------|----------|---------|
| T1 | A1 | B1 | 1 | I |
| T1 | A1 | B1 | 1 | II |
| T1 | A1 | B1 | 0 | III |
| T1 | A1 | B1 | 0 | IV |
| T2 | A1 | B2 | 2 | I |
| T2 | A1 | B2 | 2 | II |
| T2 | A1 | B2 | 1 | III |
| T2 | A1 | B2 | 1 | IV |
| T3 | A1 | B3 | 4 | I |
| T3 | A1 | B3 | 4 | II |
| T3 | A1 | B3 | 3 | III |
| T3 | A1 | B3 | 3 | IV |
| T4 | A1 | B4 | 1 | I |
| T4 | A1 | B4 | 1 | II |
| T4 | A1 | B4 | 0 | III |
| T4 | A1 | B4 | 0 | IV |
| T5 | A2 | B1 | 1 | I |
| T5 | A2 | B1 | 1 | II |
| T5 | A2 | B1 | 0 | III |
| T5 | A2 | B1 | 0 | IV |
| T6 | A2 | B2 | 1 | I |
| T6 | A2 | B2 | 0 | II |
| T6 | A2 | B2 | 0 | III |
| T6 | A2 | B2 | 0 | IV |
| T7 | A2 | B3 | 2 | I |
| T7 | A2 | B3 | 2 | II |
| T7 | A2 | B3 | 1 | III |
| T7 | A2 | B3 | 1 | IV |
| T8 | A2 | B4 | 1 | I |
| T8 | A2 | B4 | 1 | II |
| T8 | A2 | B4 | 0 | III |
| T8 | A2 | B4 | 0 | IV |

Anexo 4: Imágenes de ejecución del estudio



Figura 8. Colecta de estaquillas de *Aniba canelilla* (Kunth) Mez.



Figura 9. Estaquillas antes de ser colectadas.



Figura 10. Preparación de cámara de subirrigación con sustrato de arena fina y cascarilla de arroz carbonizada.



Figura 11. Instalación de estaquillas en cámara de subirrigación.



Figura 12. Estaquillas instaladas en cámara de subirrigación



Figura 13. Cámara de surrigación cerrada.



Figura 14. Estaquilla de *Aniba canelilla* (Kunth) Mez., enraizada en cascarilla de arroz carbonizada sin presencia de brote.



Figura 15. Estaquilla de *Aniba canelilla* (Kunth) Mez., enraizada en arena fina con presencia de brote.



Figura 16. Estaquilla de *Aniba canelilla* (Kunth) Mez., enraizada en arena fina sin presencia de brote.



Figura 17. Estaquilla de *Aniba canelilla* (Kunth) Mez. Enraizada en arena fina sin presencia de brote.



Figura 18. Estaquilla sobreviviente de *Aniba canelilla* (Kunth) Mez. Sin presencia de raíz y con presencia de brote.