

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



“Influencia de la granulometría de arena y la aplicación de Ácido Indol-3-Butírico, en el enraizamiento de la *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (Tornillo), bajo el sistema de Propagación por Estaquillas, en Cámaras de Sub irrigación”

Tesis para optar al título de:
INGENIERO FORESTAL

AUTOR
ERICK WILLY PORTAL LÓPEZ

PUCALLPA - PERÚ

2015

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL



“Influencia de la granulometría de arena y la aplicación de Ácido Indol-3-Butírico, en el enraizamiento de la *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (Tornillo), bajo el sistema de Propagación por Estaquillas, en Cámaras de Sub irrigación”.

Tesis para optar título de:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR

ERICK WILLY PORTAL LÓPEZ

PUCALLPA - PERÚ
2015



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS



En la ciudad de Pucallpa, siendo las 9:00 a.m. del día 04 de Febrero del año 2015, se reunieron en la Butaca N° 01 de la Universidad Nacional de Ucayali, los miembros del Jurado Calificador integrado por:

Ing. M Sc. Rubén Manturano Pérez	Presidente
Ing. M Sc. Aparicio Limache Alonso	Miembro
Ing. M Sc. Fernando Pérez Leal	Miembro

Para proceder a evaluar la sustentación de la Tesis Titulada “**Influencia de la granulometría de arena y la aplicación de Ácido Indol-3-Butírico, en el enraizamiento de la *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (Tornillo), bajo el sistema de Propagación por Estaquillas, en Cámaras de Sub irrigación**”, sustentado por el Bachiller Erick Willy Portal López; terminada la exposición se procedió a la ronda de preguntas por los miembros del jurado evaluador, siendo absuelto satisfactoriamente por el Tesista, razón por la cual la Tesis fue aprobada por mayoría y con el calificativo de Bueno, quedando el Tesista expedido para optar el Título Profesional de Ingeniero Forestal, con los arreglos de las observaciones del jurado para su publicación correspondiente. Siendo las 12:00 m. se dio por concluido el acto académico.

.....
Ing. M Sc. Aparicio Limache Alonso
Miembro

.....
Ing. M Sc. Fernando Pérez Leal
Miembro

.....
Ing. M Sc. Rubén Manturano Pérez
Presidente

DEDICATORIA

A Dios, nuestro señor, por darme
salud, vida y guiar mi existencia.

A los autores de mis días:
Milena Sandoval, Lorena López y
Juan Portal, quienes hicieron de
mí una persona de bien, con
principios morales y valores muy
sólidos.

Con el amor y el cariño más grande
del mundo a Esmeralda y Keytsi, mis
hijas y a Zaida mi compañera.

A mi Alma Mater por acogerme en
su seno y formarme
profesionalmente.

AGRADECIMIENTO

El autor testimonia su agradecimiento a las siguientes personas e instituciones:

- Al Ing. M. Sc. Cesar Mori Montero, asesor de la presente tesis, por su apoyo incondicional y dedicación permanente hasta la culminación del presente trabajo de investigación.
- Al Ing. M. Sc. Manual Iván Salvador Cárdenas, "Profesor Principal de la FCFyA de la UNU, por su asesoramiento en el procesamiento e interpretación estadística de los resultados.
- A la Universidad Nacional de Ucayali (UNU), por facilitarme sus instalaciones, los insumos y recursos económicos para la realización del trabajo de investigación.
- A los docentes de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, por brindarme sus conocimientos y haber contribuido en mi formación profesional.
- A todas las personas que de una u otra manera han colaborado con la ejecución de la presente investigación.

INDICE GENERAL

	Pág.
INTRODUCCIÓN	01
CAP. I MARCO TEORICO	03
1.1 Antecedentes del problema	03
1.2 Fundamento teórico del problema	05
1.2.1 Clasificación taxonómica	05
1.2.2 Características del árbol	05
1.2.3 Clima y suelos	07
1.2.4 Características de la madera	08
1.2.5 Usos de la madera	08
1.2.6 Propagación vegetativa	08
1.2.7 Métodos de propagación vegetativa	09
1.2.8 Propagación vegetativa por estaca	09
1.2.9 Factores condicionantes la propagación vegetativa por estacas	13
1.2.10 Medios usados para el enraizamiento de especies arbóreas	19
1.2.11 Tipos de sustratos usados comúnmente	19
1.2.12 Tipos de reguladores de crecimiento	21
1.2.13 Cámaras de sub-irrigación	23
CAP. II METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION	26
2.1 Ubicación del experimento	26
2.2 Método de investigación	26
2.3 Población y muestra	26
2.3.1 Procedencia del material experimental	26
2.3.2 Población y tamaño de muestra	27
2.3.3 Fecha de ejecución del experimento	27
2.3.4 Datos climatológicos de la instalación del experimento	27
2.4 Instrumentos de recolección de datos	27
2.4.1 Materiales, equipos y herramientas para el desarrollo del ensayo	27
2.5 Procedimiento de recolección de datos	28
2.5.1 Construcción de la cámara de sub irrigación	28
2.5.2 Selección de las plantas, brotes y estaquillas	28
2.5.3 Preparación de la solución de Ácido indol-3-butírico	29
2.5.4 Preparación de las estacas juveniles	29
2.5.5 Preparación de los diferentes tipos de sustratos	30

2.5.6 Colocación de estacas en la cámara de subirrigación	30
2.6 Tratamiento estadístico de los datos	32
2.6.1 Variables evaluadas	32
2.6.2 Diseño estadístico	33
CAP. III RESULTADOS Y DISCUSION	34
3.1 Porcentaje de estaquillas enraizadas	34
3.2 Número de raíces por estaquillas	38
3.3 Porcentaje de Supervivencia de estaquillas	40
3.4 Longitud de raíces	42
3.5 Porcentaje de estaquillas con callos	46
CAP. IV CONCLUSIONES	51
CAP. V RECOMENDACIONES	53
BIBLIOGRAFIA	54
ANEXOS	58

ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
01. Tratamientos aplicados para el enraizamiento de <i>Cedrelinga Catenaeformis</i> ; Ducke.	32
02. Analisis de varianza del pocentaje de enraizamiento de estaquillas en dos granulometria de arena y 4 dosis de ácido Indol-3-Butírico	34
03. Analisis de varianza del pocentaje de enraizamiento de estaquillas en arena fina con cuatro dosis de ácido Indol-3-Butírico	35
04. Resumen de la prueba de Tukey del porcentaje de enraizamiento de estaquillas en arena fina según la dosis de ácido Indol-3-Butírico	36
05. Analisis de varianza del pocentaje de enraizamiento de estaquillas en arena gruesa con cuatro dosis de ácido Indol-3-Butírico.	36
06. Resumen de la prueba de Tukey del porcentaje de enraizamiento de estaquillas en arena gruesa según la dosis de ácido Indol-3-Butírico	37
07. Distribución porcentual del número de estaquillas enraizadas según el número de raíces y según tratamiento	38
08. Resumen de la prueba de independencia entre los tratamientos y el número de raices por estaquillas	39
09. Analisis de varianza de la sobrevivencia de estaquillas en dos granulometria de arena y 4 dosis de ácido Indol-3-Butírico.	41
10. Promedios de la sobrevivencia de estaquillas según la granulometría de la arena y dosis de ácido Indol-3-Butírico.	41
11. Resumen de la prueba de Tukey del porcentaje de sobrevivencia de estaquillas según la dosis de ácido Indol-3-Butírico.	41

12. Analisis de varianza de la longitud promedio de raíces de estaquillas en ocho tratamientos	43
13. Analisis de varianza de la longitud promedio de raices de estaquillas en cuatro dosis de ácido Indol-3-Butírico en arena fina	44
14. Resumen de la prueba de Tukey de la longitud promedio de las raíces (cm) de estaquillas según la dosis de ácido Indol-3-Butírico, en arena fina	45
15. Analisis de varianza de la longitud promedio de raices de estaquillas en cuatro dosis de ácido Indol-3-Butírico en arena gruesa	45
16. Resumen de la prueba de Tukey de la longitud promedio de las raíces (cm) de estaquillas según la dosis de ácido Indol-3-Butírico, en arena gruesa	46
17. Analisis de varianza del porcentaje de estaquillas con presencia de callos en ocho tratamientos	47
18. Analisis de varianza del porcentaje de estaquillas con presencia de callos en cuatro dosis de ácido Indol-3-Butírico en arena fina	48
19. Resumen de la prueba de Tukey del porcentaje de estaquillas con presencia de callos según la dosis de ácido Indol-3-Butírico, en arena fina	49
20. Analisis de varianza del porcentaje de estaquillas con presencia de callos en cuatro dosis de ácido Indol-3-Butírico en arena gruesa	49
21. Resumen de la prueba de Tukey del porcentaje de estaquillas con presencia de callos según la dosis de ácido Indol-3-Butírico, en arena gruesa	50

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01. Diseño de la cámara de sub-irrigación (tomado de Longman, 1993.	24
Figura 02. Esquema de distribución de los tratamientos.	31
Figura 03. Porcentaje de enraizamiento de estaquillas en ocho tratamientos.	34
Figura 04. Diagrama de la interacción de los factores granulometría de la arena y dosis del ácido Indol-3-Butírico en el enraizamiento de las estaquillas.	35
Figura 05. Número de raíces de las estaquillas por tratamientos.	39
Figura 06. Porcentaje de sobrevivencia de estaquillas en ocho tratamientos.	40
Figura 07 Longitud promedio de las raíces de estaquillas según tratamientos	43
Figura 08 Diagrama de la interacción de los factores granulometría de la arena y dosis del ácido Indol-3-Butírico en la longitud de raíces de las estaquillas.	44
Figura 09 Porcentaje de estaquillas con presencia de callos por tratamiento.	47
Figura 10 Diagrama de la interacción de los factores granulometría de la arena y dosis del ácido Indol-3-Butírico en la presencia de callos en las en las estaquillas	48
Figura 11 Estacas juveniles de <i>Cedrelinga catenaeformis</i> , con 30cm ² de área foliar y longitud de 8cm., instaladas con 4000ppm de AIB en arena gruesa, obtuvieron 100% de enraizamiento, 100% de sobrevivencia y 4,3cm. de longitud de raíces, luego de 45 días en propagador de sub irrigación.	67

Figura 12 Estacas juveniles de ***Cedrelinga catenaeformis***, con 30cm² de área foliar y longitud de 8cm., instaladas con 4000ppm de AIB en arena gruesa, obtuvieron 74,4% de enraizamiento, 100% de sobrevivencia y 2,1cm. de longitud de raíces, luego de 45 días en propagador de sub irrigación.

68

RESUMEN

La aplicación de granulometría de arena y dosis de AIB, es la réplica a corroborar y quizás mejorar las investigaciones realizadas precedentemente, con respecto al enraizamiento del *Cedrelinga catenaeformis*; en donde concluyen y recomiendan el empleo de un determinado tipo de sustrato y dosis de AIB. El objetivo fue determinar la influencia de la granulometría de arena y la aplicación de la dosis de Ácido Indol-3-Butírico, en el enraizamiento del *Cedrelinga catenaeformis*, Ducke (tornillo) bajo el sistema de propagación por estaquillas, en cámaras de sub irrigación. La investigación se realizó en el vivero forestal de la Universidad Nacional de Ucayali (UNU), cuyos tratamientos consistieron en usar dos tipos de arena (arena fina y arena gruesa) y cuatro dosis de Ácido Indol-3-Butírico (0, 2000, 4000 y 6000 ppm), bajo un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones; El análisis consistió en evaluar el porcentaje de enraizamiento, porcentaje de sobrevivencia de estaquillas, número de raíces por estaquillas, longitud de raíces por estaquillas y porcentaje de estacas con callos. Los resultados obtenidos ponen en evidencia un mayor porcentaje de enraizamiento de la especie *Cedrelinga catenaeformis* en el sustrato arena gruesa y en las dosis de 4000 ppm (100%) y 2000 ppm (80%) del Ácido Indol-3-Butírico, con estacas juveniles de tornillo de la parte media (tipo medio), de 8cm de longitud y 30 cm² de área foliar; bajo el sistema de propagación por estaquillas en cámaras de sub irrigación; obteniéndose por la acción conjunta de los dos factores: Granulometría y Dosis del Ácido Indol-3-Butírico; el mayor porcentaje de enraizamiento en los tratamientos: 4000 ppm y 2000 ppm, en interacción con la arena gruesa.

Palabras claves: *Cedrelinga catenaeformis*, propagación vegetativa, enraizamiento, estacas juveniles, longitud de estaca, área foliar, sustratos.

ABSTRACT

The application of granulometric of sand and indol-3-butyric acid dose, is the reply to corroborate and perhaps improve investigations above, with respect to rooting *Cedrelinga catenaeformis*; where conclude and recommend the use of a particular type of substrate and indol-3-butyric acid dose. The objective was determinate the influence of the granulometric of sand and the application of the dose of indol-3-butyric acid, in the rooting of the *cedrelinga catenaeformis*, Ducke (tornillo) under the propagation system for cuttings, in cameras of sub irrigation. The investigation has realized in the viver forest of the University National of Ucayali (UNU), cues treatments consist to use two types of sand (sand fine And sand thick) and four indol-3-butyric acid dose (0, 2000, 4000 and 6000ppm), under the completely design randomized with three repetitions. The analysis consist to evaluate the percentage of rooting, percentage of survival of cuttings, number of roots for cuttings, length of roots for cuttings and percentage of cutting with callus. The results obtained give high percentage of rooting of the specie *cedrelinga catenaeformis* in the substrates sand thick and in the dose of 4000 ppm (100%) and 2000 ppm (80%) of the indol-3-butyric acid, with youth cuttings of Tornillo of the medium part (medium type), of 8cm of length and 30 cm² of leaf area, under of system of propagation for cuttings on cameras of sub irrigation; obtain by the joint action of the two factors: granulometric and indol-3-butyric acid dose; the high percentage of rooting in the treatments: 4000 ppm and 2000 ppm on interaction with sand thick.

Key words: *Cedrelinga catenaeformis*, asexual reproduction, rooting, juvenile cuttings, cutting length, foliar area, rooting substrate.

INTRODUCCION

El tornillo (*Cedrelinga catenaeformis*; Ducke) es una especie forestal maderable valiosa, cuyo uso es muy difundido en el Perú y el mundo. Está considerada entre las cinco especies forestales más apreciadas por el poblador amazónico desde el punto de vista económico, tiene alta demanda y elevado precio. Debido a que en la actualidad la demanda de madera cada día es mucho más alta, y las facilidades y posibilidades de extracción son más limitadas, se busca las alternativas de propagar esta especie, para los programas de reforestación en la región de Ucayali, teniendo conocimiento del éxito que se viene logrando por el método de propagación asexual por estacilla en especies forestales selectas, en nuestra región, según el Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana (IIAP).

Las plantas obtenidas por vía sexual presentan elevada variabilidad genética, por otro lado, las semillas son recalcitrantes, presentan una reducción significativa de su poder germinativo a partir de los 30 días, pudiendo llegar a 0% a los dos a tres meses de almacenamiento (Aróstegui, 1989), por lo que mediante el presente estudio se buscó la propagación asexual, rápida y eficiente de esta especie, mediante la utilización del método de estacillas, con sustrato arena y estimulante del enraizamiento como el ácido indól-3-butírico, bajo condiciones de subirrigación.

Con los resultados obtenidos del proyecto se obtuvo una información para contribuir en evitar la dependencia de semillas botánicas provenientes de rodales naturales de procedencia desconocida y de elevada variabilidad genética, dando mayor prioridad a la calidad productiva de las plantaciones forestales en la Amazonía Peruana. Se generará una oferta importante y sostenible de germoplasma (semilla vegetativa) durante todo el año, convirtiéndose en una herramienta que permitirá; en primer lugar tener plantas selectas y la conservación de la diversidad genética del *C. catenaeformis*, así rescatar de esta manera la calidad de esta especie que se encuentra en riesgo de extinción,

aumentar la ganancia genética, en períodos relativamente cortos, aumentar la productividad (Awad, 1993).

Así mismo con el presente trabajo de investigación se pretende dar respuesta algunas interrogantes tales como: ¿Cuál es la influencia de la granulometría de la arena en el enraizamiento, y Cuál es la efecto de la dosis del Ácido Indol-3-Butírico, en el enraizamiento, del tornillo (*C. catenaeformis*) bajo el sistema de propagación por estaquillas, en cámaras de sub irrigación? Por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar la Influencia de la granulometría de arena y la aplicación de dosis de Ácido Indol-3-Butírico; en el enraizamiento del *Cedrelinga catenaeformis*; Ducke, bajo el sistema de propagación por estaquillas, en cámaras de sub irrigación; En donde se pretende identificar el tipo de granulometría de arena adecuado, y determinar la dosis adecuada de Ácido Indol-3-Butírico; para el enraizamiento de la especie *C. catenaeformis*, bajo el sistema de propagación por estaquillas, en cámaras de sub irrigación.

CAPITULO I

I. MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Según Aróstegui (1989), el tornillo es una especie que se encuentra en bosques de terrazas altas y de colinas de la región Ucayali, de suelo Ultisol, con pH moderadamente ácido (de 4,5 a 5,5) y textura arcillosa; se le encuentra asociado con Ishpingo, Moena, Cumala, Huayruro, Mashonaste, Quinilla y otras especies forestales, presenta dificultad de obtención de semillas botánicas del germoplasma, debido a la lejanía de los rodales naturales, el comportamiento fenológico, escasa producción de semillas y es considerado altamente recalcitrante. La floración se da entre agosto a diciembre predominando en octubre; la fructificación en la cual se da la mayor caída de los frutos es en la época de enero a abril, predominando en el mes de febrero; se recomienda recolectar las semillas del mismo árbol y no del suelo. El proceso desde la floración hasta la maduración del fruto demora 5 meses; la longevidad de las semillas es relativamente corta, desde unas pocas semanas a meses según la especie y el procedimiento de conservación.

En cuanto a la propagación vegetativa; Soudre *et al* (2011), trataron estaquillas de tornillo (*C. catenaeformis*) de la parte media del brote o sea del tipo media, de 4cm de longitud, área foliar de 30cm², con 4000 ppm de AIB, puestas a enraizar en arena fina de 0,1 – 0,2mm y bajo condiciones microambientales de la cámara de subirrigación, y obtuvo a los 40 días el máximo porcentaje de enraizamiento con el 70%, longitud de raíz promedio de 1,2cm y número de raíces promedio de 4,6 unidades por estaquilla. Sin embargo los mismos autores recomiendan que se debe mejorar la técnica utilizando estaquillas juveniles provenientes de rebrotes basales de árboles adultos, previamente promover la producción y manejo de rebrotes bajo diversos niveles de luz, riego, fertilidad, tipo de corte, época de corte, uso de cicatrizante y podas de selección, recomendando al mismo tiempo no usar

ramas leñosas de árboles, ya que su constitución fisiológica no es la más adecuada y su comportamiento es distinta a la estaquilla.

Por otro lado Murrieta (2010), encontró que el tipo de sustrato arena gruesa, influyó significativamente ($p \leq 0,05$) en la mayoría de las variables estudiadas; mientras que, ninguna de las dosis de AIB usadas presentó influencia significativa ($p \leq 0,05$) en algunas de las variables analizadas, sin embargo la dosis de 3000 ppm presentó resultados satisfactorios cuando se combina con la arena gruesa, obteniendo hasta un 89% de enraizamiento en la especie *Cedrela odorata*. En otro ensayo, utilizando arena gruesa y la dosis de 3000 ppm de AIB, para probar tres tipos de estaquilla (basal, medio y apical), dos longitudes de estaquilla (4 y 8cm) y dos aéreas foliares (20 y 50cm²), en un diseño experimental de bloques completos al azar; tres bloques y diez estaquillas por unidad experimental; los mejores resultados se obtuvieron a las seis semanas de instalado el ensayo, teniendo en cuenta el mismo análisis y variables del ensayo anterior; con estaquillas provenientes de la parte apical, con 4cm de longitud, 20cm² de área foliar, aplicándolos AIB a una dosis de 3000 ppm y enraizados en sustrato de arena gruesa, bajo las condiciones de la cámara de subirrigación, produciendo hasta más del 90% de enraizamiento, lo que le hace una técnica recomendable, para *C. catenaeformis*.

1.2 FUNDAMENTO TEORICO DEL PROBLEMA

1.2.1. Clasificación taxonómica

Según el sistema de clasificación de Cronquist *et al* (1981), el tornillo se ubica en la siguiente categoría taxonómica:

REINO	: Plantae ó Vegetal
DIVISION	: Magnoliophyta
CLASE	: Magnoliopsida
SUBCLASE	: Rosidae
ORDEN	: Rosales
FAMILIA	: Mimosaceae
GENERO	: Cedrelinga
ESPECIE	: Cedrelinga catenaeformis (Ducke)

Nombres comunes: acahapo, credorana (Colombia); seique, chunco (Ecuador); tornillo, huayra caspi, aguano, cedro mayna (Perú); cedrorana, parica, laica, yacayaca (Brasil).

1.2.2. Características del árbol

Árbol perennifolio con alturas de 25 a 40m y diámetros de 60 a 150cm pudiendo alcanzar 50m en altura y hasta 200cm en diámetro; de fuste recto con raíces tablares en la base, copa globosa e irregular con ramificación amplia. La corteza es fisurada con grietas longitudinales y profundas de color pardo oscuro en árboles maduros, y más claro en árboles jóvenes. El grosor de la Corteza varía de 2 a 3cm.

Hojas compuestas, alternas, disposición dística, bipinnadas con dos a cuatro pares de pinnulas aovadas, desiguales en la base y acuminadas, de 6 a 9cm de largo y de 2,5 a 5cm de ancho; lustrosas, glabras con estípulas laterales caducas. Presentan una glándula caediza entre las pinnulas y una en la base del raquis. Las hojas son dobles pinnadas, alternas con folíolos grandes y amplios, opuestos,

glándulas en su intersección, estípulas desiduas; presenta **inflorescencias** en cabezuelas terminales o axilares, pedunculadas.

Flores hermafroditas, sésiles, cáliz sub-glabro de 1mm de largo con cinco sépalos triangulares, corola con cinco lóbulos de color verdusco amarillento, de 4mm de largo; alrededor de 40 estambres insertos en la corola en su parte media, ovario súpero. La floración se da en el mes de octubre y la fructificación entre los meses de enero – marzo. **El proceso de la floración**, desde el inicio hasta la maduración de los frutos es de aproximadamente 150 días. En el Perú florece de mediados de octubre a diciembre.

Fruto de forma de cadena, aplanadas de aproximadamente 60 a 80cm de longitud; legumbre indehiscente, helicoidal cuando maduras, de esto el nombre común de “Tornillo”. Es un lomento membranoso de 5 a 6cm de ancho, con tres o más segmentos que al madurar se desprenden en artejos helicoidales, oblongo-ovales. El fruto llega a medir hasta 50 cm de largo dependiendo del número de artejos.

Semillas elípticas, aplanadas en forma de habas de 1,8 a 3,5cm de largo y de 1 a 2,5cm de ancho y de 0,2 a 0,5cm de grosor comprimida lateralmente, tegumento semi-transparente. En el sur del Perú se ha observado que algunos individuos en ciertas localidades algunos no producen frutos todos los años y semillas que normalmente no se deshidratan en la planta madre y los que mueren si su contenido de humedad se reduce por debajo de un valor crítico, son las denominadas semillas recalcitrantes.

La **Corteza Externa** tiene un color pardo oscuro, no presenta aguijones, el ritidoma es leñoso rectangular y por lo general presenta aletas basales poco desarrolladas.

La **Corteza Interna** viva es de textura laminar, quebradizo y suave, el color tiende de rosado a rojo intenso, presenta un olor a habas verdes poco pronunciado, el sabor es dulce-astringente; estas dos características lo diferencian de la Caoba.

La **Madera** es de buena calidad, no atacada por insectos; apícola nitrificante, depósitos para cultivos de champiñones, tiene un peso específico de 0,50 a 0,70 g/cm³. El duramen es de color castaño pálido con líneas de color rojo oscuro, tiene textura áspera. Es moderadamente fácil a moderadamente difícil de trabajar. Presenta buen acabado y es durable. Se emplea en construcción naval y civil, muebles, vigas, ventanas, carpintería en general, pulpa de papel y cajas de embalajes. En Brasil es recomendada para reforestar áreas abandonadas después del cultivo de especies de ciclo rápido.

Distribución y Hábitat: Se distribuye en Ecuador, Perú, Colombia y Brasil en América del Sur. Su distribución altitudinal varía de 120 a 800 msnm, con precipitaciones anuales de 2500 a 3800mm. y temperaturas promedio de 23 a 38°C. Especie de sucesión secundaria, relativamente tolerante a la sombra en sus primeras etapas para después volverse heliófita cuando adulta. Tiene una amplia distribución ecológica, se encuentra en las formaciones de bosque húmedo tropical y bosque seco tropical, bosque húmedo sub-tropical y bosque seco sub-tropical. Crece en una amplia variedad de suelos y climas. No es muy exigente en cuanto a la fertilidad de los suelos.

1.2.3 Clima y suelos.

El Tornillo se encuentra en bosques aluviales y de colinas; de suelo Ultisol; el tipo de PH es moderadamente ácido (de 4,5 a 5,5) y la textura es arcillosa; por lo general se encuentra asociado con

Ishpingo, Moena, Cumala, Huayruro, Mashonaste, Quinilla y otras especies.

1.2.4. Características de la madera.

La madera tiene un peso específico de 0,5 a 0,7 g/cm³. El duramen es de color castaño pálido con líneas de color rojo oscuro. Tiene textura áspera. La exudación del fuste no presenta resina y la savia es no conspicua. Es moderadamente fácil a moderadamente difícil de trabajar, presenta buen acabado y es durable. Se emplea en construcción naval y civil, muebles, vigas, ventanas, carpintería en general, pulpa para papel y cajas para embalajes. En Brasil es recomendada para reforestar áreas abandonadas después del cultivo de especies de ciclo rápido.

Es una especie de gran valor económico para trabajos de reforestación y agro-silvicultura en zonas de bosque seco tropical y bosque húmedo tropical, por su crecimiento longitudinal en purmas no aluviales.

1.2.5 Usos de la madera

La madera puede ser utilizada en estructuras pesadas (puentes, puntales para minas, pilotes, durmientes) y de casas (vigas, viguetas, columnas, tijerales), así como carpintería de interiores.

1.2.6. Propagación vegetativa.

Awad (1993), define la propagación vegetativa como la reproducción asexual de los individuos, es decir, por división (mitosis) crecimiento y diferenciación de tejidos somáticos.

Por otro lado Mason y Jinks, (1994), menciona que la propagación vegetativa es la multiplicación de especies y variedades de plantas por medio de órganos caulinares que pueden ser tallos, ramas, hojas,

yemas, retoños, hijuelos, inclusive trocitos o tejidos celulares. El resultado de la propagación vegetativa no es decurrente de la segregación y recombinación genética, lo contrario sucede en la reproducción de especies por semillas. La única variación puede provenir de la influencia del ambiente o mutaciones raras que modifica el genotipo del individuo.

1.2.7 Métodos de propagación vegetativa.

Mason y Jinks, (1994), describe 4 métodos de propagación vegetativa, la primera es por estacas que consiste en secciones de tallos o ramas que puestos en condiciones favorables permite el enraizamiento. La segunda es por injerto, consiste en propagar las plantas por medio de soldaduras de una yema con otro llamado patrón. La tercera es por acodo, que son secciones de una planta que sometidos a un proceso provocado de enraizamiento, responde positivamente al tratamiento. Luego de lograr la nueva plántula se le separa de la planta madre. Finalmente se tiene el cultivo de tejidos, cuando se logra nuevos vástagos en función a la utilización de tejidos, células o protoplastos del vegetal.

1.2.8 Propagación vegetativa por estaca.

La propagación por estacas es un medio para alcanzar la mayor ganancia genética en el menor tiempo posible y es una alternativa muy utilizada para reproducir material masivamente incrementando la calidad y la productividad de las plantaciones; además la estaca es todo fragmento de rama que, enterrado parcialmente, es capaz de producir una planta perfectamente igual a aquella de la cual procede. Este modo de multiplicación es de los más ventajosos, pero no puede ser generalizado más que en aquellos cuyos tejidos corticales permiten salir de los hacecillos líbero – leñosos, que dan origen a las raíces; Mesen (1998).

Leakey y Mesén (1991), sostiene que como requisito para el enraizamiento, las estacas deben poseer yemas o meristemas axilares que al ser enterradas se desarrollan transformándose en raíces cuando se trata de partes inferiores; en hojas y ramitas las que se encuentran sobre el nivel del suelo, caso contrario tendrán menor probabilidad de prender. Las Estacas con yemas desarrolladas en exceso, producen defoliación prematura y luego agotamiento de la vitalidad del sistema radicular embrionario y por lo tanto se producirá la muerte o secamiento de la estaca.

En una reciente experiencia se logró obtener resultados alentadores con 18% de enraizamiento, usando estacas juveniles foliadas (3mm de diámetro), procedentes de plantones de cuatro meses, las cuales fueron instaladas en sustrato arena en propagadores de sub irrigación, bajo intensidad lumínica de doble malla sarán (Soudre y Portal 2007). En consecuencia, es posible que el uso de material juvenil con hojas (foliadas), el empleo de dosis hormonales, sustratos de buen drenaje (arenas gruesas) y un mejor control de las condiciones micro ambientales de propagación las que estarían influyendo decididamente en el éxito del enraizamiento de esta especie.

1.2.8.1 Tipos de estacas

Hartman y Kester (1998), refiriéndose al tipo de estacas y considerando la parte de la planta de la cual procede, las clasifica en: Estacas de tallo (madera dura, semidura, suave y herbáceas); estacas de hojas; estacas con hojas y yemas; estacas de raíz. Sostiene que muchas plantas pueden ser propagadas con resultados satisfactorios con varios de los tipos de estacas citadas. La elección depende de las circunstancias específicas, empleándose de ordinario el menor costo y de fácil uso.

Existen diversas posibilidades de escoger el tipo de material a usar abarcando desde las ramas muy suculentas del crecimiento en curso hasta grandes estacas de madera dura de varios años de edad por lo cual hace imposible establecer algún tipo de material que sea mejor para todas las especies, ya que lo que puede ser ideal para una planta puede resultar contraria para otra (Hartmann y Kester, 1998; citado por Sepúlveda, 2004), seleccionándose de ordinario el más económico y fácil. Las estacas pueden clasificarse en varias categorías:

- a. Según la naturaleza del órgano separado (tallo, raíz y hoja).
- b. Según su estado (herbáceo o lignificado).
- c. Según la época o estación en que se realice la operación.
- d. Según los tratamientos que puedan darse a la estaca.

1.2.8.2 Estacas de tallo

Las estacas de tallo que son el tipo más importante (Barbat, 2006), se puede dividir en cuatro grupos de acuerdo con la naturaleza de la madera que se use: madera dura (especies deciduas y siempre verdes de hoja angosta), madera semidura, madera suave y herbácea.

Las estacas juveniles que poseen los mejores resultados para la emisión de raíces, son las situadas en la base o media de la estaca, las cuales se denominan estaquillas basales y medias respectivamente, en relación a las terminales (Brousse y Loussert, 1980). Esto fue confirmado por Hartmann *et al.*, (1992), agregando además que esto es debido a que en la composición química de las ramas hay marcadas diferencias de la base a la punta. Sin embargo, en

algunas especies, las estacas juveniles apicales han mostrado mejor enraizamiento; esto ha sido atribuido a la mayor presencia de sustancias promotoras del enraizamiento (originadas en el ápice), a una mejor calidad anatómica de la estaca (Mesén 1998). No obstante, en ambos casos, estos son aspectos que deberían investigarse para cada especie en particular.

Se ha demostrado que las estacas de árboles juveniles enraízan mejor que estacas de árboles adultos (Leakey y Mesén, 1991; Mesén 1998; Gupta, Kumar y Negi, 1993; Nautiyal, Sing y Gurumurti, 1991; Penman, 1988; Kennedy y Selby, 1984; Curir y Sulis, 1982). La experiencia con cien o más especies forestales tropicales de diferentes familias, continentes y ecosistemas, y que producen diferentes productos finales (por ejemplo: Madera, frutas, follaje, medicinas, etc.), indica que cerca el 95% de ellas pueden ser propagadas con éxito utilizando este material y procedimientos estandarizados (Leakey y Mesén, 1991).

Las estacas juveniles se deberían tomar de plántulas, árboles juveniles, rebrotes basales, rebrotes de tocones o setos manejados, porque existe un gradiente de juvenilidad fisiológica desde la copa hacia la base del árbol y por lo tanto, los rebrotes más basales serán los más juveniles, debido a esto el corte del árbol se debe hacerse lo más bajo posible (Mesén, 1998). El mejor material de estos brotes es frecuentemente el de los 10-15 nudos superiores, los cuales están relativamente libres de lignificación (Leakey y Mesén, 1991).

1.2.9 Factores condicionantes la propagación vegetativa por estacas

1.2.9.1 El diámetro de las estacas

Hartman y Kester (1998), sostiene que es evidente que la concentración de sustancias nutricionales, es mayor cuando mayor sea el grosor de la estaca; de igual modo, la rigidez de una estaca esta en relación directa con el diámetro. Así, los delgados son generalmente suaves y flexibles, mientras que los más gruesos son firmes y rígidos y al doblarlos se rompen con facilidad. Las estacas delgadas se flexionan por tener tallo succulento y los gruesos tienen tallos leñosos. El enraizamiento por tanto está relacionado con el grosor del diámetro de la estaca.

Bañon *et al.* (2002) afirma que la obtención de un sistema radicular de mayor peso seco, por lo tanto de mayor desarrollo, está relacionado con el peso seco de la estaca utilizada; lo que en principio hace pensar de utilizar aquellas de mayor grosor. Baggio (1982), citado por Díaz *et al.* (1991) menciona que probablemente, esto se debe al mayor contenido de sustancias de reserva de la estaca, las que intervienen en el proceso de formación de raíces.

1.2.9.2 Longitud de estacas.

Pinedo (1993), al estudiar el efecto de la longitud de estaca en el enraizamiento, no encontró diferencia significativa en el porcentaje de prendimiento de estacas de "ishpingo".

Hartman y Kester (1998), afirma que al igual que el diámetro, la longitud de estaca, es otro factor determinante para favorecer el enraizamiento, recomiendan utilizar estacas de 7 a 15cm de largo con 2 a más nudos.

Los estudios realizados por Díaz *et al* (1992), con estacas juveniles de distintas longitudes (4, 6 y 8cm) de la especie *Cedrela odorata*, se demostró que las estacas de longitudes de 6cm y de 8cm mostraron los mayores porcentajes en cuanto a longitud y brotación de raíces, no así para el número de raíces, lo cual demuestra la existencia de una longitud de estaca óptima para el enraizamiento.

1.2.9.3 Clima.

Hartman y Kester (1995), afirman que las temperaturas de 21 grados y 27 grados centígrados son satisfactorias para lograr el enraizamiento de la mayoría de especies forestales, algunas enraízan mejor a temperaturas bajas y se debe evitar la temperatura del aire demasiado alta. En zonas frías recomienda utilizar un instrumento que proporcione calor de modo constante, esta práctica permitirá según ellos, mayor porcentaje de enraizamiento.

1.2.9.4 Estaciones del año.

Según Hartman y Kester (1995), existen especies que enraízan con facilidad en cualquier época del año. Otras, en cambio enraízan en determinadas épocas, así por ejemplo “El Olivo”, que enraíza exitosamente a fines de primavera y principio de verano; el enraizamiento baja así de cero cuando se toma estacas a mediados de invierno. Estacas de madera dura tomadas en verano, en general enraízan fácilmente; en cambio aquellas tomadas en invierno, fracasan.

1.2.9.5 Edad del árbol.

En plantas que se propagan fácilmente por estacas, la edad de la planta madre representa poca diferencia, pero en

plantas difíciles de enraizar, este puede ser un factor de gran importancia (Hartmann y Kester, 1998). En estacas de *Amburana cearensis* (ishpingo), de 08 años, se encontró un porcentaje de enraizamiento que no superó el 5 % (Pinedo, 1993).

El factor “juventud” de la planta madre, es determinante en la obtención de un gran porcentaje de enraizamiento de estacas (Hartmann y Kester, 1998). Si las estacas de tallo son tomadas en la fase de desarrollo juvenil del crecimiento, con frecuencia forman nuevas raíces con mayor facilidad que aquellas tomadas en la fase adulta, ya sean procedentes de semillas o propagadas vegetativamente. Es posible entre otros factores que esta reducción del potencial de enraizamiento con la edad, sea resultado de la disminución del contenido de compuestos fenólicos, que actúan como cofactores de las auxinas en la iniciación de las raíces (Pino, 2002).

1.2.9.6 Topófisis

Leakey y Mesén (1991), definen a la topófisis como la posición de la estaca en el árbol y/o en la rama; es otro factor que condiciona la capacidad de enraizamiento de la estaca. Así por ejemplo, demostraron que las estacas de lupuna (*Chorisia sp.*) procedente de la parte basal del tallo de una planta joven de 1,5 años presentó mayor porcentaje de enraizamiento.

1.2.9.7 Efecto de la luminosidad

En todos los tipos de crecimiento y desarrollo de las plantas, la luz es de importancia primordial como fuente de energía para la fotosíntesis. En el enraizamiento de estacas, los

productos de la fotosíntesis son importantes para la iniciación y crecimiento de las raíces. Los efectos en él pueden deberse a la intensidad (irradiancia), al fotoperiodo (longitud del día) y a la calidad de luz. Estos efectos pueden ser ejercidos ya sean en las plantas madres de las que se toma el material o en las estacas mismas durante el proceso de enraizamiento. 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, y por lo tanto necesaria para la iniciación y formación de raíces y yemas en las estacas (Hartman y Kester, 1998).

En este sentido Mesen, (1998) opina que es necesario proporcionar sombra al área de propagación, para reducir la irradiación a niveles adecuados (la irradiación máxima para el enraizamiento de la mayoría de las especies es de 400 a 600 mol m⁻².s⁻¹. El uso de una malla de Sarán o Rashell, ha dado buenos resultados para la mayoría de especies evaluadas. En nuestra zona es común en el proceso de viverización utilizar para proporcionar sombra, materiales alternativos como hojas de palma o cualquier otro material disponible.

1.2.9.8 Ahilamiento.

Es el tipo de desarrollo que resulta de hacer crecer las plantas o partes de ellas en la oscuridad. Esto produce características tales como hojas pequeñas y no expandidas, tallos alargados y el desarrollo de un color blanquizo o amarillento. Hartman y Kester (1995), hacen referencia a Kawase y mencionan que durante la fase de inicio de

enraizamiento de las estacas sometidas a ahilamiento, contienen más auxinas endógenas (AIA). El ahilamiento artificial se logra cubriendo una parte del tallo con cinta adhesiva de color negro. Refieren a *Persea americana* "Palta", que enraízan en condiciones de ahilamiento.

1.2.9.9 Lesionado.

Provocar heridas basales fue exitoso en el enraizamiento de muchas especies, especialmente en aquellas que tienen madera vieja en su base. Para explicar el fenómeno, Hartman y Kester (1995), sostienen que las estacas lesionadas pueden absorber del medio de enraizado más agua que aquellas no lesionadas. Esta práctica puede permitir que los tejidos de la base de la estaca absorban una cantidad mayor de los reguladores de crecimiento que se apliquen, por consiguiente el enraizamiento es mejor estimulado.

1.2.9.10 Contenido de agua.

La condición hídrica de las estacas es gobernada por el balance entre las pérdidas por evaporación a través de las hojas y la absorción de agua por las estacas. Puesto que las estacas carecen de raíces al inicio, deben depender de la retención de su turgencia y de la absorción de agua a través del corte en la base y/o a través de la superficie de las hojas y el tallo (Loach, 1988; citado por Díaz, 1991).

Según Hartman y Kester (1995), al preparar una estaca, se corta la provisión natural de agua que viene desde la raíz, pero si esta contiene hojas, pierden agua por efecto de la transpiración. En especies que enraízan con facilidad, la absorción de agua compensa la cantidad que es eliminada

por las hojas, pero en especies de enraizamiento lento, la transpiración de las hojas se debe reducir a una cantidad muy baja hasta que se formen las raíces.

1.2.9.11 Superficie y retención foliar de las estacas:

La presencia de hojas en las estacas, ejerce una influencia estimulante sobre la iniciación de raíces, debido a que son transportados desde ella hasta la base de la estaca auxinas y carbohidratos; Además de esto, el buen enraizamiento depende de la presencia en las estacas de un cierto número de cofactores (complejo de sustancias indol y fenólicos junto con enzimas oxidativas), que en combinación con las auxinas permiten que las estacas echen raíces. La fuente de esos cofactores son por lo común las hojas, sustancias que son translocados basipetamente es decir a la base de las estacas para favorecer la producción de raíces (PROFORFITH, 2000).

1.2.9.12 Temperatura del ambiente y del sustrato

Para el enraizamiento de las estacas de la mayoría de las especies son satisfactorios temperaturas ambiente diurnas de unos 21° a 27°C, con temperaturas nocturnas de 15°C. Además, a medida que la temperatura se incrementa (dentro de sus límites), las estacas metabolizan más rápido y enraízan mejor. Cabe agregar, que las temperaturas del aire en excesivo elevadas tienden a estimular el desarrollo de las yemas antes que el desarrollo de las raíces e incrementar la pérdida de agua por las hojas; no obstante, se conoce que la temperatura ambiente óptima para el desarrollo de un cultivo es probablemente el mejor para el enraizamiento de estacas (Leahey y Mesen, 1991).

1.2.10 Medios usados para el enraizamiento de especies arbóreas

Para un apropiado medio de propagación se debe considerar: la especie, tipo de estaca, estación, sistemas de propagación, el costo y disponibilidad de los componentes; por otro lado, un buen sustrato debe tener buena porosidad, que facilite la evacuación de agua y aireación, una buena capacidad de retención de humedad, ser estable y ser irreprochable en el plano sanitario, pudiendo adquirirse esta cualidad por desinfección química y física.

Según, Hartmann y Kester (1995), el medio para enraizamiento debe cumplir cuatro funciones:

1. Sostener a la estaca en el lugar durante el período de enraizamiento.
2. Proveer de humedad a la estaca.
3. Permitir penetración e intercambio de aire en la base de la estaca.
4. Crear un ambiente de oscuridad en la base de la estaca.

Está probado que el enraizamiento aumenta con pH de 6,5 – 7,0 a incrementos del porcentaje de calcio en el medio de enraíce (Longman, 1993). Para facilitar la extracción de las plantas se recomienda sustratos porosos como arena de río, grava fina, aserrín descompuesto; para trasplante en adobe mezclas de estos materiales con tierra o turba (Soudre *et al.*, 2008). En consecuencia, el medio de enraizamiento no solo es importante por ser el lugar donde se iniciarán y formarán las raíces adventicias, sino también, por que provee de condiciones de humedad, aire y oscuridad necesaria para facilitar su desarrollo.

1.2.11 Tipos de sustratos usados comúnmente:

Hay diferentes tipos de sustratos de enraizamiento que se usan a nivel mundial, entre ellos el suelo con características propias de la especie, la arena de río, musgo turboso, musgo esfagníneo desmenuzado, vermiculita, perlita, piedra pómez, bloques de material

sintético, tecnopor e inclusive el agua. Los mejores resultados generalmente se han obtenido con el empleo de una mezcla de perlita y vermiculita en proporciones de 2:1 ó 1:1, pero su costo es demasiado elevado (Botti, 1999).

1.2.11.1 Suelo:

Se utiliza para plantar estacas de madera dura de especies deciduas y estacas de raíz. El suelo no se considera un medio adecuado para el enraizamiento de estacas suculentas, como la madera semidura y suave (Hartman y Kester, 1995), por lo general se usa mezclado con otros sustratos.

1.2.11.2 Arena:

La arena es el medio de enraizamiento preferido, el cuál proporciona aireación y retención de agua adecuada, la apertura de hoyos, la inserción y la extracción de las estacas enraizadas son más fáciles (Mesen, 1998). La arena es de bajo costo y fácil de obtener, debe ser lo suficientemente fina como para retener humedad alrededor de las estacas y bastante gruesa para permitir que el agua drene a través de esta (Hartmann y Kester, 1995).

En el IIAP Ucayali, a través de un proceso de clasificación por medio de zarandas (tamices), se obtiene tres tipos de arena de acuerdo a su granulometría (sistema de clasificación de Kopecky, 1936): arena fina (0,1 – 0,2mm), arena media (0,2 – 1,0mm), y arena gruesa (1,0 – 2,0mm); el tipo de arena favorece el enraizamiento particular de algunas especies nativas como *Cedrela odorata* que presenta un mayor porcentaje de enraizamiento en arena gruesa, *Swietenia macrophylla* en arena media y *Cedrelinga*

catenaeformis en arena fina (Soudre *et al.*, 2010).

1.2.11.3 Gravilla:

La gravilla natural o piedra de río, según sistema de clasificación Kopecky se utiliza gravilla fina de (2,0 – 5,0mm); se usa este sustrato solo o mezclado especialmente con arena observándose en la mayoría de los casos mejores resultados mezclados con arena.

Existen diversos tipos de sustratos, sin embargo para proyectos de mayor impacto es indispensable usar materiales de bajo costo y de fácil adquisición, en este sentido el uso de arena, gravilla y aserrín son los materiales usados con mayor frecuencia.

1.2.12 Tipos de reguladores de crecimiento:

Es relevante en este punto definir los conceptos y diferencias entre hormonas vegetales y sustancias reguladoras de crecimiento en las plantas:

Hormonas vegetales: son compuestos orgánicos distintos de los nutrientes que en pequeñas cantidades estimulan, inhiben o modifican de alguna manera cualquier proceso fisiológico en las plantas; de ordinario en la planta se mueven de un sitio de producción a un sitio de acción (Hartmann y Kester, 1995).

Sustancias reguladoras de crecimiento en las plantas: son compuestos sintéticos u hormonas vegetales que modifican procesos fisiológicos de las plantas; regulan el crecimiento imitando a las hormonas, influyendo en la síntesis, destrucción, translocación o (posiblemente) modificando los sitios de acción de las hormonas (Hartmann y Kester, 1995), el término regulador debe usarse en vez

de hormona, al referirse a productos químicos sintéticos que se utiliza en el campo agrícola.

1.2.12.1 Auxinas:

La auxina fue la primera hormona que se descubrió en las plantas (Taíz y Zeiger, 1996), intervienen en actividades de la planta como el crecimiento del tallo, la formación de raíces, la inhibición de las yemas laterales, la abscisión de las hojas y frutos y en la activación de las células del cambium (Hartmann y Kester, 1995); estas sustancias se sintetizan en el ápice caulinar y son transportados basipetamente desde el ápice a las partes inferiores de la planta (Taíz y Zeiger, 1996).

Cabe mencionar, que el propósito de tratar con auxinas a las estacas es aumentar el porcentaje de estacas que forman raíces, acelerar la iniciación de ellas, aumentar el número y calidad de las raíces y mejorar la uniformidad del enraizamiento (Hartmann y Kester, 1995). Dentro de los reguladores de crecimiento del tipo auxina que influyen en el enraizamiento tenemos: el ácido indolacético (AIA), el ácido indolbutírico (AIB) y el ácido naftalenacético (ANA), sin embargo, las dos últimas a menudo son más eficaces cuando se utilizan en combinación, que cualquiera de ambos utilizados por separado. A continuación describo cada uno de ellos:

1.2.12.2 Ácido indol-acético (AIA):

El AIA es una auxina natural que se encuentra en las plantas. Es muy activo, pero en la práctica presenta inconvenientes, es decir, su molécula se destruye fácilmente por oxidación; y además es poco estable, por su alta

solubilidad en agua, siendo fácilmente lavado del sitio de aplicación. Por otra parte su molécula se descompone rápidamente en los tejidos de las plantas; y las soluciones no estériles de AIA son rápidamente destruidas por microorganismos y por la luz fuerte del sol (Hartman y Kester, 1998).

1.2.12.3 Ácido indolbutírico (AIB):

Producto de síntesis, tiene una débil actividad auxínica en general pero una excelente acción rizógena. Sin embargo, el AIB es probablemente el mejor material para uso masivo debido a que no es tóxico para las plantas en una amplia gama de concentraciones y es efectivo para estimular el enraizamiento de un gran número de especies de plantas. Los sistemas de enzimas destructores de auxinas la destruyen en forma relativamente lenta, además se desplaza muy poco, se retiene cerca del sitio de aplicación y es foto estable (Hartmann y Kester, 1995). La mayoría de las especies forestales enraízan bien con dosis de 0,2% a 0.3% e AIB, aunque algunas pueden requerir dosis mayores o menores (Soudre *et al.*, 2008; Mesen, 1998).

1.2.13 Cámaras de sub-irrigación

Mesen (1998), indica que el propagador de sub irrigación es básicamente un marco de madera rodeado por plástico transparente para hacerlo impermeable; los primeros 25cm se cubren con capas sucesivas de piedras grandes (6-10cm de diámetro), piedras pequeñas (3-6cm) y grava fina; y los últimos 5cm se cubren con el sustrato de enraizamiento elegido; los 20cm basales se llenan con agua (70 a 80 litros aproximadamente), de manera que el sustrato de enraizamiento siempre se mantendrá húmedo por capilaridad. Para introducir el agua y observar su nivel, se utiliza una tubería o un

cilindro de bambú insertado verticalmente a través de las dos primeras capas superficiales (grava fina y sustrato). La caja se cubre con una tapa que ajuste bien, también forrada de plástico, para mantener la alta humedad interna. Asimismo, Longman (1993) indica que un tamaño conveniente de una cámara de sub-irrigación es de 1m de ancho y 2,5m de largo. La altura debe estar entre 0,5 y 1m con una cubierta inclinada (Figura 1.)

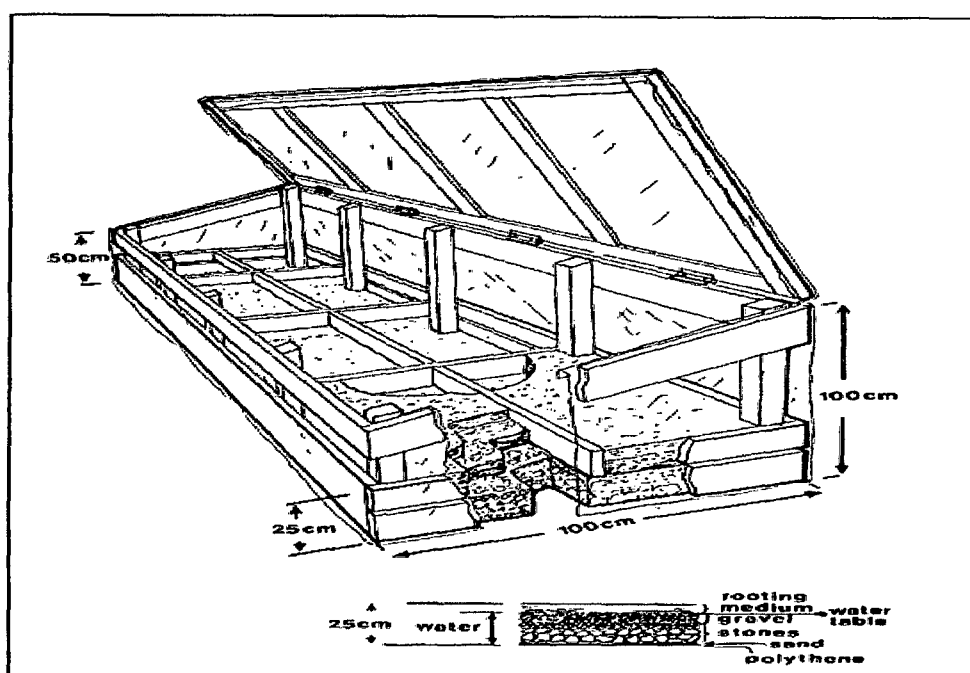


Figura 1: Diseño de la cámara de sub-irrigación (tomado de Longman, 1993).

Entonces, son estructuras de construcción simple utilizados para operaciones a pequeña y mediana escala, se caracterizan por mantener la humedad relativa cercana al 100%, tiene ventajas del bajo costo y que no requiere agua de cañería, ni electricidad, lo que la hace adecuado para condiciones rurales (Soudre *et al.*, 2008; Mesen, 1998).

El ambiente dentro de la cámara de sub-irrigación ejerce una influencia crítica en el enraizamiento de estacas juveniles, este debe

mantener niveles óptimos de irradiación, temperaturas adecuadas en el aire, sustrato y las hojas y buen balance de agua en las estacas (Loach, 1988 citado por Mesen, 1998).

En una comparación del sistema de sub-irrigación con el de nebulización; Newton *et al* (1992) encontraron valores menores de humedad relativa, temperatura foliar, y temperatura del aire en el sistema de sub-irrigación. Además, en este último el aire se satura en horas de la noche, lo cual resulta en condensación de agua en las hojas y humedecimiento del follaje. Las evaluaciones del sistema de sub-irrigación han demostrado que es al menos tan efectivo como otros sistemas sofisticados e indican su potencial para uso en un rango amplio de especies (Newton *et al* 1992; citado por Mesen, 1998). Asimismo, Longman (1993) afirma que los materiales para construirlos son los siguientes:

- a. Estructura: madera (de metal o de concreto son las alternativas).
- b. Cubierta: lámina de polietileno transparente o blanco.
- c. Llenado/drenaje (por debajo de medio de enraizamiento): piedras, grava, arena.

CAPITULO II

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

Las pruebas de enraizamiento fueron realizadas en el vivero forestal de la Universidad Nacional de Ucayali (UNU) en Pucallpa, Perú; localizado a 7° 21'; 11° 27' latitud sur y 70° 30'; 75° 57' longitud oeste, a una altitud de 154 msnm, con una precipitación media anual de 1773 mm, una humedad relativa promedio de 82.93%, y una temperatura media anual de 26.44°C. (IIAP 2003).

2.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

En el trabajo se empleó el tipo de investigación experimental y el nivel de investigación exploratoria, que consistió en observar y evaluar el comportamiento de las estaquillas juveniles de la especie *Cedrelinga catenaeformis*, Ducke (tornillo), en función al porcentaje de enraizamiento, porcentaje de sobrevivencia, número de raíces por estacas, longitud de raíces y porcentaje de estaquillas con presencia de callos; los cuales estuvieron influenciados en primera instancia por los tipos de sustratos y las dosis de Ácido Indol-3-Butírico, y demás factores externos.

2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

2.3.1 Procedencia del material experimental

Para el estudio de investigación se seleccionó plantones de la especie *Cedrelinga catenaeformis*, Ducke (tornillo) del vivero del Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana (IIAP); las semillas provinieron de árboles semilleros, de la Estación Experimental Genaro Herrera, cuyos códigos de árbol son 18 - 19; las cuales fueron sembradas en camas de almacigo, del vivero, localizado en la Carretera Federico Basadre Km. 12,400 interior 1,0 Km. (Estación Experimental del IIAP), margen derecha, al Oeste de la ciudad de Pucallpa.

2.3.2. Población y tamaño de la muestra

La población fue de 240 estaquillas por toda la cámara de subirrigación, que está diferenciado por tipo de sustrato; y la muestra fue de 10 estacas por cada unidad experimental, contando con 3 repeticiones; hubo 8 tratamientos, de modo que cada tratamiento estuvo constituido por 30 estacas que fueron evaluados por dosis de ácido indol-3-butírico según tipo de sustrato.

2.3.3. Fecha de Ejecución del experimento

La colocación (instalación) de la población de estaquillas en las cámaras de subirrigación se realizó el primero de abril del año 2013.

2.3.4. Datos climatológicos de la instalación del experimento

Entre los datos climatológicos considerados al inicio de la instalación del proyecto de investigación se tiene:

- Intensidad lumínica plena: 3397 luxes
- Humedad relativa: 91%
- Temperatura ambiental promedio: 33,6 °C.

2.4 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

2.4.1 Materiales, equipos y herramientas para el desarrollo del ensayo.

Para la instalación de los ensayos se utilizaron los siguientes materiales: Sustratos (arena fina y arena gruesa), estacas de tornillo de la misma longitud (8cm), ácido indol-3-butírico (AIB): 5 dosis, baldes, etiquetas, tijera de podar, wincha, carretilla, pala, tamices (N° 20 μ y 40 μ), envases de vidrio, plumón indeleble, papel toalla, mica transparente N° 08, mallas de diferentes medidas, 01 magneto, 01 cocina con agitador magnético incorporado, 01 pipeta de 10ml, 01 probeta de 100ml, 01 vaso de precipitado de 200 ml. También se emplearon los siguientes equipos: 01 cámara de subirrigación, balanza analítica, vernier, luxímetro y 02 termómetros.

2.5 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

El proceso consistió en 6 etapas:

2.5.1. Construcción de la Cámara de Sub irrigación.

El propagador de sub-irrigación es básicamente un marco de madera rodeado por plástico transparente para hacerlo impermeable; los primeros 25cm se cubren con capas sucesivas de piedras grandes (6-10cm de diámetro), piedras pequeñas (3-6cm) y grava fina; y los últimos 5cm se cubren con el sustrato de enraizamiento elegido; los 20cm basales se llenan con agua (70 a 80 litros aproximadamente), de manera que el sustrato de enraizamiento siempre se mantendrá húmedo por capilaridad. Para introducir el agua y observar su nivel, se utiliza una tubería o un cilindro de bambú insertado verticalmente a través de las dos primeras capas superficiales (grava fina y sustrato). La caja se cubre con una tapa que ajuste bien, también forrada de plástico, para mantener la alta humedad interna. El tamaño conveniente de una cámara de sub-irrigación es de 1m de ancho y 2,5m de largo; La altura debe estar entre 0,5 y 1m con una cubierta inclinada (Longman, 1993).

2.5.2. Selección de las plantas, brotes y estaquillas.

Se seleccionaron plántones de características similares tales como: Dimensiones y longitudes representativas similares de la parcela de tornillo del IIAP, con características fenotípicas apropiadas. Se seleccionaron 240 estaquillas, para los tratamientos de enraizamiento, los cuales contaron con diámetros y longitudes similares. Las estaquillas se colectaron en horas de la mañana (6:00 am.), siendo la posición del tallo seleccionado la parte media de los plántones, seleccionando las más vigorosas; Inmediatamente se colocaron bajo sombra en un recipiente con agua, para evitar el estrés por corta y desecación.

2.5.3. Preparación de la solución de Ácido indol-3-butírico (AIB)

Se prepararon dosis de AIB: 0, 2000, 4000 y 6000 partes por millón (ppm). Para la preparación de 2000 ppm de AIB, se diluyó 200mg de hidróxido de potasio en 100ml de agua destilada; luego se colocó 0,2g de AIB en polvo, en 10ml de la solución hidróxido de potasio, colocándolo esta solución en una cocina con agitador magnético hasta que se diluyó totalmente (1 minuto y 15 segundos), después de diluido la solución, se procedió a enraizar el contenido a 100ml con agua destilada, obteniéndose de esta manera la solución para tratamiento de enraizamiento a 2000 ppm. Con respecto a la solución para el tratamiento de enraizamiento de 4000 ppm el mecanismo es casi similar, solo que aquí se diluyó 0,4g de AIB en polvo en 10ml de la solución hidróxido de potasio, colocándolo en la cocina durante 2 minutos y 20 segundos; finalmente para el tratamiento de 6000 ppm utilizará 0,6g de AIB diluido también en 10 ml de la solución hidróxido de potasio, colocado durante 3 minutos y 35 segundos en la cocina; ambos tratamientos enraizados a 100ml con agua destilada.

2.5.4 Preparación de las estacas juveniles (estaquillas)

A cada una de las estacas con diámetro aproximado a 5mm, se cortó a 8cm de longitud aproximadamente, para luego ser clasificadas. Todas las estaquillas contaron con un aproximado de 30cm² de área foliar, colocadas cada una de ellas en agua, para evitar así el estrés por corta y desecación.

Después de preparado las estaquillas, se formaron grupos de 30 unidades (estacas juveniles) para cada tratamiento, en donde se procedieron a colocarlos por la zona de su base en recipientes que contenían la solución de AIB durante 5 segundos en un ambiente aislado, y provocando la evaporación inmediata de la solución a

través de una corriente de aire generada por un ventilador común, a fin de evitar quemaduras posteriores.

2.5.5. Preparación de los diferentes tipos de sustratos

Los sustratos presentaron las siguientes granulometrías: Arena fina de 0,1 a 0,2mm de diámetro (tamiz N° 40); Para el tipo de sustrato de arena fina se procedió a cernir la arena de río en el tamiz N° 40, para luego ser lavado con el objetivo de eliminar el limo de entre sus partículas, obteniéndose una proporción para un estrato en la cámara de 10,5cm³ de arena fina lista para utilizarse como sustrato. En cuanto a la arena gruesa de 1 a 2mm de diámetro (tamiz N° 20), se procedió a cernir la arena en el tamiz N° 20, para luego también ser lavado, eliminando el limo que existe entre sus partículas, donde se obtuvo una proporción para un estrato en la cámara de 10,5cm³ de este tipo de sustrato.

2.5.6 Colocación de estacas en la cámara de subirrigación

Previo al establecimiento de las estacas, se hicieron pequeños hoyos en el sustrato a una profundidad de 2cm por 5 x 5cm de distancia, entre cada hoyo, teniendo como área 25cm² por estaquilla. Para disminuir la temperatura y la intensidad de luz se proporcionó sombra de 65% con malla sarán tipo Rashell a dos metros contados desde la base del propagador de sub-irrigación. Se colocaron 30 estaquillas juveniles de *Cedrelinga catenaeformis*, por tratamiento de enraizamiento, teniéndose un total de 120 estaquillas por tipo de sustrato. El tipo de agua empleada para los tratamientos fue el de agua bruta, cuyo suministro consistió en colocar de 70 a 80 litros de agua aproximadamente en una tubería insertado verticalmente a través de las dos primeras capas superficiales (grava fina y sustrato), de manera que el sustrato siempre se mantendrá húmedo por capilaridad; la frecuencia de riego se daba cada 10 a 15 días, dependiendo de las condiciones atmosféricas de cada día.

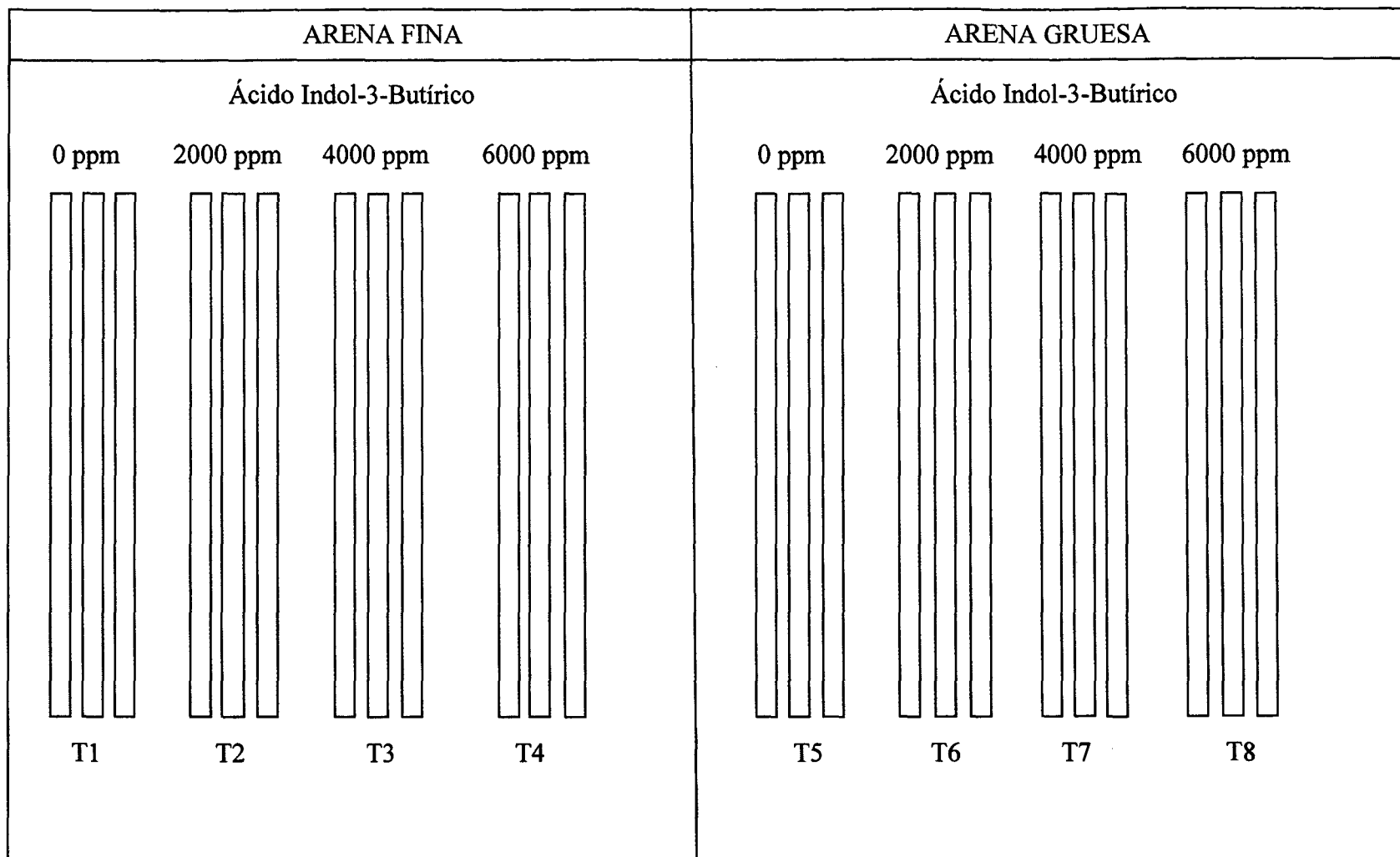


FIGURA 02: Esquema de Distribución de los Tratamientos

Tabla 01: Tratamientos aplicados para el enraizamiento de *C. catenaeformis* Ducke.

TRATAMIENTO	SUBSTRATO	DOSIS DE AIB (ppm)
T1	Arena Fina	0
T2	Arena Fina	2000
T3	Arena Fina	4000
T4	Arena Fina	6000
T5	Arena Gruesa	0
T6	Arena Gruesa	2000
T7	Arena Gruesa	4000
T8	Arena Gruesa	6000

2.6 TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS.

2.6.1. Variables evaluadas

- Variables independientes:

X1 = Tipos de sustratos

X2 = Dosis de ácido-indol-3-butírico

- Variables dependientes:

Y1 = Porcentaje de estaquillas enraizadas

Y2 = Número de raíces por estaquilla

Y3 = Porcentaje de sobrevivencia de estaquillas

Y4 = Longitud de raíces

Y5 = Porcentaje de estaquillas con callos

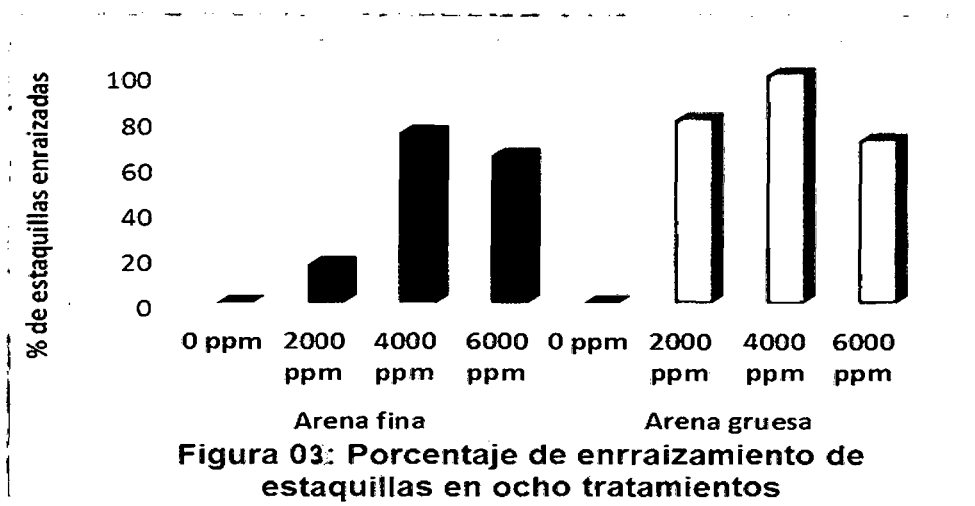
2.6.2. Diseño estadístico

La distribución de las estaquillas siguió un diseño completamente aleatorizado (DCA) con arreglo factorial (2 x 4) de las variables: 02 tipos de sustratos y 04 niveles de Ácido indol-3-butírico, con 03 repeticiones; teniendo un total de 24 unidades experimentales. Los datos fueron sometidos al análisis de varianza de los tres factores y sus interacciones dobles y triples, seguidos de pruebas de Tukey para determinar las diferencias entre tratamientos en cuanto a porcentaje de enraizamiento, porcentaje de sobrevivencia, número de raíces, longitud de raíces y porcentaje de estaquillas con presencia de callos; fueron registrados a los 45 días de haber colocado las estaquillas en la cámara de sub irrigación.

CAPITULO III RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. PORCENTAJE DE ESTAQUILLAS ENRAIZADAS

En la figura 03 se muestran el porcentaje de enraizamiento de las estaquillas juveniles de *C. catenaeformis* con dos granulometrías de arena y cuatro dosis de ácido Indol-3-Butírico.



Para determinar si existe diferencias entre los promedios de sobrevivencia de las estaquillas de *C. catenaeformis*; Ducke (tornillo) por tratamientos se realizó el análisis de varianza de dos factores, cuyos resultados se detalla en la tabla 02.

Tabla 02: Analisis de varianza del porcentaje de enraizamiento de estaquillas en dos granulometria de arena y 4 dosis de ácido Indol-3-Butírico.

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F obs	F tabular	
					$\alpha=0,05$	$\alpha=0,01$
Granulometría arena	1	3424,1	3424,1	93,63		
Dosis de ácido	3	25209,3	8403,1	229,78		
Granulometría x dosis	3	3638,9	1213,0	33,17	3,24	5,29 **
Error	16	444,4	27,8			
Total	23	32716,7				

Con respecto al análisis de varianza (tabla 02) se observa que existe presencia de interacción altamente significativa entre los factores granulometría de la arena y dosis del ácido Indol-3-Butírico (AIB), lo que indica que la dosis del AIB actúa de manera diferente en la arena fina y en la arena gruesa tal como se aprecia en la figura 04; en consecuencia se analizó las dosis del ácido independientemente en cada tipo de arena (fina y gruesa) mediante un análisis de varianza de un factor.

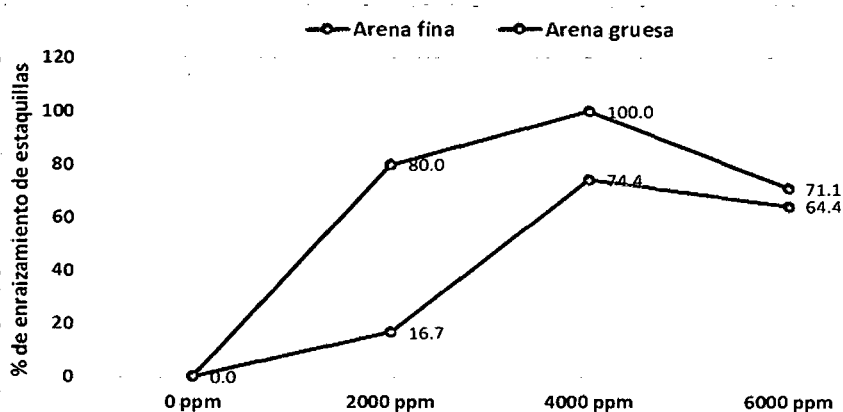


Figura 04: Diagrama de la interacción de los factores granulometría de la arena y dosis del ácido Indol-3-Butírico en el enraizamiento de las estaquillas

En la tabla 03 se observa el análisis de varianza del porcentaje de enraizamiento de estaquillas en arena fina empleando cuatro dosis de ácido Indol-3-Butírico, en donde se aprecia que existe diferencias altamente significativa entre los promedios del porcentaje de enraizamiento por dosis del ácido.

Tabla 03: Analisis de varianza del porcentaje de enraizamiento de estaquillas en arena fina con cuatro dosis de ácido Indol-3-Butírico.

FUENTE DE VARIACION	GL	SC	CM	F obs	F tabular	
					$\alpha=0,05$	$\alpha=0,01$
Entre dosis del ácido	3	11770,4	3923,5	121,10	4,07	7,59 **
Error	8	259,3	32,4			
Total	11	12029,6				

La tabla 04 muestra el resumen de la prueba de Tukey del porcentaje de estaquillas enraizadas en arena fina y con cuatro dosis de ácido Indol-3-Butírico; dicho cuadro pone en evidencia que existe diferencias significativa entre los promedios, observándose que no existe diferencias en el porcentaje de estaquillas enraizadas entre las dosis 4000 y 6000 ppm, sin embargo estas dos dosis difieren significativamente y son más elevados que el porcentaje de enraizamiento que las dosis 2000 y 0 ppm y finalmente la dosis 2000 ppm difiere significativamente y es superior al porcentaje de estaquillas enraizadas que la dosis de 0 ppm.

Tabla 04: Resumen de la prueba de Tukey del porcentaje de enraizamiento de estaquillas en arena fina según la dosis de ácido Indol-3-Butírico.

Arena fina			
4000 ppm	6000 ppm	2000 ppm	0 ppm
74,4	64,4	16,7	0,0
A	A		
		B	
			C

En la tabla 05 se observa el análisis de varianza del porcentaje de enraizamiento de estaquillas en arena gruesa empleando cuatro dosis de ácido Indol-3-Butírico, en donde se aprecia que existe diferencias altamente significativa entre los promedios del porcentaje de enraizamiento por dosis del ácido.

Tabla 05: Analisis de varianza del porcentaje de enraizamiento de estaquillas en arena gruesa con cuatro dosis de ácido Indol-3-Butírico.

FUENTE DE VARIACION	GL	SC	CM	F obs	F tabular	
					$\alpha=0,05$	$\alpha=0,01$
Entre dosis del AIB	3	17077,8	5692,6	245,90	4,07	7,59 **
Error	8	185,2	23,1			
Total	11	17263,0				

La tabla 06 muestra el resumen de la prueba de Tukey del porcentaje de estaquillas enraizadas en arena gruesa y con cuatro dosis de ácido Indol-3-Butírico; dicho cuadro pone en evidencia que existe diferencias significativa entre los promedios, observándose que no existe diferencias en el porcentaje de estaquillas enraizadas entre las dosis 4000 y 2000 ppm, sin embargo estas dos dosis difieren significativamente y son más elevados que el porcentaje de enraizamiento que las dosis 6000 y 0 ppm y finalmente la dosis 6000 ppm difiere significativamente y es superior al porcentaje de estaquillas enraizadas que la dosis de 0 ppm.

Tabla 06: Resumen de la prueba de Tukey del porcentaje de enraizamiento de estaquillas en arena gruesa según la dosis de ácido Indol-3-Butírico.

Arena gruesa			
4000 ppm	2000 ppm	6000 ppm	0 ppm
100,0	80,0	71,1	0,0
A	A		
		B	
			C

Comparando los resultados con los obtenidos por Murrieta (2010) en *Cedrela odorata* (cedro colorado), quien sostiene que en el sustrato de tipo arena gruesa es el que presenta el mayor porcentaje de enraizamiento (83,3%) frente a la gravilla y arena fina en 24,9% y 30,5% respectivamente; así mismo Soudre *et al* (2010) obtuvieron 70% de enraizamiento, a 40 días de instalar secciones medias de estacas juveniles *C. catenaeformis*, con 4000 ppm de AIB y con sustrato arena fina, en cámara de sub-irrigación. Mientras que en el presente trabajo en arena fina con dosis de AIB de 4000 y 6000 ppm se encontró 74,4% y 64,4% de enraizamiento respectivamente; entre tanto en arena gruesa con las dosis de AIB 4000 y 2000 ppm se logró el 100% y 80% de enraizamiento, confirmando que en el sustrato arena gruesa el porcentaje de enraizamiento es mayor.

3.2 NÚMERO DE RAÍCES POR ESTAQUILLA

Tabla 07: Distribución porcentual del número de estaquillas enraizadas según el número de raíces y según tratamiento.

Granulometría	Indol-3-Butírico	Trat.	% de estaquillas según número de raíces						Total
			1	2	3	4	5	6	
Arena fina	0 ppm	T1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2000 ppm	T2	13,3	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	17,7
	4000 ppm	T3	27,8	42,2	4,4	0,0	0,0	0,0	74,4
	6000 ppm	T4	23,3	37,8	3,3	0,0	0,0	0,0	64,4
Arena gruesa	0 ppm	T5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2000 ppm	T6	13,3	26,7	24,4	11,1	3,3	1,1	80,0
	4000 ppm	T7	6,7	8,9	25,6	27,8	27,8	2,2	99,0
	6000 ppm	T8	5,6	18,9	22,2	16,7	5,6	0,0	69,0
Total			90,0	138,9	80,0	55,6	36,7	3,3	404,5

En la tabla 07 y en la figura 03 se muestran las distribuciones porcentuales de la cantidad de estaquillas de *C. catenaeformis* enraizadas, según el número de raíces presentes en una misma estaquilla, como consecuencia de la aplicación de dos granulometrías de arena y cuatro dosis de ácido Indol-3-Butírico, que dio origen a 8 tratamientos.

En la tabla 07 y en la figura 05 se aprecia que en arena fina y con la dosis 0 ppm no emergió ninguna raíz de las estaquillas, con la dosis 2000 ppm brotaron hasta 2 raíces y con las dosis 4000 y 6000 ppm brotaron hasta 3 raíces. Entre tanto en arena gruesa con la dosis 0 ppm tampoco emergió ninguna raíz de las estaquillas, con las dosis 2000 y 4000 ppm brotaron hasta 6 raíces y con la dosis 6000 ppm brotaron hasta 5 raíces.

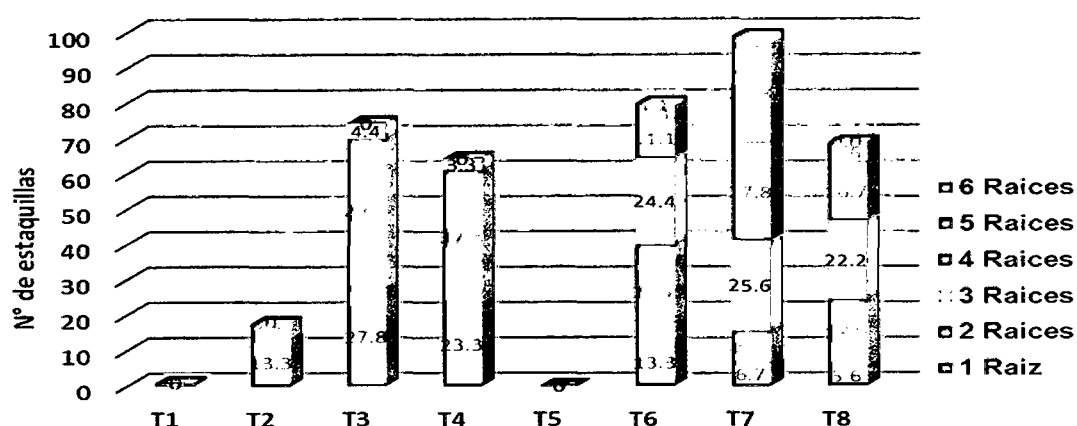


Figura 05: Número de raíces de las estaquillas por tratamiento

La tabla 08 muestra los resultados de la prueba de independencia entre las variables tratamientos y número de raíces de las estaquillas, en el se puede apreciar que existe una dependencia altamente significativa entre las dos variables, lo que indica que el número de raíces por estaquilla están estrechamente ligadas a los tratamientos (granulometría de la arena y dosis del ácido Indol-3-Butírico) y su distribución no es uniforme en todo los tratamientos.

Tabla 08: Resumen de la prueba de independencia entre los tratamientos y el número de raíces por estaquillas.

Variables	X ² obs	X ² tabular		Nivel de significación
		α = 0,05	α = 0,01	
Tratamientos y el número de raíces por estaquilla	227,20	61,72	71,20	**

Por su parte Murrieta (2010) indica el tipo de sustrato arena gruesa fue significativamente superior frente a las arenas fina y gravilla, tanto para las variables número de 4,1 raíces por estaquilla de *Cedrela odorata* (cedro colorado); Soudre *et al.* (2010) obtuvieron en estaquillas de *C. catenaeformis* con 4000 ppm de AIB, en sustrato arena fina y en cámara de sub-irrigación, hasta 4 raíces. Mientras que

en el presente trabajo el número de raíces está estrechamente ligado al tratamiento (granulometría de la arena y dosis de AIB), tal es así que en arena gruesa con dosis de 2000 y 4000 ppm se logró obtener hasta 6 raíces y tanto en arena fina como en la gruesa con 0 ppm de AIB, no se logró enraizamiento alguno (0 raíz).

3.3. PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA DE ESTAQUILLAS

En la figura 06 se muestran el porcentaje de sobrevivencia de las estaquillas juveniles de tornillo (*Cedrelinga catenaeformis*, Ducke) con dos granulometrías de arena y cuatro dosis de ácido Indol-3-Butírico.

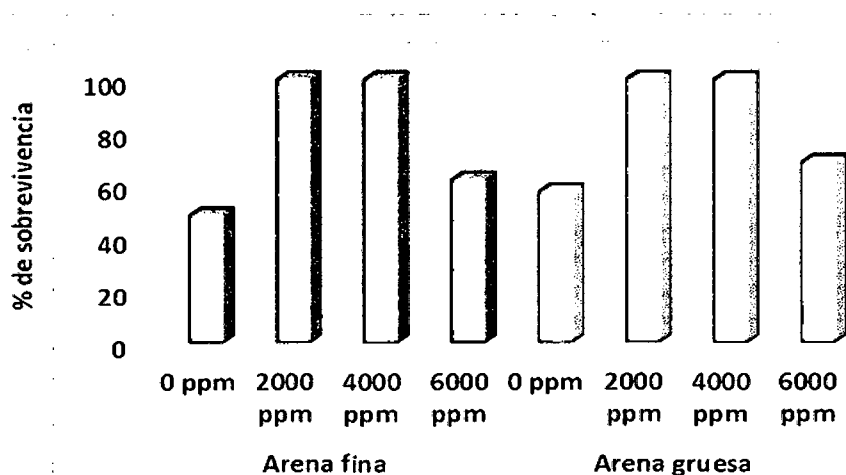


Figura 06: Porcentaje de sobrevivencia de estaquillas en ocho tratamientos

Para determinar si existe diferencias entre los promedios de sobrevivencias de las estaquillas juveniles de *C. catenaeformis* por tratamientos se realizó el análisis de varianza de dos factores, cuyos resultados se detalla en la tabla 09, en donde se aprecia que no existe diferencia significativa entre la granulometría de la arena, es decir la sobrevivencia es similar tanto en arena fina como en arena gruesa.

Tabla 09: Analisis de varianza de la sobrevivencia de estaquillas en dos granulometria de arena y 4 dosis de ácido Indol-3-Butírico.

FUENTE DE VARIACION	GL	SC	CM	F obs	F tabular	
					$\alpha=0,05$	$\alpha=0,01$
Granulometría arena	1	90,7	90,7	2,50	4,50	N.S.
Entre dosis del AIB	3	10316,7	3438,9	94,10	3,20	5,29 **
Granulometría x dosis	3	94,4	31,5	0,90	3,20	
Error	16	585,2	36,6			
Total	23	11087,0				

Con respecto al efecto de la dosis del ácido Indol-3-Butírico en la sobrevivencia de las estaquillas, en la tabla 09 se observa que existen diferencias altamente significativas, entre los promedios de sobrevivencia por dosis, cuyos promedios se muestra en la tabla 10.

Tabla 10: Promedios de la sobrevivencia de estaquillas según la granulometría de la arena y dosis de ácido Indol-3-Butírico

Granulometría	Dosis de ácido Indol-3-Butírico (ppm)				\bar{X}
	0	2000	4000	6000	
Arena fina	48,9	100,0	100,0	62,2	77,8
arena gruesa	57,8	100,0	100,0	68,9	81,7
\bar{X}	53,4	100,0	100,0	65,6	

Para determinar entre que promedios de la dosis de ácido Indol-3-Butírico se encuentra la diferencia, se realizó la prueba múltiple de medias de Tukey, cuyo resultados se muestra en la tabla 11.

Tabla 11: Resumen de la prueba de Tukey del porcentaje de sobrevivencia de estaquillas según la dosis de ácido Indol-3-Butírico.

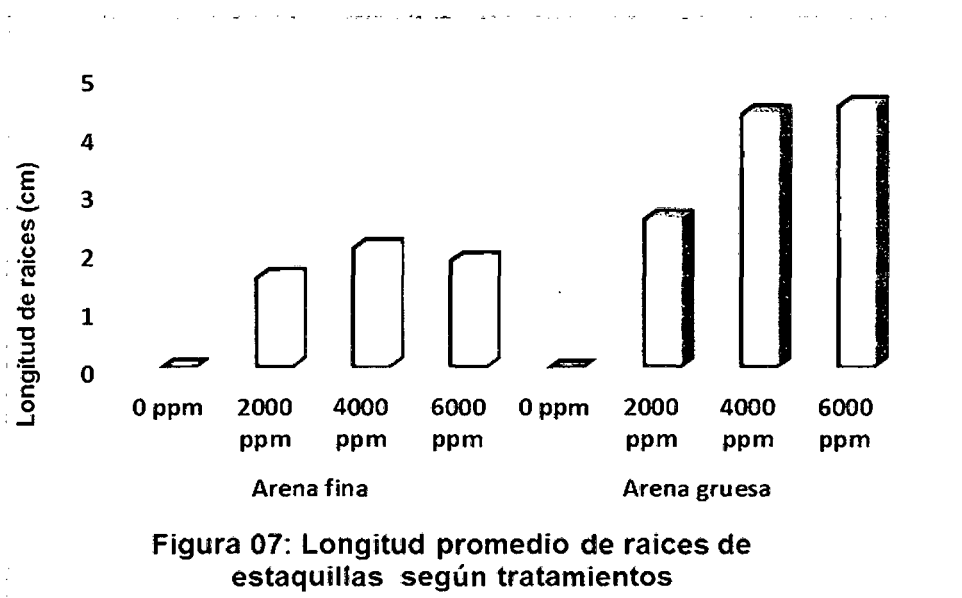
2000 ppm	4000 ppm	6000 ppm	0 ppm
100,0	100,0	65,6	53,4
A	A		
		B	B

La tabla 11 muestra que no existe diferencias significativas en el porcentaje de sobrevivencia de las estaquillas juveniles de *C. catenaeformis* entre las dosis 2000 y 4000 ppm de ácido Indol-3-Butírico, en ambas dosis la sobrevivencia alcanza el 100%. Por otro lado se aprecia que no existe diferencias significativas de sobrevivencia de las estaquillas entre las dosis 6000 y 0 ppm, sin embargo ambos resultados difieren significativamente y resultan inferiores a los promedios de sobrevivencia de las dosis 2000 y 4000 ppm.

Si se compara los resultados de sobrevivencia de las estaquillas juveniles de *C. catenaeformis*, con los resultados obtenidos por Murrieta (2010), para estacas juveniles de *Cedrela odorata* L. "Cedro colorado", en condiciones similares, pero analizando otras variables como procedencia de las estaquillas, encontró que la sobrevivencia de estaquillas de procedencia del nivel apical fue mayor al del nivel medio en 32,5% y al del nivel basal en 67,5%. Además indica que luego de 43 días, la mayor parte de la población que logró sobrevivir mostrando callosidades y el sustrato de arena gruesa mostró el 84,7% de sobrevivencia; mientras que en estaquillas juveniles alcanzaron sobrevivencias de 100 % en las dosis del ácido Indol-3-Butírico con 2000 y 4000 ppm

3.4 LONGITUD DE RAICES

En la figura 07 se muestran las longitudes de las raíces expresados en cm de las estaquillas juveniles de *C. catenaeformis* con dos granulometría de arena y cuatro dosis de ácido Indol-3-Butírico.



Con respecto al análisis de varianza de la longitud promedio de las raíces, se observa en la tabla 12 que existe presencia de interacción altamente significativa entre los factores granulometría de la arena y dosis del ácido Indol-3-Butírico (ver figura 08), lo que indica que la dosis del ácido actúa de manera diferente en la arena fina y en la arena gruesa tal como se aprecia en la figura 06; en consecuencia se analizó las dosis del ácido independientemente en cada tipo de arena (fina y gruesa) mediante un análisis de varianza de un factor.

Tabla 12: Analisis de varianza de la longitud promedio de raíces de estaquillas en ocho tratamientos.

FUENTE DE VARIACION	GL	SC	CM	F obs	F tabular	
					$\alpha=0,05$	$\alpha=0,01$
Granulometría de arena	1	13,2	13,2	65,86		
Dosis de acido	3	40,6	13,5	67,67		
Granulometría x dosis	3	6,6	2,2	11,05	3,24	5,29 **
Error	16	2,6	0,2			
Total	23	63,0				

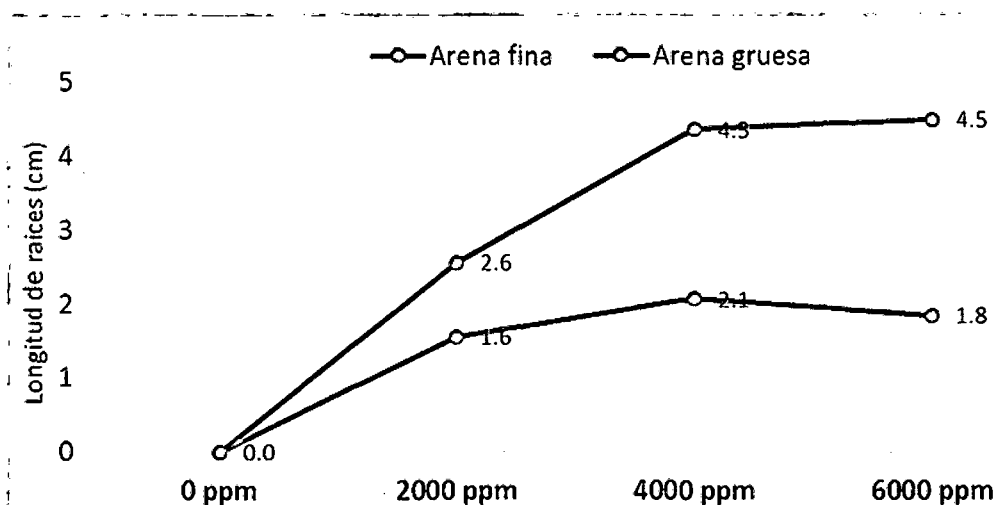


Figura 08: Diagrama de la interacción de los factores granulometría de la arena y dosis del ácido Indol-3-Butírico en la longitud de las raíces de las estaquillas

En la tabla 13 se observa el análisis de varianza de la longitud promedio de la raíz de las estaquillas, empleando cuatro dosis de ácido Indol-3-Butírico en arena fina, en donde se aprecia que existe diferencias altamente significativa entre la longitud promedio de las raíces por dosis del ácido.

Tabla 13: Analisis de varianza de la longitud promedio de raices de estaquillas en cuatro dosis de ácido Indol-3-Butírico en arena fina.

FUENTE DE VARIACION	GL	SC	CM	F obs	F tabular	
					$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
Entre dosis de acido	3	7,8	2,6	55,03	4,07	7,59 **
Error	8	0,4	0,1			
Total	11	8,2				

La tabla 14 muestra el resumen de la prueba de Tukey de la longitud promedio de las raíces de estaquillas enraizadas con cuatro dosis de ácido Indol-3-Butírico, todas en arena fina; dicho cuadro pone en evidencia que no existe diferencias significativas en las longitudes promedios de las raíces de estaquillas enraizadas con las dosis 4000, 6000 y 2000 ppm, sin embargo las longitudes promedios de estas tres dosis difieren significativamente y son más elevadas que la longitud promedio de las raíces logradas con la dosis 0 ppm, dicho sea de paso nunca enraizaron.

Tabla 14: Resumen de la prueba de Tukey de la longitud promedio de las raíces (cm.) de estaquillas según la dosis de ácido Indol-3-Butírico, en arena fina.

Arena fina			
4000 ppm	6000 ppm	2000 ppm	0 ppm
2,1	1,8	1,6	0,0
A	A	A	
			B

En la tabla 15 se observa el análisis de varianza de la longitud promedio de la raíz de las estaquillas, empleando cuatro dosis de ácido Indol-3-Butírico, pero en arena gruesa; en dicho cuadro se aprecia que existe diferencias altamente significativa entre la longitud promedio de las raíces por dosis del ácido.

Tabla 15: Analisis de varianza de la longitud promedio de raices de estaquillas en cuatro dosis de ácido Indol-3-Butírico en arena gruesa.

FUENTE DE VARIACION	GL	SC	CM	F obs	F tabular	
					$\alpha=0,05$	$\alpha=0,01$
Entre dosis de ácido	3	39,4	13,1	48,2	4,07	7,59 **
Error	8	2,2	0,3			
Total	11	41,6				

La tabla 16 muestra el resumen de la prueba de Tukey de la longitud promedio de las raíces de estaquillas enraizadas con cuatro dosis de ácido Indol-3-Butírico, todas en arena gruesa; dicho cuadro pone en evidencia que no existe diferencias significativas entre las longitudes promedios de las raíces de las estaquillas enraizadas con las dosis 6000 y 4000 ppm, sin embargo las longitudes promedios de las raíces de estas dos dosis difieren significativamente y son más elevadas que la longitud promedio de las raíces logradas con la dosis 2000 y 0 ppm y finalmente la dosis 2000 ppm difiere significativamente y es superior a la longitud promedio de las raíces logradas con una dosis de 0 ppm.

Tabla 16: Resumen de la prueba de Tukey de la longitud promedio de las raíces (cm) de estaquillas según la dosis de ácido Indol-3-Butírico, en arena gruesa

Arena gruesa			
6000 ppm	4000 ppm	2000 ppm	0 ppm
4,5	4,3	2,6	0,0
A	A		
		B	
			C

Si se compara los resultados obtenidos con los de Murrieta (2010) sobre la longitud promedio de las raíces en estaquillas de *Cedrela odorata* (cedro colorado) en sustrato arena gruesa mostró 65mm (6,5cm) de longitud de raíz; Soudre *et al.* (2010) obtuvieron en estaquillas juveniles de *C. catenaeformis* con 4000 ppm de AIB, con sustrato arena fina y en cámara de sub-irrigación, raíces de 1,1cm de longitud promedio. Mientras que en el presente trabajo en arena fina y con las dosis de AIB 4000, 6000 y 2000 ppm no difieren entre si presentando longitudes de raíces entre 2,1cm – 1,6cm. Por su parte en arena gruesa con las dosis 6000 y 4000 ppm se encontró raíces con longitudes promedio de 4,3cm y 4,5cm.

3.5 PORCENTAJE DE ESTAQUILLAS CON CALLOS

En la figura 9 se muestran el porcentaje de estaquillas juveniles de *C. catenaeformis*, que presentaron callos en ocho tratamientos, resultante de la combinación de dos granulometría de arena y cuatro dosis de ácido Indol-3-Butírico.

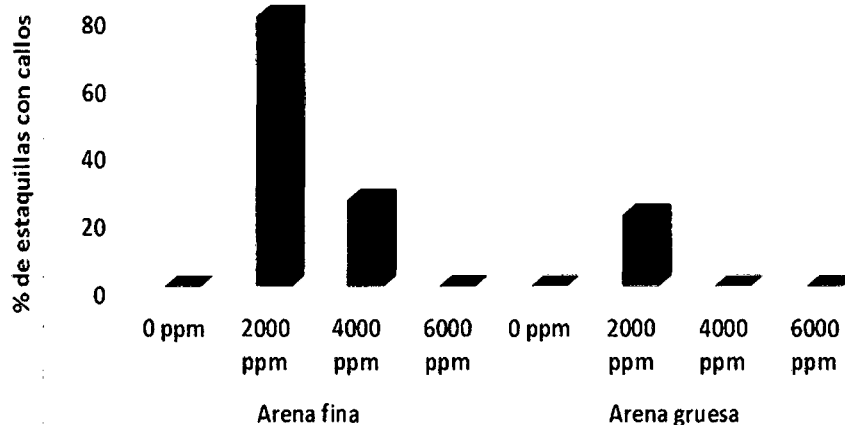


Figura 09: Porcentaje de estaquillas con presencia de callos por tratamientos

Con respecto al análisis de varianza del porcentaje de estaquillas con presencia de callos, en la tabla 17 se observa que existe presencia de interacción altamente significativa entre los factores granulometría de la arena y dosis del ácido Indol-3-Butírico, lo que indica que la dosis del ácido actúa de manera diferente en la arena fina y en la arena gruesa tal como se aprecia en la figura 10; en consecuencia se analizó las dosis del ácido independientemente en cada tipo de arena (fina y gruesa) mediante un análisis de varianza de un factor.

Tabla 17: Analisis de varianza del porcentaje de estaquillas con presencia de callos en ocho tratamientos.

FUENTE DE VARIACION	GL	SC	CM	F obs	F tabular	
					$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
Granulometría de arena	1	2674,1	2674,1	13370,37		
Dosis de acido	3	10298,1	3432,7	17163,58		
Granulometría x dosis	3	3507,4	1169,1	5845,68	3,24	5,29 **
Error	16	592,6	37,0			
Total	23	17072,2				

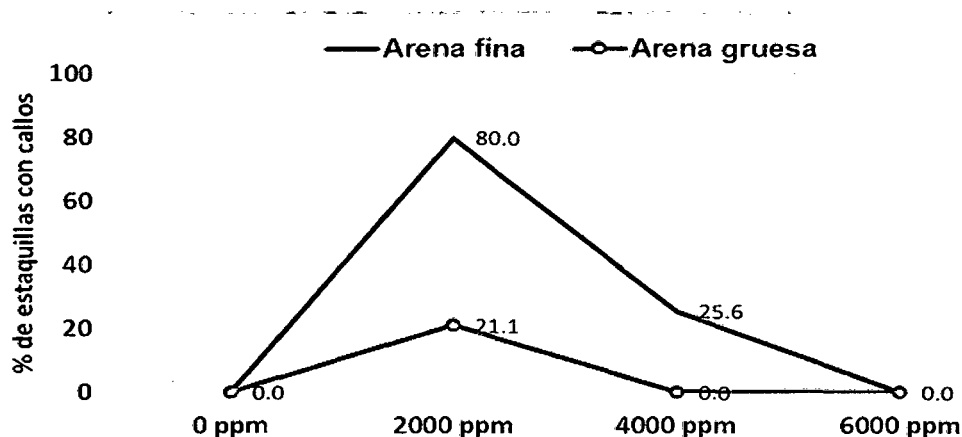


Figura 10: Diagrama de la interacción de los factores granulometría de la arena y dosis del ácido Indol-3-Butírico en la presencia de callos en las estaquillas

En la tabla 18 se observa el análisis de varianza del porcentaje de estaquillas con presencia de callos, empleando cuatro dosis de ácido Indol-3-Butírico en arena fina, en donde se aprecia que existen diferencias altamente significativas entre el porcentaje de estaquillas con presencia de callos por dosis del ácido.

Tabla 18: Analisis de varianza del porcentaje de estaquillas con presencia de callos en cuatro dosis de ácido Indol-3-Butírico en arena fina.

FUENTE DE VARIACION	GL	SC	CM	F obs	F tabular	
					$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
Entre dosis de acido	3	12802,8	4267,6	72,00	4,07	7,59 **
Error	8	474,1	59,3			
Total	11	13276,9				

La tabla 19 muestra el resumen de la prueba de Tukey del porcentaje de estaquillas con presencia de callos con cuatro dosis de ácido Indol-3-Butírico, todas en arena fina; dicho cuadro pone de manifiesto que la dosis 2000 ppm es la que presenta mayor porcentaje de estaquillas con callos (80%), difiere significativamente y es superior a las dosis 4000, 6000 y 0 ppm, mientras tanto la dosis 4000 ppm presentó el 25,6% de estaquillas con presencia de callos, estos valores difiere significativamente y son superiores a los valores de las dosis 6000 y 0 ppm; entre tanto no existe diferencia

significativa en cuanto al porcentaje de estaquillas con callos entre las dosis 6000 y 0 ppm, dicho sea de paso no presentaron estaquillas con callos.

Tabla 19: Resumen de la prueba de Tukey del porcentaje de estaquillas con presencia de callos según la dosis de ácido Indol-3-Butírico, en arena fina.

Arena fina			
2000 ppm	4000 ppm	6000 ppm	0 ppm
80,0	25,6	0,0	0,0
A			
	B		
		C	C

En la tabla 20 se observa el análisis de varianza del porcentaje de estaquillas con presencia de callos, empleando cuatro dosis de ácido Indol-3-Butírico en arena gruesa, en donde se aprecia que existen diferencias altamente significativas entre del porcentaje de estaquillas con presencia de callos por cada dosis del ácido.

Tabla 20: Analisis de varianza del porcentaje de estaquillas con presencia de callos en cuatro dosis de ácido Indol-3-Butírico en arena gruesa.

FUENTE DE VARIACION	GL	SC	CM	F obs	F tabular	
					$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
Entre Dosis de acido	3	1002,8	334,3	22,6		
Error	8	118,5	14,8			
Total	11	1121,3				

La tabla 21 muestra el resumen de la prueba de Tukey del porcentaje de estaquillas con presencia de callos en cuatro dosis de ácido Indol-3-Butírico, todas en arena fina; dicho cuadro pone en evidencia que la dosis 2000 ppm es la única que presentó mayor porcentaje de estaquillas con callos (21,1%), difiere significativamente y es superior a las dosis 6000, 4000 y 0 ppm; entre tanto no existe diferencia significativa en cuanto al porcentaje de estaquillas

con callos entre las dosis 6000, 4000 y 0 ppm, dicho sea de paso no presentaron estaquillas con callos.

Tabla 21: Resumen de la prueba de Tukey del porcentaje de estaquillas con presencia de callos según la dosis de ácido Indol-3-Butírico, en arena gruesa.

Arena gruesa			
2000 ppm	6000 ppm	4000 ppm	0 ppm
21,1	0,0	0,0	0,0
A			
	B	B	B

Si se compara los resultados obtenidos en el presente trabajo con los obtenidos por Murrieta (2010) en cuanto a la formación de callos en estaquillas de *Cedrela odorata* (cedro colorado) quien encontró la formación de 61,7% de callos en las estaquillas de procedencia apical; mientras que en *C. catenaeformis* en arena fina y con la dosis de 2000 y 4000 ppm de AIB se lograron 80% y 25,6% de callos respectivamente; con arena gruesa y con una dosis de 2000 ppm de AIB se obtuvo solo 21,1% de estaquillas que presentaron callos.

CAPITULO IV CONCLUSIONES

1. Hubo influencia de la granulometría de arena en el enraizamiento del ***Cedrelinga catenaeformis***, Ducke (tornillo); destacando la arena gruesa de 1 - 2mm de diámetro, con un porcentaje de enraizamiento promedio del 84% sobre la arena fina de 0,1 – 0,2 mm de diámetro con un porcentaje de enraizamiento promedio del 52%; El número de raíces por estaquillas depende significativamente de cada tratamiento; Con respecto al porcentaje de sobrevivencia de estaquillas es similar tanto en arena fina como en arena gruesa; La longitud de raíces resalta de forma rotunda en arena gruesa imponiéndose en dimensión con respecto a la arena fina; y finalmente en la arena fina el porcentaje de estaquillas con callos es mucho mayor con respecto a la arena gruesa.

2. Existe influencia de la aplicación de ácido indol-3-butírico en el enraizamiento del ***C. catenaeformis***; destacando la dosis de 4000 ppm, con un porcentaje de enraizamiento promedio del 87% sobre la dosis de 6000 ppm con un porcentaje de enraizamiento promedio del 68%; El número de raíces por estaquillas depende significativamente de cada tratamiento; Si existe diferencias altamente significativas en el porcentaje de sobrevivencia de estaquillas entre las dosis 2000 – 4000 ppm con respecto a las dosis 6000 – 0 ppm; La longitud de raíces presenta mayor extensión en las dosis 6000 – 4000 ppm con respecto a las dosis 2000 – 0 ppm; y finalmente el porcentaje de estaquillas con callos es mucho mayor en la dosis 2000 ppm con relación a las dosis 4000 – 6000 y 0 ppm.

3. En cuanto a la interacción granulometría de arena y dosis de ácido indol-3-butírico, es altamente significativo en el enraizamiento del ***C. catenaeformis***; destacando el sustrato arena gruesa con la dosis de 4000 ppm, con un porcentaje de enraizamiento del 100% sobre el mismo sustrato con la dosis de 2000 ppm con un porcentaje de enraizamiento del 80%; El número de

raíces por estaquillas depende significativamente de cada tratamiento; La interacción entre los factores granulometría de arena y dosis de ácido indol-3-butírico es no significativo en el porcentaje de sobrevivencia de estaquillas; La longitud de raíces presenta una interacción altamente significativa, lo que indica que la dosis actúa de manera diferente tanto en arena fina como en arena gruesa en el crecimiento de las raíces; y finalmente el porcentaje de estaquillas con callos presenta una interacción altamente significativa, lo que indica que la dosis actúa de manera diferente tanto en arena fina como en arena gruesa en la formación de callos.

CAPITULO V

RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y experiencia vivida, se recomienda lo siguiente:

1. Para el enraizamiento de la *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (Tornillo), bajo el sistema de propagación por estaquillas, se recomienda el uso de la arena gruesa como sustrato, debido a que en este sustrato se encontró los mayores porcentajes de enraizamiento.

2. Para el enraizamiento de la *C. catenaeformis*, bajo el sistema de propagación por estaquillas, se recomienda las dosis de 2000 ppm y 4000 ppm del ácido Indol-3-Butírico, debido a que en estas dosis se encontró los mayores porcentajes de enraizamiento (100% y 80% respectivamente).

BIBLIOGRAFIA:

AROSTEGUI, A. 1989. Propagación por estacas del Tornillo (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke) y goma Pashaco (*Parkia igneiflora* Ducke). Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú. 9p.

AWAD, G. 1993. Propagación vegetativa de seis especies vegetales nativas con posibilidades ornamentales. Tesis licenciado en agronomía. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia. Chile. 66p.

BAÑON, S; MARTÍNEZ, J. J; FERNÁNDEZ, J. A; BALANZATEGUI, L. MELGARES, J. 2002. Influencia de la topófisis en el esquejado de *Coriara myrtifolia*. 1 Jornada Ibéricas de Plantas Ornamentales. Sevilla, España.

BARBAT, T. 2006. La multiplicación de las plantas. Viveros (): 33-43.

BOTTI, C. 1999. Principios de la Propagación y Técnica de Propagación por estacas. En: Manejo Tecnificado de Invernadero y Propagación de Plantas. Departamento de Producción Agrícola. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Santiago, Chile. p. 49-55.

DIAZ, E. 1991. Técnicas de enraizado de estacas juveniles de *Cedrela odorata* L. y *Gmelina arbórea* Linn. Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 93p.

DIAZ, E; SALAZAR, R; MESEN, F. 1992. Enraizamiento de Estacas Juveniles de *Gmelina arbórea* Linn. Silvoenergía (CATIE). 51:1-2.

DIAZ, E; SALAZAR, R; MESEN, F. 1991. Enraizamiento de Estacas Juveniles de *Gmelina arbórea* Linn. Silvoenergía. 49:1-4.

HARTMANN, T; KESTER, D. 1992. Plant propagación. Principles and Practices. Fifth.

HARTMANN, H; KESTER, D. 1995. Propagación de plantas. Principios y prácticas. 4ª ed. Continental. México. 760p.

HARTMANN, T; KESTER, D and Davies, T. 1998. Propagación de plantas. Principios y práctica. Editorial Continental. México. 757p.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA, 2005. Folia Amazónica. Volumen 14. N° 2. Iquitos, Perú.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONÍA PERUANA, 2009. Plan Operativo Anual 2009. Iquitos, Perú.

KOENIG Y MELCHIOR, 1978. Propagación Vegetativa de Árboles Forestales. Proyecto de Investigación y Desarrollo en Industrias Forestales. Col/4/005. Bogota – Colombia. 35p.

LEAKEY, B. y Mesén, F. 1991. Métodos de propagación vegetativa en árboles tropicales: enraizamiento de estacas suculentas. Capítulo 10. *In* Manual sobre mejoramiento genético forestal con referencia especial a América Central. Cornelius JP, Mesén F, Corea E (eds.), Proyecto Mejoramiento Genético Forestal, CATIE, Turrialba, Costa Rica. Pp. 135-153.

LONGMAN, A. 1993. Árboles tropicales: Manuales de propagación Enraizamiento de estacas de árboles tropicales. London, United Kingdom: Commonwealth Science Concil. 131p.

MASON, W and JINKS, R. 1994. Vegetative propagation. En: Forest Nursery practice. Great Britain Forestry Comition Bulletin. 111:135-147.

MESEN, F. 1998. Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: uso de propagadores de sub-irrigación. Serie Técnica. Manual Técnico N° 30. CATIE, Proyecto PROSEFOR. Turrialba, Costa Rica. 36p.

MURRIETA, C. 2010. Influencia del morfotipo, fitohormona y sustrato en la propagación de estacas juveniles de *Cedrela odorata* L. (cedro colorado), en Pucallpa, Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa – Perú.

Newton, A; Mesén, F; Dick, J; Leakey, R. 1992. Low Technology propagation of tropical trees: rooting physiology and its practical implication. In; Mass production technology for genetically improved fast growing forest tree species. Published by AFOCEL, Nangis, France. p: 417-424.

PINEDO, L. 1993. Influencia del Diámetro, largo y profundidad de siembra de 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. 70 p.

PINO, P. 2002. Propagación vegetativa de *Drimys Winteris*, una especie con características medicinales, sometidas a dos sistemas de riego: Microjet y cinta de goteo, en el sector de Huichahue IX región. Tesis para optar el título de ingeniero forestal. Universidad Católica de Temuco, Fac. Ciencia Agropecuaria y Forestal, Escuela de Ciencias Forestales. Chile. 52p.

PROFORFITH. 2000. Propagación de especies frutales tropicales. UNAH. CURLA. 131p.

SEPÚLVEDA, S. 2004. Efecto de diferentes dosis de AIB y fecha de recolección sobre la propagación de estacas semileñosas basales y apicales de olivo (*Olea europea* L.) de la variedad empeltre. Tesis Ing.

Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Universidad Católica de Temuco. Chile.

SOUDRE, M y Portal, E. 2007. Propagación vegetativa de estaquillas de tornillo (*Cedrelinga catenaeformis*) en cámaras de sub irrigación. Artículo Técnico. Sub-proyecto silvicultura de bolaina en plantaciones y sucesiones secundarias en Ucayali. Programa de Ecosistemas Terrestres (PET). IIAP. Pucallpa, Perú. 8 p.

SOUDRE, M; MESEN, F; DEL CASTILLO, D; GUERRA, H. 2008. Memoria del curso internacional: "Bases técnicas para la propagación vegetativa de árboles tropicales mediante enraizamiento de estaquillas". Proyecto PROVEFOR IIAP-FINCYT. Pucallpa, Perú. 104 p.

SOUDRE, M. 2010. Informe Técnico final del Proyecto Desarrollo Tecnológico Apropriado para la Propagación Vegetativa de Especies Maderables Valiosas en las regiones Loreto y Ucayali (PROVEFOR). Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP) y Fondo para la Innovación Ciencia y Tecnología (FINCYT). Convenio N°: 013-FINCYT-PIBAP, 2007. Pucallpa, Ucayali, Perú. Coordinación general. 85 p.

SOUDRE, M.; MUERAS, L.; LIMACHE, A.; GUERRA, H.; MESEN, F. y PERE, P. 2011. Propagación vegetativa de tornillo *cedrelinga cateniformis* (ducke) mediante enraizamiento de estacas juveniles en propagador de subirrigación. VOL. 20 N° 1-2 2011: 83 - 94 83 Folia Amazónica.

TAIZ, L; ZEIGER, E. 1996. Fisiología Vegetal. University Jaume. 3° Edición. 167 p.

ANEXOS

ANEXO 01

RESULTADOS DEL TRATAMIENTO 1 (Arena fina y 0 ppm de AIB)

Formato 2: Evaluación de las estaquillas en la cámara de subirrigación

Nombre del Evaluador (a):

Lugar de Evaluación:

Distrito: Callería

Provincia: Coronel portillo

Departamento: Ucayali

Fecha de Evaluación: 15/05/13

Fecha de Instalación: 01/04/13

Tipo de sustrato: Arena Fina

Número de Evaluación: 2°



Código	TRATAMIENTO 01 - REPETEICIÓN 01				TRATAMIENTO 01 - REPETEICIÓN 02				TRATAMIENTO 01 - REPETEICIÓN 03			
	Longitud de raíz	N° de raíces	N° de callos	Observaciones	Longitud de raíz	N° de raíces	N° de callos	Observaciones	Longitud de raíz	N° de raíces	N° de callos	Observaciones
1	---	---	No		---	---	No		---	---		Muerto
2	---	---		Muerto	---	---	No		---	---		Muerto
3	---	---		Muerto	---	---	No		---	---		Muerto
4	---	---	No		---	---	No		---	---		Muerto
5	---	---	No		---	---	No		---	---	No	
6	---	---	No		---	---	No		---	---	No	
7	---	---		Muerto	---	---	No		---	---		Muerto
8	---	---		Muerto	---	---	No		---	---		Muerto
9	---	---	No		---	---		Muerto	---	---	No	
10	---	---	No		---	---		Muerto	---	---	No	
11	---	---		Muerto	---	---		Muerto	---	---		Muerto
12	---	---	No		---	---		Muerto	---	---		Muerto
13	---	---	No		---	---		Muerto	---	---	No	
14	---	---		Muerto	---	---		Muerto	---	---	No	
15	---	---		Muerto	---	---		Muerto	---	---		Muerto
16	---	---	No		---	---	No		---	---	No	
17	---	---	No		---	---	No		---	---	No	
18	---	---	No		---	---	No		---	---		Muerto
19	---	---	No		---	---	No		---	---		Muerto
20	---	---	No		---	---		Muerto	---	---		Muerto
21	---	---		Muerto	---	---		Muerto	---	---	No	
22	---	---	No		---	---		Muerto	---	---	No	
23	---	---	No		---	---		Muerto	---	---		Muerto
24	---	---		Muerto	---	---		Muerto	---	---	No	
25	---	---	No		---	---		Muerto	---	---	No	
26	---	---		Muerto	---	---		Muerto	---	---		Muerto
27	---	---	No		---	---		Muerto	---	---	No	
28	---	---	No		---	---		Muerto	---	---		Muerto
29	---	---		Muerto	---	---		Muerto	---	---		Muerto
30	---	---	No		---	---		Muerto	---	---		Muerto

ANEXO 02

RESULTADOS DEL TRATAMIENTO 2 (Arena fina y 2000 ppm de AIB)

Formato 2: Evaluación de las estaquillas en la Cámara de subirrigación

Nombre del Evaluador (a):

Lugar de Evaluación:

Distrito: Calleria

Provincia: Coronel Portillo

Departamento: Ucayali

Fecha de Evaluación: 15/05/13

Departamento: Ucayali

Fecha de Instalación: 01/04/13

Tipo de sustrato: Arena Fina

Número de Evaluación: 2°

Código	TRATAMIENTO 02 - REPETEICIÓN 01				TRATAMIENTO 02 - REPETEICIÓN 02				TRATAMIENTO 02 - REPETEICIÓN 03			
	Longitud de raíz	N° de raíces	N° de callos	Observaciones	Longitud de raíz	N° de raíces	N° de callos	Observaciones	Longitud de raíz	N° de raíces	N° de callos	Observaciones
1	2	1	No		1	1	No		---	1	No	
2	---	0	Si		---	0	Si		2 / 2	2	No	
3	---	0	Si		---	0	Si		---	0	Si	
4	---	0	Si		---	0	Si		---	0	Si	
5	2 / 2	2	No		---	0	Si		---	0	Si	
6	---	0	Si		---	0	Si		---	0	Si	
7	---	0	Si		---	0	Si		1	1	No	
8	---	0	Si		1	1	No		1	1	No	
9	2	1	No		2	1	No		2	1	No	
10	---	0	Si		---	0	Si		---	0	Si	
11	---	0	Si		---	0	Si		---	0	Si	
12	---	0	Si		---	0	Si		---	0	Si	
13	---	0	No		---	0	Si		---	0	Si	
14	---	0	Si		---	0	Si		---	0	Si	
15	---	0	Si		---	0	Si		---	0	Si	
16	---	0	Si		---	0	Si		---	0	Si	
17	2.5 / 1	2	No		1 / 2	2	No		1	1	Si	
18	---	0	No		---	0	Si		---	0	Si	
19	---	0	Si		---	0	Si		---	0	Si	
20	---	0	Si		---	0	Si		---	0	Si	
21	---	0	Si		---	0	Si		---	0	Si	
22	---	0	No		---	0	Si		---	0	Si	
23	---	0	Si		---	0	Si		---	0	Si	
24	---	0	Si		---	0	Si		---	0	Si	
25	---	0	Si		---	0	Si		---	0	Si	
26	---	0	Si		---	0	Si		---	0	Si	
27	---	0	Si		---	0	Si		---	0	Si	
28	---	0	No		---	0	Si		---	0	Si	
29	2	1	Si		---	0	Si		---	0	Si	
30	2	1	No		---	0	Si		---	0	Si	

ANEXO 03

RESULTADOS DEL TRATAMIENTO 3 (Arena fina y 4000 ppm de AIB)

Formato 2: Evaluación de las estaquillas en la cámara de subirrigación

Nombre del Evaluador (a):

Lugar de Evaluación:

Distrito: Callería

Provincia: Coronel portillo

Departamento: Ucayali

Fecha de Evaluación: 15/05/13

Fecha de Instalación: 01/04/13

Tipo de sustrato: Arena Fina

Número de Evaluación: 2°

Código	TRATAMIENTO 03 - REPETEICIÓN 01				TRATAMIENTO 03 - REPETEICIÓN 02				TRATAMIENTO 03 - REPETEICIÓN 03			
	Longitud de raíz	N° de raíces	N° de callos	Observaciones	Longitud de raíz	N° de raíces	N° de callos	Observaciones	Longitud de raíz	N° de raíces	N° de callos	Observaciones
1	2 / 2	2	No		2 / 2	2	No		---	0	No	
2	2 / 2	2	No		2	1	No		2 / 2	2	No	
3	2	1	No		---	0	Si		2 / 2 / 2	3	No	
4	2	1	No		2 / 2	2	No		2	1	No	
5	2 / 2	2	No		---	0	Si		2 / 2	2	No	
6	2 / 2	2	No		---	0	Si		2 / 2	2	No	
7	2	1	No		2	1	No		---	0	Si	
8	2	1	No		---	0	Si		---	0	Si	
9	2	1	No		3 / 2	2	No		2	1	No	
10	2 / 2	2	No		3 / 3	2	No		---	0	No	
11	2 / 2	2	No		3 / 2	2	No		2	2	Si	
12	2	1	No		2	1	No		2	2	No	
13	---	0	Si		2	1	Si		2 / 2	2	No	
14	2	1	No		2 / 2	2	No		2 / 2	2	No	
15	2	1	No		2	1	No		2 / 2 / 2	3	No	
16	2 / 2	2	No		---	0	No		2 / 2	2	No	
17	2 / 2	2	No		2 / 2	2	No		2 / 2	2	No	
18	---	0	No		---	0	Si		2 / 2	2	No	
19	2 / 2	2	Si		2	1	No		2 / 2	2	No	
20	2	1	No		2 / 3	2	No		2	1	No	
21	---	0	Si		2 / 2 / 3	3	No		2 / 2	2	No	
22	---	0	Si		---	0	Si		2 / 2	2	No	
23	2	1	No		---	0	Si		2 / 2	2	Si	
24	2	1	No		---	0	No		---	0	No	
25	2 / 2	2	No		2	1	Si		2 / 2	2	No	
26	2 / 2	2	No		2	1	No		2 / 2	2	No	
27	---	0	Si		---	0	Si		2 / 2	2	No	
28	---	0	Si		---	0	Si		2 / 2 / 2	3	Si	
29	2	1	No		2	1	Si		---	0	No	
30	2	1	No		2 / 2	2	No		2 / 2	2	No	

ANEXO 04

RESULTADOS DEL TRATAMIENTO 4 (Arena fina y 6000 ppm de AIB)

FORMATO 2: Evaluación de las estaquillas en la cámara de subirrigación

Nombre del Evaluador (a):

Lugar de Evaluación:

Distrito: Calleria

Provincia: Coronel Portillo

Departamento: Ucayali

Fecha de Evaluación: 15/05/13

Fecha de Instalación: 01/04/13

Tipo de sustrato: Arena Fina

Número de Evaluación: 2°

Código	TRATAMIENTO 04 - REPETEICIÓN 01				TRATAMIENTO 04 - REPETEICIÓN 02				TRATAMIENTO 04 - REPETEICIÓN 03			
	Longitud de raíz	N° de raíces	N° de callos	Observaciones	Longitud de raíz	N° de raíces	N° de callos	Observaciones	Longitud de raíz	N° de raíces	N° de callos	Observaciones
1	2	1	No		2 / 2	2	No		---	0	No	Muerto
2	2 / 2	2	No		2 / 2	2	No		---	0	No	Muerto
3	2 / 2	2	No		---	0	No	Muerto	---	0	No	Muerto
4	2 / 2 / 3	3	No		---	0	No	Negro Muerto	2 / 2	2	No	
5	2 / 2	2	No		---	0	No	Muerto	1	1	No	
6	---	0	No	Negro muerto	---	0	No	Muerto	1	1	No	
7	2 / 2	2	No		---	0	No	Muerto	2 / 2	2	No	
8	2 / 2	2	No		2 / 2	2	No		---	0	No	Muerto
9	2 / 2	2	No		1	1	No		---	0	No	Muerto
10	2 / 2 / 3	3	No		2 / 2	2	No		1	1	No	
11	2 / 2	2	No		2 / 2	2	No		---	0	No	
12	2 / 2	2	No		---	0	No	Muerto	---	0	No	Muerto
13	---	0	No	Negro muerto	2	1	No		2 / 2	2	No	
14	---	0	No	Negro muerto	2 / 2	2	No		2	1	No	
15	2 / 2	2	No		2 / 2 / 3	3	No		---	0	No	Muerto
16	1	1	No		2 / 2	2	No		1	1	No	
17	---	0	No	Negro muerto	2 / 2	2	No		---	0	No	
18	2	1	No		2 / 2	2	No		1	1	No	
19	2 / 2	2	No		---	0	No	Muerto	---	0	No	Muerto
20	---	0	No	Negro muerto	---	0	No	Muerto	2 / 3	2	No	
21	---	0	No	Negro muerto	2	1	No		---	0	No	Muerto
22	---	0	No	Negro muerto	2 / 2	2	No		1	1	No	
23	---	0	No	Negro muerto	2 / 2	2	No		---	0	No	Muerto
24	2	1	No		---	0	No	Muerto	2	1	No	
25	---	0	No	Negro muerto	2 / 2	2	No		2 / 2	2	No	
26	1	1	No		---	0	No	Muerto	2 / 2	2	No	
27	2 / 2	2	No		2	1	No		1	1	No	
28	2 / 2	2	No		---	0	No	Muerto	2 / 2	2	No	
29	2 / 2	2	No		2	1	No		2 / 2	2	No	
30	2 / 2	2	No		2	1	No		1	1	No	

ANEXO 05

RESULTADOS DEL TRATAMIENTO 5 (Arena gruesa y 0 ppm de AIB)

Formato 2: Evaluación de las estaquillas en la Cámara de subirrigación

Nombre del Evaluador (a):

Lugar de Evaluación:

Distrito: Calleria

Provincia: Coronel Portillo

Departamento: Ucayali

Fecha de Evaluación: 15/05/13

Fecha de Instalación: 01/04/13

Tipo de sustrato: Arena Gruesa

Número de Evaluación: 2°

Código	TRATAMIENTO 05 - REPETEICIÓN 01				TRATAMIENTO 05 - REPETEICIÓN 02				TRATAMIENTO 05 - REPETEICIÓN 03			
	Longitud de raíz	N° de raíces	N° de callos	Observaciones	Longitud de raíz	N° de raíces	N° de callos	Observaciones	Longitud de raíz	N° de raíces	N° de callos	Observaciones
1	---	---	No	---	---	---	No	Muerto	---	---	No	Muerto
2	---	---	No	Muerto	---	---	No	---	---	---	No	Muerto
3	---	---	No	---	---	---	No	Muerto	---	---	No	---
4	---	---	No	Muerto	---	---	No	---	---	---	No	Muerto
5	---	---	No	---	---	---	No	---	---	---	No	---
6	---	---	No	---	---	---	No	---	---	---	No	---
7	---	---	No	Muerto	---	---	No	Muerto	---	---	No	Muerto
8	---	---	No	---	---	---	No	---	---	---	No	Muerto
9	---	---	No	Muerto	---	---	No	Muerto	---	---	No	---
10	---	---	No	---	---	---	No	---	---	---	No	---
11	---	---	No	Muerto	---	---	No	Muerto	---	---	No	---
12	---	---	No	---	---	---	No	---	---	---	No	Muerto
13	---	---	No	Muerto	---	---	No	Muerto	---	---	No	---
14	---	---	No	---	---	---	No	---	---	---	No	Muerto
15	---	---	No	---	---	---	No	---	---	---	No	---
16	---	---	No	Muerto	---	---	No	Muerto	---	---	No	---
17	---	---	No	---	---	---	No	---	---	---	No	---
18	---	---	No	Muerto	---	---	No	Muerto	---	---	No	---
19	---	---	No	---	---	---	No	---	---	---	No	---
20	---	---	No	---	---	---	No	---	---	---	No	Muerto
21	---	---	No	Muerto	---	---	No	Muerto	---	---	No	Muerto
22	---	---	No	---	---	---	No	---	---	---	No	Muerto
23	---	---	No	---	---	---	No	---	---	---	No	Muerto
24	---	---	No	Muerto	---	---	No	Muerto	---	---	No	Muerto
25	---	---	No	---	---	---	No	---	---	---	No	---
26	---	---	No	---	---	---	No	---	---	---	No	---
27	---	---	No	Muerto	---	---	No	Muerto	---	---	No	---
28	---	---	No	---	---	---	No	---	---	---	No	Muerto
29	---	---	No	---	---	---	No	---	---	---	No	---
30	---	---	No	Muerto	---	---	No	Muerto	---	---	No	Muerto

ANEXO 06

RESULTADOS DEL TRATAMIENTO 6 (Arena gruesa y 2000 ppm de AIB)

Formato 2: Evaluación de las estaquillas en la Cámara de subirrigación

Nombre del Evaluador (a):

Lugar de Evaluación:

Distrito: Calleria

Provincia: Coronel Portillo

Departamento: Ucayali

Fecha de Evaluación: 15/05/13

Fecha de Instalación: 01/04/13

Tipo de sustrato: Arena Gruesa

Número de Evaluación: 2°

Código	TRATAMIENTO 06 - REPETEICIÓN 01				TRATAMIENTO 06 - REPETEICIÓN 02				TRATAMIENTO 06 - REPETEICIÓN 03			
	Longitud de raíz	N° de raíces	N° de callos	Observaciones	Longitud de raíz	N° de raíces	N° de callos	Observaciones	Longitud de raíz	N° de raíces	N° de callos	Observaciones
1	3 / 2	2	No		2 / 2	2	No		3 / 3	2	No	
2	3 / 2 / 1	3	No		2 / 2	2	No		3 / 3	2	No	
3	3 / 2 / 2 / 2	4	No		2 / 2 / 2	3	No		2	1	No	
4	3 / 3	2	No		2 / 2	2	No		2 / 2 / 2	3	No	
5	---	0	Si		2	1	No		2 / 2	2	No	
6	3	1	No		---	0	Si		2	1	No	
7	3 / 3 / 4	3	No		---	0	Si		3 / 3 / 3	3	No	
8	2 / 2	2	No		---	0	Si		3	1	No	
9	3 / 3 / 3 / 4	4	No		3 / 3 / 3	3	No		---	0	Si	Callo
10	3 / 2 / 2	3	No		4 / 3 / 2 / 2	4	No		---	0	Si	Callo
11	2	2	No		3 / 3 / 3	3	No		2	1	No	
12	3	1	No		3 / 3 / 2	3	No		2 / 2	2	No	
13	3 / 3 / 3	3	No		2 / 2	2	No		2 / 2	2	No	
14	3 / 2	2	No		4 / 3 / 3 / 3	4	No		2 / 2	2	No	
15	3	1	No		2 / 2	2	No		3 / 3 / 2	3	No	
16	---	0	Si		4 / 4 / 3	3	No		3 / 3 / 4	3	No	
17	---	0	Si		4 / 4 / 3 / 3	4	No		3 / 2 / 2 / 2	4	No	
18	3 / 3 / 2 / 1	4	No		3 / 3 / 3	3	No		---	0	Si	Callo
19	---	0	Si		2 / 3	2	No		---	0	Si	Callo
20	3 / 3 / 3 / 2 / 2	5	No		3	1	No		2	1	No	
21	3	1	No		---	0	Si		---	0	Si	Callo
22	2 / 3	2	No		3	1	No		4 / 3 / 2 / 2	4	No	
23	2 / 3	2	No		3 / 3 / 2 / 0	4	No		3 / 3 / 3 / 2 / 4	5	No	
24	3 / 3 / 3	3	No		---	0	Si		3 / 3 / 2	3	No	
25	3 / 3 / 2 / 2 / 2	5	No		---	0	Si		3 / 3 / 3	3	No	
26	2 / 1 / 3 / 3 / 2 / 2	6	No		---	0	Si		3 / 3 / 3	3	No	
27	---	0	Si		---	0	Si		2 / 2	2	No	
28	3 / 3 / 3	3	No		3 / 3 / 2	3	No		2 / 2	2	No	
29	3 / 3	2	No		4 / 3 / 2	3	No		2 / 2	2	No	
30	3 / 3 / 3	3	No		2 / 2 / 3 / 4	4	No		2 / 2	2	No	

ANEXO 07

RESULTADOS DEL TRATAMIENTO 7 (Arena gruesa y 4000 ppm de AIB)

Formato 2: Evaluación de las estaquillas en la Cámara de subirrigación

Nombre del Evaluador (a):

Lugar de Evaluación:

Distrito: Calleria

Provincia: Coronel Portillo

Departamento: Ucayali

Fecha de Evaluación: 15/05/13

Fecha de Instalación: 01/04/13

Tipo de sustrato: Arena Gruesa

Número de Evaluación: 2°

Código	TRATAMIENTO 07 - REPETEICIÓN 01				TRATAMIENTO 07 - REPETEICIÓN 02				TRATAMIENTO 07 - REPETEICIÓN 03			
	Longitud de raíz	N° de raíces	N° de callos	Observaciones	Longitud de raíz	N° de raíces	N° de callos	Observaciones	Longitud de raíz	N° de raíces	N° de callos	Observaciones
1	6/6/7/5	4	No		5/6/7/4	4	No		5/6/7/4/3	5	No	
2	5/5/7/6	4	No		5/3/4/6/4	5	No		5/6/6	3	No	
3	5/6/6	3	No		5/5/3	3	No		5/5	2	No	
4	5/6/6/6/4	5	No		4/4/5	3	No		5/7/7/8	4	No	
5	4/4/4/5	4	No		5/5/5/4/3	5	No		3/3/4	3	No	
6	4/4/5/6	4	No		6/5/4/2/3	5	No		3/4	2	No	
7	4/4/4	3	No		4/4/4/2/4	5	No		5	1	No	
8	6/6/5	3	No		5/6/5/4	4	No		5/6/8	3	No	
9	6/7/3/9	4	No		2/4/6/3	4	No		5/5	2	No	
10	6/7/7/4	4	No		5/6/7/5/6	5	No		6/6/7	3	No	
11	4/4/4/4	4	No		5/6/6/6/4/5	6	No		5/3/4/3	4	No	
12	3/5/5	3	No		5/6/7/7/7	5	No		5/5/4	3	No	
13	5/6/7/4/4	5	No		5/5/5/4	4	No		3/3/3	3	No	
14	6/6/6/5/4	5	No		4/4/4/3	4	No		6/5	2	No	
15	6	1	No		3/4/6	3	No		6	1	No	
16	6/6/6/5	4	No		5/6/4/3/2	5	No		5	1	No	
17	5/5/4/3	4	No		6/5/4/3/3	5	No		3/3	2	No	
18	6/6/6/6	4	No		6/6/4/3/2	5	No		3/3/4	3	No	
19	6/7/7/6	4	No		6/2/4/3	4	No		---	0	No	
20	9/5	2	No		5/6/3	3	No		5	1	No	
21	6/6/6/4/4	5	No		6/5/6	3	No		4/4/3/2	4	No	
22	5/5/6/5/4	5	No		6/6/6	3	No		5/6/4	3	No	
23	5/6/6/4/5	5	No		4/3/2/2	4	No		6/6/7	3	No	
24	4	1	No		5/3/3/3/4	5	No		5/6/3/3/2	5	No	
25	6/6/5/5/4/4	6	No		5/5/5/6/7	5	No		5/5/6/6/7	5	No	
26	6/5	2	No		5/5/4/4/4	5	No		2/4	2	No	
27	6/6/4	3	No		4/5/6/6	4	No		4/6/6/6	4	No	
28	4/4/4/3	4	No		3/3/4	3	No		3/6/5	3	No	
29	5/4/4/3/6	5	No		4/4/4/6	4	No		3/3/4	3	No	
30	6/6/7/7/4	5	No		5/5/3/3/4	5	No		3/3/4	3	No	

ANEXO 08

RESULTADOS DEL TRATAMIENTO 8 (Arena gruesa y 6000 ppm de AIB)

Formato 2: Evaluación de las estaquillas en la Cámara de Subirrigación

Nombre del Evaluador (a):

Lugar de Evaluación:

Distrito: Calleria

Provincia: Coronel Portillo

Departamento: Ucayali

Fecha de Evaluación: 15/05/13

Fecha de Instalación: 01/04/13

Tipo de sustrato: Arena Gruesa

Número de Evaluación: 2°

Código	TRATAMIENTO 07 - REPETEICIÓN 01				TRATAMIENTO 07 - REPETEICIÓN 02				TRATAMIENTO 07 - REPETEICIÓN 03			
	Longitud de raíz	N° de raíces	N° de callos	Observaciones	Longitud de raíz	N° de raíces	N° de callos	Observaciones	Longitud de raíz	N° de raíces	N° de callos	Observaciones
1	6/6/4	3	No		5/5/5	3	No		6/6	2	No	
2	4/4/5/6	4	No		6/4/5	3	No		4/4/4	3	No	
3	5/6/4/3 /2	5	No		6/5	2	No		---	0	No	Muerto
4	3/6/6	3	No		4/5/5/5	4	No		5/5/5	3	No	
5	4/5	2	No		3/3/6	3	No		4/5/4/4	4	No	
6	6	1	No		3/5	2	No		5/3/2	3	No	
7	---	0	No	Muerto	3/5	2	No		---	0	No	Muerto
8	5/3	2	No		6/5	2	No		---	0	No	Muerto
9	3/3/4	3	No		---	0	No	Muerto	---	0	No	Muerto
10	4/5/5/5	4	No		---	0	No	Muerto	4/5/6/4	4	No	
11	3/3/5	3	No		---	0	No	Muerto	3/5/4	3	No	
12	4/4/4/4 /3	5	No		---	0	No	Muerto	2/2	2	No	
13	---	0	No	Muerto	6/6/4	3	No		5	1	No	
14	6/6/5/4	4	No		---	0	No	Muerto	---	0	No	Muerto
15	5/6/4/5 /5	5	No		4/4	2	No		---	0	No	Muerto
16	---	0	No	Muerto	3/3/3	3	No		2/2	2	No	
17	---	0	No	Muerto	3/3/3	3	No		5	1	No	
18	4/4/6/6	4	No		6/5/4/4	4	No		---	0	No	Muerto
19	---	0	No	Muerto	3/5/6	3	No		6/4/5/4	4	No	
20	6/6/6	3	No		---	0	No	Muerto	4/4/4/4	4	No	
21	---	0	No	Muerto	5/5	2	No		3/2/2	3	No	
22	5/5/6/6 /4	5	No		---	0	No	Muerto	---	0	No	Muerto
23	---	0	No	Muerto	5/4	2	No		6	1	No	
24	4/4/4/5	4	No		4/5/4/6	4	No		---	0	No	Muerto
25	5/6/6/6	4	No		4/6/7/5	4	No		4/4	2	No	
26	3/6/6	3	No		---	0	No	Muerto	4/4	2	No	
27	5/5	2	No		---	0	No	Muerto	5	1	No	
28	---	0	No	Muerto	5/6/4/4 /5	5	No		3/3/3	3	No	
29	6/6	2	No		3/3/6	3	No		4/4	2	No	
30	4/6/5/5	4	No		---	0	No	Muerto	---	0	No	Muerto



Figura 11: Estacas juveniles de *Cedrelinga catenaeformis*, con 30cm² de área foliar y longitud de 8cm., instaladas con 4000ppm de AIB en arena gruesa, obtuvieron 100% de enraizamiento, 100% de sobrevivencia y 4,3cm. de longitud de raíces, luego de 45 días en propagador de subirrigación.



Figura 12: Estacas juveniles de *Cedrelinga catenaeformis*, con 30cm² de área foliar y longitud de 8cm., instaladas con 4000ppm de AIB en arena fina, obtuvieron 74.4% de enraizamiento, 100% de sobrevivencia y 2,1cm. de longitud de raíces, luego de 45 días en propagador de sub irrigación.

