

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



**PROPAGACIÓN VEGETATIVA DEL CEDRO (*Cedrela odorata L.*)
MEDIANTE EL ENRAIZAMIENTO DE MINI ESTACAS JUVENILES
EN CÁMARAS DE SUB IRRIGACIÓN, EN JENARO HERRERA
(LORETO) AMAZONIA PERUANA**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL

DAVID SIFUENTES YEPES

LIMA – PERÚ

2021

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación
(Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

**PROPAGACIÓN VEGETATIVA DEL CEDRO (*Cedrela odorata L.*)
MEDIANTE EL ENRAIZAMIENTO DE MINI ESTACAS JUVENILES
EN CÁMARAS DE SUB IRRIGACIÓN, EN JENARO HERRERA
(LORETO) AMAZONIA PERUANA**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL

DAVID SIFUENTES YEPES

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

.....
Mg. Sc. Víctor Barrena Arroyo
Presidente

.....
Ing. Fernando Bulnes Soriano
Miembro

.....
Mg. Sc. Ethel Rubín de Celis
Miembro

.....
Ing. Ignacio Lombardi Indacochea
asesor

DEDICATORIA

A mí siempre recordada y amada madre, que en paz descanse Flor Yepes, a mí querido padre Luis Sifuentes, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona íntegra y por su interminable amor brindada en mi vida.

A mis hermanos Pedrito y Florcita por haberme apoyado en todo momento de mi vida profesional y personal.

A Pilar por la paciencia y amor. A mis hijos Joaquín y Camila por ser mi motivación constante.

En memoria a mi madre Flor, mis abuelitos Eulalia, Fernando, Natalia y Pedro.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mis padres Flor y Lucho, por ser mis guías y motivación en mi vida, pilares fundamentales en mi vida, sin ellos, jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar en esta vida.

A toda mi familia por todos los consejos y motivación que me sirvieron para cumplir mis metas.

A mi tío Fico por el apoyo en la fase experimental de campo durante el desarrollo de la investigación y apoyo incondicional.

A mi patrocinador el Ing. Ignacio Lombardi por el asesoramiento y consejos para lograr los objetivos de la investigación.

A Ángela Carpio por el apoyo en el diseño experimental y procesamiento estadístico.

Al Instituto de investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP)- PROBOSQUES, por brindar los materiales, insumos, equipos y ambiente de trabajo.

Al proyecto” Desarrollo Tecnológico Apropriado para la propagación Vegetativa de especies maderables” (PROVEFOR) por el financiamiento de esta investigación.

A todos los trabajadores del Centro de Investigaciones de la Amazonía Peruana (CIJH) por su apoyo logístico durante la fase de campo, en especial al Ing. Jack Chung Gutiérrez y Sr. Javier Souza Padilla.

A mis profesores de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNALM, por ser aquellos que marcaron cada etapa de mi camino universitario, y que me ayudaron en dudas presentadas en la elaboración de la tesis.

A mis colegas y amigos forestales por todos los momentos compartidos en las salidas de campo.

ÍNDICE GENERAL

<i>DEDICATORIA</i>	iv
<i>AGRADECIMIENTOS</i>	v
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2. Características Generales De La Especie En Estudio	4
2.1 Taxonomía.....	4
2.2 Semilleros.....	5
2.3 Fenología.....	5
2.4 Generalidades de la Propagación Asexual O Vegetativa	5
2.5 Propagación Vegetativa Mediante Estacas Juveniles	7
2.6 Sustratos y sus Características	8
2.6.1 Generalidades De Sustratos	8
2.6.2 Sustrato Arena Gruesa	9
2.7 Sustrato Cascarilla De Arroz Carbonizada	10
2.8 Dosis de Fitohormonas y sus Efectos	11
2.9 Ventajas de Utilizar	12
2.10 Características Del Propagador De Sub Irrigación.....	12
2.11 Experiencia de Ensayos de Propagación Vegetativa con Especies Forestales	13
2.12 Área Foliar	16
2.13 Diseños Experimentales	16
2.14 Conceptos Básicos	17
2.15 Diseño de Parcela Dividida (SPLIT PLOT)	18
2.16 Análisis de Comparación Múltiple De Medias.....	21

2.17	Transformación De Datos	22
III.	METODOLOGÍA	24
3.1	Lugar de Ejecución	24
3.2	Materiales y Equipos	25
3.3	Métodos	25
3.3.1	Tipo y Nivel De Investigación	25
3.4	Población y Muestra	25
3.5	Diseño Estadístico	25
3.6	Análisis estadístico	27
3.7	Características de Cámara de Sub Irrigación	28
3.8	Procedimiento	29
3.8.1	Del Material Vegetativo	29
3.8.2	De los Sustratos	30
3.8.3	Arena Gruesa.....	32
3.8.4	Del Ácido Indoll 3 Butírico.....	33
3.8.5	De La Cámara De Sub Irrigación	33
3.8.6	Del Ambiente de Aclimatación.....	35
3.8.7	Instalación De Ensayos	36
3.8.8	Evaluaciones	40
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
4.1	Influencia de interacción sustratos y dosis hormonal de AIB en la formación de raíces y sobrevivencia de mini estacas juveniles de cedro.	43
4.2	Influencia de los sustratos en la formación de raíces y sobrevivencia de mini estacas juveniles de cedro.....	45
4.4	Sobrevivencia de mini estacas juveniles enraizadas en ambiente de aclimatación luego de treinta días.	48
V.	CONCLUSIONES	50
VI.	RECOMENDACIONES	51

VII.	BIBLIOGRAFÍA	52
VIII.	ANEXOS	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Granulometría de la arena gruesa (Juárez y Rodríguez, 2005).....	10
Tabla 2: Cuadro de análisis de variancia para un diseño de parcelas divididas conducido como diseño completamente al azar.	20
Tabla 3: Descripción de tratamientos del ensayo de enraizamiento y sobrevivencia de mini estacas juveniles de cedro.	26
Tabla 4: Fuentes de variación y grados de libertad para enraizamiento y sobrevivencia (Anexo 2 y 3).....	28
Tabla 5: Porcentaje de formación de raíces por tratamiento de las mini estacas juveniles de cedro.....	43
Tabla 6: Porcentaje de formación de raíces por dosis AIB de las mini estacas juveniles de cedro.....	47
Tabla 7: Porcentaje de sobrevivencia luego de treinta días del enraizamiento de las mini estacas juveniles de cedro	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Rama terminal de la Cedrela odorata I (Reynel, 2003)	4
Figura 2: Fitohormona AIB en polvo.....	11
Figura 3: Diseño de cámara de Sub Irrigación (Leakey, 1990).....	13
Figura 4: Mapa del Centro de Investigaciones Jenaro Herrera.	24
Figura 5: Diseño Experimental de Parcelas divididas DCA.....	26
Figura 6: Plantones de cedro en vivero forestal del CIJH	29
Figura 7: Inducción de brotes de plantones de cedro	30
Figura 8: Proceso de carbonización de sustrato cascarilla.....	31
Figura 9: Cascarilla de arroz carbonizada	31
Figura 10: El sustrato arena gruesa fue almacenado en sacos para su desinfectarían.	32
Figura 11: Hervido a presión (vapor de agua) de sustrato arena gruesa.	32
Figura 12: Ambiente de propagación vegetativa en vivero forestal del CIJH.	33
Figura 13: Cámaras de sub irrigación utilizada para el ensayo de propagación.	34
Figura 14: Distribución de tratamientos en cámara de sustrato de arroz carbonizada.....	34
Figura 15: Distribución de tratamientos en cámara de sustrato de arena gruesa	35
Figura 16: Ambiente de aclimatación de mini estacas juveniles enraizadas	35
Figura 17: Dimensionamiento de mini estacas juveniles de cedro, longitud 3cm.	36
Figura 18: Desinfección de material vegetativo en solución oxiclóruo de cobre.	37
Figura 19: Oreado de material vegetativo por un periodo de 15 a 20 minutos.	37
Figura 20: Aplicación de fitohormonas en parte basal de mini estacas juveniles.....	38
Figura 21: Distribución de mini estacas juveniles, según tratamiento en cámaras de sub irrigación.....	39
Figura 22: Repique de mini estacas juveniles en tubetes.	40
Figura 23: Flujograma de enraizamiento de mini estacas juveniles de cedro.	42
Figura 24: Flujograma de preparación de sustratos: cascarilla arroz carbonizada y arena gruesa	42
Figura 25: Porcentaje de sobrevivencia de mini estacas juveniles de cedro por tratamiento	44
Figura 26: Porcentaje de formación de raíces para la variable sustrato de las mini estacas juveniles de cedro.....	45
Figura 27: Porcentaje de sobrevivencia de mini estacas juveniles por tipo de sustrato.	46
Figura 28: Porcentaje de sobrevivencia de mini estacas juveniles de cedro por dosis AIB	48

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Distribución Espacial de Tratamientos en Cámaras de Sub Irrigación	62
Anexo 2: Análisis de Variancia (ANVA) para el Enraizamiento de Mini Estacas de Cedro	63
Anexo 3: Análisis de variancia (ANVA) para la sobrevivencia de mini estacas de cedro..	64
Anexo 4: Tabla de rangos studentizados	65
Anexo 5: Tablas de prueba Tukey	66
Anexo 6: Procesamiento estadístico para enraizamiento.....	67
Anexo 7: Procesamiento Estadístico Para Sobrevivencia	71
Anexo 8: Tratamiento 1. Evaluación de enraizamiento y sobrevivencia	74
Anexo 9: Tratamiento 2. Evaluación de enraizamiento y sobrevivencia	78
Anexo 10: Tratamiento 3. Evaluación de enraizamiento y sobrevivencia	82
Anexo 11: Tratamiento 4. Evaluación de enraizamiento y sobrevivencia	87
Anexo 12: Tratamiento 5. Evaluación de enraizamiento y sobrevivencia	92
Anexo 13: Tratamiento 6. Evaluación de enraizamiento y sobrevivencia	97
Anexo 14: Tratamiento 7. Evaluación de enraizamiento y sobrevivencia	100
Anexo 15: Tratamiento 8. Evaluación de enraizamiento y sobrevivencia	106

RESUMEN

La investigación se desarrolló en el ambiente de propagación vegetativa, ubicado en el vivero Antonio Aróstegui, de la estación experimental del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), que se encuentra a 2,5 km al este del poblado de Jenaro Herrera (coordenadas geográficas 4°55' S, 73°44' E, con altitud de 125 m.s.n.m.), perteneciente al distrito de Jenaro Herrera, provincia de Requena, región de Loreto.

El objetivo general del primer ensayo fue contribuir al conocimiento de la propagación vegetativa del cedro (*Cedrela odorata L*) en cámaras de sub irrigación utilizando los sustratos arena gruesa, cascarilla de arroz carbonizada y cuatro dosis de ácido indol 3 butírico (AIB), así mismo, probar el comportamiento de las mini estacas juveniles de cedro sobre el enraizamiento y sobrevivencia, con la finalidad de encontrar la mejor combinación de hormona - sustrato, y la mayor influencia individual de sustratos y hormonas. En el segundo ensayo se probó la sobrevivencia de mini estacas juveniles enraizadas luego de un periodo de treinta días, con el objetivo de comprobar la sobrevivencia luego de su aclimatación.

De esta forma desarrollar una técnica eficiente para propagar vegetativamente el cedro y comprobar que la propagación vegetativa es una técnica alternativa para el manejo y conservación del cedro.

En el primer ensayo se empleó dos sustratos cuidadosamente desinfectados; arena gruesa, cascarilla de arroz carbonizada y cuatro dosis de ácido indol 3 butírico (AIB); 0ppm (testigo), 1000ppm, 3000ppm y 5000 ppm, como fitohormona enraizante; posteriormente en el segundo ensayo se realizó el seguimiento de las mini estacas juveniles enraizadas por un periodo de treinta días para determinar su sobrevivencia en el ambiente de aclimatación del vivero, usando como sustrato la cascarilla de arroz carbonizada.

La mejor combinación fue obtenida de la interacción del sustrato cascarilla de arroz carbonizada y la dosis 1000 ppm de ácido indol 3 butírico (AIB), obteniendo 82,9% en enraizamiento y 66,8% en sobrevivencia. El mejor sustrato fue la cascarilla de arroz carbonizada que alcanzó un 52,8 % en enraizamiento y 30,3% en sobrevivencia de mini

estacas juveniles. La mejor dosis fue 1000 ppm de AIB alcanzó 50,8 % en enraizamiento y 41,7% en sobrevivencia.

En la sobrevivencia en el segundo ensayo de las mini estacas juveniles enraizadas luego de un periodo de treinta días resulto como mejor combinación la interacción del sustrato cascarilla de arroz carbonizada y dosis 1000 ppm de ácido indol 3 butírico (AIB).

Finalmente, se comprobó que la mejor combinación fue el sustrato cascarilla de arroz carbonizada y 1000 ppm de ácido indol 3 butírico (AIB) obteniendo la mayor influencia sobre el enraizamiento y sobrevivencia en los dos ensayos.

Palabras claves: propagación vegetativa, mini estacas juveniles, sustrato, fitohormonas, enraizamiento, sobrevivencia.

ABSTRACT

This investigation was developed at the Antonio Arostegui vivarium installed within experimental station Jenaro Herrera which is located at the village of Jenaro Herrera, Loreto Region, Peru.

The main objective of the first essay was to investigate the vegetative propagation of cedar (*Cedrela odorata* L.) using two sub irrigation chambers. The first chamber contains a substratum of gross sand; this first space is then subdivided in four more spaces, then a dose of 0,1000,3000,5000 ppm of indol 3 butyric acid is added in each one as a phytohormone. At the same time, a second chamber with a charred rice husk substratum is installed considering the same division and adding the same concentration of indol 3 butyric acid separately.

Using this procedure, the objective was to assess the rotting and survival of cedar basal stems during three months in order to determinate the best combination of substrate and the hormone, and to determinate the main individual influence of substrates and hormone.

Once this essay is concluded, the second one begins by installing the surviving cedar basal stems in a radiation-controlled environment. This area was installed with a cover roof (raschel mesh) that retain about 50% of direct radiation over cedar basal stems. After thirty days of monitoring, the final rate of survival is then analyzed.

The best combination was the charred rice husk substratum with a dose of 1000 ppm of indol acid (IBA), obtaining 82.9% of rooting and 66.8% of survival. The best substratum was the charred rice husk that reached 52.8% of rooting and 30.3% of survival for cedar basal stems. The best dose was 1000 ppm of IBA, reaching 50.8% of rooting and 41.7% of survival.

In the second essay, the best rate of survival was identified in the cedar basal stems species that were planted on the charred rice husk substratum with a 1000 ppm dose of indol- 3- butyric acid (IBA) added.

The development of these essays search for an efficient and appropriate technique for the vegetative propagation of cedar and to analyzes vegetative propagation technique as a viable alternative for cedar conservation and its management.

Keywords: vegetative propagation, cedar basal stems, substratum, phytohormones, rooting, survival.

I. INTRODUCCIÓN

El cedro (*Cedrela odorata L*) es considerada una especie de alto valor por sus buenas características maderables, el alto trabajo y durabilidad, múltiples usos. Su amplitud es desde Centroamérica a la región Amazónica, hasta Bolivia, mayormente debajo de los 1600 msnm. Por lo tanto, nos exige a contribuir al conocimiento de la propagación vegetativa de la especie de cedro, buscando innovaciones para el desarrollo de métodos como alternativas de manejo y conservación de los bosques tropicales del Perú. La propagación vegetativa o asexual es una alternativa para la producción de semillas asexuales y establecimiento de plantaciones clonales con especies nativas de alto valor comercial. Los trabajos de propagación vegetativa del Cedro (*Cedrela odorata L*) son una buena opción para generar información en técnicas de propagación de esta especie para su conservación. La propagación vegetativa es un método de reproducción asexual que tiene por finalidad la producción de semilla vegetativa o asexual a través de mini estacas juveniles de brotes juveniles con el uso de cámara húmedas de sub-irrigación. Con este método se obtienen mayores ganancias genéticas y posibilita la réplica de los mejores individuos con combinaciones genéticas únicas, lo cual no es posible mediante el uso de semillas botánicas.

De acuerdo:

Esta técnica consiste en inducir al enraizamiento de estaquillas obtenidas de brotes juveniles de plántones, empleando hormonas enraizadas, sustratos y características de la estaquilla mediante el uso de cámaras de sub - irrigación, poniéndose a prueba distintos factores en estudio, que permitirán conocer el método apropiado para el enraizamiento.

El conocimiento de diferentes técnicas de propagación vegetativa de estacas juveniles en especies forestales tropicales, así como el adecuado manejo de estas es casi nulo, es necesario generar información que permita atenuar este vacío de conocimiento de estas técnicas. La propagación vegetativa del cedro (*Cedrela odorata L*) podría ser instrumento que aporte la

generación de mayores investigaciones y asimismo mayor información en este tema, a la vez conservar a las especies forestales de alto valor comercial que están en peligro de desaparición.

En la actualidad la (*Cedrela odorata L*) es una especie valiosa del Bosque Húmedo Tropical Peruano y se encuentra en el Apéndice III del CITES. El Perú en julio del 2006 emite el Decreto Supremo 043-2006-AG “Categorización de especies amenazadas de Flora Silvestre”, al cedro se le categorizo como una especie vulnerable. Esta situación, restringe el comercio de la madera de esta especie, y su aprovechamiento está condicionado a que no se comprometa la supervivencia de la especie valiosa. En tal sentido la propagación vegetativa es una alternativa viable, ya que ofrece muchas ventajas; es económica, rápida, simple, no requiere de técnicas especiales y permite obtener muchas nuevas plantas a partir de unas cuantas plantas madres en un espacio limitado, si se emplea correctamente y no demanda gran inversión económica; otra de las ventajas que ofrece esta técnica es que evita la dependencia de semillas botánicas (fenología). Asimismo, constituye una herramienta valiosa para la conservación de genotipos amenazados y en peligro de extinción; por ejemplo el caso caoba, cedro y palo rosa.

Finalmente, la propagación vegetativa en cámaras de sub irrigación se considera viable pues que disminuye el estrés hídrico, protege a las estacas de las fuertes variaciones ambientales externas, las estacas juveniles son usadas como fuentes semilleros puesto que se tiene mayor disponibilidad de material vegetativo y los sustratos son asépticos.

Los objetivos planteados para esta investigación fueron los siguientes:

General:

- Contribuir al conocimiento de la propagación vegetativa de la especie de cedro.

Específicos:

- Probar el comportamiento de mini estacas juveniles de cedro en la formación de raíces y sobrevivencia de estacas juveniles de cedro

- Probar la interacción de dos sustratos y cuatro dosis de ácido indol 3 butírico (AIB) para encontrar la mejor combinación.
- Probar la influencia los sustratos, arena gruesa y cascarilla de arroz carbonizada para en encontrar la que mejor se comporte con el cedro.
- Probarla influencia de las cuatro dosis (0ppm, 1000ppm, 3000ppm y 5000ppm) de hormonas de ácido indol 3 butírico (AIB) para asegurar la formación de raíces y sobrevivencia de estacas juveniles de cedro.
- Probar la sobrevivencia de mini estacas juveniles enraizadas luego de un periodo de treinta días.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2. Características Generales De La Especie En Estudio

2.1 Taxonomía

De acuerdo al autor, se hace referencia a que “La familia Meliácea se distribuye en América, África y Asia, reportándose en estos continentes alrededor de 50 géneros, con más de 1 000 especies” (Patiño, 1997).

En los neo trópicos se han identificado hasta la fecha ocho géneros: Cabralea, Carapa, Cedrela, Guarea, Ruegea, Schmardea, Swietenia, y Trichilia, siendo Swietenia y Cedrela los más importantes desde el punto de vista forestal.

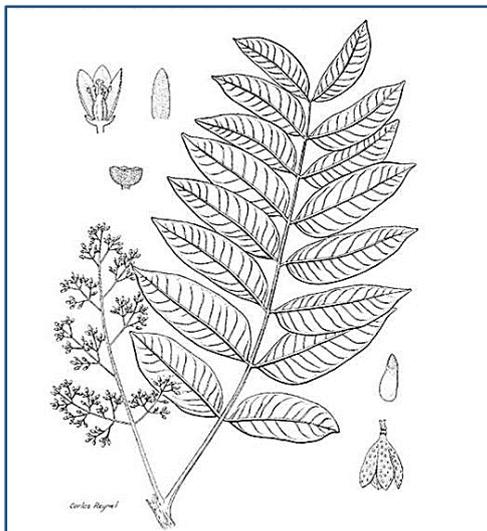


Figura 1: Rama terminal de la Cedrela odorata I (Reynel, 2003)

Fuente: Reynel, C., Pennington, R., Pennington, T., Flores, C. & Daza, A.

Cabe mencionar que “El cedro (*Cedrela odorata* L) presenta las mayores poblaciones concentradas bajo los 250 msnm y en todo el rango latitudinal de la Amazonía Peruana, en la vertiente oriental de los Andes. Excepcionalmente se ha colectado en Cajamarca hasta los 1 700 msnm”. (Resultados del plan de acción para *Dalbergia steve*, 2010).

2.2 Semilleros

“En la Estación Experimental Alexander Von Humboldt, se realizaron estudios fenológicos, para lo cual se seleccionaron árboles con características superiores” (Flores Bendezú Y. , 1998). “Los requisitos mínimos que deben reunir los árboles son: buena forma de fuste, no mostrar evidencias de plagas o enfermedades, buen patrón de ramificación y copa, abundante producción de semillas (se determinó después de las observaciones periódicas)”. (Instituto Nacional de Bosques -INAB, 2017);

Indican que, para la elección de árboles padres, se debe observar las características fenotípicas y otras cualidades dependientes de las especies individualmente y estudiar la producción de semillas por estos árboles.

Los frutos de *Cedrela odorata l* cuando están maduros, se abren desde arriba hacia abajo para liberar de 40 a 50 semillas aladas. El peso de las semillas es de alrededor del 8 al 10 por ciento del peso seco de la fruta. Un kilogramo contiene de 20 000 a 50 000 semillas. Las semillas tienen de 20 a 25 mm de largo incluyendo el ala y son dispersadas por el viento. (Cintrón, 1990).

2.3 Fenología

En el Bosque Nacional Alexander Von Humboldt se estudió el calendario de floración y semillación de 55 especies. Se obtuvieron los siguientes resultados para el cedro (*Cedrela odorata l*), siendo la floración en el mes de enero, la semillación entre febrero y Julio, la maduración en agosto y la diseminación entre Setiembre y octubre, siendo el ciclo de semillación cada dos años. (Instituto de Investigaciones de Amazonía Peruana, 2014).

2.4 Generalidades de la Propagación Asexual O Vegetativa

Es importante mencionar que; “La reproducción asexual puede ser; a) por medio de partes vegetativas, como tubérculos, estacas, rizomas, estolones o bulbos; y b) por medio de semillas no fertilizadas o apomixia.” (Malkum, 2015).

De acuerdo a la revisión teórica “Toda la progenie de una planta reproducida asexualmente es genéticamente igual, y constituye un clon. Todas las plantas que forman un clon son genéticamente iguales entre sí y con la planta madre” (Infoagro, 2015).

De la investigación sobre la propagación vegetativa se ha podido sustraer que; Más específicamente, es posible porque cada célula que compone la planta contiene la información genética necesaria para generar otro individuo de similares características al del original, denominado clon. Es probable que en algunos casos no se aprecien las características fenotípicas del individuo original, debido a que el nuevo individuo puede ser influenciado por la variación ambiental, pero si es claro que el nuevo individuo es genéticamente idéntico al original. (Cervantes , 2011).

La propagación vegetativa comprende división celular mitótica, vale decir que es aquella donde se produce una replicación del material genético (o del sistema cromosómico) y del citoplasma de la célula madre a las dos células hijas. Esta condición origina, posteriormente, crecimiento y diferenciación de tejidos somáticos. (Cervantes , 2011).

Así mismo se informa ue; “Luego las planta información genética de la planta madre, por lo que las características de la planta individual se mantienen a través del tiempo en la propagación asexual o vegetativa” (Hernández C. , 2015).

En función a la investigación sobre la evaluación del comportamiento de producción; “La mayoría de los programas de mejoramiento genético en los trópicos se han basado en la evaluación de especies y procedencias, seguida del establecimiento de ensayos de progenie y huertos semilleros con los mejores individuos” (Valenzuela, 2010).

En base a la investigación Acido Indol 3 Butirico con diferentes sustratos en la formación de callos y el enraizamiento en estaquillas de Aniba rosaeodora Ducke citando a (Gatica , 2015), se menciona que;

Sin embargo, actualmente se reconoce que la propagación vegetativa y la selección clonal ofrecen los medios para lograr mayores ganancias genéticas en el menor tiempo posible. Dentro de las ventajas significativas que ofrece la propagación vegetativa se destaca la

capacidad de explotar los componentes aditivos como los no aditivos de la varianza genética total, permitiendo ganancias genéticas importantes en periodos cortos. (Gatica , 2015).

La principal desventaja lo constituyen los altos costos de implementación y operación de los sistemas de propagación, es por esto que solo empresas con mucho capital han logrado los mejores avances en este campo mediante la implementación de sistemas caros y muy sofisticados de nebulización automática, algo que resulta totalmente inapropiado para trabajos de pequeña escala y mucho más si la finalidad es transferir la tecnología generada a pequeños productores y finqueros de la región. (Hernández C. , 2015)

2.5 Propagación Vegetativa Mediante Estacas Juveniles

Citando a (Gárate M. , 2010); manifiesta que la propagación por estacas juveniles consiste en cortar brotes, ramas o raíces de la planta, las cuales se colocan en una cama enraizadora, con el objetivo de lograr la emisión de raíces y brotación en la parte aérea, hasta obtener una nueva planta. También utilizando cualquier porción de una planta (raíz, tallo, hoja) que es separada de ésta y que es inducida para que forme raíces.

En la propagación vegetativa a través de estacas consiste en cortar parte de la planta madre, una porción de tallo, raíz u hoja, después esta porción se coloca en condiciones ambientales favorables y se induce a que forme raíces y tallos, obteniéndose con ello una planta nueva, independiente, que en la mayoría de los casos es idéntica a la planta madre. (Gárate M. , 2010) (Pág.35).

El método de propagación a través de estacas de tallo es el más importante (Cuculiza, 1956; Hartmann y Kester, 1996). Citado por el autor (Chung , 2010).

Las estaquillas son el medio más importante para la propagación de plantas herbáceas y leñosas en diversas especies. Es una técnica económica, rápida, simple, no requiere de técnicas especiales y permite obtener muchas nuevas plantas a partir de unas pocas plantas madres (previamente seleccionadas), en un espacio limitado. (Chung , 2010) (Pág. 42).

Sin embargo, es necesario “desarrollar estas técnicas para cada especie y región geográfica, a fin de adaptarlas para su empleo. la propagación de un árbol para establecimiento de

plantaciones clónales se distingue de la propagación con fines de producción de semillas”. (Cervantes , 2011).

En base a la literatura Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales de (Mesén F. , 1998).

En silvicultura clonal no interesa la producción de semilla, sino generar árboles de crecimiento normal, similares al árbol que les dio origen (ortet). Para esto la técnica más utilizada es la del enraizamiento de estaquillas succulentas, utilizando material fisiológicamente juvenil. (Mesen S. , 2008)

Las principales limitaciones prácticas de la silvicultura clonal, son la selección de árboles que se quiere propagar, estas se basan en ciertas características de importancia tales como la rectitud del fuste, volumen, hábito de ramificación, densidad de la madera, etc. Estas se expresan a edades adultas, cuando el árbol ha perdido su condición de juvenil; este problema se puede superar con la aplicación de técnicas para estimular la generación de brotes (realizar cortes, raspar la corteza o retirar un anillo de corteza son las más comunes), si esto no funciona talar el árbol para estimular la aparición de brotes es también una posibilidad, ya que estaremos seguros que el material permitirá obtener plantas idénticas a la progenitora (Mesén, 1998).

Esta información permite decidir por el empleo estaquillas en lugar de semilla botánica para desarrollar futuros programas de producción de plantas para reforestación.

2.6 Sustratos y sus Características

2.6.1 Generalidades De Sustratos

Citando a (Chung , 2010);

Son muchos y muy variados los sustratos que se pueden encontrar en la actualidad, esto debido a las combinaciones que realizan los investigadores con el fin de encontrar el medio propagativo ideal en las diferentes especies (Rosello et al., 2002).

En una investigación sobre sustratos para uso en viveros ecológicos, sostienen que el sustrato que utilicemos deberá cumplir la normativa en el sentido más estricto. Esto vendrá reflejado en un uso ecológicamente sostenible, es decir, debería estar compuesto de materiales renovables, con un ritmo de extracción que permita su perdurabilidad en espacio y tiempo, respetando el entorno donde están situados o aquel a donde van a llegar. Por supuesto, cuanto más cercana tengamos la fuente de origen del sustrato del vivero, menor será el impacto causado (Rosello et al., 2002).

(Sánchez , 2012) en su investigación sobre propagación de roble (*Tabebuia roseae*) menciona “que el sustrato en el que son colocadas las estacas influye en el suceso de enraizamiento”.

Este realiza la función de sustentar las estacas durante el periodo de enraizamiento, proporcionando humedad, es fuente de abono, el lugar de almacenamiento de fertilizantes y permite la aeración de sus bases.

Hay diversos medios y mezclas de éstos que se usan con el fin de hacer enraizar estacas. El enraizamiento de las estacas requiere un sustrato especial para tal fin, que dependerá principalmente de si se cuenta o no con un sistema de riego, y de si se desea que en el mismo medio de enraizamiento sea luego transferida la nueva plántula al sitio de plantación. Si no se tiene un sistema de riego automático - nebulizado, entonces deberá utilizarse un sustrato capaz de retener la humedad, entre otros, tierra con arena (50:50), tierra pura o con un 10% de granza de arroz, y los pellets o pastillas silvícola (Sánchez , 2012).

2.6.2 Sustrato Arena Gruesa

La arena gruesa está formada por pequeños granos de piedra, de alrededor de 0.05 a 2 mm de diámetro, dependiendo su composición mineral de la que tenga la roca madre. En propagación, generalmente, se emplea arena de cuarzo. De preferencia se debe fumigar o tratar con calor antes de usarla para esterilizarla. Virtualmente no contiene nutrientes minerales y no tiene capacidad amortiguadora (Buffer) o capacidad de intercambio catiónico. Casi siempre se usa en combinación con algún material orgánico. (Socay , 2017).

Tabla 1: Granulometría de la arena gruesa (Juárez y Rodríguez, 2005)

MATERIAL	CARACTERISTICAS	TAMAÑO
Piedra		mayor de 70 mm
Grava	Gruesa	30 a 70
	Media	5o 30
	Fina	2a5
Arena	Gruesa	1 a2
	Media	0.2 a 1
	Fina	0,1 a 0,2
Polvo	Grueso	0.05 a 0,1
	Fino	0.02 a 0,05
Limo	Grueso	0.006 a 0.05
	Fino	0.002 □ 0.006
Arcilla	Gruesa	0.0006 a 0,00?
	Fina	0.0002 a 0.00CG
Ullra-Arcilla	--	0.00002 a 0,0002

FUENTE: Juárez Badillo, E., & Rico Rodriguez, A.

2.7 Sustrato Cascarilla De Arroz Carbonizada

La cascarilla de arroz carbonizado se considera un buen sustrato para la germinación de semillas y enraizamiento de estacas con las siguientes características: permite la penetración y el intercambio de aire en la base de las raíces son firmes y suficientemente densa como para producir semillas o esquejes, tiene color y una sombra oscura en la base de la participación, es ligero y permeable que permita una buena aireación y drenaje, es un volumen constante es seco o húmedo, que esté libre de malezas, nematodos y patógenos, no requiere tratamiento químico para la esterilización, ya que era esterilizada con la carbonización (Gatica , 2015).

La cascarilla de arroz es un subproducto de la industria molinera, que resulta abundantemente en las zonas arroceras de muchos países y que ofrece buenas propiedades para ser usado como sustrato hidropónico. Entre sus principales propiedades físico-químicas tenemos que es un sustrato orgánico de baja tasa de descomposición, es liviano, de buen drenaje, buena aireación y su principal costo es el transporte. (Gatica , 2015).

La cascarilla de arroz carbonizada como sustrato presenta las siguientes características físicas y químicas: densidad seca de 150g/l; capacidad de retención de agua de 53.9 %;

capacidad de intercambio catiónico 5.5 meq/dl; pH en el agua de 7.4; contenido de sales solubles de 0.7 g/l; nitrógeno 0.7%; fósforo 0.2% y potasio 0.32%.

La cascarilla se considera un sustrato orgánico y reactivo por su pH entre 7.5 – 9.0, debido a los óxidos derivados del proceso de quemado, beneficia el incremento de la actividad macro y microbiológica de la tierra al mismo tiempo que estimula el desarrollo uniforme y abundante del sistema radical de las plantas. (Muñoz Razo C. , 2015).

2.8 Dosis de Fitohormonas y sus Efectos

Estas sustancias enraizadoras (fitohormonas) son las que frecuentemente se utilizan en jardinería y en trabajos con plantas del tipo ornamental, las personas entendidas a este campo sugieren emplearlas en material vegetativo leñoso y semi-leñoso. Se utilizan como estimuladores de crecimiento en estado líquido y para material vegetativo suculento (nuestro caso) usar productos comerciales en polvo. La presentación comercial de la hormona empleada en los ensayos fue hormona AIB pura en polvo. Las auxinas aplicadas en bajas cantidades, promueven y aceleran la formación de raíces en las estaquillas, las más comunes son el AIA (ácido indol acético), AIB (ácido indol butírico) y el ANA (ácido naftalenacético), ya sea solas o en mezclas. (Mesen, 1998).



Figura 2: Fitohormona AIB en polvo.

FUENTE: Sifuentes Yepes, D.

2.9 Ventajas de Utilizar

La mayoría de las investigaciones hechas en propagación vegetativa por estaquillas obtiene resultados significativos en el uso de estimuladores de enraizamiento (principalmente AIB) sobre la no aplicación de estas sustancias. (Mesen, 1998).

El AIB es una auxina químicamente similar al AIA que en la mayoría de las especies ha demostrado ser más efectiva que cualquier otra cosa y actualmente es la de mayor uso como sustancia promotora del enraizamiento, tiene la ventaja de no ser toxica en un amplio rango de concentraciones, no se degrada fácilmente por la luz o microorganismos y por ser insoluble en logra permanecer mayor tiempo en el sitio de aplicación. Por todo lo investigado resulta recomendable emplear el AIB como estimulador de enraizamiento para este ensayo, considerando el éxito que obtenido en anteriores investigaciones y por las características ventajosas que presenta respecto a otras sustancias. (Mesen, 1998).

Sobre la concentración optima, Mesen, 1998 nos dice que varía de acuerdo a la especie utilizada el tipo de material vegetativo, el sistema de propagación, el método de aplicación, etc. Esto se determinará para cada caso en particular con una simple prueba en la que se evalúe un rango amplio de concentraciones bajo un diseño experimental apropiado. Con base en toda esta información se probarán concentraciones de 0, 1000ppm, 3000 ppm y 5000 ppm de AIB como prueba para determinar las mejores concentraciones de la especie. (Patiño, 1997)

2.10 Características Del Propagador De Sub Irrigación

El propagador de sub irrigación a utilizar está basado en un diseño realizado por Howland 1975, modificado por Leakey y Longman 1988, con nuevas modificaciones realizadas a luz de las experiencias en el CATIE (Costa Rica) y algunos arreglos que se le realizaran para su adaptación a la zona de trabajo. Es una tecnología sencilla que ha sido probada con éxito en Centro América y África (Leakey, 1990), es barata fácil de adoptar, propone el uso de materiales disponibles localmente y puede usarse a pequeña o gran escala. (Souza, 1993).

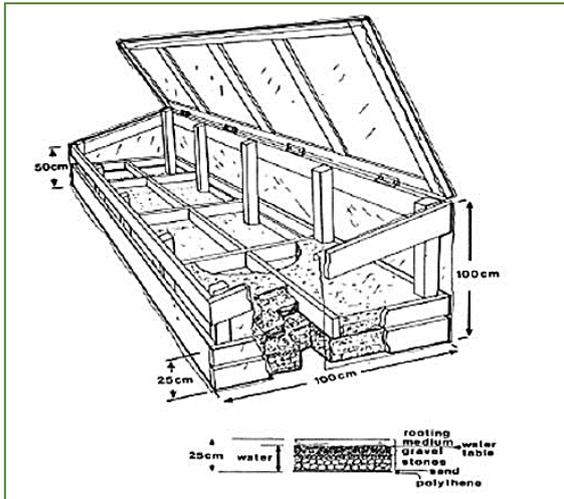


Figura 3: Diseño de cámara de Sub Irrigación (Leakey, 1990)

Fuente: Leakey Rrb

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

La efectividad del propagador de sub - irrigación parece radicar en su capacidad de minimizar el estrés hídrico, protegiendo a la estaca de las fuertes variaciones ambientales externas, experimentadas bajo condiciones normales en los trópicos (Mesén et al., 1998).

2.11 Experiencia de Ensayos de Propagación Vegetativa con Especies Forestales

La mayoría de las investigaciones hechas en propagación vegetativa por estaquillas se obtienen resultados significativos en el uso de estimuladores de enraizamiento

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

En trabajos realizados en el CATIE, la concentración de 0,2% de AIB obtuvo los mejores resultados en *A. acuminata*, *B. quinata*, *Cedrela Odorata* L, *E. deglupta*, *G. arborea* y *Swietenia macrophylla*. Con *Platymiscium pinnatum*, las dosis de 0,2% y 0,4% de AIB fueron las mejores cuando se utilizó grava o arena como sustratos, respectivamente. (Mesén, 1998).

Algunas especies respondieron mejores ante dosis mayores, por ejemplo, la *terminalia oblonga*, (0,8%), *C. alliodora* (0,8% - 1,6%) y *Hyeronimia alchorneoides* (1,6%), mientras que *A. guachapele* enraizó igualmente bien con concentraciones desde 0,05% hasta 0,4% de AIB. Contraria a todas las demás especies evaluadas, *V. guatemalensis* presentó mayores porcentajes de enraizamiento cuando no se aplicó axina, aunque el número de raíces producidas en las estacas aumento con dosis crecientes de AIB desde 0% hasta 0,8%; la concentración de 0,2% presento el mejor balance entre enraizamiento y calidad del sistema radical formado. Con estos resultados se puede tener una idea del tipo del rango de dosis que podrían ser evaluadas cuando se vaya iniciar la propagación de una especie nueva (Mesén, 1998).

Según Vásquez et al., 2006 en su investigación en Balso blanco (*Heliocarpus americanus* L. Sin.) se obtuvieron resultados de su experimento, que deduce que hubo una mejor respuesta en el enraizamiento de estacas del balso blanco (55 %) frente al 1 % obtenido por López y Osorio, 2003. Esta diferencia se explica porque se utilizaron estacas de árboles juveniles, de máximo un centímetro de diámetro y porque fueron estacas sub apicales, por eso se esperaba tengan mayor capacidad de enraizamiento (Leakey 1985 y Mesén 1998).

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

significativamente ($p < 0,05$), el resultado logrado por las estacas obtenidas de la porción apical del resultado logrado por las estacas provenientes de la porción media de las ramas madres. La menor madurez fisiológica por un lado y la mayor concentración de auxinas encontradas generalmente en las porciones apicales de ramas, explicarían el mayor porcentaje de enraizamiento logrado por las estacas provenientes de ese segmento (Hartman et al., 1990).

Polo y Beltrán, 2004 en su investigación sobre propagación de roble (*Tabebuia roseae*) citan que el sustrato en el que son colocadas las estacas influye en el suceso de enraizamiento (Gomes, 1987). Este realiza la función de sustentar las estacas durante el periodo de enraizamiento, proporcionando humedad, fuente de abono, lugar de almacenamiento de fertilizantes y permite la aeración de sus bases (Hartman y Kester, 1997).

Los estimuladores de enraizamiento más utilizados por los investigadores son ácido naftalenacético (ANA) y ácido indol butírico (AIB), también en algunos estudios se encontró referencias de otras sustancias estimuladoras del crecimiento de las raíces como bencilaminopurina (BAP). Jarmat et al., 2004 en su experimento probaron dosis de 2000, 3000 y 4000 ppm de ANA y BAP y AIB en enraizamiento de estaquillas de *Tabebuia rosea*, consiguiendo los mejores resultados con AIB en concentraciones de 2000 a 3000 ppm.

Doll et al., 2003 probaron también AIB en el enraizamiento de estaquillas de *Buddleja globosa* en concentraciones de 0, 500, 1000, 2000 y 3000 ppm, en este caso el mejor resultado lo registraron las concentraciones entre 1000 (83%) y 2000 (87,5%) ppm.

Pérez et al., 2002 en su investigación realizada en propagación por estaquillas de *Acacia horrida* ponen a prueba sustancias diferentes como agua de coco (25, 50 y 100%) y miel de abeja (5, 10 y 15 cm³/L) comparadas con dosis de auxina (AIB en concentraciones de 500 1000 y 1500 ppm), en este caso el mayor número de estacas enraizadas lo obtuvo la solución de agua de coco, seguido por el AIB y la miel de abeja.

Rivero et al., 2001 en su estudio sobre enraizamiento de estaquillas de *Malpighia glabra* utiliza ácido indol butírico (AIB) a concentraciones de 0, 750, 1500, 3000 y 4500 ppm, el mayor porcentaje de estacas enraizadas la obtuvo la concentración de 750 ppm de AIB con 48%.

El sustrato también tiene un efecto importante en el éxito del enraizamiento y debe ser considerado como parte integral de cualquier sistema de propagación. Un buen sustrato combina buena aireación con alta capacidad de retención de agua, buen drenaje y libre de agente contaminantes (Hartmann y Kester, 1983). Además, el sustrato no debe presentar obstáculos para el crecimiento de las raíces, debe tener la consistencia suficiente para mantener las estacas en su posición y ser de fácil adquisición en cualquier momento (Leakey y Mesén, 1991).

Se ha encontrado diferencias considerables en la capacidad de enraizamiento de diferentes especies con respecto al sustrato utilizado. Estudios realizados en el CATIE, han empleado sustratos fáciles de conseguir localmente, generalmente grava fina, arena, aserrín descompuesto y mezcla de estos materiales. Si bien algunas especies parecen ser más exigentes, otras enraízan bien en una gran variedad de sustratos. La *Swietenia macrophylla* enraizó en una mezcla de 3:1 de arena y grava (Díaz et al., 1991 y 1992; Leakey et al., 1990; Mesén et al., 1992; Mesén 1993; Núñez, 1997). El sustrato debe cambiarse cada 3 – 6 meses, para eliminar musgos y malezas que se van acumulando, y puede ser utilizado después de lavarlo bien (Mesén, 1998).

2.12 Área Foliar

Según lo indicado por Mesén, 1993 en su manual de propagación de especies forestales, indica que, “es imprescindible que la estacilla conserve parte de la hoja, ya que es la fuente de asimilados, auxinas y otras sustancias vitales para el enraizamiento”.

Sin embargo, la hoja también proporciona una amplia superficie de pérdida de agua por transpiración. Se recomienda que la hoja debe podarse a un tamaño tal que se logre el mejor balance entre las desventajas de la transpiración y la de la fotosíntesis. El área foliar óptima varía para cada especie y de acuerdo a la iluminación en el proceso de enraizamiento, de manera que no se puede dar una recomendación única. Para esta investigación de uso 100 % del área foliar.

2.13 Diseños Experimentales

De acuerdo al autor (Muñoz Razo C. , 2015);

La investigación experimental es un proceso científico, lógico, metódico y ordenado de procedimientos secuenciales para observar, en su campo natural de acción, el comportamiento de un fenómeno o problema específico. Consiste en la manipulación, rigurosamente controlada, de variables experimentales, no comprobadas o condicionadas (causa), con las que el investigador provoca determinadas situaciones (efecto). El propósito es identificar y describir las causas que producen las variables en el efecto y el comportamiento del fenómeno estudiado, en una situación específica o en un acontecimiento en particular. (Pág. 211).

Diseños experimentales: son experimentaciones en el medio ambiente donde se estudia un fenómeno, en condiciones normales y sin que exista ninguna manipulación controlada. (Pág. 215).

2.14 Conceptos Básicos

A continuación, Mendiburu, 2007 presenta los siguientes términos involucrados en la investigación:

Experimento: Un procedimiento que basado en el control de las condiciones permite verificar (apoyar, rechazar o modificar) una hipótesis.

Unidad Experimental: La unidad material del experimento al cual se aplica el experimento.

Tratamiento: La condición específica del experimento bajo del cual está sujeto la unidad experimental. Es una de las formas que, en cantidad y calidad, el factor a estudiar toma durante el experimento.

Testigo o (control): Es un tratamiento que se compara. Si a varios grupos de animales se les administran diferentes dosis de vitaminas, pero no a un grupo testigo, el análisis estadístico dará información acerca del aumento de peso, altura y precocidad de los animales que recibieron los animales comparados con los que no la recibieron.

Repetición: Cuando en un experimento se tiene un conjunto de tratamientos para poder estimar el error experimental, es necesario que dichos tratamientos aparezcan más de una vez en el experimento, para así aumentar la precisión de éste, controlar el error experimental y disminuir la desviación estándar de la media. Por tanto, repetición es el número de veces que un tratamiento aparece en el experimento (Badii et al., 2007g).

Diseño experimental: Es un esquema para realizar un experimento. Los objetivos de un diseño experimental son: (1) verificar si la diferencia entre los tratamientos es una diferencia verdadera o se debe a un proceso al azar, (2) establecer tendencias entre las variables.

Error experimental: Dos unidades experimentales en el mundo natural (seres vivos, conceptos sociales, psicológicos, etc.) nunca son exactamente (100%) lo mismos. Esta diferencia se debe a dos factores: a) elementos genéticos, y b) elementos ambientales. Aun cuando estas unidades sean dos hermanos gemelos siempre surge diferencia debido al factor ambiental. A esta diferencia innata que existe entre las unidades experimentales se le denominan el error experimental o la variabilidad desconocida.

2.15 Diseño de Parcela Dividida (SPLIT PLOT)

El diseño de parcelas divididas (split-plot) tiene su origen en aplicaciones en Agricultura, donde las parcelas grandes generalmente eran grandes áreas y las parcelas pequeñas áreas pequeñas dentro de las grandes, y a cada una de los dos tamaños de parcela le corresponde un tratamiento. Por ejemplo, ciertas variedades de cultivo se podían sembrar en áreas diferentes (parcelas grandes), una variedad en cada parcela. Luego cada área se divide en k parcelas pequeñas y cada una de estas puede ser tratada con un tipo de fertilizante diferente. (Ingeniaritza, 2011).

La variedad del cultivo es el tratamiento de la parcela grande y el fertilizante el de la parcela pequeña. En general, el diseño de parcelas divididas se utiliza cuando algunos factores requieren unidades experimentales grandes, mientras que otros factores las requieren más pequeñas. Alternativamente, algunas veces encontramos que la aleatorización completa no es factible porque es más difícil cambiar los niveles de algunos factores, por lo que los

factores difíciles van a las parcelas grandes, mientras que los fáciles van a las pequeñas. (Ingeniaritza, 2011).

Según (Ingeniaritza, 2011) en este diseño tenemos al menos dos factores: uno cuyos niveles se aleatorizan a las parcelas completas y otro cuyos niveles se aleatorizan a las sub parcelas. Las parcelas completas pueden estar ordenadas en forma completamente aleatoria (como en nuestro ejemplo), en forma de bloques completos, etc. El modelo para observaciones provenientes de un diseño en parcelas divididas con parcelas completas en un DCA es:

- **Modelo Aditivo Lineal**

$$Y_{ijk} = \mu_{..} + \alpha_i + e_{(\alpha)} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{(\beta)}$$

$$I = 1,2,\dots,a \quad j = 1,2,\dots,b \quad k = 1,2,\dots,r$$

Donde:

Y_{ijk} = Valor en el k bloque en la parcela i y la sub parcela j .

$\mu_{..}$ = Valor constante similar a la media de la población.

α_i = efecto del i -ésimo nivel del factor “A”.

$e_{(\alpha)}$ = Error experimental de parcelas grandes.

β_j = Efecto del j -ésimo nivel del factor “B”

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción del i -ésimo nivel del factor A con el bloque j -ésimo nivel del factor B.

$\varepsilon_{(\beta)}$ = Error experimental de sub parcelas.

- **Planteamiento de Hipótesis:**

Puede presentarse como:

$$H_o : \alpha_i = 0 \quad H_o : \beta_j = 0 \quad H_o : (\alpha\beta)_{ij} = 0$$

$$H_a : \alpha_i \neq 0 \quad H_a : \beta_j \neq 0 \quad H_a : (\alpha\beta)_{ij} \neq 0$$

Ó:

$$H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_i$$

H_1 : Al menos uno de los tratamientos tiene un efecto diferente de los demás

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_j$$

H_1 : Al menos uno de los subtratamientos tiene un efecto diferente de los demás

$$H_0: (\alpha \beta)_{11} = (\alpha \beta)_{12} = \dots = (\alpha \beta)_{ij}$$

H_1 : Al menos una interacción entre tratamiento y subtratamiento tiene un efecto diferente de los demás.

Donde el diseño Completamente al Azar con 2 factores en evaluación sería el siguiente:

$a2b2$	$a2b1$	$a1b1$	$a2b1$
$a1b1$	$a1b2$	$a3b1$	$a1b2$
$a3b1$	$a3b2$	$a2b2$	$a3b2$

Tabla del ANVA en un DCA: SACAR

Fuentes G.L.	G.L.	Relación Fc
A	$a-1$	$CM(A)/CM(error(a))$
Error(a)	$(a-1)(r-1)$	
B	$b-1$	$CM(B)/CM(error(b))$
AB	$(a-1)(b-1)$	$CM(AB)/CM(error(b))$
Error(b)	$a(b-1)(r-1)$	
Total	$abr-1$	

FUENTE: (Ingeniaritza, 2011)

Tabla 2: Cuadro de análisis de variancia para un diseño de parcelas divididas conducido como diseño completamente al azar.

F. de V.	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Prueba de F
A	$a-1$	$SC_A = \frac{\sum_{i=1}^a Y_{i..}^2}{br} - \frac{Y_{...}^2}{abr}$	$CM_A = \frac{SC_A}{(a-1)}$	$\frac{CM_A}{CM_{EE(A)}}$
E.E(A)	$(a-1)$	$SC_{EE(A)} = \frac{\sum_{i=1}^a \sum_{k=1}^n Y_{i.k}^2}{br} - \frac{\sum_{i=1}^a Y_{i..}^2}{ab} - \frac{\sum_{i=1}^n Y_{..k}^2}{br} + \frac{Y_{...}^2}{abr}$	$CM_{(EE_A)} = \frac{SC_{(EE_A)}}{a(r-1)}$	
B	$(b-1)$	$SC_B = \frac{\sum_{j=1}^b Y_{.j.}^2}{ar} - \frac{Y_{...}^2}{abr}$	$CM_B = \frac{SC_B}{(b-1)}$	$\frac{CM_B}{CM_{EE(B)}}$
(AB)	$(a-1)(b-1)$	$SC_{(AB)} = \frac{\sum_{i=1}^a \sum_{k=1}^b Y_{ij.}^2}{r} - \frac{\sum_{i=1}^a Y_{i..}^2}{br} - \frac{\sum_{i=1}^b Y_{.i.}^2}{ar} + \frac{Y_{...}^2}{abr}$	$CM_{AB} = \frac{SC_{AB}}{(a-1)(b-1)}$	$\frac{CM_{AB}}{CM_{EE(B)}}$
E.E(B)	$a(b-1)(r-1)$	$SC_{EE(B)} = SC_{TOTAL} - SC_{PARCELA} - SC_B - SC_{AB}$	$CM_{(EE_B)} = \frac{SC_{(EE_B)}}{a(b-1)(r-1)}$	
Total	$abr-1$	$SC_{TOTAL} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk}^2 - \frac{Y_{...}^2}{abr}$		

FUENTE: Mendiburu, 2007.

Dónde:

A: Factor principal o tratamiento aplicado a parcelas

B: Factor Secundario a subtratamiento aplicado a sub parcelas

a: Número de tratamientos

b: Número de sub tratamientos

r: Número de repeticiones

2.16 Análisis de Comparación Múltiple De Medias

En caso que el ANVA dé diferencias significativas entre los tratamientos se procede a investigar cuales de los tratamientos se diferencian, haciendo una prueba de comparación de medias. Esto en general es un Duncan o un Tukey, siendo Tukey más exigente, es decir, la probabilidad de detectar diferencias es menor que con Duncan, o expresado de otra manera: si con Tukey se demuestran diferencias, estas diferencias se pueden replicar con más seguridad en otras investigaciones, mientras que con Duncan esto no siempre se da. (Ingeniaritza, 2011).

Comparación de medias mediante Tukey en parcelas divididas:

En caso que la interacción de dos factores sea significativa, no tiene sentido comparar las medias de un factor, sin tener en cuenta el otro factor. Se comparan las medias de las combinaciones de los factores. Para poder comparar las medias del factor A, se comparan las medias de las combinaciones (AB) a igual nivel de B. (Ingeniaritza, 2011).

En caso, que las interacciones no dieran diferencias significativas, se hace la comparación de medias para los factores principales con las siguientes fórmulas:

a) Para el Factor A:

$$w = q_{\alpha}(k; GL_{error(a)}) \cdot \sqrt{\frac{E(a)}{n \cdot b}}$$

Siendo

$E(a) = CM_{error}(a)$

n= Número de repeticiones

b=Niveles del factor B

b) Para el Factor B:

$$w = q_{\alpha}(k; GL_{error(b)}) \cdot \sqrt{\frac{E(b)}{n \cdot a}}$$

Siendo

$$E(b) = CMerror(b)$$

n= Número de repeticiones

a=Niveles del factor A

En caso de interacciones significantes:

Para comparar diferentes niveles del factor B al mismo nivel del factor A:

$$w = q_{\alpha}(k; GL_{error(b)}) \cdot \frac{\sqrt{E(b)}}{n}$$

Siendo

$$E(b) = CMerror(b)$$

n= Número de repeticiones

Para comparar diferentes niveles de A al mismo o diferente nivel del factor B:

$$w = q_{\alpha}' \cdot \frac{\sqrt{(b-1) \cdot E(b) + E(a)}}{n \cdot b}$$

Siendo:

$$q_{\alpha}' = \frac{(b-1) \cdot E(b) \cdot q_b + E(a) \cdot q_a}{(b-1) \cdot E(b) + E(a)}$$

q(a) y q (b) léase de la tabla rangos studentizados (Anexo 6), siendo GL los grados de libertad del error a o b respectivamente. (Ingeniaritza, 2011).

2.17 Transformación De Datos

En caso que la condición para un análisis de varianza de distribución normal se dé, Se pueden transformar los datos para obtenerla y poder cumplir con las condiciones para el ANVA. Pero no siempre se encuentra una transformación adecuada, por lo que se debe recurrir a los análisis

no-paramétricos. Cuando se calcula el ANVA con datos transformados, todas las comparaciones deben hacerse con estos datos. Para la presentación se usan también los datos transformados, pero estos pueden ser re-transformados, siempre indicando esto en la tabla o gráfico. (Ingeniaritza, 2011).

Transformación angular o de arcoseno.

Cuando la variable se expresa en porcentajes y está dispersa en una escala de 0 a 100. Se usa para datos con distribución binomial. Cuando los % son menores del 20% o mayores del 80%, O, este en el intervalo entre 20 a 80 puede aplicar la raíz cuadrada.

La transformación es: $A = \arcsen. \sqrt{(y)/100}$.

III. METODOLOGÍA

3.1 Lugar de Ejecución

La investigación se realizó en los ambientes de propagación vegetativa y aclimatación del vivero forestal “Antonio Aróstegui” ubicado en el Centro de Investigaciones Jenaro Herrera (CIJH), en la temporada húmeda o de lluvias de los meses de enero a marzo.

El CIJH se encuentra a 2,5 km. al este del poblado de Jenaro Herrera (4°55' S, 73°44' E), perteneciente al distrito de Jenaro Herrera, provincia de Requena, región de Loreto. La temperatura anual es de 26,0 °C, con variaciones estacionales que se extienden entre 25,1 °C (julio) y 26,5 °C (diciembre). La precipitación anual es de 2724 ±171 mm.

Hay dos estaciones secas, la primera de junio a setiembre con precipitación de menos de 180 mm por mes y una segunda estación menos pronunciada seca entre diciembre y marzo. La humedad relativa promedio es de 85,9 %, con un valor menor (<el 85,5 %) entre los meses de julio a octubre; y un valor mayor (el 87,2 %) entre los meses de febrero y abril.

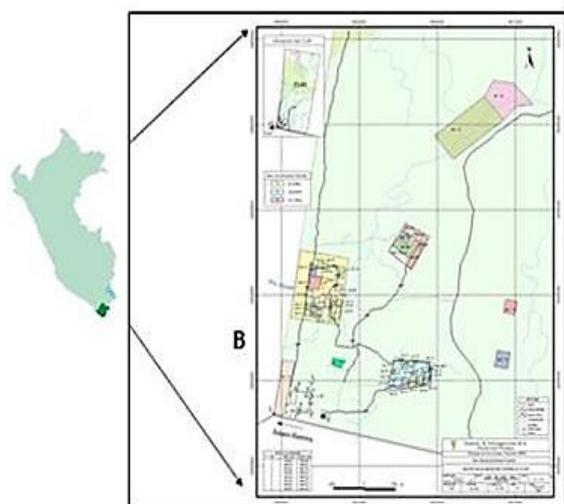


Figura 4: Mapa del Centro de Investigaciones Jenaro Herrera.

FUENTE: Yepes Alza, F.

3.2 Materiales y Equipos

Para el primer ensayo se utilizaron brotes de plantones de cedro del vivero, un área acondicionada con 80 % de sombra (malla sarán), sustratos (arena blanca y cascarilla de arroz carbonizada), 02 cámaras de sub-irrigación, fitohormona AIB (diluida en alcohol de 96°, diferentes concentraciones), termo higrómetro digital, balanza analítica, abanico, fungicida Cupravit OB 21 (30 g / 10 litros de agua), tijeras podadoras, cajas térmicas para el transporte del material vegetal, papel periódico, agua según la necesidad, accesorios para la identificación de plantas (placas, rafias, pintura, etc.), instrumentos de medición (cinta métrica, vernier, wincha, regla), libreta de campo, lapiceros, lápices, tableros, etc.

Para el segundo ensayo se utilizaron las estacas juveniles enraizadas del primer ensayo, el ambiente de aclimatación 60 % de sombra (malla sarán), sustrato de arroz carbonizada y bomba pulverizadora de agua.

3.3 Métodos

3.3.1 Tipo y Nivel De Investigación

El tipo de investigación que se hizo en el proyecto es experimental de nivel básico.

3.4 Población y Muestra

La población está conformada por la cantidad total de mini estacas juveniles de cedro obtenidas de los plantones del vivero forestal del CIJH. La muestra estaba conformada por 560 estaquillas para el primer ensayo y 400 estaquillas para el segundo ensayo.

3.5 Diseño Estadístico

Primer Ensayo:

Se utilizó un diseño completamente al azar en parcelas divididas (DCA), se usó un sustrato con dos sub-niveles (cascarilla carbonizada de arroz y arena blanca pura) y dosis de hormona AIB con tres sub-niveles (0 ppm, 1000 ppm, 3000 ppm, 5000 ppm), considerando como

testigo las plantas sin aplicación de hormona, formando 08 tratamientos, con 07 repeticiones; los tratamientos estarán conformados de la siguiente manera:

Tabla 3: Descripción de tratamientos del ensayo de enraizamiento y sobrevivencia de mini estacas juveniles de cedro.

<i>Tratamiento</i>	<i>Clave</i>	<i>Sustrato</i>	<i>Dosis de AIB</i>
T1	A1B1	Arena Gruesa	0 ppm
T2	A1B2	Arena Gruesa	1000 ppm
T3	A1B3	Arena Gruesa	3000 ppm
T4	A1B4	Arena Gruesa	5000 ppm
T5	A2B1	Cascarilla de Arroz Carbonizada	0 ppm
T6	A2B2	Cascarilla de Arroz Carbonizada	1000 ppm
T7	A2B3	Cascarilla de Arroz Carbonizada	3000 ppm
T8	A2B4	Cascarilla de Arroz Carbonizada	5000 ppm

FUENTE: Sifuentes Yepes.

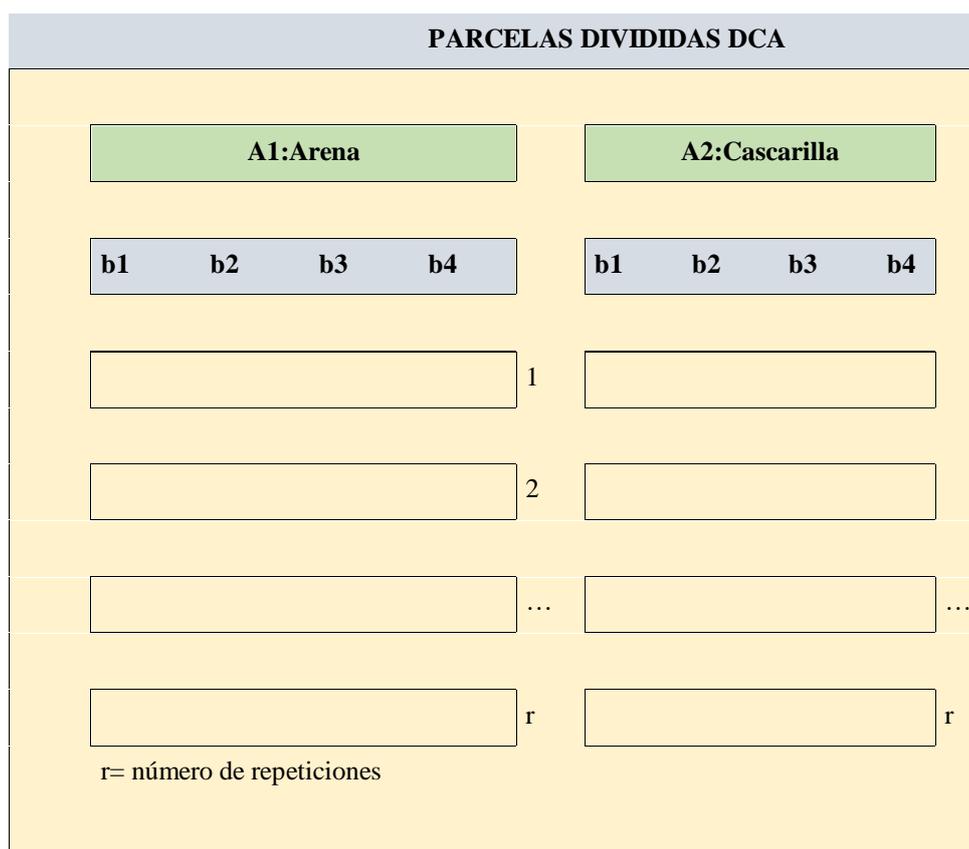


Figura 5: Diseño Experimental de Parcelas divididas DCA

FUENTE: Sifuentes Yepes.

Segundo Ensayo:

Para la obtención de la sobrevivencia de mini estacas juveniles enraizadas luego de un periodo de treinta días solo se realizó un conteo simple de las plantas vivas y luego se calculó su porcentaje de sobrevivencia.

3.6 Análisis estadístico

Primer Ensayo:

Los valores promedios por unidad experimental de estas variables fueron analizados mediante el procedimiento de Análisis de Varianza (ANVA) y luego sometidos a la prueba de comparación de medias de Tukey ($p < 0.05$) para determinar la naturaleza de las diferencias entre tratamientos.

En caso que el ANVA dé diferencias significativas entre los tratamientos se procede a investigar cuales de los tratamientos se diferencian, haciendo una prueba de comparación de medias. Tukey, Previo al ANVA, los datos de las variables expresadas en porcentaje fueron transformados mediante la transformación $A = \arcseno. \sqrt{(y)/100}$, posteriormente, para su interpretación, los valores promedios fueron convertidos a las unidades originales. (Vanderlei, 1991).

Para el ensayo se utilizó el modelo aditivo lineal utilizado es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu_{..} + \alpha_i + e_{(\alpha)} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{(\beta)}$$

$I = 1, 2, \dots, a \qquad j = 1, 2, \dots, b \qquad k = 1, 2, \dots, r$

Donde:

Y_{ijk} = Valor en el k bloque en la parcela i y la sub parcela j.

$\mu_{..}$ = Valor constante similar a la media de la población.

α_i = efecto del i-ésimo nivel del factor "A".

$e_{(\alpha)}$ = Error experimental de parcelas grandes.

β_j = Efecto del j - ésimo nivel del factor "B"

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción del i-ésimo nivel del factor A con el bloque j-ésimo nivel del factor B.

$\xi_{(\beta)}$ = Error experimental de sub parcelas.

Tabla 4: Fuentes de variación y grados de libertad para enraizamiento y sobrevivencia (Anexo 2 y 3)

<i>Fuentes de variación</i>	<i>Grados de Libertad (GL)</i>
Factor A - Sustratos	1
Error (a)	12
Parcelas	13
Factor B - Hormonas	3
AXB - Sustrato x Hormonas	3
Error (b)	36
Sub parcelas	55

FUENTE: Sifuentes Yepes.

3.7 Características de Cámara de Sub Irrigación

Dimensiones de la cámara de sub irrigación

<i>Dimensión</i>	<i>Medida</i>
Largo	2.5 m
Ancho	1 m
Alto	1 m
Área total	2.5 m ²

FUENTE: Sifuentes Yepes, D.

Dimensionamiento dentro de cámara de cascarilla y arena gruesa

Nº Cámaras de sub irrigación	2
Número tratamientos	8
Nº de repeticiones	7
Nº de estacas/ repetición	10
Nº de estacas / tratamiento	70
Nº total de estacas del ensayo	560
Distanciamiento entre estacas	6 cm
Distanciamiento entre estacas	6cm

3.8 Procedimiento

3.8.1 Del Material Vegetativo

El material vegetativo fue obtenido de los rebrotes juveniles de los plantones de cedro (*Cedrela odorata L*), estas plantas jóvenes de cedro fueron producidas a partir de una semilla botánica en el vivero. (Figura 24).

Se realizó un corte en el ápice de la planta a 30 cm de altura para inducir la emisión de brotes laterales. A los 30 días se obtuvieron brotes de 15 cm. Los brotes fueron dimensionados en estacas de 3cm de longitud y 0,25 cm de diámetro promedio, con dos hojas con el 100% de área foliar.



Figura 6: Plantones de cedro en vivero forestal del CIJH

FUENTE: Sifuentes Yepes, D.



Figura 7: Inducción de brotes de plantones de cedro

FUENTE: Sifuentes Yepes,D

3.8.2 De los Sustratos

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

La cascarilla de arroz carbonizada no requiere ser esterilizada ya que en la carbonización se liberó de sustancias patógenas y semillas de malezas. (Figura 25) Cascarilla de Arroz Carbonizada.



Figura 8: Proceso de carbonización de sustrato cascarilla

FUENTE: Sifuentes Yepes,D



Figura 9: Cascarilla de arroz carbonizada

FUENTE: Sifuentes Yepes,D.

3.8.3 Arena Gruesa

La arena gruesa fue lavada, secada y desinfectada con agua caliente (Figura 25), mediante hervido a presión (vapor de agua) y finalmente clasificados según su granulometría o grosor de partículas, la arena utilizada fue de granulometría media 0,2 a 1 mm.(Kopeky, 1936).



Figura 10: El sustrato arena gruesa fue almacenado en sacos para su desinfectarían.

FUENTE: Sifuentes Yepes, D.



Figura 11: Hervido a presión (vapor de agua) de sustrato arena gruesa.

FUENTE: Sifuentes Yepes D.

3.8.4 Del Ácido Indoll 3 Butírico

Se utilizó la fitohormona AIB puro y diluida en alcohol metílico de 96°, las dosis de AIB que se utilizó en el primer ensayo fueron 0 ppm (testigo), 1000ppm, 3000ppm y 5000ppm. (Figura 24).

3.8.5 De La Cámara De Sub Irrigación

Llenado de cámaras

El llenado de los sustratos se realizó con mucho cuidado, en el siguiente orden, una primera capa de piedras grandes (6 -10 cm), luego piedras pequeñas (3 - 6 cm), para evitar que la arena caiga al fondo de la cámara, en el caso de la cascarilla no se colocaron las capas de piedras.



Figura 12: Ambiente de propagación vegetativa en vivero forestal del CIJH.

FUENTE: Sifuentes Yepes, D



Figura 13: Cámaras de sub irrigación utilizada para el ensayo de propagación.

FUENTE: Sifuentes Yepes, D.

Distribución espacial de tratamientos en la cámara

La distribución de los tratamientos dentro de la cámara fue de 10 cm entre tratamiento, 6 cm entre planta y 6 cm entre fila.



Figura 14: Distribución de tratamientos en cámara de sustrato de arroz carbonizada

FUENTE: Sifuentes Yepes, D.



Figura 15: Distribución de tratamientos en cámara de sustrato de arena gruesa

FUENTE: Sifuentes Yepes, D.

3.8.6 Del Ambiente de Aclimatación

Para el segundo ensayo se utilizó el ambiente de aclimatación, este contaba con una malla sarán 60 % de sombra, se utilizó el sustrato de arroz carbonizada, tubetes de PVC y una bomba pulverizadora de agua.



Figura 16: Ambiente de aclimatación de mini estacas juveniles enraizadas

FUENTE: Sifuentes Yepes, D.

3.8.7 Instalación De Ensayos

Del primer ensayo:

Cosecha y traslado de material vegetativo

La cosecha y traslado de los brotes se realizó en horas de la mañana (6:00 am) para mantener de la turgencia en brotes y estacas a lo largo del experimento, se usaron brotes sanos y vigorosos.

Preparación de mini estacas juveniles

La preparación consistió en el dimensionamiento de mini estacas juveniles haciendo un corte donde empieza la parte lignificada de brote, las mini estacas juveniles tuvieron una longitud de 3 cm.



Figura 17: Dimensionamiento de mini estacas juveniles de cedro, longitud 3cm.

FUENTE: Sifuentes Yepes, D.

Desinfección y oreo de mini estacas juveniles

Las mini estacas juveniles de cedro fueron previamente desinfectadas en solución fungicida de oxiclورو de cobre (Cupravit) al 0,3% durante 15 minutos y luego oreadas durante 15 a 20 minutos más.



Figura 18: Desinfección de material vegetativo en solución oxiclورو de cobre.
FUENTE: Sifuentes Yepes, D.



Figura 19: Oreado de material vegetativo por un periodo de 15 a 20 minutos.
FUENTE: Sifuentes Yepes, D.

Aplicación de fitohormonas

La solución hormonal fue aplicada en la base de cada estaquilla mediante inmersión rápida (3 a 5 segundos) y luego se provocó la evaporación del alcohol a través de una corriente de aire durante 15 a 20 segundos, hasta que el alcohol se volatilice y quede adherida solamente la hormona.



Figura 20: Aplicación de fitohormonas en parte basal de mini estacas juveniles

FUENTE: Sifuentes Yepes, D.

Establecimiento de mini estacas juveniles en cámara

Una vez ya aplicado las dosis hormonales, el material vegetativo se colocó según cada tratamiento.



Figura 21: Distribución de mini estacas juveniles, según tratamiento en cámaras de sub irrigación

FUENTE: Sifuentes Yepes, D.

Riegos

El riego se realizó con el uso de un aspersor manual con una frecuencia de tres veces al día en los horarios: 08:00, 12:00 y 15:00. En los días de alta temperatura (mayores a 33 °C) el riego fue mayor y en los de baja temperatura (menores a 28 °C) el riego fue menor.

Del segundo ensayo:

Cosecha y traslado del material vegetativo enraizado

La cosecha y traslado de estacas enraizadas se realizó en horas de la mañana (6.00 am) para mantener la turgencia de las estacas a lo largo de todo el proceso, se repicaron solamente estacas vivas con raíz y presencia de callos.

Repique de estacas enraizadas

Las mini estacas de cedro fueron repicadas en tubetes con sustrato cascarilla de arroz carbonizado durante treinta días con cuidados que se le brinda a cualquier planta de vivero.



Figura 22: Repique de mini estacas juveniles en tubetes.

FUENTE: Sifuentes Yepes, D.

Establecimiento de estacilla en cámara

Se realizó el establecimiento de las estacas en los tubetes, distribuidas cada una según las dosis de AIB que se aplicó en el primer ensayo.

Riegos

La frecuencia del riego fue similar a la del primer ensayo.

3.8.8 Evaluaciones

Primer ensayo:

Este ensayo tuvo una duración de cuarenta días, Luego de la instalación, la primera evaluación a las estaquillas se realizó a los 15 días (02 semanas), en la cual se tomó datos de 20 estaquillas al azar de cada tratamiento. La siguiente evaluación se realizó a los 30 días, en la cual se usaron 20 estaquillas al azar de cada tratamiento y la evaluación final se realizó a las 7 semanas (40 días), en la cual se tomaron las 30 estaquillas restantes, dando como resultado las 70 estaquillas evaluadas. En las evaluaciones se observó:

Callo: Se consideró como callo a los abultamientos, cicatrices y escoriaciones a lo largo del tallo de las mini estacas juveniles. Se evaluó la presencia y ausencia del callo.

Formación de raíces: Se consideró como tales los brotes radicales que alcancen un tamaño mayor de 3 mm. Se realizó tres evaluaciones donde se realizó la medición de las raíces, para lo cual se utilizó vernier y regla milimétrica, el porcentaje de enraizamiento se obtuvo de la cantidad de plantas enraizadas respecto a la cantidad de plantas instalas por tratamientos.

Estaca juvenil sobreviviente: Aquella que al finalizar los ensayos presentes se encuentre suculenta, con hojas y con raíces.

Segundo ensayo:

Tuvo una duración de treinta días, al finalizar se realizó la evaluación de sobrevivencia en el periodo de aclimatación, se contó el número de estacas vivas en base al tratamiento del primer ensayo. En la evaluación se observó lo siguiente:

Estaca juvenil sobreviviente: Aquella que al finalizar la aclimatación se encuentra suculenta, con hojas y con raíces.

Formación de hojas: Se considera la aparición de nuevas hojas. Se realiza el conteo del número de hojas nuevas.

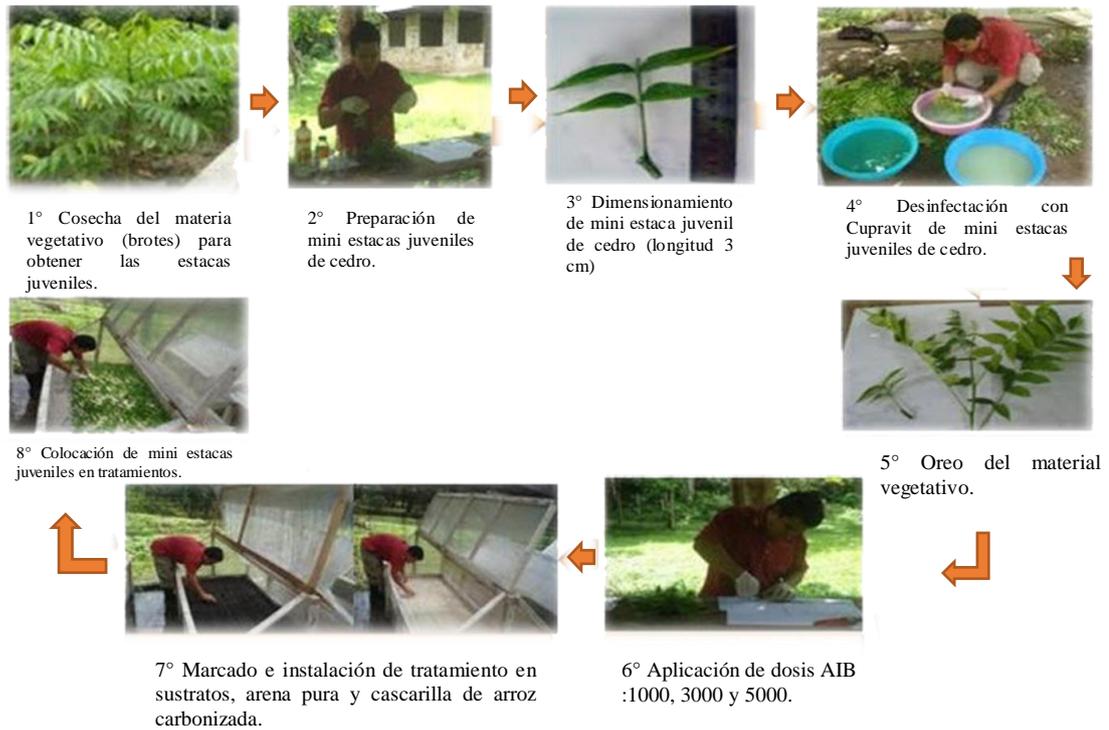


Figura 23: Flujograma de enraizamiento de mini estacas juveniles de cedro.

FUENTE: Sifuentes Yepes, D.



Figura 24: Flujograma de preparación de sustratos: cascarilla arroz carbonizada y arena gruesa

FUENTE: Sifuentes Yepes, D.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Influencia de interacción sustratos y dosis hormonal de AIB en la formación de raíces y sobrevivencia de mini estacas juveniles de cedro.

Primer Ensayo:

En el cuadro 6 se observa el porcentaje promedio de formación de raíces de cedro usando los ocho tratamientos, utilizando las interacciones de cuatro dosis hormonales de AIB y dos sustratos, se muestran diferencias numéricas, no se existe evidencia estadística como para afirmar que hay diferencia en los efectos de los tratamientos. (ANVA $F_c = 7,85$, $F_{0.05} = 2,87$, $GL = 3$).

Tabla 5: Porcentaje de formación de raíces por tratamiento de las mini estacas juveniles de cedro

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Porcentaje promedio formación de raíces (%)</i>
<i>T6</i>	Cascarilla de Arroz Carbonizada + 1000 ppm	82,9
<i>T7</i>	Cascarilla de Arroz Carbonizada +3000 ppm	51,7
<i>T5</i>	Cascarilla de Arroz Carbonizada +0 ppm	42,5
<i>T8</i>	Cascarilla de Arroz Carbonizada + 5000 ppm	33,9
<i>T4</i>	Arena Gruesa + 5000 ppm	32,2
<i>T1</i>	Arena Gruesa + 0 ppm	24,4
<i>T3</i>	Arena Gruesa + 3000 ppm	19,4
<i>T2</i>	Arena Gruesa + 1000 ppm	18,7

Se encontró que el porcentaje promedio de formación de raíces usando el tratamiento cascarilla de arroz carbonizada y 1000 ppm de AIB (82,9%), difieren numéricamente a los demás tratamientos empleados en el experimento, pero no existen diferencias estadísticas, se puede afirmar que es indistinto el uso de las interacciones.

Este resultado es válido lo obtenido por (Díaz et al., 1992) que en sus ensayos de enraizamiento con la especie *Cedrela Odorata* L en Costa Rica, se obtuvieron porcentajes superiores al 70%, utilizando cámaras de sub irrigación, puesto que esta tiene la capacidad de minimizar el estrés hídrico y protege las mini estacas de las fuertes variaciones ambientales externas.

La interacción de arena gruesa y 0 ppm de AIB testigo logro enraizar 42,5%, este resultado fue considerado importante puesto que no se encuentre diferencias significativas entre tratamientos. El menor porcentaje de formación de raíces fue con arena gruesa y 1000 ppm de AIB (18,7%), para este caso al aumentar la dosis de AIB aumenta el porcentaje de formación de raíces, todo contrario que la interacción de cascarilla de arroz carbonizada y dosis de AIB.

En la figura 9 se observa el porcentaje promedio de sobrevivencia del cedro usando los ocho tratamientos, utilizando cuatro dosis hormonales de AIB y dos sustratos, que muestran diferencias estadísticas significativas en los efectos de los tratamientos. (ANVA $F_c = 14,63$; $F_{0.05} = 2,87$; $GL = 3$)

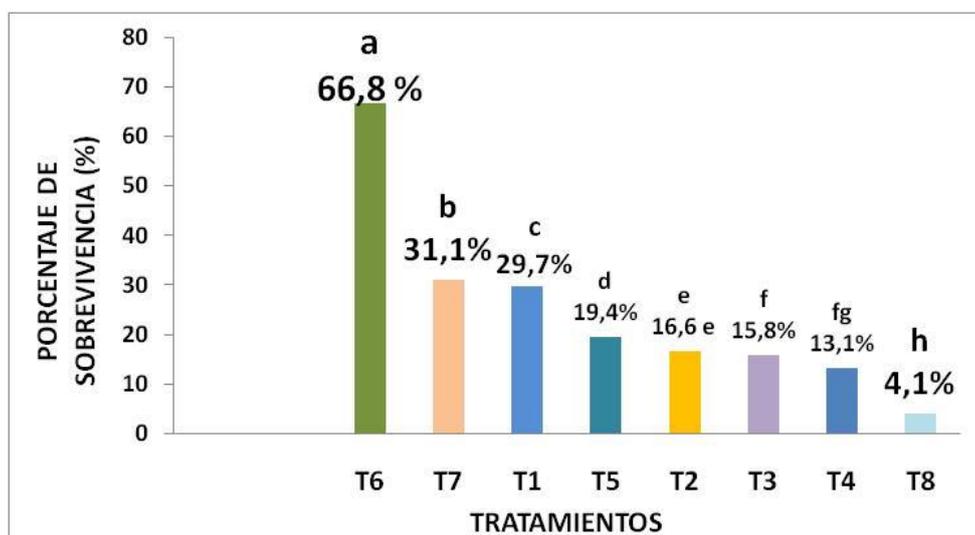


Figura 25: Porcentaje de sobrevivencia de mini estacas juveniles de cedro por tratamiento

Se encontró que el porcentaje promedio de sobrevivencia de estacas usando el tratamiento cascarilla de arroz carbonizada y 1000 ppm de AIB (66,8%), difieren estadísticamente a los demás tratamientos empleados en el experimento, cuándo se aumenta la dosis a 3000 ppm

de AIB y se emplea cascarilla de arroz carbonizada el enraizamiento disminuye a 31,1%, por lo que se probó que aumentando la dosis de AIB en las interacciones para ambos sustratos el porcentaje de enraizamiento disminuye, se puede afirmar que para este caso es preponderante el uso de un tratamiento para la obtención de mayores porcentajes de sobrevivencia.

4.2 Influencia de los sustratos en la formación de raíces y sobrevivencia de mini estacas juveniles de cedro.

Primer Ensayo:

En la figura 10 se muestra que el porcentaje promedio de formación de raíces de cedro fue mayor usando el sustrato de cascarilla de arroz carbonizada fue 52,8 % y usando el sustrato de arena blanca fue el menor con 23,7 %, se encontraron diferencias numéricas y estadísticamente en los efectos del sustrato (ANVA $F_c = 25,01$, $F_{0.05} = 4,75$, $GL = 1$), por lo que se recomienda el uso del sustrato cascarilla de arroz carbonizada, por su buen drenaje, ser liviano, buena aireación, fácil obtención y su costo es nulo.

Estos resultados son comparativamente menores que los encontrados por Mesén et al., 1992 quienes afirmaron que mediante el uso de los propagadores de sub irrigación, se pueden esperar porcentajes de enraizamiento entre 70% y 100% para las especies forestales.

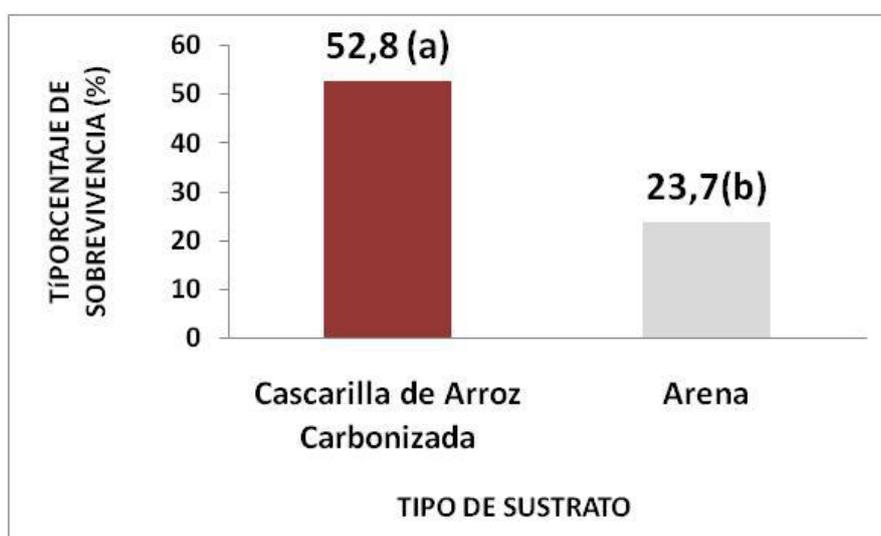


Figura 26: Porcentaje de formación de raíces para la variable sustrato de las mini estacas juveniles de cedro.

En la figura se observa el porcentaje promedio de sobrevivencia de estaquillas de cedro usando ambos sustratos difieren estadísticamente en los efectos del sustrato (ANVA $F_c = 7,0$; $F_{0.05} = 4,75$; $GL = 1$), por lo tanto, es recomendable el uso del sustrato compuesto de cascarilla de arroz carbonizada, por su buen drenaje es apropiado para obtener similar o mayor porcentaje de sobrevivencia de mini estaquillas de cedro.

La sobrevivencia de mini estacas presentó mejores resultados usando el sustrato de cascarilla de arroz carbonizada y arena gruesa variando de un 30,3 % y 18,8 %, estos resultados son diferentes a los encontrados por Vásquez, 2009 quien sostiene que usando el sustrato de arena gruesa encontró un porcentaje de sobrevivencia de 95%.

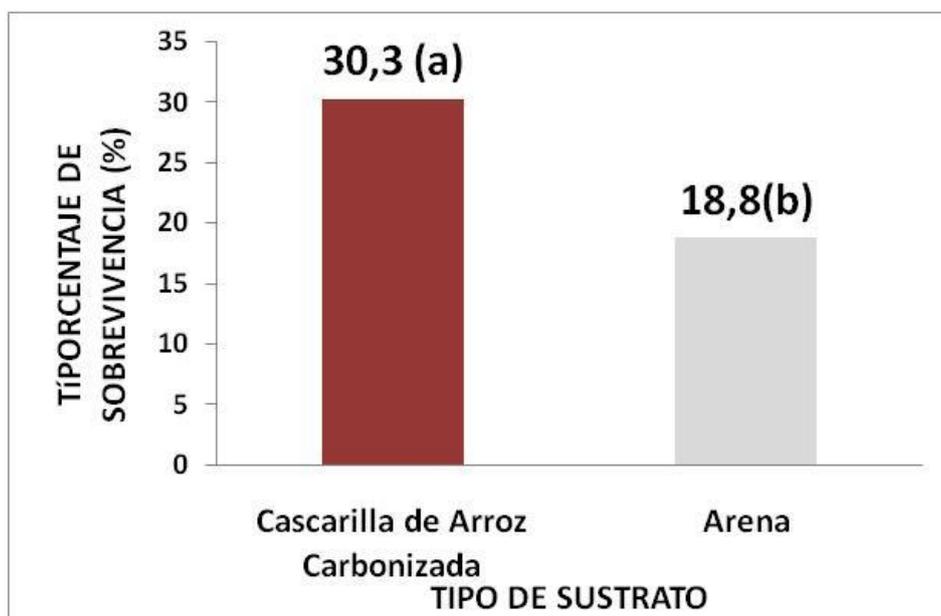


Figura 27: Porcentaje de sobrevivencia de mini estacas juveniles por tipo de sustrato.

4.3 Influencia del ácido indol 3 butírico en la formación de raíces y sobrevivencia de mini estacas de cedro.

Primer Ensayo:

En el cuadro 7 se encontraron diferencias numéricas en el porcentaje promedio de formación de raíces de cedro aplicando de diferentes dosis hormonales de AIB (0, 1000, 3000 y 5000

ppm), no muestran diferencias estadísticas significativas sobre los efectos de las hormonas (ANVA $F_c = 2,98$, $F_{0.05} = 2,87$, $GL = 3$).

Tabla 6: Porcentaje de formación de raíces por dosis AIB de las mini estacas juveniles de cedro

<i>Dosis AIB</i>	<i>Porcentaje promedio formación de raíces (%)</i>
1000 ppm	50,8
3000 ppm	35,6
0 ppm	33,4
5000 ppm	33,1

Este resultado reafirma lo obtenido en el ensayo de Díaz et al., 1992 que las estacas sin tratamiento hormonal alcanzaron un 58% de formación de raíces, y las dosis más altas evidenciaron problemas de toxicidad, con una reducción de los porcentajes de enraizamiento a 50% con la dosis de 8000 ppm y 3000ppm.

El mayor porcentaje de formación de raíces en el experimento fue resultado del uso de la dosis hormonal de AIB 1000 ppm (50,8%), este resultado esto difiere a los trabajos de realizados en el CATIE por Mesén, 1998 quien propagando el cedro (*Cedrela Odorata* L) obtuvo los mejores resultados usando la concentración de 2000 ppm de AIB, presento el mejor balance entre enraizamiento y calidad del sistema radical.

Se puede afirmar que para la formación de raíces es indistinto el uso de las dosis hormonales para obtener altos porcentajes de formación de raíces y los menores porcentajes evidenciaron amarilla miento y caída prematura de las hojas.

En la figura se muestra el porcentaje promedio de sobrevivencia de cedro fue mayor usando la dosis 1000 ppm fue 41,7 % y usando 5000 ppm fue la menor con 8.6 %, se encontraron evidencias estadísticas en los efectos dosis hormonales (ANVA $F_c = 14,98$, $F_{0.05} = 2,87$, $GL = 3$), por lo que se probó que aumentando la dosis de AIB el porcentaje de sobrevivencia disminuye.

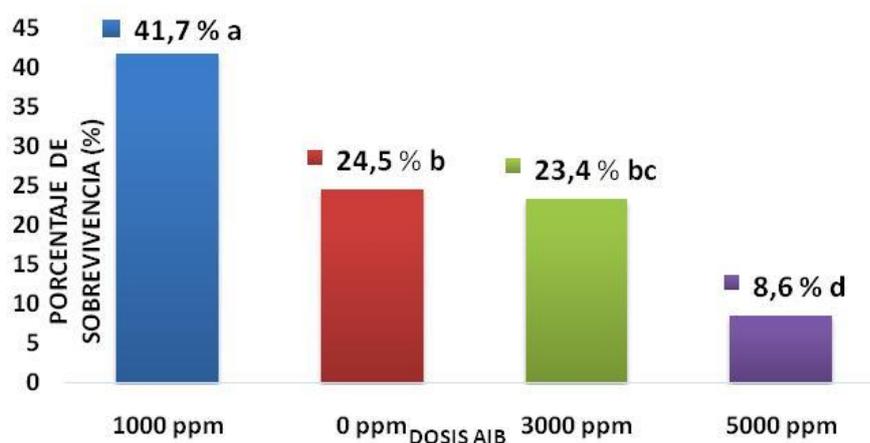


Figura 28: Porcentaje de supervivencia de mini estacas juveniles de cedro por dosis AIB

La supervivencia de las mini estaquillas de cedro presentó el mayor porcentaje 41.7% con la aplicación de hormonas 1000 ppm de AIB, esto fue muy inferior a lo encontrado por Vásquez, 2009 quien afirma que la dosis 1000 ppm de AIB proporciona un mejor comportamiento en la supervivencia de estaquillas con un 88%.

Se puede afirmar que para la supervivencia de mini estacas juveniles es preponderante el uso de las dosis hormonales.

4.4 Supervivencia de mini estacas juveniles enraizadas en ambiente de aclimatación luego de treinta días.

Segundo Ensayo:

El cuadro se observa que el mayor porcentaje de supervivencia luego de treinta días del enraizamiento de las mini estacas de cedro instaladas en el área de aclimatación se obtuvo con la interacción de cascarilla de arroz y la dosis 1000 ppm (60%), la menor (3%) fue la interacción de cascarilla de arroz carbonizada y 5000 ppm. Cuando no se aplicó AIB y se utilizó el sustrato arena gruesa el porcentaje fue 28%, los porcentajes determinados fueron similares a los valores encontrados en los tratamientos utilizados durante en el ensayo de enraizamiento.

Tabla 7: Porcentaje de sobrevivencia luego de treinta días del enraizamiento de las mini estacas juveniles de cedro

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Porcentaje promedio Sobrevivencia (%)</i>
T6	Cascarilla de Arroz Carbonizada + 1000 ppm	60
T7	Cascarilla de Arroz Carbonizada +3000 ppm	30
T1	Arena Gruesa + 0 ppm	28
T5	Cascarilla de Arroz Carbonizada +0 ppm	18
T2	Arena Gruesa + 1000 ppm	16
T3	Arena Gruesa + 3000 ppm	15
T4	Arena Gruesa + 5000 ppm	13
T8	Cascarilla de Arroz Carbonizada + 5000 ppm	3

Los porcentajes de sobrevivencia luego de treinta días del enraizamiento de mini estacas de cedro son similares a los valores encontrados por las interacciones del primer ensayo de enraizamiento, por lo que se puede afirmar que la propagación vegetativa del cedro es una que alternativa para la producción de plantones forestales nativas.

V. CONCLUSIONES

- 1 Se concluye que la propagación vegetativa de cedro con mini estacas en cámaras de sub irrigación fue exitosa.
- 2 El enraizamiento de mini estacas de cedro es una alternativa para propagar plantas a una alta escala de manera eficiente.
- 3 La mejor combinación fue el sustrato cascarilla de arroz carbonizada y dosis 1000 ppm de ácido indol 3 butírico (AIB) para la formación de raíces y sobrevivencia de forma numérica puesto no se encontraron diferencias significativas.
- 4 La mejor dosis hormonal de ácido indol 3 butírico (AIB) fue la concentración de 1000ppm de forma numérica puesto no se encontraron diferencias significativas.
- 5 Las mayores concentraciones de ácido indol 3 butírico (AIB) genero amarillamiento y caída prematura de hojas de las mini estacas juveniles.
- 6 Se determinaron diferencias significativas para los sustratos en la de formación de raíces y sobrevivencia para un nivel de confianza del 95%.
- 7 Se obtuvo mejores resultados con el sustrato cascarilla de arroz carbonizada, presentando mayor capacidad para generar la formación de raíces.
- 8 Se determinó que el mayor porcentaje de sobrevivencia de las estacas juveniles luego de treinta días de haber enraizado fue la interacción de cascarilla de arroz carbonizada y dosis 1000 ppm de ácido indol 3 butírico (AIB).

VI. RECOMENDACIONES

- 1 Se recomienda el uso del sustrato cascarilla de arroz carbonizada para las próximas investigaciones.
- 2 Se recomienda continuar probando las distintas interacciones para la propagación vegetativa del cedro.
- 3 Se recomienda emplear la interacción del sustrato cascarilla de arroz carbonizado y la dosis de 0 ppm de AIB puesto que generarían bajos costos.
- 4 Se recomienda propagar a mayor escala las estaquillas obtenidas por la interacción del sustrato cascarilla de arroz carbonizado y la dosis de 0 ppm de AIB.
- 5 Se recomienda utilizar las menores dosis de AIB en los ensayos de propagación vegetativa.
- 6 El sustrato arena gruesa se debe probar en forma de mezcla con otro sustrato para mejorar sus condiciones físico químicas.
- 7 Para la aclimatación de las estacas juveniles se recomienda la interacción de cascarilla de arroz carbonizado y la dosis de 1000 ppm de AIB.
- 8 Se recomienda enriquecer el sustrato con materia orgánica en la etapa de aclimatación.
- 9 Se recomienda seguir probando diferentes tipos de dosis AIB y diferentes sustratos para contribuir con la información de propagación vegetativa en especies valiosas.
- 10 Se recomienda uso de la cámara de sub irrigación para la propagación vegetativa.
- 11 Se recomienda el uso de mini estacas juveniles como fuentes semillera.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Arning, I. (2001). Guía metodológica para investigadores agrícolas. *Introducción práctica a la investigación participativa e investigación científica*.
- Badii , M., & Castillo , J. (2007). *Técnicas Cuantitativas en la Investigación*. Monterrey: UANL.
- Badii , M., Castillo , J., Barragán , J., & Flores , A. (2007). *Análisis discriminante*.
- Badilla , & Olman, G. (2005). Enraizamiento de estacas de especies forestales. *Revista Forestal Costa Rica*, 2(6).
- Blazich, F. (1988). Chemicals and Dormulations used to promote adventitious rooting. (T. Davis, Ed.) *Adventitious root formation in cuttings.*, 132-149.
- Cabello, A. (2000). *Propagación Asexual. Apuntes de Clases N° 2*. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Departamento de Silvicultura.
- Calderón, A. (2015). *Sustratos agrícolas. proyecto fondef D011063*. (U. d. Chile, Editor) Obtenido de <https://lecturayescrituraunrn.files.wordpress.com/2013/08/sustratos-agricolas1.pdf>.
- Centro agronómico tropical de investigación . (1997). *Swietenia macrophylla King*. Proyecto Semillas Forestales. (PROSEFOR, Ed.) (21), 41-42.
- Centro técnico de evaluación forestal. (1973). Estudio de la estructura anatómica y características dimensionales de 50 especies forestales del Petén. *Ministerio de Agricultura*, 84.
- Cervantes , D. (2011). *“Propagacion Vegetativa De Quinilla*. Tarapoto. Obtenido de <http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/PUBL764.pdf>
- Cevallos, F. (2001). Los sustratos. Obtenido de www.drcalde-ronlabs.com
- Chung , J. (2010). *Enraizamiento de las estaquillas*. Iquitos - Perú. Obtenido de <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1866/T-631.8-Ch94.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cintrón, B. (1990). *Meliaceae Familia de la caoba*. Washington D. C. (Washington, D.C.). Obtenido de <file:///C:/Users/pc6/Documents/Downloads/Cedrelaodorata.pdf>
- Cuculiza, P. (1956). Propagación de plantas. *Talleres gráficos F. L.*, 340.

- Díaz , E., Salazar , R., & Mesen, F. (1991). Enraizamiento de estacas juveniles de *Cedrela odorata* L. *Silvoenergía*, 51.
- Flores Bendezú, Y. (1998). *Comportamiento fenológico de 88 especies forestales*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/276951352_Comportamiento_fenologico_de_88_especies_forestales
- Flores Bendezú, Y. (1998). *Comportamiento fenológico de 88 especies forestales*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/276951352_Comportamiento_fenologico_de_88_especies_forestales
- Gárate, M. (2010). *Técnicas De Propagación Por Estacas*. Ucayali -Perú. Obtenido de http://iia.org.pe/Archivos/publicaciones/Publicacion_1679.pdf
- Gárate, M. (2010). *Técnicas De Propagación Por Estacas*. Ucayali -Perú. . Obtenido de http://iia.org.pe/Archivos/publicaciones/Publicacion_1679.pdf
- Gatica , N. (2015). *Acido Indol 3 Butirico Con Diferentes Sustratos En La formación de callos y el enraizamiento en estaquillas de Aniba rosaeodora Ducke “Palo De Rosa” En Jenaro Herrera, Loreto*. Iquitos - Ecuador. Obtenido de http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4303/Nilton_Tesis_Titulo_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gutierrez , A., Mesen, S., & Villalobos, R. (2004). *Propagación del burío: un recurso no maderable del bosque tropical, útil para el procesamiento de dulce y azúcar orgánicos*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Hartmann, T., & Kester, E. (1996). *Propagación de plantas: principios y prácticas*. México: Editorial continental S.A.
- Hernández , C. (2015). *Definición y alcance de la reproducción de plantas cultivadas*. Madrid. Obtenido de http://oa.upm.es/36955/1/reproduccion_plantas_cultivadas.pdf
- Hernández, V. (2012). *Estudio de variación en frutos, semillas y germinación de Cedrela odorata L con fuente de origen en La Balsa municipio de Emiliano Zapata Veracruz*. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo.
- Infoagro. (2015). *Mejoramiento genético en plantas*. Obtenido de https://www.infoagro.com/agricultura_ecologica/mejora_genetica_plantas.htm

- Ingeniaritza, N. (2011). *Evaluación De Diferentes Tipos De Fertilizantes Químicos*. Navarra. Obtenido de <http://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/3454/577423.pdf?sequence=1>
- Instituto de Investigaciones de Amazonía Peruana. (2014). *Comportamiento fenológico de 88 especies forestales*. Obtenido de https://issuu.com/yumber/docs/05._comportamiento_fenol_gico_de_88_especies_forestales
- Instituto Nacional de Bosques -INAB. (2017). *Cedro Cedrela odorata*. Guatemala.
- Juarez, & Rodriguez, R. (2005). *Mecánica del Suelo*. (Vol. I). México: Ed. Limusa S.A.
- Kains, M., & Mcquesten, L. (1993). *Propagation of plants*. (INC, Ed.) New York. USA.: Orange Judo Publishing Company.
- Leakey , R., & Mesén , F. (1991). Métodos de propagación vegetativa en árboles tropicales: enraizamiento de estacas suculentas. (M. F. Cornelius JP, Ed.) *Capítulo 10. In Manual sobre Mejoramiento Genético Forestal con Referencia Especial a América Central.*, 135-153.
- Leakey , R., Mesén , F., Tchoundjeu, Z., Longman , K., Dick , J., Newton , A., . . . Mutoka , P. (1990). Low-technology techniques for the vegetative propagation of tropical trees. *Commonwealth Forestry*, 69(3), 247-257.
- Longman, K. (1993). Rooting Cuttings of Tropical Trees. *Tropical Trees: Propagation and Planting Manuals.*, 1, 137.
- Malkum, R. (2015). *Guía de técnicas, métodos y procedimientos de reproducción asexual o vegetativa de las plantas*. Dominicana. Obtenido de <https://www.competitividad.org.do/wp-content/uploads/2016/05/Gu%C3%ADa-de-t%C3%A9cnicas-m%C3%A9todos-y-procedimientos-de-reproducci%C3%B3n-axial-o-vegetativa-de-las-plantas.pdf>
- Mendiburu, F. (2007). *Curso de Diseño Experimentales*.
- Mesen , F., Leakey , R., & Newton , A. (1996). Propagadores de sub irrigación: un sistema simple y económico para la propagación vegetativa de especies forestales. (S. R. Memorias, Ed.) *In Avances en la Producción de Semillas Forestales en América Latina.*, 101-110.
- Mesen, F. (1988). Propagación vegetativa de *Araucaria hunsteinii* Sch. *Enraizamiento de estacas.*, 77.

- Mesen, F. (1993). Vegetative propagation of Central American hardwoods. *Thesis Ph.D. Edinburgh, Scotland, University of Edinburgh. Institute of Terrestrial Ecology.*, 231.
- Mesén, F. (1998). *Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales* (Bib. Orton IICA / CATIE ed.). Obtenido de [https://books.google.com.pe/books?id=L9IOAQAIAAJ&dq=En+silvicultura+clonal+no+interesa+la+producci%C3%B3n+de+semilla,+sino+generar+%C3%A1rboles+de+crecimiento+normal,+similares+al+%C3%A1rbol+que+les+dio+origen+\(ortet\)&hl=es&source=gbs_navlinks_s](https://books.google.com.pe/books?id=L9IOAQAIAAJ&dq=En+silvicultura+clonal+no+interesa+la+producci%C3%B3n+de+semilla,+sino+generar+%C3%A1rboles+de+crecimiento+normal,+similares+al+%C3%A1rbol+que+les+dio+origen+(ortet)&hl=es&source=gbs_navlinks_s)
- Mesén, F. (1998). *Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales* (Bib. Orton IICA / CATIE ed.). Obtenido de [https://books.google.com.pe/books?id=L9IOAQAIAAJ&dq=En+silvicultura+clonal+no+interesa+la+producci%C3%B3n+de+semilla,+sino+generar+%C3%A1rboles+de+crecimiento+normal,+similares+al+%C3%A1rbol+que+les+dio+origen+\(ortet\)&hl=es&source=gbs_navlinks_s](https://books.google.com.pe/books?id=L9IOAQAIAAJ&dq=En+silvicultura+clonal+no+interesa+la+producci%C3%B3n+de+semilla,+sino+generar+%C3%A1rboles+de+crecimiento+normal,+similares+al+%C3%A1rbol+que+les+dio+origen+(ortet)&hl=es&source=gbs_navlinks_s)
- Mesen, S. (2008). *Bases Técnicas Para la Propagación Vegetativa de Árboles Tropicales Mediante Enraizamiento de Estaquillas*. Pucallpa: PE.
- Muñoz Razo, C. (2015). *Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis* (Tercera ed.). México: Pearson.
- Muñoz Razo, C. (2015). *Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis* (Tercera ed.). México: Pearson.
- Patiño, F. (1997). Recursos Genéticos de Swietenia y Cedrela en los neotrópicos. *propuestas de acciones coordinadas*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/006/ad111s/AD111S02.htm#ch2.1.1>
- RESULTADOS DEL PLAN DE ACCIÓN PARA *Dalbergia steve*. (2010). *Dalbergia stevensonii*. Obtenido de https://www.google.com/search?rlz=1C2CHBF_esPE914PE914&biw=1707&bih=821&ei=w9wmYN2xNuDB5OUPvuabqAU&q=El+cedro+%28Cedrela+Odorata+L%29+presenta+las+mayores+poblaciones+concentradas+bajo+los+250+msnm+y+en+todo+el+rango+latitudinal+de+la+Amazona+Peruan
- Reynel, C., Pennington, R., Pennington, T., Flores, C., & Daza, A. (2003). *Árboles útiles de la Amazonía Peruana, un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.

- Rodríguez , R., Márquez , R., & Rebolledo , C. (2001). Determinación del potencial y eficiencia de producción de semillas en *Cedrela Odorata* L y su relación con caracteres morfométricos de frutos. *Foresta Veracruzana*, III(1), 23-66.
- Sánchez , M. (2012). *Propagación vegetativa por enraizamiento de mini estaquillas de "caoba" Swietenia macrophylla King en cámaras de sub - irrigación en Jenaro Herrera, Requena - Loreto. Iquitos - Perú.* Obtenido de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:eGy0HusHTdsJ:repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2289/T%2520631.%2520535%2520S21.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy+%&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=pe>
- Santelices, R. (2005). *Efecto del árbol madre sobre la rizogénesis de Nothofagus Alessandri.* (Vol. 26).
- Sevilla, & Holle. (2004). *Recursos Genéticos Vegetales.* (Primera ed.). Lima, Perú: Torre Azul SAC.
- Sibille, A. (2000). Estudio de las Poblaciones del Género *Cedrela* en el Perú. *Maderas del Perú.* , 251.
- Socay , V. (2017). *Obtención De Semilla De Uvilla (Physalis Peruviana L.).* Biobamba Ecuador. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6650/1/13T0842.pdf>
- Souza, F. (1993). Cascarilla de arroz carbonizada: un sustrato para la propagación de plantas. *Revista Lavoura Arrozeira V.*, 46(406), 11.
- Valenzuela, D. (2010). *Evaluación del comportamiento de procedencias de Pinus patula Schlect. et Cham en la Provincia de Imbabura Periodo 2008-2009.* Ibarra - Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/104/2/03%20FOR%20162%20TESIS%20.pdf>
- Verdugo, R. (2015). *Evaluación técnica y económica de la cascarilla de arroz como sustrato para la producción de almácigos de hortalizas.* Universidad de TALCA. Obtenido de http://dspace.otalca.cl/retrieve/5486/verdugo_gutierrez.pdf.
- Watson, L., & Dallwitz, M. (2015). Obtenido de http://dspace.otalca.cl/retrieve/5486/verdugo_gutierrez.pdf.
- Wells, J. (1979). Plant propagation practices. *printing. Macmillan Publishing*(14^a), 344.
- Zanoni , & Mendiburu, C. (1975). *Enraizamiento de estacas de ocho especies forestales utilizando estimuladores para germinación de raíces.* Costa Rica: Universidad de Costa Rica.

- Zobel, B., & Talbert, J. (1988). *Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales*. México: Limusa.
- Arning, I. (2001). Guía metodológica para investigadores agrícolas. *Introducción práctica a la investigación participativa e investigación científica*.
- Badii , M., & Castillo , J. (2007). *Técnicas Cuantitativas en la Investigación*. Monterrey: UANL.
- Badii , M., Castillo , J., Barragán , J., & Flores , A. (2007). *Análisis discriminante*.
- Badilla , & Olman, G. (2005). Enraizamiento de estacas de especies forestales. *Revista Forestal Costa Rica*, 2(6).
- Blazich, F. (1988). Chemicals and Dormulations used to promote adventitious rooting. (T. Davis, Ed.) *Adventitious root formation in cuttings.*, 132-149.
- Cabello, A. (2000). *Propagación Asexual. Apuntes de Clases N° 2*. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Departamento de Silvicultura.
- Calderón, A. (2015). *Sustratos agrícolas. proyecto fondef D011063*. (U. d. Chile, Editor) Obtenido de <https://lecturayescrituraunrn.files.wordpress.com/2013/08/sustratos-agricolas1.pdf>.
- Centro agronómico tropical de investigación . (1997). *Swietenia macrophylla King*. Proyecto Semillas Forestales. (PROSEFOR, Ed.) (21), 41-42.
- Centro técnico de evaluación forestal. (1973). Estudio de la estructura anatómica y características dimensionales de 50 especies forestales del Petén. *Ministerio de Agricultura*, 84.
- Cervantes , D. (2011). *“Propagacion Vegetativa De Quinilla*. Tarapoto. Obtenido de <http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/PUBL764.pdf>
- Cevallos, F. (2001). Los sustratos. Obtenido de www.drcalde-ronlabs.com
- Chung , J. (2010). *Enraizamiento de las estaquillas*. Iquitos - Perú. Obtenido de <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1866/T-631.8-Ch94.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cintrón, B. (1990). *Meliaceae Familia de la caoba*. Washington D. C. (Washington, D.C.). Obtenido de <file:///C:/Users/pc6/Documents/Downloads/Cedrelaodorata.pdf>
- Cuculiza, P. (1956). Propagación de plantas. *Talleres gráficos F. L.*, 340.
- Diaz , E., Salazar , R., & Mesen, F. (1991). Enraizamiento de estacas juveniles de *Cedrela odorata* l . *Silvoenergía*, 51.
- Flores Bendezú, Y. (1998). *Comportamiento fenológico de 88 especies forestales*. Obtenido de

- https://www.researchgate.net/publication/276951352_Comportamiento_fenologico_de_88_especies_forestales
- Flores Bendezú, Y. (1998). *Comportamiento fenológico de 88 especies forestales*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/276951352_Comportamiento_fenologico_de_88_especies_forestales
- Gárate, M. (2010). *Técnicas De Propagación Por Estacas*. Ucayali -Perú. Obtenido de http://iiap.org.pe/Archivos/publicaciones/Publicacion_1679.pdf
- Gárate, M. (2010). *Técnicas De Propagación Por Estacas*. Ucayali -Perú. . Obtenido de http://iiap.org.pe/Archivos/publicaciones/Publicacion_1679.pdf
- Gatica , N. (2015). *Acido Indol 3 Butirico Con Diferentes Sustratos En La formación de callos y el enraizamiento en estaquillas de Aniba rosaeodora Ducke “Palo De Rosa” En Jenaro Herrera, Loreto*. Iquitos - Ecuador. Obtenido de http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4303/Nilton_Tesis_Titulo_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gutierrez , A., Mesen, S., & Villalobos, R. (2004). *Propagación del burío: un recurso no maderable del bosque tropical, útil para el procesamiento de dulce y azúcar orgánicos*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Hartmann, T., & Kester, E. (1996). *Propagación de plantas: principios y prácticas*. México: Editorial continental S.A.
- Hernández , C. (2015). *Definición y alcance de la reproducción de plantas cultivadas*. Madrid. Obtenido de http://oa.upm.es/36955/1/reproduccio_plantas_cultivadas.pdf
- Hernández, V. (2012). *Estudio de variación en frutos, semillas y germinación de Cedrela odorata l con fuente de origen en La Balsa municipio de Emiliano Zapata Veracruz*. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo.
- Infoagro. (2015). *Mejoramiento genético en plantas*. Obtenido de https://www.infoagro.com/agricultura_ecologica/mejora_genetica_plantas.htm
- Ingeniaritza, N. (2011). *Evaluación De Diferentes Tipos De Fertilizantes Químicos*. Navarra. Obtenido de <http://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/3454/577423.pdf?sequence=1>
- Instituto de Investigaciones de Amazonía Peruana. (2014). *Comportamiento fenológico de 88 especies forestales*. Obtenido de https://issuu.com/yMBER/docs/05._comportamiento_fenol_gico_de_88_especies_forestales

- Instituto Nacional de Bosques -INAB. (2017). *Cedro Cedrela odorata*. Guatemala.
- Juarez, & Rodriguez, R. (2005). *Mecánica del Suelo*. (Vol. I). México: Ed. Limusa S.A.
- Kains, M., & Mcquesten, L. (1993). *Propagation of plants*. (INC, Ed.) New York. USA.: Orange Judo Publishing Company.
- Leakey , R., & Mesén , F. (1991). Métodos de propagación vegetativa en árboles tropicales: enraizamiento de estacas suculentas. (M. F. Cornelius JP, Ed.) *Capítulo 10. In Manual sobre Mejoramiento Genético Forestal con Referencia Especial a América Central.*, 135-153.
- Leakey , R., Mesén , F., Tchoundjeu, Z., Longman , K., Dick , J., Newton , A., . . . Mutoka , P. (1990). Low-technology techniques for the vegetative propagation of tropical trees. *Commonwealth Forestry*, 69(3), 247-257.
- Longman, K. (1993). Rooting Cuttings of Tropical Trees. *Tropical Trees: Propagation and Planting Manuals.*, 1, 137.
- Malkum, R. (2015). *Guía de técnicas, métodos y procedimientos de reproducción asexual o vegetativa de las plantas*. Dominicana. Obtenido de <https://www.competitividad.org.do/wp-content/uploads/2016/05/Gu%C3%ADa-de-t%C3%A9cnicas-m%C3%A9todos-y-procedimientos-de-reproducci%C3%B3n-axsexual-o-vegetativa-de-las-plantas.pdf>
- Mendiburu, F. (2007). *Curso de Diseño Experimentales*.
- Mesen , F., Leakey , R., & Newton , A. (1996). Propagadores de sub irrigación: un sistema simple y económico para la propagación vegetativa de especies forestales. (S. R. Memorias, Ed.) *In Avances en la Producción de Semillas Forestales en América Latina.*, 101-110.
- Mesen, F. (1988). Propagación vegetativa de *Araucaria hunsteinii* Sch. *Enraizamiento de estacas.*, 77.
- Mesen, F. (1993). Vegetative propagation of Central American hardwoods. *Thesis Ph.D. Edinburgh, Scotland, University of Edinburgh. Institute of Terrestrial Ecology.*, 231.
- Mesén, F. (1998). *Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales* (Bib. Orton IICA / CATIE ed.). Obtenido de [https://books.google.com.pe/books?id=L9IOAQAIAAJ&dq=En+silvicultura+clonal+no+interesa+la+producci%C3%B3n+de+semilla,+sino+generar+%C3%A1+rboles+de+crecimiento+normal,+similares+al+%C3%A1+rbol+que+les+dio+origen+\(ortet\)&hl=es&source=gbs_navlinks_s](https://books.google.com.pe/books?id=L9IOAQAIAAJ&dq=En+silvicultura+clonal+no+interesa+la+producci%C3%B3n+de+semilla,+sino+generar+%C3%A1+rboles+de+crecimiento+normal,+similares+al+%C3%A1+rbol+que+les+dio+origen+(ortet)&hl=es&source=gbs_navlinks_s)

- Mesén, F. (1998). *Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales* (Bib. Orton IICA / CATIE ed.). Obtenido de [https://books.google.com.pe/books?id=L9IOAQAIAAJ&dq=En+silvicultura+clonal+no+interesa+la+producci%C3%B3n+de+semilla,+sino+generar+%C3%A1rboles+de+crecimiento+normal,+similares+al+%C3%A1rbol+que+les+dio+origen+\(ortet\)&hl=es&source=gbs_navlinks_s](https://books.google.com.pe/books?id=L9IOAQAIAAJ&dq=En+silvicultura+clonal+no+interesa+la+producci%C3%B3n+de+semilla,+sino+generar+%C3%A1rboles+de+crecimiento+normal,+similares+al+%C3%A1rbol+que+les+dio+origen+(ortet)&hl=es&source=gbs_navlinks_s)
- Mesen, S. (2008). *Bases Técnicas Para la Propagación Vegetativa de Árboles Tropicales Mediante Enraizamiento de Estaquillas*. Pucallpa: PE.
- Muñoz Razo, C. (2015). *Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis* (Tercera ed.). México: Pearson.
- Muñoz Razo, C. (2015). *Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis* (Tercera ed.). México: Pearson.
- Patiño, F. (1997). Recursos Genéticos de Swietenia y Cedrela en los neotrópicos. *propuestas de acciones coordinadas*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/006/ad111s/AD111S02.htm#ch2.1.1>
- RESULTADOS DEL PLAN DE ACCIÓN PARA Dalbergia steve. (2010). *Dalbergia stevensonii*. Obtenido de https://www.google.com/search?rlz=1C2CHBF_esPE914PE914&biw=1707&bih=821&ei=w9wmYN2xNuDB5OUPvuabqAU&q=El+cedro+%28Cedrela+Odorata+L%29+presenta+las+mayores+poblaciones+concentradas+bajo+los+250+msnm+y+en+todo+el+rango+latitudinal+de+la+Amazon%C3%ADa+Peruan
- Reynel, C., Pennington, R., Pennington, T., Flores, C., & Daza, A. (2003). *Árboles útiles de la Amazonía Peruana, un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- Rodríguez , R., Márquez , R., & Rebolledo , C. (2001). Determinación del potencial y eficiencia de producción de semillas en Cedrela Odorata L y su relación con caracteres morfométricos de frutos. *Foresta Veracruzana, III*(1), 23-66.
- Sánchez , M. (2012). *Propagación vegetativa por enraizamiento de mini estaquillas de "caoba" Swietenia macrophylla King en cámaras de sub - irrigación en Jenaro Herrera, Requena - Loreto*. Iquitos - Perú. Obtenido de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:eGy0HusHTdsJ:repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2289/T%2520631.%2520535%2520S21.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy+%&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=pe>

- Santelices, R. (2005). *Efecto del árbol madre sobre la rizogénesis de Nothofagus Alessandri*. (Vol. 26).
- Sevilla, & Holle. (2004). *Recursos Genéticos Vegetales*. (Primera ed.). Lima, Perú: Torre Azul SAC.
- Sibille, A. (2000). Estudio de las Poblaciones del Género Cedrela en el Perú. *Maderas del Perú*. , 251.
- Socay , V. (2017). *Obtención De Semilla De Uvilla (Physalis Peruviana L.)*. Biobamba Ecuador. Obtenido de <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/6650/1/13T0842.pdf>
- Souza, F. (1993). Cascarilla de arroz carbonizada: un sustrato para la propagación de plantas. *Revista Lavoura Arrozeira V.*, 46(406), 11.
- Valenzuela, D. (2010). *Evaluación del comportamiento de procedencias de Pinus patula Schlect. et Cham en la Provincia de Imbabura Periodo 2008-2009*. Ibarra - Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/104/2/03%20FOR%20162%20TESIS%20.pdf>
- Verdugo, R. (2015). *Evaluación técnica y económica de la cascarilla de arroz como sustrato para la producción de almácigos de hortalizas*. Universidad de TALCA. Obtenido de http://dspace.otalca.cl/retrieve/5486/verdugo_gutierrez.pdf.
- Watson, L., & Dallwitz, M. (2015). Obtenido de http://dspace.otalca.cl/retrieve/5486/verdugo_gutierrez.pdf.
- Wells, J. (1979). Plant propagation practices. *printing. Macmillan Publishing*(14^a), 344.
- Zanoni , & Mendiburu, C. (1975). *Enraizamiento de estacas de ocho especies forestales utilizando estimuladores para germinación de raíces*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Zobel, B., & Talbert, J. (1988). *Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales*. México: Limusa.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Distribución Espacial de Tratamientos en Cámaras de Sub Irrigación

SUSTRATO CASCARILLA CARBONIZADA			
.....
.....
.....
.....
R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7	R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7	R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7	R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7
T1 (Cascarilla+ 0 ppm)	T2(Cascarilla+ 1000 ppm)	T3 (Cascarilla+ 3000 ppm)	T4(Cascarilla+ 5000 ppm)

(*) 7 Repeticiones x 10 estacas c/u : 70 estacas

SUSTRATO ARENA GRUESA			
.....
.....
.....
.....
R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7	R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7	R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7	R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7
T5 (arena gruesa+ 0 ppm)	T6(arena gruesa + 1000 ppm)	T7 (arena gruesa + 3000 ppm)	T8(arena gruesa + 5000 ppm)

(*) 7 Repeticiones x 10 estacas c/u : 70 estacas

Anexo 2: Análisis de Variancia (ANVA) para el Enraizamiento de Mini Estacas de Cedro

Fuentes de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	FC	F tab(5%)	Significancia
Factor A - Sustratos	1	4,529	4,529.08	25.0 1	4.75	*
Error (a)	12	2,173	181.07			
Parcelas	13	6,702				
Factor B - Hormonas	3	1,094	364.69	2.98	2.87	
AXB - Sustrato x Hormonas	3	2,877	958.96	7.85	2.87	
Error (b)	36	4,400	122			
Subparcelas	55	15,073				

Anexo 3: Análisis de variancia (ANVA) para la sobrevivencia de mini estacas de cedro

Fuentes de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	FC	F tab(5%)	Significancia
Factor A - Sustratos	1	542	542.37	7.00	4.75	*
Error (a)	12	929	77.46			
Parcelas	13	1,472				
Factor B - Hormonas	3	3,720	1,239.98	14.9 8	2.87	*
AXB - Sustrato x Hormonas	3	3,634	1,211.43	14.6 3	2.87	*
Error (b)	36	2,980	83			
Subparcelas	55	11,806				

Anexo 4: Tabla de rangos studentizados

GL	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	17.969	26.98	32.82	37.08	40.41	43.12	45.40	47.36	49.07	50.59	51.96	53.20	54.33	55.36	56.32	57.22	58.04	58.83	59.56
2	6.085	8.33	9.80	10.88	11.74	12.44	13.03	13.54	13.99	14.39	14.75	15.08	15.38	15.65	15.91	16.14	16.37	16.57	16.77
3	4.501	5.91	6.82	7.50	8.04	8.48	8.85	9.18	9.46	9.72	9.95	10.15	10.35	10.52	10.69	10.84	10.98	11.11	11.24
4	3.926	5.04	5.76	6.29	6.71	7.05	7.35	7.60	7.83	8.03	8.21	8.37	8.52	8.66	8.79	8.91	9.03	9.13	9.23
5	3.625	4.60	5.22	5.67	6.03	6.33	6.58	6.80	6.99	7.17	7.32	7.47	7.60	7.72	7.83	7.93	8.03	8.12	8.21
6	3.460	4.34	4.90	5.30	5.63	5.90	6.12	6.32	6.49	6.65	6.79	6.92	7.03	7.14	7.24	7.34	7.43	7.51	7.59
7	3.344	4.16	4.68	5.06	5.36	5.61	5.82	6.00	6.16	6.30	6.43	6.55	6.66	6.76	6.85	6.94	7.02	7.10	7.17
8	3.261	4.04	4.53	4.89	5.17	5.40	5.60	5.77	5.92	6.05	6.18	6.29	6.39	6.48	6.57	6.65	6.73	6.80	6.87
9	3.199	3.95	4.41	4.76	5.02	5.24	5.43	5.59	5.74	5.87	5.98	6.09	6.19	6.28	6.36	6.44	6.51	6.58	6.64
10	3.151	3.88	4.33	4.65	4.91	5.12	5.30	5.46	5.60	5.72	5.83	5.93	6.03	6.11	6.19	6.27	6.34	6.40	6.47
11	3.113	3.82	4.26	4.57	4.82	5.03	5.20	5.35	5.49	5.61	5.71	5.81	5.90	5.98	6.06	6.13	6.20	6.27	6.33
12	3.081	3.77	4.20	4.51	4.75	4.95	5.12	5.27	5.39	5.51	5.61	5.71	5.80	5.88	5.95	6.02	6.09	6.15	6.21
13	3.055	3.73	4.15	4.45	4.69	4.88	5.05	5.19	5.32	5.43	5.53	5.63	5.71	5.79	5.86	5.93	5.99	6.05	6.11
14	3.033	3.70	4.11	4.41	4.64	4.83	4.99	5.13	5.25	5.36	5.46	5.55	5.64	5.71	5.79	5.85	5.91	5.97	6.03
15	3.014	3.67	4.08	4.37	4.59	4.78	4.94	5.08	5.20	5.31	5.40	5.49	5.57	5.65	5.72	5.78	5.85	5.90	5.96
16	2.998	3.65	4.05	4.33	4.56	4.74	4.90	5.03	5.15	5.26	5.35	5.44	5.52	5.59	5.66	5.73	5.79	5.84	5.90
17	2.984	3.63	4.02	4.30	4.52	4.70	4.86	4.99	5.11	5.21	5.31	5.39	5.47	5.54	5.61	5.67	5.73	5.79	5.84
18	2.971	3.61	4.00	4.28	4.49	4.67	4.82	4.96	5.07	5.17	5.27	5.35	5.43	5.50	5.57	5.63	5.69	5.74	5.79
19	2.960	3.59	3.98	4.25	4.47	4.65	4.79	4.92	5.04	5.14	5.23	5.31	5.39	5.46	5.53	5.59	5.65	5.70	5.75
20	2.950	3.58	3.96	4.23	4.45	4.62	4.77	4.90	5.01	5.11	5.20	5.28	5.36	5.43	5.49	5.55	5.61	5.66	5.71
21	2.941	3.56	3.94	4.21	4.43	4.60	4.74	4.87	4.98	5.08	5.17	5.25	5.33	5.40	5.46	5.52	5.58	5.62	5.67
22	2.933	3.55	3.93	4.20	4.41	4.58	4.72	4.85	4.96	5.05	5.15	5.23	5.30	5.37	5.43	5.49	5.55	5.59	5.64
23	2.926	3.54	3.91	4.18	4.39	4.56	4.70	4.83	4.94	5.03	5.12	5.20	5.27	5.34	5.40	5.46	5.52	5.57	5.62
24	2.919	3.54	3.90	4.17	4.37	4.54	4.68	4.81	4.92	5.01	5.10	5.18	5.25	5.32	5.38	5.44	5.49	5.55	5.59
25	2.913	3.52	3.89	4.16	4.36	4.52	4.66	4.79	4.90	4.99	5.08	5.16	5.23	5.30	5.36	5.42	5.48	5.52	5.57
26	2.907	3.51	3.88	4.14	4.34	4.51	4.65	4.78	4.89	4.97	5.06	5.14	5.21	5.28	5.34	5.40	5.46	5.50	5.55
27	2.902	3.51	3.87	4.13	4.33	4.50	4.63	4.76	4.87	4.96	5.04	5.12	5.19	5.26	5.32	5.38	5.43	5.48	5.53
28	2.897	3.50	3.86	4.12	4.32	4.48	4.62	4.75	4.86	4.94	5.03	5.11	5.18	5.24	5.30	5.36	5.42	5.46	5.51
29	2.892	3.49	3.85	4.11	4.31	4.47	4.61	4.73	4.84	4.93	5.01	5.09	5.16	5.23	5.29	5.35	5.40	5.44	5.49
30	2.888	3.49	3.85	4.10	4.30	4.46	4.60	4.72	4.82	4.92	5.00	5.08	5.15	5.21	5.27	5.33	5.38	5.43	5.47
31	2.884	3.48	3.83	4.09	4.29	4.45	4.59	4.71	4.82	4.91	4.99	5.07	5.14	5.20	5.26	5.32	5.37	5.41	5.46
32	2.881	3.48	3.83	4.09	4.28	4.44	4.58	4.70	4.81	4.89	4.98	5.06	5.13	5.19	5.24	5.30	5.35	5.40	5.44
33	2.877	3.47	3.82	4.08	4.27	4.44	4.57	4.69	4.80	4.88	4.97	5.04	5.11	5.17	5.23	5.29	5.34	5.39	5.44
34	2.874	3.47	3.82	4.07	4.27	4.43	4.56	4.68	4.79	4.87	4.96	5.03	5.10	5.16	5.22	5.28	5.33	5.37	5.42
35	2.871	3.46	3.81	4.07	4.26	4.42	4.55	4.67	4.78	4.86	4.95	5.02	5.09	5.15	5.21	5.27	5.32	5.36	5.41
36	2.868	3.46	3.81	4.06	4.25	4.41	4.55	4.66	4.77	4.85	4.94	5.01	5.08	5.14	5.20	5.26	5.31	5.35	5.40
37	2.865	3.45	3.80	4.05	4.25	4.41	4.54	4.65	4.76	4.84	4.93	5.00	5.08	5.14	5.19	5.25	5.30	5.34	5.39
38	2.863	3.45	3.80	4.05	4.24	4.40	4.53	4.64	4.75	4.84	4.92	5.00	5.07	5.13	5.18	5.24	5.29	5.33	5.38
39	2.861	3.44	3.79	4.04	4.24	4.40	4.53	4.64	4.75	4.83	4.92	4.99	5.06	5.12	5.17	5.23	5.28	5.32	5.37
40	2.858	3.44	3.79	4.04	4.23	4.39	4.52	4.63	4.73	4.82	4.90	4.98	5.04	5.11	5.16	5.22	5.27	5.31	5.36
50	2.841	3.41	3.76	4.00	4.19	4.34	4.47	4.58	4.69	4.76	4.85	4.92	4.99	5.05	5.10	5.15	5.20	5.24	5.29
60	2.829	3.40	3.74	3.98	4.18	4.31	4.44	4.55	4.65	4.73	4.81	4.88	4.94	5.00	5.06	5.11	5.15	5.20	5.24
120	2.800	3.36	3.68	3.92	4.10	4.24	4.36	4.47	4.56	4.64	4.71	4.78	4.84	4.90	4.95	5.00	5.04	5.09	5.13
∞	2.772	3.31	3.63	3.86	4.03	4.17	4.29	4.39	4.47	4.55	4.62	4.68	4.74	4.80	4.85	4.89	4.93	4.97	5.01

Fuente: Köhler, Schachtel, Voleske, 1996

Anexo 5: Tablas de prueba Tukey

$\alpha = 0.01$	n														
m	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2	13.90	19.02	22.56	25.37	27.76	29.86	31.73	33.41	34.93	36.29	37.53	38.66	39.70	40.66	
3	8.26	10.62	12.17	13.32	14.24	15.00	15.65	16.21	16.71	17.16	17.57	17.95	18.29	18.62	
4	6.51	8.12	9.17	9.96	10.58	11.10	11.54	11.92	12.26	12.57	12.84	13.09	13.32	13.53	
5	5.70	6.98	7.80	8.42	8.91	9.32	9.67	9.97	10.24	10.48	10.70	10.89	11.08	11.24	
6	5.24	6.33	7.03	7.56	7.97	8.32	8.61	8.87	9.10	9.30	9.48	9.65	9.81	9.95	
7	4.95	5.92	6.54	7.00	7.37	7.68	7.94	8.17	8.37	8.55	8.71	8.86	9.00	9.12	
8	4.75	5.64	6.20	6.62	6.96	7.24	7.47	7.68	7.86	8.03	8.18	8.31	8.44	8.55	
9	4.60	5.43	5.96	6.35	6.66	6.91	7.13	7.33	7.49	7.65	7.78	7.91	8.03	8.13	
10	4.48	5.27	5.77	6.14	6.43	6.67	6.87	7.05	7.21	7.36	7.49	7.60	7.71	7.81	
11	4.39	5.15	5.62	5.97	6.25	6.48	6.67	6.84	6.99	7.13	7.25	7.36	7.46	7.56	
12	4.32	5.05	5.50	5.84	6.10	6.32	6.51	6.67	6.81	6.94	7.06	7.17	7.26	7.36	
13	4.26	4.96	5.40	5.73	5.98	6.19	6.37	6.53	6.67	6.79	6.90	7.01	7.10	7.19	
14	4.21	4.89	5.32	5.63	5.88	6.08	6.26	6.41	6.54	6.66	6.77	6.87	6.96	7.05	
15	4.17	4.84	5.25	5.56	5.80	5.99	6.16	6.31	6.44	6.55	6.66	6.76	6.84	6.93	
16	4.13	4.79	5.19	5.49	5.72	5.92	6.08	6.22	6.35	6.46	6.56	6.66	6.74	6.82	
17	4.10	4.74	5.14	5.43	5.66	5.85	6.01	6.15	6.27	6.38	6.48	6.57	6.66	6.73	
18	4.07	4.70	5.09	5.38	5.60	5.79	5.94	6.08	6.20	6.31	6.41	6.50	6.58	6.65	
19	4.05	4.67	5.05	5.33	5.55	5.73	5.89	6.02	6.14	6.25	6.34	6.43	6.51	6.58	
20	4.02	4.64	5.02	5.29	5.51	5.69	5.84	5.97	6.09	6.19	6.28	6.37	6.45	6.52	
21	4.00	4.61	4.99	5.26	5.47	5.65	5.79	5.92	6.04	6.14	6.23	6.32	6.39	6.47	
22	3.99	4.59	4.96	5.22	5.43	5.61	5.75	5.88	5.99	6.10	6.19	6.27	6.35	6.42	
23	3.97	4.57	4.93	5.20	5.40	5.57	5.72	5.84	5.95	6.05	6.14	6.23	6.30	6.37	
24	3.96	4.55	4.91	5.17	5.37	5.54	5.69	5.81	5.92	6.02	6.11	6.19	6.26	6.33	
25	3.94	4.53	4.89	5.14	5.35	5.51	5.65	5.78	5.89	5.98	6.07	6.15	6.22	6.29	
26	3.93	4.51	4.87	5.12	5.32	5.49	5.63	5.75	5.86	5.95	6.04	6.12	6.19	6.26	
27	3.92	4.49	4.85	5.10	5.30	5.46	5.60	5.72	5.83	5.92	6.01	6.09	6.16	6.22	
28	3.91	4.48	4.83	5.08	5.28	5.44	5.58	5.70	5.80	5.90	5.98	6.06	6.13	6.20	
29	3.90	4.47	4.81	5.06	5.26	5.42	5.56	5.67	5.78	5.87	5.96	6.03	6.10	6.17	
30	3.89	4.45	4.80	5.05	5.24	5.40	5.54	5.65	5.76	5.85	5.93	6.01	6.08	6.14	
31	3.88	4.44	4.79	5.03	5.23	5.38	5.52	5.63	5.74	5.83	5.91	5.99	6.05	6.12	
32	3.87	4.43	4.77	5.02	5.21	5.37	5.50	5.61	5.72	5.81	5.89	5.96	6.03	6.10	
33	3.87	4.42	4.76	5.00	5.20	5.35	5.48	5.60	5.70	5.79	5.87	5.94	6.01	6.08	
34	3.86	4.41	4.75	4.99	5.18	5.34	5.47	5.58	5.68	5.77	5.85	5.93	5.99	6.06	
35	3.85	4.40	4.74	4.98	5.17	5.32	5.45	5.57	5.67	5.75	5.84	5.91	5.98	6.04	
36	3.85	4.40	4.73	4.97	5.16	5.31	5.44	5.55	5.65	5.74	5.82	5.89	5.96	6.02	
37	3.84	4.39	4.72	4.96	5.15	5.30	5.43	5.54	5.64	5.72	5.80	5.88	5.94	6.00	
38	3.83	4.38	4.71	4.95	5.13	5.29	5.41	5.53	5.62	5.71	5.79	5.86	5.93	5.99	
39	3.83	4.37	4.70	4.94	5.12	5.28	5.40	5.51	5.61	5.70	5.78	5.85	5.91	5.97	
40	3.82	4.37	4.70	4.93	5.11	5.26	5.39	5.50	5.60	5.69	5.76	5.83	5.90	5.96	
41	3.82	4.36	4.69	4.92	5.11	5.26	5.38	5.49	5.59	5.67	5.75	5.82	5.89	5.95	
42	3.82	4.35	4.68	4.91	5.10	5.25	5.37	5.48	5.58	5.66	5.74	5.81	5.88	5.94	
43	3.81	4.35	4.67	4.91	5.09	5.24	5.36	5.47	5.57	5.65	5.73	5.80	5.86	5.92	
44	3.81	4.34	4.67	4.90	5.08	5.23	5.35	5.46	5.56	5.64	5.72	5.79	5.85	5.91	
45	3.80	4.34	4.66	4.89	5.07	5.22	5.34	5.45	5.55	5.63	5.71	5.78	5.84	5.90	
46	3.80	4.33	4.66	4.89	5.07	5.21	5.34	5.44	5.54	5.62	5.70	5.77	5.83	5.89	
47	3.80	4.33	4.65	4.88	5.06	5.21	5.33	5.44	5.53	5.61	5.69	5.76	5.82	5.88	
48	3.79	4.32	4.64	4.87	5.05	5.20	5.32	5.43	5.52	5.61	5.68	5.75	5.81	5.87	
49	3.79	4.32	4.64	4.87	5.05	5.19	5.31	5.42	5.51	5.60	5.67	5.74	5.80	5.86	
50	3.79	4.32	4.63	4.86	5.04	5.19	5.31	5.41	5.51	5.59	5.67	5.73	5.80	5.85	

FUENTE: Mendiburu, 2007.

Anexo 6: Procesamiento estadístico para enraizamiento

En caso, que las interacciones no dieran diferencias significativas, se hace la comparación de medias para los factores principales con las siguientes fórmulas:

Para el factor A:

$$w = q_{\alpha} (k; GL_{\text{error (a)}}) \sqrt{\frac{E (a)}{n \cdot b}}$$

siendo $E (a) = CM_{\text{error (a)}}$
 n = número de repeticiones
 b = niveles del factor B

Para el factor B:

$$w = q_{\alpha} (k; GL_{\text{error (b)}}) \sqrt{\frac{E (b)}{n \cdot a}}$$

siendo $E (b) = CM_{\text{error (b)}}$
 n = número de repeticiones
 a = niveles del factor A

PARA EL FACTOR

A:

H0: $U_i = U_j$ No existe diferencia entre los tratamientos

H1: $U_i <> U_j$ al menos un tratamiento tiene efectos diferentes

Wa=

7.29322345

Continuación:

FACTOR A	2	Tabla Tukey	$q_a = Q_{\alpha}(K(a), Glerror)$	q(2,36)	2.868
FACTOR B	4	Tabla Tukey	$q_b = Q_{\alpha}(K(b), Glerror)$	q(4,36)	3.81
REPETICIONES	7				
n=OBSERVCI	56				

Fuentes	GL	SC()	CM()	Fc	F tab(5%)
Factor A - Sustratos	1	4,529	4,529.08	25.01	4.75
Error (a)	12	2,173	181.07		
Parcelas	13	6,702			
Factor B - Hormonas	3	1,094	364.69	2.98	2.87
AXB - Sustrato x Hormonas	3	2,877	958.96	7.85	2.87
Error (b)	36	4,400	122		
Subparcelas	55	15,073			

Continuación:

Porcentajes promedio" totales:

	0PPM	1000PPM	3000PPM	5000PPM	promedio
ARENA	29.60	25.62	26.14	34.59	28.99
CASCARILLA ARROZ	40.68	65.60	45.99	35.63	46.97

Dif	abs[a1-a2]=	17.99	si Dif>w ->Significativa
-----	-------------	-------	--------------------------

comoDif> w=7.29 , entonces, con un nivel alfa = 5%, existe suficiente evidencia estadística para concluir que existen diferencias en la media del porcentaje de enraizamiento usando los diferentes sustratos.

PARA EL FACTOR B: H0: $U_i=U_j$ No existe diferencia entre los tratamientos
H1: $U_i <> U_j$ al menos un tratamiento tiene efectos diferentes
Wb= 11.257212

Porcentajes promedio" totales:

	b1	b2	b3	b4
	0PPM	1000PPM	3000PPM	5000PPM
ARENA	29.60	25.62	26.14	34.59
CASCARILLA ARROZ	40.68	65.60	45.99	35.63
promedio	35.14	45.61	36.06	35.11

Continuación:

Dif	abs[a1a2]=	-	si Dif>w ->Significativa
-----	------------	---	--------------------------

		diferencias	
b1	b2	10.5	NS
b1	b3	0.9	NS
b1	b4	0.0	NS
b2	b3	9.5	NS
b2	b4	10.5	NS
b3	b4	1.0	NS

No se rechaza H0. No existe suficiente evidencia estadística como para afirmar que hay diferencia en los efectos de los tratamientos.

Anexo 7: Procesamiento Estadístico Para Supervivencia

En caso, que las interacciones no dieran diferencias significativas, se hace la comparación de medias para los factores principales con las siguientes fórmulas:

Para el factor A:

$$w = q_{\alpha} (k; GL_{error(a)}) \sqrt{\frac{E(a)}{n \cdot b}}$$

siendo $E(a) = CM_{error(a)}$
 $n =$ número de repeticiones
 $b =$ niveles del factor B

Para el factor B:

$$w = q_{\alpha} (k; GL_{error(b)}) \sqrt{\frac{E(b)}{n \cdot a}}$$

siendo $E(b) = CM_{error(b)}$
 $n =$ número de repeticiones
 $a =$ niveles del factor A

PARA EL FACTOR A:

H0: $U_i = U_j$ No existe diferencia entre los tratamientos

H1: $U_i \neq U_j$ al menos un tratamiento tiene efectos diferentes

Wa=

4.77011562

Continuación:

FACTOR A	2	Tabla Tukey	$q_a = Q_{\alpha}(K(a), Glerror)$	$q(2,36)$	2.868
FACTOR B	4	Tabla Tukey	$q_b = Q_{\alpha}(K(b), Glerror)$	$q(4,36)$	3.81
REPETICIONES	7				
n=OBSERVCI	56				
Fuentes	GL	SC()	CM()	Fc	F tab(5%)
Factor A - Sustratos	1	542	542.37	7.00	4.75
Error (a)	12	929	77.46		
Parcelas	13	1,472			
Factor B - Hormonas	3	3,720	1,239.98	14.98	2.87
AXB - Sustrato x Hormonas	3	3,634	1,211.43	14.63	2.87
Error (b)	36	2,980	83		
Subparcelas	55	11,806			

Porcentajes promedio" totales:

	0PPM	1000PPM	3000PPM	5000PPM	promedio
ARENA	33.00	24.03	23.42	21.18	25.41
CASCARILLA ARROZ	26.14	54.80	33.89	11.70	31.63
Dif	abs[a1-a2]=		6.22	si Dif>w ->Significativa	

Como Dif> w=4.77 , entonces, con un nivel alfa = 5%, existe suficiente evidencia estadística para concluir que existen diferencias en la media del porcentaje de enraizamiento usando los diferentes sustratos.

PARA EL FACTOR B:

H0: $U_i = U_j$ No existe diferencia entre los tratamientos
 H1: $U_i \neq U_j$ al menos un tratamiento tiene efectos diferentes

Wb= 9.26453655

Porcentajes promedio" totales:

	b1	b2	b3	b4
	0PPM	1000PPM	3000PPM	5000PPM
ARENA	33.00	24.03	23.42	21.18
CASCARILLA ARROZ	26.14	54.80	33.89	11.70
promedio	29.57	39.41	28.66	16.44

Dif	abs[a1-a2]=	-	si Dif > w ->Significativa
-----	-------------	---	----------------------------

		diferencias	
b1	b2	9.8	*
b1	b3	0.9	NS
b1	b4	13.1	*
b2	b3	10.8	*
b2	b4	23.0	*
b3	b4	12.2	*

se rechaza H0. existe suficiente evidencia estadística como para afirmar que hay diferencia en los efectos de los tratamientos

Anexo 8: Tratamiento 1. Evaluación de enraizamiento y sobrevivencia

IIAP		CIJH										PROBOSQUE						
Tesisista: David Sifuentes Yepes		Operador campo: Javier Padilla																
Brote:(Si ,No) Callo:(Si ,No)																		
ESPECIE: Cedro		Fecha instalación:		Fecha: 21/03/2010		1ra Evaluación						Vigor: (Muy Bueno: 1, regular: 2, Malo:3,Muerto:4)						
Tratamiento																		
N°	N°	Callo	Raíz		Broses Hoja		vigor		Diámetro estaca cm		Observaciones							
			Número		Longitud (cm)		Número		Longitud (cm)									
			1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	Antigua	nueva	1ra	2da	1ra	2da
T1	1			0				0	0					4				muerto
Arena	2			0				0	0					4				muerto
T1	3	no		0				0	0					4				muerto
T1	4	no		0				0	0					4				muerto
T1	5	no		0				0	0					4				muerto
T1	6	no		0				1	0.5					3				Caída
hojas																		
T1	7	no		0				0	0					4				muerto
T1	8	no		0				0	0					4				muerto
T1	9	no		0				0	0					4				muerto
T1	10	si		2		3		1	1		1	1	1	1				
T1	11	si		2		3		1	1.2		1	1	1	1				
T1	12	si		4		2.5		0	0		1	0	1	1				
T1	13	si		0		0		0	0					4				muerto

T1	14	si	0	0	0	0			4	muerto
T1	15	no	0	0	0	0			4	muerto
T1	16	si	1	0.5	1	1			1	
T1	17	no	0	0	0	0			4	muerto
T1	18	si	0	0	1	0.5			3	Caída
hojas										
T1	19	no	0	0	0	0			4	muerto
T1	20	no	0	0	0	0			4	muerto
T1	21	no	0	0	0	0			4	muerto
T1	22	no	0	0	0	0			4	muerto
T1	23	no	0	0	0	0			4	muerto
T1	24	no	0	0	0	0			4	muerto
T1	25	si	8	4.5	1	1	1	1	1	
T1	26	no	0	0	0	0			4	muerto
T1	27	no	0	0	0	0			4	muerto
T1	28	si	4	4.5	1	1.5	1	1	1	
T1	29	no	0	0	0	0			4	muerto
T1	30	no	0	0	0	0			4	muerto
T1	31	si	5	4	1	1	0	1	2	
T1	32	si	8	12	1	1.2	1	1	1	
T1	33	si	5	6	1	1	1	1	1	
T1	34	si	1	0.4	0	0	1	0	2	
T1	35	no	0	0	0	0			4	muerto
T1	36	si	0	0	1	0.5			4	
T1	37	no	0	0	0	0			4	muerto
T1	38	no	0	0	0	0			4	muerto

T1	39	si	2	3	1	0.8	1	1	1	
T1	40	si	4	5	0	0	1	0	1	
T1	41	si	13	9	1	2	1	1	1	
T1	42	si	3	2.5	1	1	1	1	2	
T1	43	si	1	1	0	0	1	0	2	
T1	44	no	0	0	0	0			4	muerto
T1	45	si	0	0	1	0.5			3	Caída
hojas										
T1	46	no	0	0	0	0			4	muerto
T1	47	no	0	0	0	0			4	muerto
T1	48	no	0	0	0	0			4	muerto
T1	49	no	0	0	0	0			4	muerto
T1	50	no	0	0	0	0			4	muerto
T1	51	no	0	0	1	0.3			3	Caída
hojas										
T1	52	si	4	6	1	1.5	1	1	1	
T1	53	no	0	0	0	0			4	muerto
T1	54	no	0	0	0	0			4	muerto
T1	55	no	0	0	0	0			4	muerto
T1	56	no	0	0	0	0			4	muerto
T1	57	no	0	0	0	0			4	muerto
T1	58	no	0	0	0	0			4	muerto
T1	59	si	0	0	1	0.6			3	Caída
hojas										
T1	60	no	0	0	0	0			4	muerto

T1	61	no	0	0	0	0			4	muerto
T1	62	si	2	1	1	1.5	1	1	1	
T1	63	si	3	8	1	2	1	1	1	
T1	64	no	0	0	0	0			4	muerto
T1	65	no	0	0	0	0			4	muerto
T1	66	si	0	0	1	0.5			3	Caída
hojas										
T1	67	no	0	0	0	0			4	muerto
T1	68	no	0	0	0	0			4	muerto
T1	69	no	0	0	0	0			4	muerto
T1	70	no	0	0	0	0			4	muerto

Anexo 9: Tratamiento 2. Evaluación de enraizamiento y sobrevivencia

IIAP				CIJH				PROBOSQUE										
Tesisista: David Sifuentes Yepes				Operador campo: Javier Padilla				Brote:(Si ,No) Callo:(Si ,No)										
ESPECIE: Cedro				Fecha instalación: Fecha: 21/03/2010				1ra Evaluación										
				Vigor: (Muy Bueno: 1, regular: 2, Malo:3,Muerto:4)														
Tratamiento																		
N°	N°	Callo	Raíz	Brotos	Hoja	vigor	Diámetro estaca cm		Observaciones									
		Número		Longitud (cm)		Número		Longitud (cm)										
		1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	Antigua	nueva	1ra	2da	1ra	2da	
T2	1	no		0		0		0					4					muerto
Arena	2	no		0		0		0					4					muerto
T2	3	no		0		0		0					4					muerto
T2	4	no		0		0		0					4					muerto
T2	5	si		10		7		1		2		1	1	1				caída de hoja
T2	6	no		0		0		0		0			4					muerto
T2	7	no		0		0		0		0			4					muerto
T2	8	si		3		2		1		0.8		0	1	3				caída de hoja
T2	9	no		0		0		0		0			4					muerto
T2	10	no		0		0		0		0			4					muerto
T2	11	no		0		0		0		0			4					muerto
T2	12	no		0		0		0		0			4					muerto

T2	13	no	0	0	0	0				4	muerto
T2	14	no	0	0	0	0				4	muerto
T2	15	no	0	0	0	0				4	muerto
T2	16	si	0	0	1	0				4	muerto
T2	17	no	0	0	0	0				4	muerto
T2	18	no	0	0	0	0				4	muerto
T2	19	no	0	0	0	0				4	muerto
T2	20	no	0	0	0	0				4	muerto
T2	21	no	0	0	0	0				4	muerto
T2	22	si	2	1	1	1	1	0		2	
T2	23	no	0	0	0	0				4	muerto
T2	24	no	0	0	0	0				4	muerto
T2	25	no	0	0	0	0				4	muerto
T2	26	no	0	0	0	0				4	muerto
T2	27	si	9	10	1	2.5	1	1		1	
T2	28	si	4	9	1	3	1	1		1	
T2	29	no	0	0	0	0				4	muerto
T2	30	no	0	0	0	0				4	muerto
T2	31	si	6	8	1	1	1	1		1	
T2	32	no	0	0	0	0				4	muerto
T2	33	no	0	0	0	0				4	muerto
T2	34	no	0	0	0	0				4	muerto
T2	35	no	0	0	0	0				4	muerto
T2	36	si	3	3	0	0	1	0		2	
T2	37	no	0	0	0	0				4	muerto
T2	38	no	0	0	0	0				4	muerto

T2	39	no	0	0	0	0			4	muerto
T2	40	si	4	3.5	0	0	1	0	1	
T2	41	si	1	0.3	1	0.3	1	1	3	
T2	42	no	0	0	0	0			4	muerto
T2	43	si	6	6	0	0	0	1	1	
T2	44	no	0	0	0	0			4	muerto
T2	45	no	0	0	0	0			4	muerto
T2	46	no	0	0	0	0			4	muerto
T2	47	no	0	0	0	0			4	muerto
T2	48	no	0	0	0	0			4	muerto
T2	49	no	0	0	0	0			4	muerto
T2	50	no	0	0	0	0			4	muerto
T2	51	no	0	0	0	0			4	muerto
T2	52	no	0	0	0	0			4	muerto
T2	53	si	8	6	1	1.5	1	1	1	
T2	54	no	0	0	0	0			4	muerto
T2	55	si	4	4	1	2.5	1	1	1	
T2	56	no	0	0	0	0			4	muerto
T2	57	no	0	0	0	0			4	muerto
T2	58	no	0	0	0	0			4	muerto
T2	59	no	0	0	0	0			4	muerto
T2	60	no	0	0	0	0			4	muerto
T2	61	no	0	0	0	0			4	muerto
T2	62	no	0	0	0	0			4	muerto
T2	63	no	0	0	0	0			4	muerto
T2	64	no	0	0	0	0			4	muerto

T2	65	no	0	0	0	0			4	muerto
T2	66	si	8	9	1	1	1	1	2	
T2	67	si	5	5	0	0	1	0	1	
T2	68	no	0	0	0	0			4	muerto
T2	69	si	10	7	1	1	1	1	1	
T2	70	no	0	0	0	0			4	muerto

Anexo 10: Tratamiento 3. Evaluación de enraizamiento y sobrevivencia

IIAP				CIJH				PROBOSQUE								
Tesista:	David Sifuentes Yepes				Operador campo: Javier Padilla				Brote:(Si ,No) Callo:(Si ,No)							
ESPECIE:	Cedro	Fecha instalación:	Fecha: 21/03/2010		1ra Evaluación				Vigor: (Muy Bueno: 1, regular: 2, Malo:3,Muerto:4)							
Tratamiento																
N°	N°	Callo	Raíz	Brotos	Hoja	vigor	Diámetro estaca cm		Observaciones							
							Número		Longitud (cm)		Número		Longitud (cm)			
		1ra 2da	1ra 2da	1ra 2da	1ra 2da	1ra 2da	1ra 2da	1ra 2da	1ra 2da	1ra 2da	1ra 2da	Antigua	nueva	1ra	2da	1ra
T3	1	no muerto	0	0	0	0	0	0	0	0	0		4			
Arena	2	si	3	3	1	2	1	1	1							3.19
T3	3	no muerto	0	0	0	0	0	0	0	0	0		4			
T3	4	no muerto	0	0	0	0	0	0	0	0	0		4			
T3	5	no muerto	0	0	0	0	0	0	0	0	0		4			
T3	6	no muerto	0	0	0	0	0	0	0	0	0		4			
T3	7	no muerto	0	0	0	0	0	0	0	0	0		4			
T3	8	si	5	5	1	1	1	1	2							3.14

T3	9	no muerto	0	0	0	0				4	
T3	10	no muerto	0	0	0	0				4	
T3	11	no muerto	0	0	0	0				4	
T3	12	si	14	5	0	0	1	0	1	2.5	
T3	13	no muerto	0	0	0	0				4	
T3	14	no muerto	0	0	0	0				4	
T3	15	si	10	7	1	0	1	1	2	2.7	
T3	16	no muerto	0	0	0	0				4	
T3	17	no muerto	0	0	0	0				4	
T3	18	si	6	9	1	1	1	1	1	2.75	
T3	19	no muerto	0	0	0	0				4	
T3	20	no muerto	0	0	0	0				4	
T3	21	no muerto	0	0	0	0				4	
T3	22	no muerto	0	0	0	0				4	
T3	23	no muerto	0	0	0	0				4	
T3	24	no muerto	0	0	0	0				4	

T3	25	no muerto	0	0	0	0				4
T3	26	no muerto	0	0	0	0				4
T3	27	no muerto	0	0	0	0				4
T3	28	no muerto	0	0	0	0				4
T3	29	no muerto	0	0	0	0				4
T3	30	no muerto	0	0	0	0				4
T3	31	si	8	3.5	1	1	1	1	1	2.95
T3	32	no muerto	0	0	0	0				4
T3	33	no muerto	0	0	0	0				4
T3	34	si	2	4	0	0	1	0	1	2.9
T3	35	no muerto	0	0	0	0				4
T3	36	no muerto	0	0	0	0				4
T3	37	si	8	13	1	3	1	1	1	3.1
T3	38	no muerto	0	0	0	0				4
T3	39	no muerto	0	0	0	0				4
T3	40	no muerto	0	0	0	0				4

T3	41	si	11	8	1	1	1	1	1	3.19
T3	42	no muerto	0	0	0	0			4	
T3	43	no muerto	0	0	0	0			4	
T3	44	no muerto	0	0	0	0			4	
T3	45	no muerto	0	0	0	0			4	
T3	46	no muerto	0	0	0	0			4	
T3	47	no muerto	0	0	0	0			4	
T3	48	no muerto	0	0	0	0			4	
T3	49	si	4	3	1	1	1	1	2	2.8
T3	50	no muerto	0	0	0	0			4	
T3	51	no muerto	0	0	0	0			4	
T3	52	si	14	7	1	1	1	1	1	2.6
T3	53	no muerto	0	0	0	0			4	
T3	54	no muerto	0	0	0	0			4	
T3	55	no muerto	0	0	0	0			4	
T3	56	no muerto	0	0	0	0			4	

T3	57	no muerto	0	0	0	0				4	
T3	58	no muerto	0	0	0	0				4	
T3	59	no muerto	0	0	0	0				4	
T3	60	no muerto	0	0	0	0				4	
T3	61	si	16	4	1	3	1	1	1		2.25
T3	62	si	11	7	0	0	1	0	1		2.55
T3	63	si	20	10	1	1	1	1	1		2.7
T3	64	no muerto	0	0	0	0				4	
T3	65	no muerto	0	0	0	0				4	
T3	66	no muerto	0	0	0	0				4	
T3	67	si	19	10	1	3	1	1	1		2.65
T3	68	si	8	8	1	2	1	1	1		2.2
T3	69	no muerto	0	0	0	0				4	
T3	70	no muerto	0	0	0	0				4	

Anexo 11: Tratamiento 4. Evaluación de enraizamiento y sobrevivencia

CIJH										PROBOSQUE									
Tesista: David Sifuentes Yepes		Operador campo: Javier Padilla								Brote:(Si ,No)									
Callo:(Si ,No)		ESPECIE: Cedro		Fecha instalación: Fecha: 21/03/2010		1ra Evaluación				Vigor: (Muy Bueno: 1, regular: 2, Malo:3,Muerto:4)									
Tratamiento																			
N°	N°	Callo	Raíz		Broses		Hoja		vigor		Diámetro estaca cm		Observaciones						
			Número	Longitud (cm)	Número	Longitud (cm)	Número	Longitud (cm)	Número	Longitud (cm)	Antigua	nueva	1ra	2da	1ra				
		1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	Antigua	nueva	1ra	2da	1ra	
T4	1	no		0		0		0							4				
		muerto																	
Arena	2	si		24		9		1		0.8		1	1	1			3.2		
T4	3	no		0		0		0		0					4				
		muerto																	
T4	4	no		0		0		0		0					4				
		muerto																	
T4	5	si		26		3		0		0		1	0	1			2.6		
T4	6	no		0		0		0		0					4				
		muerto																	
T4	7	no		0		0		0		0					4				
		muerto																	
T4	8	no		0		0		0		0					4				
		muerto																	
T4	9	no		0		0		0		0					4				
		muerto																	

T4	10	no muerto	0	0	0	0				4	
T4	11	no muerto	0	0	0	0				4	
T4	12	si	20	6	1	0.7	1	1	1		2.7
T4	13	si	7	7	0	0	1	0	2		3.8
T4	14	no muerto	0	0	0	0				4	
T4	15	si	15	10	0	0	1	0	1		3
T4	16	no muerto	0	0	0	0				4	
T4	17	no muerto	0	0	0	0				4	
T4	18	no muerto	0	0	0	0				4	
T4	19	no muerto	0	0	0	0				4	
T4	20	no muerto	0	0	0	0				4	
T4	21	no muerto	0	0	0	0				4	
T4	22	no muerto	0	0	0	0				4	
T4	23	no muerto	0	0	0	0				4	
T4	24	si	11	8	1	2	1	1	1		2.9
T4	25	no muerto	0	0	0	0				4	
T4	26	no muerto	0	0	0	0				4	

T4	27	si	16	5	0	0	1	0	1	3
T4	28	no muerto	0	0	0	0			4	
T4	29	no muerto	0	0	0	0			4	
T4	30	no muerto	0	0	0	0			4	
T4	31	no muerto	0	0	0	0			4	
T4	32	no muerto	0	0	0	0			4	
T4	33	si	20	6	1	0.9	1	1	1	2.5
T4	34	no muerto	0	0	0	0			4	
T4	35	no muerto	0	0	0	0			4	
T4	36	no muerto	0	0	0	0			4	
T4	37	no muerto	0	0	0	0			4	
T4	38	si	12	5	1	1	1	1	1	3.4
T4	39	no muerto	0	0	0	0			4	
T4	40	no muerto	0	0	0	0			4	
T4	41	no muerto	0	0	0	0			4	
T4	42	si	12	4	0	0	1	0	2	2
T4	43	no muerto	0	0	0	0			4	

T4	44	si	22	7	0	0	1	0	1	2.9
T4	45	si	10	6	1	1	1	1	1	2.8
T4	46	si	18	11	1	1	1	1	1	2.7
T4	47	no muerto	0	0	0	0			4	
T4	48	si	6	5	0	0	1	0	1	3.5
T4	49	no muerto	0	0	0	0			4	
T4	50	si	14	14	1	3	1	1	1	3.3
T4	51	si	7	7	0	0	1	0	1	3
T4	52	si	9	6	0	0	1	0	2	2.5
T4	53	si	45	5	0	0	1	0	1	2.85
T4	54	si	12	11	0	0	1	0	1	3.95
T4	55	no muerto	0	0	0	0			4	
T4	56	no muerto	0	0	0	0			4	
T4	57	no muerto	0	0	0	0			4	
T4	58	no muerto	0	0	0	0			4	
T4	59	no muerto	0	0	0	0			4	
T4	60	no muerto	0	0	0	0			4	
T4	61	no muerto	0	0	0	0			4	
T4	62	no muerto	0	0	0	0			4	

T4	63	no muerto	0	0	0	0				4	
T4	64	no muerto	0	0	0	0				4	
T4	65	no muerto	0	0	0	0				4	
T4	66	si	27	11	1	1.3	1	1	1		2.7
T4	67	si	3	1.5	0	0	1	0	1		3.7
T4	68	no muerto	0	0	0	0				4	
T4	69	si	19	10	1	1	1	1	1		2.95
T4	70	si	18	7	1	3	1	1	1		2.7

Anexo 12: Tratamiento 5. Evaluación de enraizamiento y sobrevivencia

CIJH										PROBOSQUE									
Tesista: David Sifuentes Yepes		Operador campo: Javier Padilla								Brote:(Si ,No)									
Callo:(Si ,No)		ESPECIE: Cedro		Fecha instalación: Fecha: 21/03/2010		1ra Evaluación		Vigor: (Muy Bueno: 1, regular: 2, Malo:3,Muerto:4)											
Tratamiento																			
N°	N°	Callo	Raíz		Broses		Hoja		vigor		Diámetro estaca cm		Observaciones						
			Número	Longitud (cm)	Número	Longitud (cm)	Número	Longitud (cm)	Número	Longitud (cm)	Antigua	nueva	1ra	2da	1ra				
		1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	Antigua	nueva	1ra	2da	1ra	
T5	1	no		0		0		0		0		0							
		Nada																	
cascarilla	2	no		0		0		0		0		0							
		Nada/caída hojas																	
T5	3	si		4		6		0		0		1	0	1			2		
T5	4	no		0		0		0		0									
		Nada																	
T5	5	si		2		5		1		0.6		1	1	1			2.6		
T5	6	no		0		0		0		0				4					
		muerto																	
T5	7	si		2		7		0		0		1	0	1			2.25		
T5	8	si		2		4		0		0		1	0	1			2.4		
T5	9	no		0		0		0		0									
		Nada/caída hojas																	
T5	10	no		0		0		0		0									
		Nada																	

T5	11	no muerto	0	0	0	0				4	
T5	12	no Nada	0	0	0	0					
T5	13	si Nada	0	0	0	0					
T5	14	si	2	4	0	0	1	0	1		1.8
T5	15	si	2	2	1	0.8	1	1	2		2.1
T5	16	si	4	7	1	1	1	1	1		2.25
T5	17	no Nada	0	0	0	0					
T5	18	si Nada	0	0	0	0					
T5	19	si Nada	0	0	0	0					
T5	20	no muerto	0	0	0	0				4	
T5	21	si	3	8	0	0	1	0	2		2.2
T5	22	si	1	2	0	0	1	0	2		2.5
T5	23	si	5	7	1	0.6	1	0	1		2
T5	24	no muerto	0	0	0	0				4	
T5	25	si	4	1.5	0	0	1	0	1		1.6
T5	26	si	4	9	1	0.7	1	0	1		2.65
T5	27	si	1	6	0	0	1	0	1		2.4
T5	28	si	2	8	1	0.7	1	0	2		1.8
T5	29	no muerto	0	0	0	0				4	

T5	30	no muerto	0	0	0	0				4	
T5	31	no muerto	0	0	0	0				4	
T5	32	no muerto	0	0	0	0				4	
T5	33	si Nada	0	0	0	0				4	
T5	34	si	2	3	0	0	1	0	1		1.8
T5	35	si Nada	0	0	0	0					
T5	36	si	2	5	1	1.5	1	0	2		2.6
T5	37	si	1	11	1	0.5	1	0	1		2.36
T5	38	no muerto	0	0	0	0				4	
T5	39	no muerto	0	0	0	0				4	
T5	40	no muerto	0	0	0	0				4	
T5	41	si	4	8	0	0	1	1	2		1.7
T5	42	no Nada/Caída hojas	0	0	0	0					
T5	43	no muerto	0	0	0	0				4	
T5	44	si	7	5	1	0.5	1	0	1		2.4
T5	45	no Nada/Caída hojas	0	0	0	0					
T5	46	si	5	16	0	0	1	0	1		2.3
T5	47	si	2	8	0	0	1	0	1		2.9

T5	48	no	0	0	0	0					
	Nada										
T5	49	si	1	4	0	0	1	0	2	2.2	
T5	50	no	0	0	0	0			4		
	muerto										
T5	51	no	0	0	0	0			4		
	muerto										
T5	52	no	0	0	0	0			4		
	muerto										
T5	53	si	4	3	1	1.8	1	0	1	2.3	
T5	54	no	0	0	0	0			4		
	muerto										
T5	55	si	2	6	1	1.5	1	0	3	1.9	
T5	56	no	0	0	0	0					
	Nada										
T5	57	no	0	0	0	0			4		
	muerto										
T5	58	no	0	0	0	0					
	Nada										
T5	59	si	0	0	0	0					
	Nada										
T5	60	no	0	0	0	0			4		
	muerto										
T5	61	si	4	4	1	1.5	1	0	2	2	
T5	62	no	0	0	0	0			4		
	muerto										
T5	63	si	1	3.5	0	0	1	0	1	2.5	
T5	64	si	4	4	1	2	1	0	2	2.55	
T5	65	si	0	0	0	0					
	Nada										

T5	66	si	4	2	0	0	1	0	1	2.4
T5	67	si	3	2.5	0	0	1	0	2	1.8
T5	68	no Nada	0	0	0	0				
T5	69	si	3	5	1	1.5	1	0	1	2.55
T5	70	no Nada	0	0	0	0				

Anexo 13: Tratamiento 6. Evaluación de enraizamiento y sobrevivencia

CIJH										PROBOSQUE								
Tesisista: David Sifuentes Yepes					Operador campo: Javier Padilla					Brote:(Si ,No) Callo:(Si ,No)								
ESPECIE:		Cedro	Fecha instalación:		Fecha: 21/03/2010		1ra Evaluación		Vigor: (Muy Bueno: 1, regular: 2, Malo:3,Muerto:4)									
Tratamiento																		
N°	N°	Callo	Raíz		Brotos		Hoja		vigor		Diámetro estaca cm		Observaciones					
			Número	Longitud (cm)	Número	Longitud (cm)	Número	Longitud (cm)	Número	Longitud (cm)	1ra	2da	Antigua	nueva	1ra	2da	1ra	2da
		1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	
T6	1	si		12		6		1		2.5		1	0	1		2.4		
Cascarilla	2	si		10		10		1		0.6		1	0	1		2.5		
T6	3	si		16		12		1		2		1	1	1		2.7		
T6	4	si		13		12		1		2		1	1	1		3.1		
T6	5	no		0		0		0		0				4		0	muerto	
T6	6	si		6		5		1		1		1	0	1		2.5		
T6	7	si		14		12		0		0		1	0	1		2.6		
T6	8	si		5		4		1		0.8		1	1	1		3.6		
T6	9	no		0		0		0		0				4		0	muerto	
T6	10	si		10		6		1		1.5		1	0	2		2.4		
T6	11	si		20		10		1		5		1	1	1		2.6		
T6	12	si		10		13		1		2.5		1	1	1		2.6		
T6	13	si		18		5		0		0		1	0	1		2.9		
T6	14	si		0		0		0		0				3		0		
		nada/caída de hojas																
T6	15	no		0		0		0		0				4		0	muerto	

T6	16	si	16	7	1	1	1	0	2	2	
T6	17	no	0	0	0	0			4	0	muerto
T6	18	si	26	11	1	1.6	1	0	1	3	
T6	19	si	8	7	1	2	1	1	1	2.5	
T6	20	no	0	0	0	0			4	0	muerto
T6	21	no	0	0	0	0			4	0	muerto
T6	22	no	0	0	0	0			4	0	muerto
T6	23	si	13	6	1	1.5	1	0	1	2.6	
T6	24	si	4	12	1	1	1	0	2	3.7	
T6	25	si	8	12	1	1.5	1	0	1	3.3	
T6	26	no	0	0	0	0			4	0	muerto
T6	27	no	0	0	0	0			4	0	muerto
T6	28	si	7	11	0	0	1	0	2	3.4	
T6	29	si	8	10	1	3	1	0	2	2.6	
T6	30	si	7	4	1	2	1	1	1	2.3	
T6	31	si	12	5	1	3	1	1	1	2.3	
T6	32	si	12	4	1	1.5	1	0	1	2.2	
T6	33	si	21	7	1	3	1	1	1	2.6	
T6	34	si	13	9	1	3	1	1	1	2.2	
T6	35	si	12	6	1	2.7	1	1	1	2.4	
T6	36	si	20	5	1	2	1	0	1	2.6	
T6	37	si	6	10	1	2.5	1	0	1	2.8	
T6	38	si	10	8	1	1	1	0	1	2.4	
T6	39	si	7	6	0	0	1	0	1	2.5	
T6	40	si	9	4	0	0	1	0	1	2.4	
T6	41	si	16	7	1	2	1	1	1	3	
T6	42	si	22	8	1	2.5	1	1	1	3	
T6	43	si	12	8	1	1	1	0	1	2.4	

T6	44	si	12	14	1	3	1	1	1	2.3	
T6	45	si	18	5	1	2	1	1	1	2.5	
T6	46	si	5	10	1	1	1	0	1	2	
T6	47	si	10	13	1	4	1	1	1	2.7	
T6	48	si	10	9	1	2.5	1	0	1	2.6	
T6	49	si	6	5	0	0	1	0	2	2.8	
T6	50	si	14	11	1	2	1	0	1	2.5	
T6	51	si	4	3.5	1	2	1	1	3	2.9	
T6	52	si	2	3	1	1	1	1	1	3.6	
T6	53	no	0	0	0	0			4	0	muerto
T6	54	si	6	8	1	2	1	0	1	2.3	
T6	55	no	0	0	0	0			4	0	muerto
T6	56	si	0	0	0	0			3	0	
		nada/caída de hojas									
T6	57	si	10	8	1	4	1	1	1	2.6	
T6	58	si	9	4	1	1	1	0	1	2.6	
T6	59	no	0	0	0	0			4	0	muerto
T6	60	si	12	6	0	0	1	0	2	2.9	
T6	61	si	10	12	1	1	1	0	1	2.5	
T6	62	si	10	9	1	0.9	1	0	1	2	
T6	63	si	2	2	1	2	1	1	1	3.1	
T6	64	si	12	7	1	2	1	0	1	2.3	
T6	65	si	22	10	1	2	1	0	1	2.9	
T6	66	no	0	0	0	0			4	0	muerto
T6	67	si	12	7	1	0	1	1	1	2.5	
T6	68	no	0	0	0	3			4	0	muerto
T6	69	si	12	4	1	1.5	1	1	1	2.5	
T6	70	si	14	5	0	0	1	0	1	2.4	

Anexo 14: Tratamiento 7. Evaluación de enraizamiento y sobrevivencia

IIAP		CIJH						PROBOSQUE						
Tesisista: David Sifuentes Yepes		Operador campo: Javier Padilla												
Brote:(Si ,No) Callo:(Si ,No)														
ESPECIE: Cedro		Fecha instalación:		Fecha: 21/03/2010		1ra Evaluación		Vigor:		(Muy				
Bueno: 1, regular: 2, Malo:3,Muerto:4)														
Tratamiento														
N°	N°	Callo		Raíz		Brotos		Hoja		vigor	Diámetro estaca cm			Observaciones
		Número	Longitud (cm)	Número	Longitud (cm)	Número	Longitud (cm)	Número	Longitud (cm)		Antigua	nueva	1ra	
	1ra 2da	2da 1ra	1ra 2da	2da 1ra	1ra 2da	2da 1ra	1ra 2da	1ra 2da	1ra 2da	1ra 2da	1ra 2da	Antigua	nueva	1ra
T7	1 3.2	si		13		12		1		4		1	1	1
Cascarilla	2 2.3	si		14		6		1		2		1	0	1
T7	3	no		0		0		0		0				4
				muerto										
T7	4	no		0		0		0		0				4
				muerto										
T7	5	no		0		0		0		0				4
				muerto										
T7	6	no		0		0		0		0				4
				muerto										
T7	7	no		0		0		0		0				4
				muerto										

T7	8	no	0	0	0	0			4
			muerto						
T7	9	si	10	5	1	3	1	1	1
	2.5								
T7	10	si	2	0.5	0	0	1	0	2
	3.1								
T7	11	si	5	4	1	1	1	0	2
	3								
T7	12	no	0	0	0	0			4
			muerto						
T7	13	no	0	0	0	0			4
			muerto						
T7	14	no	0	0	0	0			4
			muerto						
T7	15	si	38	6	1	4	1	0	1
	2.38								
T7	16	si	2	1	0	0	1	0	3
	2.85								
T7	17	si	16	11	1	1	1	0	1
	3.4								
T7	18	no	0	0	0	0			4
			muerto						
T7	19	no	0	0	0	0			4
			muerto						
T7	20	si	22	7	1	1.5	1	0	1
	2.1								
T7	21	si	23	10	1	3	1	1	1
	2.5								

T7	22	no	0	0	0	0				4
			muerto							
T7	23	no	0	0	0	0				4
			muerto							
T7	24	no	0	0	0	0				4
			muerto							
T7	25	si	16	4	0	0	1	0	1	
	2.3									
T7	26	si	3	2.5	0	0	1	0	2	
	3.8									
T7	27	si	13	11	1	1	1	0	1	
	2.9									
T7	28	si	4	2	0	0				3
	2.1		caída de hojas							
T7	29	si	11	4	0	0	1	0	1	
	2.85									
T7	30	no	0	0	0	0				4
			muerto							
T7	31	si	15	5	1	1	1	0	2	
	2.8									
T7	32	no	0	0	0	0				4
			muerto							
T7	33	si	10	5	1	2	1	0	1	
	2.6									
T7	34	si	7	4	0	0	1	0	1	
	3.4									
T7	35	si	16	6	1	2	1	0	1	
	2									

T7	36 2.75	si	12	3.5	0	0	1	0	2
T7	37 2.3	si	8	5	0	0	1	0	1
T7	38 2.7	si	20	6	0	0	1	0	1
T7	39	no muerto	0	0	0	0			4
T7	40 2.6	si	5	13	1	1.5	1	0	1
T7	41 2.7	si	8	6	1	2	1	0	1
T7	42 2.8	si	7	4	0	0	1	0	2
T7	43	no muerto	0	0	0	0			4
T7	44 2.6	si	16	8	1	3.5	1	0	1
T7	45 2.57	si	10	3	0	0	1	0	2
T7	46	no muerto	0	0	0	0			4
T7	47	no muerto	0	0	0	0			4
T7	48	no muerto	0	0	0	0			4
T7	49	no muerto	0	0	0	0			4

T7	50	no	0	0	0	0				4
			muerto							
T7	51	si	14	8	1	1	1	0	1	
	3.4									
T7	52	no	0	0	0	0				4
			muerto							
T7	53	no	0	0	0	0				4
			muerto							
T7	54	no	0	0	0	0				4
			muerto							
T7	55	si	28	5	1	1.5	1	0	1	
	2.7									
T7	56	no	0	0	0	0				4
			muerto							
T7	57	si	10	6	1	1	1	0	1	
	3.5									
T7	58	no	0	0	0	0				4
			muerto							
T7	59	si	10	5	0	0	1	0	2	
	2.5									
T7	60	no	0	0	0	0				4
			muerto							
T7	61	no	0	0	0	0				4
			muerto							
T7	62	si	0	0	0	0				3
			nada							
T7	63	si	12	4	1	1	1	0	1	
	2.4									

T7	64 2.85	si	13	9	1	2.5	1	0	1
T7	65 2.76	si	14	3	1	3	1	0	1
T7	66 2.75	si	21	4	1	0.7	1	0	1
T7	67	no muerto	0	0	0	0			4
T7	68 2.67	si	15	8	0	0	1	0	2
T7	69	no muerto	0	0	0	0			4
T7	70	no muerto	0	0	0	0			4

Anexo 15: Tratamiento 8. Evaluación de enraizamiento y sobrevivencia

IIAP			CIJH						PROBOSQUE								
Tesisista: David Sifuentes Yepes			Operador campo: Javier Padilla						Brote:(Si ,No) Callo:(Si ,No)								
ESPECIE: Cedro		Fecha instalación:		Fecha: 21/03/2010		1ra Evaluación		Vigor: (Muy Bueno: 1, regular: 2, Malo:3,Muerto:4)									
Tratamiento																	
N°	N°	Callo	Raíz		Brotos		Hoja		vigor	Diámetro estaca cm		Observaciones					
			Número	Longitud (cm)	Número	Longitud (cm)	Número	Longitud (cm)		1ra	2da	Antigua	nueva	1ra	2da	1ra	2da
T8	1	no		0		0		0					4				muerta
Cascarilla	2	si		14		14		1		2		1	0	1			2.6
T8	3	no		0		0		0					4				muerta
T8	4	no		0		0		0					4				muerta
T8	5	no		0		0		0					4				muerta
T8	6	no		0		0		0					4				muerta
T8	7	si		14		8		1		1		1	0	1			2.57
T8	8	no		0		0		0					4				muerta
T8	9	no		0		0		0					4				muerta
T8	10	no		0		0		0					4				muerta
T8	11	no		0		0		0					4				muerta
T8	12	si		10		3		0		0		1	0	1			3.9
T8	13	no		0		0		0					4				muerta
T8	14	no		0		0		0					4				muerta
T8	15	si		9		3		0		0		1	0	2			2.58

T8	16	no	0	0	0	0			4		muerta
T8	17	no	0	0	0	0			4		muerta
T8	18	no	0	0	0	0			4		muerta
T8	19	si	10	3	0	0	1	0	2	2.7	
T8	20	no	0	0	0	0			4		muerta
T8	21	si	16	5	0	0	1	0	1	1.9	
T8	22	no	0	0	0	0			4		muerta
T8	23	no	0	0	0	0			4		muerta
T8	24	no	0	0	0	0			4		muerta
T8	25	si	4	4	0	0	1	0	2	3.6	
T8	26	si	18	6	0	0	1	0	1	2.47	
T8	27	no	0	0	0	0			4		muerta
T8	28	si	22	6	1	1	1	0	1	2.8	
T8	29	si	12	3	0	0	1	0	1	2.8	
T8	30	no	0	0	0	0			4		muerta
T8	31	si	12	10	0	0	1	0	2	2.5	
T8	32	no	0	0	0	0			4		muerta
T8	33	si	20	9	0	0	1	0	1	2.3	
T8	34	no	0	0	0	0			4		muerta
T8	35	si	25	7	1	0.8	1	0	1	2.7	
T8	36	si	8	2	0	0	1	0	2	3	
T8	37	si	12	5	0	0	1	0	1	2.2	
T8	38	no	0	0	0	0			4		muerta
T8	39	no	0	0	0	0			4		muerta
T8	40	no	0	0	0	0			4		muerta
T8	41	si	24	5	0	0	1	0	1	3	
T8	42	no	0	0	0	0			4		muerta
T8	43	no	0	0	0	0			4		muerta

T8	44	no	0	0	0	0			4		muerta
T8	45	no	0	0	0	0			4		muerta
T8	46	si	30	7	1	2	1	0	1	2.9	
T8	47	no	0	0	0	0			4		muerta
T8	48	no	0	0	0	0			4		muerta
T8	49	si	6	8	0	0	1	0	2	2.8	
T8	50	no	0	0	0	0			4		muerta
T8	51	no	0	0	0	0			4		muerta
T8	52	no	0	0	0	0			4		muerta
T8	53	no	0	0	0	0			4		muerta
T8	54	si	8	10	0	0	1	0	1	2.3	
T8	55	no	0	0	0	0			4		muerta
T8	56	no	0	0	0	0			4		muerta
T8	57	no	0	0	0	0			4		muerta
T8	58	no	0	0	0	0			4		muerta
T8	59	si	7	4	0	0	1	0	1	2.2	
T8	60	si	12	6	0	0	1	0	1	2.7	
T8	61	si	11	4	0	0	1	0	1	2.3	
T8	62	no	0	0	0	0			4		muerta
T8	63	si	6	4	0	0	1	0	1	2.6	
T8	64	si	4	4	0	0	1	0	1	2.4	
T8	65	no	0	0	0	0			4		muerta
T8	66	no	0	0	0	0			4		muerta
T8	67	no	0	0	0	0			4		muerta
T8	68	no	0	0	0	0			4		muerta
T8	69	no	0	0	0	0			4		muerta
T8	70	no	0	0	0	0			4		muerta