

T
571.89
V28



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA



FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

**“PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE TORNILLO (*Cedrelinga
cateniformis* Ducke) POR ESTACAS JUVENILES EN CÁMARA
DE SUB-IRRIGACIÓN; JENARO HERRERA, REQUENA-
LORETO”**

TESIS



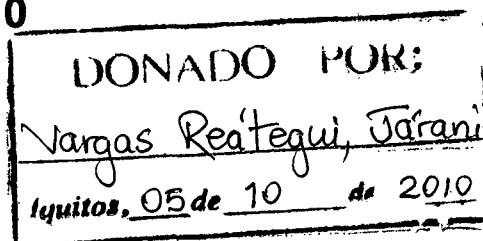
PARA OPTAR EL TÍTULO DE

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR

Bach. JÁRANI VARGAS REÁTEGUI

**IQUITOS - PERÚ
2010**



ACTA DE SUSTENTACIÓN

DE TESIS N°330

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para escuchar la sustentación de la Tesis presentada por el Bachiller **JARANI VARGAS REATEGUI** : denominado "**PROPAGACION VEGETATIVA DE TORNILLO "Cedrelinga cateniformis Ducke" POR ESTACAS JUVENILES EN CAMARAS DE SUB-IRRIGACION; JENARO HERRERA, REQUENA-LORETO**", formuladas las observaciones y oídas las respuestas le declaramos APROBADO

Con el calificativo de BUENO

En consecuencia queda en condición de ser calificado APTO

y, recibir el Título de Ingeniero Forestal

Iquitos, 22 de enero de 2010



**Ing. WALDEMAR ALEGRÍA MUÑOZ, Mgr.
PRESIDENTE**



**Ing. ANGEL E. MAURY LAURA, M.Sc.
MIEMBRO**



**Ing. JORGE E. ALVAN RUIZ, Dr.
MIEMBRO**



**Ing. JORGE LUIS RODRIGUEZ GOMEZ, Dr.
ASESOR**



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA
AMAZONÍA PERUANA

CONSTANCIA

*EL QUE SUSCRIBE INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA
PERUANA – IQUITOS:*

HACE CONSTAR:

Que el Sr. **JÁRANI VARGAS REÁTEGUI**, identificado con DNI N° 42023783, Bachiller de la facultad de Ciencias Forestales – Universidad Nacional de la Amazonía Peruana – Iquitos, ha realizado su **Práctica Profesional en la Modalidad de Tesis**, titulado: **“PROPAGACION VEGETATIVA DE TORNILLO “*Cedrelinga cateniformis Ducke*” POR ESTACAS JUVENILES EN CÁMARA DE SUB-IRRIGACIÓN, JENARO HERRERA-REQUENA-LORETO** en el ámbito del Centro de Investigaciones de Jenaro Herrera – IIAP, a través del Programa de Manejo Integral del Bosque y Servicios Ambientales (PRO-BOSQUE) – Proyecto Vegetativo Forestal (PROVEFOR), desde el 01 de mayo del 2008 al 05 de mayo del 2009.

Así mismo según evaluación realizada por el responsable del Programa Manejo Integral del Bosque y Servicios Ambientales (PRO-BOSQUE) – Proyecto Vegetativo Forestal (PROVEFOR), demuestra que el Señor en mención ha concluido su Práctica de Tesis a satisfacción, eficiencia, demostrando iniciativa, voluntad y conocimiento en las labores propias de su carrera.

Se expide la presente Constancia para los fines que estime conveniente.

Atentamente,

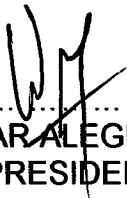
Ing. FEDERICO YEPES ALZA
Coordinador Loreto – PROVEFOR



OFICINA
Av. Abelardo Quiñónez Km. 2.5
Teléfs. (065) 263451
Apto. 784 – Iquitos
Fax: (065) 265527
E – mail: preside@iiap.org.pe
IQUITOS – PERÚ

OFICINA DE COORDINACION
Jr. Piura 1071
Miraflores
Telefax: (0051-1) 4460960
E – mail: iiapli@iiap.org.pe
LIMA –PERÚ

JURADO



.....
Ing. WALDEMAR ALEGRIA MUÑOZ, Mgr.
PRESIDENTE

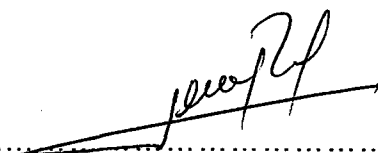


.....
Ing. ANGEL E. MAURY LAURA, M.sc.
MIEMBRO



.....
Ing. JORGE E. ALVAN RUIZ, Dr.
MIEMBRO

ASESOR



.....
Ing. JORGE L. RODRIGUEZ GÓMEZ Dr.
ASESOR UNAP

DEDICATORIA

Con infinito amor a mis
padres **SAÚL y OLGA**,
por sus desvelos,
preocupación y su apoyo
incondicional en mi
formación profesional.

Al tío **JOSÉ RIVERA** por sus
valiosos consejos brindados para
salir adelante en la vida.

A mis hermanos **LITMAN**
y **HEIDI** por su apoyo y
motivación.

A mis tíos **CESAR, HIBITH y**
ALBERSON por el apoyo
desinteresado para culminación
de mis estudios.

A una *persona especial*
por su constante
perseverancia a cumplir
mis metas profesionales y
personales.

AGRADECIMIENTO

- Al Fondo para la Innovación, Ciencia y Tecnología (FINCyT) a través del proyecto Desarrollo tecnológico apropiado para la propagación vegetativa aplicada a la producción de semilla vegetativa de especies maderables valiosas a las regiones Loreto y Ucayali (PROVEFOR).
- Al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), a través del Programa de Manejo Integral del Bosque y Servicios Ambientales (PRO-BOSQUE) – Proyecto Vegetativo Forestal (PROVEFOR), patrocinio del presente trabajo.
- A la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP), Facultad de Ciencias Forestales, mi alma mater.
- Al grupo de profesionales que colaboraron para que esta investigación llegue a desarrollarse.
Ing. Denis del Castillo Torres; Director Pro-bosque Ph.d.
Ing. Manuel Soudre Zambrano; Coordinador Gral. – PROVEFOR.
Ing. Federico Yepes Alza; Coordinador Loreto – PROVEFOR.
- Al Ing. Jorge L. Rodríguez Gómez, Dr. docente de la Facultad de Ciencias Forestales, de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, por la orientación y dirección profesional.
- Al personal técnico del Centro de Investigación Jenaro Herrera por el empeño y esfuerzo dedicados en cada labor encomendada al Sr. Javier Souza Padilla y Sr. Gaspar Vilchez.
- A todas aquellas personas que directa e indirectamente contribuyeron en la realización de la investigación.

CONTENIDO

	Pág.
Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Contenido	iii
Lista de cuadros	iv
Lista de figuras	v
Resumen	vi
I. Introducción	
II. Revisión de literatura	2
2.1. Generalidades sobre propagación vegetativa	2
2.2. Propagación vegetativa por medio de estacas	2
2.3. Experiencia de propagación vegetativa en estacas en diferentes especies	6
2.4. Aspectos generales de la especie	7
III. Materiales y métodos	11
3.1. Descripción de la zona de estudio	11
3.2. Material	13
3.3. Metodología	13
3.4. Conducción de la investigación	13
IV. Resultados y Discusión	21
V. Conclusiones	26
VI. Recomendaciones	27
VII Bibliografía	28
Anexo	33

LISTA DE CUADROS

N°	Descripción	Pág.
01.	Características de la cámara de sub-irrigación	15
02.	Característica de las estacas de tomillo	15
03.	Característica de los bloques y de las parcelas	16
04.	Formaciones de raíz, valor en %	17
05.	Tratamientos resultantes	18
06.	Descripción de los tratamientos	18
07.	Análisis de varianza	20
08.	Análisis de varianza de formación de callo en las estacas de tomillo	21
09.	Análisis de varianza de emisión de brotes en las estacas de tomillo	22
10.	Análisis de varianza de formación de raíz en las estacas de tomillo	23
11.	Análisis de varianza de sobrevivencia en las estacas de tomillo	24
12.	Ficha de evaluación de las estacas de tomillo	43
13.	Presupuesto de la investigación	44
14.	Datos originales del porcentaje de formación de callo	45
15.	Datos transformados al arc. sen \sqrt{x} % del porcentaje de formación de callo	45
16.	Datos originales del porcentaje de emisión de brotes	46
17.	Datos transformados al arc. sen \sqrt{x} % del porcentaje de emisión de brotes	46
18.	Datos originales del porcentaje de formación de raíz	47
19.	Datos transformados al arc. sen \sqrt{x} % del porcentaje de formación de raíz	47
20.	Datos originales del porcentaje de sobrevivencia	48
21.	Datos transformados al arc. sen \sqrt{x} % del porcentaje de sobrevivencia	48

LISTA DE FIGURAS

N°	Descripción	Pág.
01.	Cámara de sub-irrigación	5
02.	Croquis de distribución por tratamiento estacas de tornillo	37
03.	Ubicación geográfica de la zona de Jenaro Herrera	38
04.	Localización del Centro de Investigación CIJH	39
05.	Materiales	40
06.	Cámara de sub-irrigación	40
07.	Instalación sustratos	40
08.	Colecta de brotes	40
09.	Preparación de estacas	40
10.	Desinfección con Cupravit	40
11.	Aplicación de AIB	41
12.	Instalación de estacas	41
13.	Control de T° y HR	41
14.	Evaluación de Tornillo	42
15.	Formación de callo en tornillo	42
16.	Formación de raíz en tornillo	42
17.	Estacas de tornillo con hongo	42

RESUMEN

El estudio se realizó en el Centro de Investigación de Jenaro Herrera perteneciente al IIAP (4°55'S, 73°44'O) jurisdicción del Distrito de Jenaro Herrera, Provincia de Requena, Región Loreto, con el objetivo de determinar la mejor combinación de sustrato y dosis de hormona a utilizar en la propagación vegetativa por medio de estacas juveniles en cámara de sub-irrigación de tomillo (*Cedrelinga cateniformis* Ducke) para el ensayo de enraizamiento se utilizaron tres tipos de sustrato (arena pura, arena con aserrín y arena con cascarilla de arroz carbonizado), cuatro dosis de la hormona ácido indol-3-butirico (AIB) (1000 ppm, 3000 ppm, 5000 ppm y 7000 ppm) y un testigo sin dosis.

Se evaluaron la capacidad de enraizamiento, formación de callos, formación de brotes, formación de raíces y sobrevivencia de la plántulas, los cuales resultaron estar por debajo del promedio esperado en la investigación debido a que tomillo (*Cedrelinga cateniformis* Ducke), es una especie de difícil propagación e intolerante a los excesos de humedad. La combinación de arena pura con la hormona AIB a 7000 ppm resultó ser la que dio mejores resultados en el enraizamiento de las estacas (25%), mientras que las demás combinaciones estuvieron por debajo de este valor. La sobrevivencia de las plántulas fue muy baja (11%), debido principalmente a la presencia de un patógeno desconocido que fue un factor no esperando en la investigación que se hospedó en la cámara de sub-irrigación y encontró condiciones optimas para su desarrollo, infectando severamente la estacas de tomillo perdiendo vigor y causando su muerte. Se concluye que es necesario aplicar la hormona AIB pues así se logra un ligero aumento en el porcentaje de enraizamiento y a la vez mejora el sistema radical producido por las estacas.

Palabras claves: *C. cateniformis* Ducke, propagación vegetativa, hormonas, estacas.

I.- INTRODUCCIÓN

La propagación vegetativa a través de estacas es un método de reproducción asexual que da como resultado una alta ganancia genética, pudiendo establecerse una gran cantidad de plantas en un área pequeña (MESEN, 1991). Los aportes de investigación de técnicas de propagación vegetativa se condensa en los trabajos de Mesén, que culmina en 1998 con un manual de enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: en cámara de sub-irrigación (MESEN, 1998).

En la región Loreto hay un considerable número de especies maderables utilizadas por el hombre. La propagación en gran escala de especies forestales nativas es necesaria para la reforestación de áreas con el fin de restaurar los ecosistemas degradados. Interesa perfeccionar la propagación asexual de individuos selectos, con características destacadas, como tasa elevada de crecimiento, buen fuste, madera, resistencia a enfermedades o plagas y a condiciones ambientales extremas. La pérdida por sobre explotación y la falta de reproducción de los recursos forestales, hace necesario realizar investigación sobre la propagación vegetativa de las especies nativas más utilizadas por el poblador amazónico (SCHEELJE, 2002).

Considerando la importancia de esta especie forestal se desarrolló el presente trabajo de investigación con los siguientes objetivos.

- Determinar el sustrato adecuado para el enraizamiento de las estacas de (*Cedrelinga cateniformis* Ducke).
- Determinar la dosis de hormona AIB para el óptimo enraizamiento de estacas de (*Cedrelinga cateniformis* Ducke).
- Determinar la mejor interacción de sustrato y dosis hormonal AIB óptima para el enraizamiento de estacas de (*Cedrelinga cateniformis* Ducke).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades sobre propagación vegetativa

La propagación vegetativa es la capacidad de producir exactamente la especie seleccionada. En el enraizamiento de estacas no interesa la producción de semillas, sino generar arboles similares al árbol que les dio origen (**MESEN, 1998**).

La propagación asexual (por medio de estacas) presenta ventajas comparativas con respecto a la reproducción sexual: la facilidad de disponer del material vegetativo en comparación con las semillas y la más significativa es la obtención de plantas genéticamente similares a sus progenitores (**CUELLAR, 1995**).

Tipos de propagación vegetativa por estacas

a.- Rebrotos de tocones

Esta técnica tiene la siguiente ventaja: se obtiene propágulos vegetativos juveniles con facilidad, que reproducen íntegramente el genotipo, la especie rebrota de forma prolífica y vigorosa (**MESEN, 1998**).

b.- Rebrotos basales

Esta técnica consiste en estimular la regeneración de rebrotos en árboles mediante la realización de cortes en la base de la corteza del árbol normalmente en forma de "V" invertida. El corte interrumpe el flujo de auxinas y otras sustancias, en ocasiones estimula la brotación de yemas juveniles que se encuentra por debajo del corte (**MESEN, 1998**).

c.- Estacas de plántulas

Cuando por alguna razón no es posible talar el árbol para la generación de rebrotos de tocón, la especie no rebrota del todo o no responde a la estimulación de rebrotos mediante heridas basales; queda la posibilidad de generar plántulas a partir de semillas del árbol seleccionado y utilizar estas como base para la clonación. Este método elimina una de las principales ventajas de la propagación vegetativa, que es justamente la duplicación exacta del árbol seleccionado (**MESEN, 1998**).

2.2.- Propagación vegetativa por medio de estaca

En la silvicultura clonal no interesa la producción de semilla, sino generar árboles de crecimiento normal, similares al árbol que les dio origen. El método de propagación por estacas (propagación asexual) consiste en promover la formación de raíces a partir de un

órgano o fragmento de estas (brotes, ramas, hojas o raíces), dándoles las condiciones adecuadas y así obtener una nueva planta, método que consiste en el corte del material vegetativo, ya sean pedazos de brotes, ramas o raíces, que después se coloca en un medio de suelo propicio donde se logra el enraizamiento y la brotación de la parte aérea, es decir, se obtiene nuevas plantas completas. Agrega además, que la estaca puede ser de muy diferentes características tanto por su tamaño, por su edad, por su estado fisiológico, por su parte de origen o procedencia en el árbol, entre otros **(MESEN, 1998)**.

La germinación por estacas es un método asexual artificial, que consiste en obtener una nueva planta utilizando una parte cualquiera del vegetal, que separada de la planta madre y puesta en condiciones convenientes, emite raíces y desarrolla un brote el que más tarde originara una planta idéntica a la planta de la cual procede. Algunas especies forestales admiten el procedimiento de reproducción "por estacas", que consiste en efectuar la plantación de un trozo de rama joven, que al poner en actividad sus yemas adventicias, dan lugar a una nueva planta **(CALZADA, 1993)**.

En la reproducción asexual es una parte de un cuerpo de planta se separa del cuerpo materno y se convierte al nacer en un nuevo individuo. La fragmentación es un método de reproducción asexual, que es la rotura del cuerpo de una planta multicelular en segmentos, cada parte de las cuales está en condiciones de convertirse en una planta totalmente nueva **(FULLER, 1983)**.

La estaca puede ser un trozo de raíz, tallo y yema, pero agrega además esta puede estar estructurada por una porción de meristemo **(QUINTEROS, 1995)**. Es así, entonces que, para el caso de estacas de tallo, recibe el nombre de estaca aquella porción de tallo que es cortada desde la planta madre provista de yemas caulinares e inducida a formar raíces y brotes a través de manipulaciones químicas, mecánicas y/o ambientales. La estaca una vez enraizada se llama bárbado y en la mayoría de los casos la planta producida es un clon, la cual es idéntica a la planta madre **(QUINTEROS, 1995)**.

La capacidad de regenerar la estructura entera de la planta la poseen esencialmente todas las células vegetales vivientes. Esta capacidad depende de la totipotencia, es decir cada célula vegetal contiene la información genética necesaria para reconstruir todas las partes de la planta y después desarrollarse en una planta nueva completa si el ambiente es favorable **(HARTMANN y KESTER, 1983)**.

Hormonas promotoras de enraizamiento

El propósito de tratar las estacas con reguladores del crecimiento o auxinas es aumentar el porcentaje de enraizamiento, reducir el tiempo de iniciación de raíces y mejorar la calidad del sistema radical formado. Las hay de origen natural, como el ácido indol acético (AIA) y sintéticas, como el ácido indol-3-butírico (AIB). La función de las auxinas en la promoción del enraizamiento tiene que ver con la división, crecimiento celular, la atracción de nutrientes y de otras sustancias al sitio de aplicación, además de las relaciones hídricas y fotosintéticas propias de las estacas (**HARTMANN y KESTER, 1983**).

La técnica más utilizada es la mezcla en polvo que se preparan mezclando la hormona pura con alcohol en la concentración deseada o se pueden obtener comercialmente ya preparadas. La inmersión rápida consiste en introducir la base de la estaca en una solución concentrada la hormona por pocos segundos e insertar inmediatamente la estaca en el medio de propagación (**MESEN, 1998**).

Sustratos para el enraizamiento

El sustrato también tiene un efecto importante en el éxito del enraizamiento. Un buen sustrato combina buena aireación con alta capacidad de retención de agua, buen drenaje y libre de agentes contaminantes y una capacidad adecuada de retención de humedad (**HARTMAN y KESTER, 1983**).

Este realiza la función de sustentar las estacas durante el período de enraizamiento, proporcionando humedad, es fuente de abono y permite la aireación de sus bases, 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 MESEN, 1991**).

Cámara de sub-irrigación

Es el ambiente ideal para mantener niveles óptimos de irradiación, temperaturas adecuadas en el aire y en el sustrato dando un buen balance de agua en las estacas (**LEAKEY et al., 1990**).

La cámara de sub-irrigación debe tener una gran influencia sobre el enraizamiento de las estacas, por ello se debe controlar las condiciones ambientales adecuadamente durante la propagación ya que puede ocurrir una tremenda variabilidad en el enraizamiento. Se debe mantener un control hídrico satisfactorio en las estacas, además de una irradiación

correcta y condiciones óptimas de temperatura del sustrato y área foliar. Todas estas variables están íntimamente relacionadas e interactúan entre sí, como se muestra la cámara de sub-irrigación en la figura 01 (LEAKEY *et al.*, 1990).

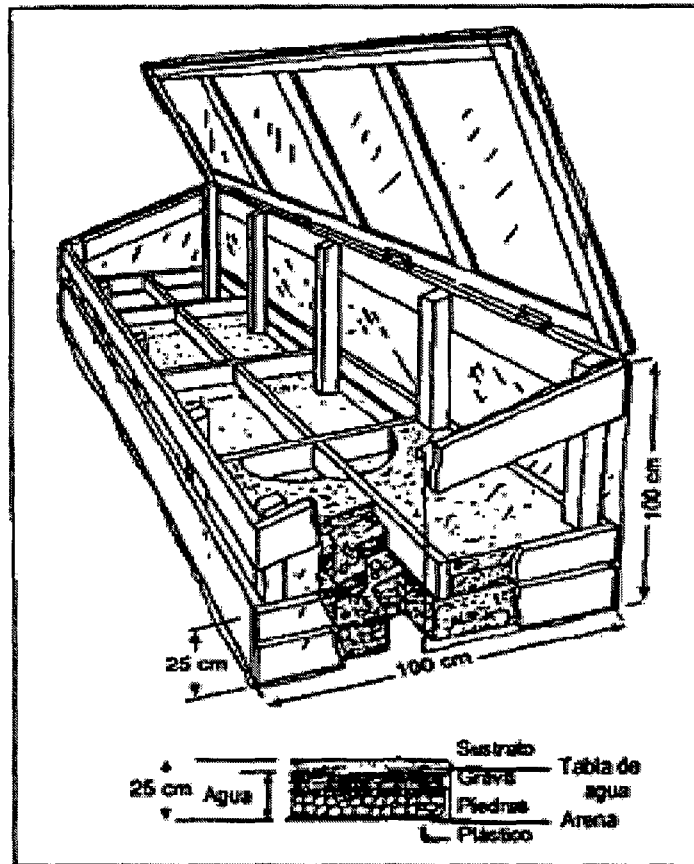


Figura 01. Cámara de sub-irrigación.

Cuidados durante el período de propagación

Es conveniente mantener cerrada la tapa a fin de evitar pérdida de la humedad dentro de la cámara de sub-irrigación. También es necesario realizar inspecciones regularmente para detectar y corregir problemas patológicos, eliminar hojas o estacas con síntomas de necrosis que puedan ser foco de infección, para observar, mantener el nivel de agua y para evaluar el avance en el proceso de enraizamiento. También es aconsejable esparcir con agua las hojas de las estacas con cierta regularidad, especialmente después de periodos de alta temperatura, lo cual ayuda a materiales turgentes y favorecer el proceso de enraizamiento (LEAKEY *et al.*, 1990).

2.3. Experiencias de propagación vegetativa en estacas en diferentes especies

En el ensayo de propagación de **Lupuna** (*Chorisia* sp), por medio de estacas se logró un 64.79 % de estacas enraizadas. Las estacas tenían un diámetro de 3mm y 25mm, un largo de 30cm, ya que la (*Chorisia* sp) es una especie que requiere mucha luz, es necesario abrir las fajas de reforestación unos 6m en el estrato inferior y abriéndose aún más hacia arriba (**SCHYZER y ABADIE, 1991**).

En una plantación con estacas de **Bambú** en la zona de Pucallpa, se reportó que no existe diferencia estadística significativa entre sembrar esquejes enteros o partidos, sin embargo los brotes de las estacas partidas presentan un mayor vigor presentando raíces a los 90 días de sembrado, lo que no existe en los brotes enteros de estacas y la mortalidad es mayor llegando a 80% (**SARMIENTO, 1995**).

En germinación de estacas del **Clavo huasca**, señala que el mejor tratamiento combinado es la siembra bajo cobertura arbórea usando estacas con un diámetro entre 2.1 – 4.0 cm, germinando en un 56% y alcanzando un incremento en altura de 2.38 cm, esto en un tiempo de 20 días (**RIOS, 1996**).

En la especie **Melina** (*Gmelina arbore*) el sustrato que presentó los mejores porcentajes de enraizamiento 57% y mayor número de raíces 17% fue arena. La dosis de AIB que propició el mayor porcentaje de enraizamiento fue la de 0.2% y una longitud de estaca de 8cm y un área foliar de 50 cm² (**MESEN, 1991**).

En el enraizamiento de estacas juveniles de **Cedro** (*Cedrela odorata*) en cámara de sub-irrigación, las condiciones de humedad relativa, irradiación solar y temperatura de la cámara fueron óptimas, obteniéndose como resultado arena como mejor sustrato, dosis de AIB del 0,2 %, disuelta en metanol, una longitud de estaca de 6 cm y un área foliar de 100 cm² (**MESEN, 1999**).

En la especie **Teca** (*Tectona grandis*) se ha obtenido mejores tasas de enraizamiento al utilizar el primer brote que se produce de estacas recién enraizadas dentro del invernadero (4 semanas). Este primer brote es mucho más delgado que el brote proveniente del jardín clonal, es de 30 y 36 mm. Este material es mucho más delgado, sano y succulento, lo cual lo hace ideal para su propagación vegetativa, además de que acelera la tasa de propagación (**MURILLO, ROJAS y BADILLA, 2005**).

En la propagación del **Burio** (*Heliocarpus appendiculatus*) se emplearon las estacas apicales de cuatro árboles con diámetros entre 6.7 y 28.8cm, siete tratamientos: aplicación de ácido indo butírico (AIB) al 0,3%, disuelto en agua destilada; etanol al 25%, 50%, 75% ó 100%, o mezclado en una base de talco y un control de agua destilada sin AIB. En dos cámaras de sub-irrigación se impusieron dos condiciones de luz (bloques) con plástico blanco transparente, bajo sombra a 2m. Aun así se concluyó para ensayos futuros determinar la concentración apropiada de AIB y seleccionar individuos con características homogéneas, debido a la alta susceptibilidad de la especie (MESEN *et al.*, 2004).

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

2.4. Aspectos generales de la especie

Descripción taxonómica

Nombre científico	: <i>Cedrelinga cateniformis</i> Ducke.
Nombre común	: Tornillo.
Familia	: Fabaceae.
Reino	: Plantae.
División	: Angiospermae.
Clase	: Dicotiledonea.
Sub. Clase	: Archychlomydae.
Orden	: Rosales.
Género	: <i>Cedrelinga</i> .
Especie	: <i>Cateniformis</i> .

Sinónimos botánicos: *Piptadenia catenaeformis* Ducke, *Pithecellobium catenaeformis* Ducke, *Cedrelinga catenaeformis* Ducke y *Pithecellobium catenaeformis* Ducke (**BRAKO Y ZARUCCHI, 1993**).

Descripción dendrológica

El diámetro a la altura del pecho (DAP) de 2m., con una dimensión máxima altura total de 50m, copa globosa abierta, la forma del fuste cilíndrico recto y volumen maderable, la corteza externa agrietada de 1 a 2cm. de grosor, de color pardo claro oscuro, ritidomas, leñoso, presenta generalmente aletas basales y raíces superficiales de hasta 2m, la corteza interna de color rosado a rojo intenso, en árboles jóvenes rosado pálido, textura fibrosa, las hojas son compuestas, alternas de 6 a 8 folíolos opuestos. Haz brillante, envés opaco, la nervadura visible en el haz, base asimétrica; flores panículas, de 12 a 30cm. de longitud, conteniendo numerosas cabezuelas (flores) pequeñas, hermafroditas de color blanco o verde amarillo; inflorescencia terminal y axial, la floración es en octubre, los frutos membranosos compuestos de 9 a 12 artejos plegados en zig-zag, oblongo ovales, que llegan a medir hasta 50cm de largo, en forma de cadena, las semillas aplanadas en forma de habas. Un árbol puede producir hasta unas 10 000 semillas buenas por año, la gran cantidad de semillas es un índice de que el tornillo es una especie con un gran requerimiento de luz, no obstante su viabilidad decae muy rápidamente, mostrándose con los típicos problemas de las semillas recalcitrantes (**MARUYAMA et al., 1987**).

La germinación del tornillo (*Cedrelinga cateniformis* Ducke), pertenece al grupo de especies con un alto poder germinativo, un valor de 90.5%. El proceso de germinación dura pocos días. El poder germinativo se pierde rápidamente (**SPICHIGER et al., 1989**).

Fenología

El tornillo es una especie con ciclos irregulares, siendo éstos totalmente inciertos, en base al seguimiento de 34 árboles semilleros en el CIJH, se determinó que los procesos fenológicos se desarrollan completamente en 150 días, la fructificación se da en los meses de enero, febrero y marzo (**AROSTEGUI et al., 1992**).

Dispersión y diseminación

El período de diseminación se da entre los meses de febrero y marzo, habiéndose notado irregularidades en la fructificación. Presenta variaciones en cuanto a época, periodicidad y producción de semillas (**AROSTEGUI et al., 1992**).

Descripción de la madera

El tornillo es una especie de brillo medio, con el duramen de color rosado cuando es recién cortado y la albura blanco amarillenta. Cuando se seca es de color castaño pálido, marcando líneas de color oscuro que destaca sobre el fondo. Es de grano entrecruzado, de textura gruesa, veteado ausente, con olor y sabor no característico, densidad media.

Aspectos ecológicos y silviculturales de la especie

La especie tornillo (*Cedrelinga cateniformis* Ducke) se encuentra con mayor frecuencia en las zonas de vida subtropical (BH – ST) y “Bosque Húmedo Tropical (BH –T)”, lo que indica que tiene una amplia dispersión dentro del rango térmico de 20° - 26° C y una precipitación de 2000 – 3500 mm, notándose una mayor abundancia en el bosque muy húmedo - subtropical “BH– ST” (**SCHWYZER y BARDALES, 1992**).

En el ámbito de influencia del Centro de Investigación Jenaro Herrera (CIJH), normalmente la especie tornillo (*Cedrelinga cateniformis* Ducke) florece y fructifica regularmente cada año, excepcionalmente algunos árboles florecen dos veces al año. La floración se presenta entre octubre, noviembre y diciembre (época de transición entre sequía a lluvia) y la fructificación entre enero, febrero y marzo correspondiente a la estación lluviosa (**SCHWYZER, 2002**).

El tiempo requerido para la germinación de las semillas es de 7 días, el tiempo que demora en germinar la mayor parte de las semillas es de 15 días. La energía germinativa se relaciona con el poder de germinación en el tiempo, y se considera una buena energía germinativa se 3/3 del total de semillas germinan en 1/3 del periodo de tiempo (**VIDAURRE, 1994**).

Ecología

La especie tornillo (*Cedrelinga cateniformis* Ducke) crece en suelos arcillosos, fuertemente ácidos con poca retención de nutrientes (acrisoles, ultisoles). Especie con distribución amplia y muy frecuente en la zona de Tingo María (Huánuco), así como en los departamentos de Ucayali, Loreto, San Martín, Junín, Madre de Dios y Cusco (Urubamba), hasta los 1200 msnm (**VIDAURRE, 1992**).

La especie tornillo (*Cedrelinga cateniformis* Ducke) se localiza en zonas de terraza alta, en suelos que generalmente son de color amarillo – anaranjados, los cuales se caracterizan por ser fuertemente ácidos (**FREITAS et al., 2000**).

Usos

La madera puede trabajarse con cierta facilidad, se emplea en construcciones rurales y para la fabricación de muebles. Estudios tecnológicos de la madera reportan los usos en estructuras, vigas, columnas, viguetas, carpintería en general, ventanas, zócalos, cielo raso y otros, en construcción liviana cajonería (**AROSTEGUI y DIAZ, 1992**).

Construcciones livianas, carrocerías, muebles ordinarios y carpintería de obra, encofrados, molduras, elementos de mobiliario, torneado, embalaje, etc. El secado al aire es rápido, no sufre alabeos, ni rajaduras si se apila correctamente (**MOSTACERO, 1993**).

Enfermedades

a) Ataque de hongos.

No existen reportes de ser planta hospedante de patógenos pero aún así se puede observar el ataque de un hongo en heridas causadas por un corte de machete, por pisadas repetidas en las raíces superficiales cerca del fuste. Se debe hacer la limpieza de las plantaciones de tornillo para evitar las heridas que pueden ser el inicio de la pudrición del fuste (**AGRIOS, 1995**).

b) Insectos.

Se puede encontrar larvas de “Cerambícido” en árboles de 3 a 4 meses de edad. De afuera solamente se ve un pequeño orificio, el árbol no pierde la vigorosidad, mientras en la médula ya existe un túnel de un metro de largo a más. El ataque de esta larva puede ser una de las razones del inicio la pudrición del interior del fuste, un fenómeno que se presenta frecuentemente en los árboles adultos (**AGRIOS, 1995**).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción de la zona de estudio

Ubicación política y geográfica

La investigación se realizó en el Centro de Investigaciones Jenaro Herrera (CIJH), estación experimental perteneciente al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Políticamente pertenece al distrito de Villa Jenaro Herrera en la Región Loreto, Provincia de Requena. Geográficamente la Villa Jenaro Herrera está situado en la margen derecha del río Ucayali, a 14 horas de navegación en Motonave desde Iquitos. El CIJH está asentado en el Km. 2.6 de la carretera Jenaro Herrera – colonia Angamos, tiene una extensión de 2500 ha. y se ubica en las siguientes coordenadas geográficas 04° 55' latitud Sur, 72° 46' longitud Oeste y 125 msnm altitud.

Clima

La zona de Jenaro Herrera presenta un clima húmedo tropical, con una temperatura media anual de 25,9°C, con fluctuaciones de $\pm 2^\circ\text{C}$, el promedio mensual de horas sol fluctúa entre 98 y 171 horas. La evaporación media anual es de 566 mm, con un promedio relativo mensual de 47 mm. La precipitación media anual es de 2715 mm, con una precipitación media mensual entre 140 y 309 mm (**KVIST y NEBEL, 2001**).

Geología

En la zona no inundable de Jenaro Herrera se reconocen tres tipos de formaciones geológicas; zona de terrazas altas no inundables, terraza baja y colina baja. La terraza alta se presenta como una extensa llanura ubicada a unos 30m sobre el máximo nivel de aguas del río Ucayali. Posee valles de 6 a 12m de profundidad y 100 a 300m de ancho y se formó durante el cuaternario, las otras dos pertenecen a la formación fluvial sapuenilla del arco de Iquitos con edad mio-plioceno (**CLAUSSE et al., 1992**).

Fisiografía

La micro región de Jenaro Herrera está compuesta por dos paisajes: la planicie aluvial inundable (estacionalmente durante el periodo de creciente del río Ucayali), la llanura inter fluvial o zona de altura de tierra firme (**LOPEZ y FREITAS, 1990**). La terraza alta se describe como una extensa llanura elevada a unos 10m sobre el máximo nivel de aguas del río Ucayali. Es entallada por valles de 6 a 12m de profundidad y 10 a 300m de ancho; los valles se caracterizan por fondos muy llanos (bajéales) recorridos por quebradas que forman meandros y laderas con pendientes de 10 a 20 %. Los bajéales ocupan el 25 a

30% de la superficie total de la terraza alta. Normalmente el cauce de las quebradas es suficientemente grande como para retener las aguas, sin embargo cuando caen las lluvias fuertes se producen inundaciones en todo el fondo, lo que sucede por lo menos cada 20 días. Esta característica determina el desarrollo de un tipo especial de bosque, rico en palmeras, que se diferencian marcadamente de la vegetación del resto de la terraza (LOPEZ y FREITAS, 1990).

Suelos

Los suelos de la zona de Jenaro Herrera son del tipo latosólico, compuestos principalmente por arcilla caolinítica. Predominando suelos de los órdenes de los alfisoles, spodosoles y ultisoles, extendiéndose a su vez una diversidad de suelos en color, textura y drenaje. Desde los bordes de la terraza hasta el centro el color del suelo varía sucesivamente: anaranjado rojo (acrisol órtico) mayormente, luego amarillo anaranjado con presencia creciente de un horizonte grisáceo, posteriormente un suelo en donde dominan los tonos grises y finalmente un suelo blanco (CLAUSSE *et al.*, 1992).

Vegetación

En la terraza alta de Jenaro Herrera, se presentan tres comunidades boscosas: Bosques de terraza alta, bosques de arena blanca y bosques de quebrada, en un estudio se registraron datos de tres comunidades boscosas denominadas según la terminología de la población de la zona: chamizal de terraza alta, varillal de terraza baja y bosque latifoliado de terraza alta sobre suelo amarillo denominado también bosque de altura (FREITAS, 1996).

Fauna

En la zona es cada vez menos frecuente la presencia de grandes mamíferos silvestres, los cuales se encuentran luego de largas jornadas, lo cual es resultado de la excesiva cacería. Sin embargo todavía es frecuente la presencia de pequeños roedores (sachacuy, añuje y majas), que se alimentan en las chacras y purmas. También se observa con mucha frecuencia la presencia de pequeñas aves (FREITAS, 1996).

3.2. **Material**

Material experimental

En el trabajo de investigación se empleó como material experimental brotes juveniles de tornillo (3 - 4 meses de edad); de las plantaciones del Centro Experimental de Jenaro Herrera; arena blanca, aserrín de tornillo y cascarilla de arroz carbonizada.

Material equipo de campo

Cámara de sub-irrigación, hormona Ácido Indol-3-butírico (AIB), diluida en alcohol de 96°, fungicida Cupravit diluido en agua (para desinfección), malla Raschell (65 %), termómetro, balanza analítica, mascarilla, guantes quirúrgicos, plástico o mica translúcida, regla métrica vernier, aspersor manual, tijera podadora de mano, envases para el transporte del material vegetativo (brotes vegetativo), plumones indelebles, papel periódico, hielo, placas para la identificación, libreta de campo, cámara fotográfica.

Material de gabinete

Computadora, papelería en general, impresora, memoria USB, calculadora científica, útiles de escritorio.

3.3. **Metodología**

La investigación consistió en la propagación vegetativa de estacas juveniles de tornillo con un área foliar de 60 cm² en tres tipos de sustratos (arena blanca 100 %; arena blanca + aserrín; arena blanca + cascarilla de arroz carbonizada) y 4 dosis de hormona AIB (0 "testigo", 1000 ppm, 3000 ppm, 5000 ppm, 7000 ppm).

3.4. **Conducción de la investigación: Procedimiento de preparación de las estacas**

3.4.1. Acondicionamiento de la cámara de sub-irrigación

El acondicionamiento de las cámaras sub-irrigación se realizó siguiendo los mismos patrones utilizados por HOWLAND (1975); LEAKEY y LOGMAN (1988), aplicando algunas modificaciones en su estructura original para facilitar el manejo durante el periodo de investigación. No se colocaron las capas de piedra en la base debido a la ausencia de las mismas en la zona de investigación, se reemplazaron por una base de madera con malla plástica metálica. La distribución de los tratamientos se realizó según el croquis experimental en la investigación como se presenta en la figura 02 en el anexo p. 37, trazándose con una regla líneas sobre los sustratos, cuadrículando cada uno de los tratamientos con un distancia de 9 cm entre cada punto de intersección, entre cada

tratamiento la distancia fue de 8 cm. Luego se hicieron los hoyos para las estacas a una profundidad de 3 cm y ser rotulado para la identificación de cada tratamiento.

Para regular el paso de la radiación solar y la temperatura hacia las cámaras sub-irrigación, estas fueron protegidas con malla raschell de 65% de sombra, que fue colocada a dos metros desde el nivel del suelo.

Producción de brotes

Se cortaron los fustes de 300 a 350 árboles juveniles sanos y vigorosos a diferentes alturas (50, 75, 100cm) y diámetros menores de 20 cm en plantaciones de tornillo establecidas en el Centro de Investigaciones Jenaro Herrera para lograr la producción constante de brotes juveniles.

Sustrato para el enraizamiento

Los sustratos utilizados en la investigación son de bajo costo y de fácil adquisición tales como arena blanca, aserrín de tornillo y cascarilla de arroz carbonizada. Se procedió a tamizar con el fin de eliminar impurezas no deseadas, que puedan contaminar o afectar el desarrollo de las raíces de las estacas, lavar con el fin de limpiar las impurezas que restan del tamizado y finalmente se procedió a la esterilización mediante un proceso de hervido durante dos horas y secar por un tiempo de 2 días y después se obtuvieron los siguientes sustratos: arena (100 %), arena (50 %) + aserrín (50 %), arena (50 %) + cascarilla arroz carbonizada (50 %) para ser instalados en la cámara de sub-irrigación.

Colecta de material vegetativo y preparación de estacas

El material vegetativo se recolecto a 6.00 a.m. y se transporto inmediatamente al área de propagación en cajas de tecknopor colocando en el interior como base hielo y cubriéndolo con papel toalla, evitando que sufran estrés o se deshidraten.

En la mesa de trabajo se esterilizó los materiales (tijeras, tijera podadora, reglas, con alcohol de 96°). Las estacas fueron dimensionadas con una longitud de 6 – 8 cm y con un área foliar de 60cm² utilizando una plantilla, este procedimiento se realizó en el menor tiempo posible a fin de evitar que el material vegetativo sufriera algún tipo de deterioro.

Desinfección de estacas

La desinfección de estacas se realizó con fungicida Cupravit (30gr/10 lt de agua), el material fue sumergido en un tiempo de 10 minutos y luego se procedió a arearlos al aire libre bajo sombra.

Aplicación hormonal de AIB

La base de las estacas juveniles de tornillo fueron sumergidas por un tiempo de 5 segundos en diferentes concentraciones de AIB (Ácido Indol-3-Butírico) diluida en alcohol de 96° (1000, 3000, 5000, 7000 ppm), luego ventiladas para evaporación del alcohol. Se utilizó un tratamiento sin dosis de hormona como testigo. Para evitar la contaminación del material se utilizó guantes y mascarillas de protección.

Instalación de estacas en la cámara de sub-irrigación

Las estacas fueron colocadas en los respectivos sustratos dentro de la cámara de sub-irrigación según el orden establecido en el diseño experimental, identificando correctamente cada tratamiento como se presenta en la figura 02 del anexo, p. 37.

3.4.2. Características del campo experimental

Cuadro 01. Características de la cámara de sub-irrigación.

Largo	2,5 m
Ancho	1 m
Alto	1 m
Área total	2,5 m ²

Cuadro 02. Características de las estacas de tornillo.

Tamaño Estaca	6 – 8 cm.
Estacas	vigorosos
Diámetro	2 – 6 mm.
Área foliar	60 cm ²

Cuadro 03. Características de los bloques y de las parcelas.

De los bloques	
Número de bloques	3
Largo	100 cm
Ancho	82 cm
Área efectiva	82 m ²
De las Parcelas	
Nº de parcelas /bloque	5
Nº de hileras / bloque	2
Distanciamiento entre plantas	9 cm
Distanciamiento entre hileras	8 cm

3.4.3. Manejo y evaluación

En el transcurso de la investigación se realizaron las siguientes labores.

* Riego

Se realizó con el uso de un aspersor manual tres veces al día en horarios de (8.00 a.m, 12.00 p.m, 15.00 p.m). En los días de alta temperatura (mayor a 33°C) el riego fue más abundante y los días de baja temperatura (menores a 28°C) fue ligero. Es necesario mantener constante el nivel de agua en la parte inferior de la cámara de sub-irrigación.

* Control meteorológico

Se realizó diariamente (8.00 a.m, 12.00 p.m, 15.00 p.m) se controlaron los factores: temperatura y humedad tanto externa e internamente en la cámara de sub-irrigación y de los sustratos.

* Evaluación

Se observaron las condiciones de las estacas durante el tiempo que duro la investigación, dando importancia al estado sanitario; aquellas que presentaron síntomas de necrosis se retiraron ya que pueden ser foco de infección para las demás estacas como lo muestra en la figura 17 anexo, p. 42. En la evaluación final se cosecharon todas las estacas de tornillo de la cámara de sub-irrigación, se consideraron válidas y fueron sujetas a evaluación aquellas que cumplieron los siguientes parámetros como lo muestra en la figura 14 anexo, p. 42.

Formación de callos: Presencia de hinchamientos, cicatrices, agrietamientos, protuberancias en la parte basal de las estacas.

Formación de raíz : Presencia de raíz de más de 1cm se considero una raíz óptima.

Formación de brotes: Presencia de brotes en cada estaca.

Sobrevivencia : Estacas que sobrevivan al finalizar la investigación.

Cuadro 04. Formaciones de raíz, valor en %.

N° Formaciones de raíz.	%
1 – 10	10
11 – 20	20
21 – 30	30
31 – 40	40

3.4.4. Tratamientos en estudio

Factor Sustrato : **s**

Nivel

Arena blanca 100 % : **s₁**

Arena blanca 50 % + aserrín de tornillo 50 % : **s₂**

Arena blanca 50 % + cascarilla de arroz carb.50 % : **s₃**

Factor dosis hormonal AIB : **d**

Nivel

0 (testigo) : **d₁**

Dosis de 1000 ppm : **d₂**

Dosis de 3000 ppm : **d₃**

Dosis de 5000 ppm : **d₄**

Dosis de 7000 ppm : **d₅**

Los tratamientos resultantes se presentan en el cuadro 05.

Cuadro 05. Tratamientos resultantes.

Factor	d (Dosis hormonal AIB)					
s (sustratos)	Nivel	d1	d2	d3	d4	d5
	Sub. s1	s1 d1	s1 d2	s1 d3	s1 d4	s1 d5
	Sub. s2	s2 d1	s2 d2	s2 d3	s2 d4	s2 d5
	Sub. s3	s3 d1	s3 d2	s3 d3	s3 d4	s3 d5

Cuadro 06. Descripción de los tratamientos.

Clave	Tratamientos	Descripción de tratamientos
t ₁	s ₁ d ₁	Arena blanca 100%, 0 testigo.
t ₂	s ₁ d ₂	Arena blanca 100%, 1000 ppm de AIB.
t ₃	s ₁ d ₃	Arena blanca 100%, 3000 ppm de AIB.
t ₄	s ₁ d ₄	Arena blanca 100%, 5000 ppm de AIB.
t ₅	s ₁ d ₅	Arena blanca 100%, 7000 ppm de AIB.
t ₆	s ₂ d ₁	Arena blanca50% + aserrín de tornillo50%, 0 testigo.
t ₇	s ₂ d ₂	Arena blanca50% + aserrín de tornillo 50%, 1000 ppm de AIB.
t ₈	s ₂ d ₃	Arena blanca 50% + aserrín de tornillo 50%,3000 ppm de AIB.
t ₉	s ₂ d ₄	Arena blanca50% + aserrín de tornillo50%, 5000 ppm de AIB.
t ₁₀	s ₂ d ₅	Arena blanca50% + aserrín de tornillo 50%,7000 ppm de AIB.
t ₁₁	s ₃ d ₁	Arena blanca50% + cascarilla de arroz carbonizado 50%,0 testigo.
t ₁₂	s ₃ d ₂	Arena blanca50% +cascarilla de arroz carbonizado 50%,1000 ppm de AIB.
t ₁₃	s ₃ d ₃	Arena blanca50%+cascarilla de arroz carbonizado50%,3000 ppm de AIB.
t ₁₄	s ₃ d ₄	Arena blanca50% + cascarilla de arroz carbonizado50%,5000 ppm de AIB.
t ₁₅	s ₃ d ₅	Arena blanca50% + cascarilla de arroz carbonizado50%,7000 ppm de AIB.

3.4.5. Diseño experimental

Se empleó la técnica factorial arreglado al diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA).

3.4.6. Porcentaje en las estacas de tornillo (*Cedrelinga cateniformis* Ducke).

Los valores originales obtenidos de la evaluación final de la investigación fueron transformados mediante la siguiente fórmula.

▶ Porcentaje de formación de callo:	<u>Cantidad de formación de callo</u>
	10
▶ Porcentaje formación de raíz :	<u>Cantidad de formación de raíz</u>
	10
▶ Porcentaje formación brotes :	<u>Cantidad de formación de brote</u>
	10
▶ Porcentaje sobrevivencia :	<u>Cantidad de sobrevivencia</u>
	10

3.4.7. Análisis estadístico

Análisis de varianza (ANVA).

El análisis de varianza (ANVA) se formuló en base a 15 tratamientos, 2 repeticiones y 300 unidades del material experimental, con el nivel de significación de 0,05 mediante el siguiente esquema, como se muestra en siguiente cuadro 07.

Cuadro 07. ANVA.

CAUSA DE VARIACIÓN	G.L	SC	CM	F _c	F _{t=0,05}
TRATAMIENTO s TRATAMIENTO d INTERACCION sXd	T_s-1 T_d-1 $(t_s-1)(t_d-1)$	$SC t_s$ $SC t_d$ SC INTERC.(sXd)	$CMt(s)$ $CMt(d)$ $CM(sXd)$	$CMt(s)/CM_e$ $CMt(d)/CM_e$ $CM (sXd)$	$GL_s; GL_e$ $GL_d; GL_e$ $GL_{sXd}; GL_e$
TRATAMIENTOS BLOQUES ERROR	$t-1$ $r-1$ $(t-1)(r-1)$	SC_t SC_d SC_e	- - CM_e		
TOTAL	$tr-1$	SC_T			

Donde

s = sustrato.

d = dosis hormona AIB.

sd = interacción entre sustrato y dosis hormona AIB.

t = tratamiento.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis de varianza

4.2. Formación de callo

Para el análisis estadístico se transformó los datos experimentales mediante la fórmula $\text{arc. sen} \sqrt{x\%}$ para normalizar su distribución y poder analizar estadísticamente los resultados del ensayo.

El análisis estadístico como lo muestra los cuadros 14 y 15 del anexo p. 45 de la formación de callo en las estacas (*Cedrelinga cateniformis* Ducke) se presenta a través del ANVA, el cual se observa en el cuadro 08.

Cuadro 08. ANVA de formación de callo en las estacas de (*Cedrelinga cateniformis* Ducke) con datos transformados.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft(0,05)	Significancia
BLOQUES	1	5,85	5,85	0,39	0,001	No sig.
TRATAMIENTOS	14	240,70	17,19	1,16	2,48	No sig.
s	2	57,31	28,66	1,93	3,74	No sig.
d	4	87,35	21,84	1,47	3,11	No sig.
s x d	8	96,04	12,01	0,81	0,242	No sig.
ERROR	14	207,89	14,85			
TOTAL	29	454,44				

El ANVA de la formación de callo en las estacas de (*Cedrelinga cateniformis* Ducke), indica que no existe diferencia significativa estadísticamente entre los niveles del factor sustrato "s", así mismo entre los niveles del factor dosis de hormona "d", como también entre los tratamientos obtenidos de la interacción de los niveles del sustrato y los niveles de las hormonas (s x d). También se observa que no existe diferencia significativa entre los resultados obtenidos en los bloques utilizados en este ensayo. El nivel de confianza de este análisis estadístico es de 95%.

La formación de callo es básicamente un tejido de crecimiento más o menos organizado, que generalmente surge sobre heridas de órganos y tejidos diferenciados. El tejido calloso procedente de diferentes especies vegetales, puede presentar diferencias en estructura y hábito de crecimiento, puede depender también de factores como las condiciones de crecimiento (MESEN, 1998).



Un aspecto que resultó sorpresivo y afectó severamente el desarrollo de las estacas de tornillo (*Cedrelinga cateniformis* Ducke) en la investigación fue la presencia de patógenos de naturaleza desconocida dentro de la cámara de sub-irrigación la cual resulto ser bastante agresiva para la especie. La formación de callo no siempre es determinante en el éxito del enraizamiento (CARRERA, 1977, citado por SOUDRE *et al.*, 2008).

4.3. Porcentaje de emisión brotes

El análisis estadístico como lo muestra en los cuadro 16 y 17 del anexo, p. 46 de la formación de emisión de brotes en estacas de (*Cedrelinga cateniformis* Ducke) se presenta a través del ANVA, el cual se observa en el cuadro 09.

Cuadro 09. ANVA de emisión de brotes en las estacas de (*Cedrelinga cateniformis* Ducke) con datos transformados.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft(0,05)	Significancia
BLOQUES	1	14,84	14,84	0,93	0,001	No sig.
TRATAMIENTOS	14	146,66	10,48	0,66	2,48	No sig.
s	2	30,83	15,42	0,97	3,74	No sig.
d	4	34,56	8,64	0,54	3,11	No sig.
s x d	8	81,27	10,16	0,64	0,242	No sig.
ERROR	14	222,40	15,89			
TOTAL	29	383,90				

El ANVA de la formación de emisión de brotes en las estacas de tornillo (*Cedrelinga cateniformis* Ducke) indica que no existe diferencia significativa estadísticamente entre los niveles del factor sustrato "s", así mismo entre los niveles del factor dosis de hormona "d", como también entre los tratamientos obtenidos de la interacción de los niveles del sustrato y los niveles de las hormonas (s x d). También se observa que no existe diferencia significativa entre los resultados obtenidos en los bloques utilizados en este ensayo. El nivel de confianza de este análisis estadístico es de 95%.

Se desconoce la procedencia de los patógenos, pudiendo ingresar con los mismos brotes, en el agua de riego o utilizando como medio de transporte a las personas o algún instrumento utilizado, cualquiera que fuera el medio de ingreso, encontró al interior de la cámara de sub-irrigación el medio adecuado para su desarrollo. Cabe destacar que la formación de callo apareció después de los primeros veinte días de instalación de las estacas, luego se notó que el vigor de las estacas disminuyó fuertemente. Se presento

también la rápida pérdida de hojas en las estacas. Las estacas que formaron raíz fueron aquellas que conservaron sus hojas. Sobre este tema (PARDOS y OLIET, 2005), indican que la caída de hojas, en la propagación vegetativa pudiera deberse a causa de enfermedades, ataque de hongos, otras condiciones ambientales adversas. El grado de defoliación se usa como un indicador de salud de las estacas catalogadas como difíciles de enraizar puede determinar el éxito o fracaso de la propagación.

4.4 Porcentaje de formación de raíz.

El análisis estadístico como lo muestra en los cuadros 18 y 19, en el anexo, p. 47 de la formación de raíz en las estacas de (*Cedrelinga cateniformis* Ducke) se presenta a través del ANVA, el cual se observa en el cuadro 10.

Cuadro 10. ANVA de formación de raíz en las estacas de (*Cedrelinga cateniformis* Ducke) con datos transformados.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft(0.05)	Significancia
BLOQUES	1	3,54	3,54	0,25	0,001	No sig.
TRATAMIENTOS	14	208,42	14,89	1,04	2,48	No sig.
s	2	48,97	24,48	1,71	3,74	No sig.
d	4	79,92	19,98	1,40	3,11	No sig.
s x d	8	79,53	9,94	0,69	0,242	No sig.
ERROR	14	200,41	14,32			
TOTAL	29	412,37				

El ANVA de la formación de raíz en las estacas de (*Cedrelinga cateniformis* Ducke), indica que no existe diferencia significativa estadísticamente entre los niveles del factor sustrato "s", así mismo entre los niveles del factor dosis de hormona "d", como también entre los tratamientos obtenidos de la interacción de los niveles del sustrato y los niveles de las hormonas (s x d). También se observa que no existe diferencia significativa entre los resultados obtenidos en los bloques utilizados en este ensayo. El nivel de confianza de este análisis estadístico es de 95%.

Un factor importante que influyo en la obtención de estos resultados en la investigación pueden coincidir con FARB, 1986 que refiere que en los intentos de propagación vegetativa de la especie forestal tornillo, muy poco se ha tomado en cuenta el aspecto de los patógeno (hongos), debido a que poco se conoce sobre el efecto de ellos, poco se conoce la susceptibilidad de la especie forestal, y el rango de hospederos de estos patógenos, a pesar que estos son los responsables de la mayoría de enfermedades. Los

factores que más influyen en el desarrollo de un hongo son: la humedad, temperatura, luz, oxígeno, la estructura del ambiente, la permeabilidad. Estos factores afectan de manera directa el desarrollo y fructificación de los hongos (TORRES, 1993).

4.5 Porcentaje de sobrevivencia

El análisis estadístico como lo muestra el los cuadro 20 y 21 del anexo, p. 48 de la formación de sobrevivencia en las estacas de (*Cedrelinga cateniformis* Ducke) se presenta a través del análisis de varianza, el cual se observa en el cuadro 11.

Cuadro 11. ANVA de sobrevivencia en las estacas de (*Cedrelinga cateniformis* Ducke) Con datos transformados.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft(0.05)	Significancia
BLOQUES	1	3,54	3,54	0,25	0,001	No sig.
TRATAMIENTOS	14	208,42	14,89	1,04	2,48	No sig.
s	2	48,97	24,48	1,71	3,74	No sig.
d	4	79,92	19,98	1,40	3,11	No sig.
s x d	8	79,53	9,94	0,69	0,242	No sig.
ERROR	14	200,41	14,32			
TOTAL	29	412,37				

El ANVA de sobrevivencia en las estacas de (*Cedrelinga cateniformis* Ducke), indica que no existe diferencia significativa estadísticamente entre los niveles del factor sustrato "s", así mismo entre los niveles del factor dosis de hormona "d", como también entre los tratamientos obtenidos de la interacción de los niveles del sustrato y los niveles de las hormonas (s x d). También se observa que no existe diferencia significativa entre los resultados obtenidos en los bloques utilizados en este ensayo. El nivel de confianza de este análisis estadístico es de 95%.

Como se menciono al principio; en la investigación se hizo sorpresiva la presencia de un hongo que afecto severamente a la investigación, causando la muerte de las estacas de Tornillo. Pudiendo coincidir con **AGRIOS, 1995** en el que menciona que una especie forestal llega a ser susceptible de un hongo infeccioso, por las condiciones ambientales favorables durante un periodo bastante prolongado; así mismo, las especies forestales susceptibles que carecen de genes de resistencia contra el ataque de hongos, constituyen el sustrato ideal para el establecimiento y es desarrollo de nuevas infecciones, en presencia de un patógeno virulento y un ambiente adecuado favorecen el desarrollo de la enfermedad (**AGRIOS, 1995**).

Sobre esto en particular se afirma que desde el punto de vista ecológico los factores que más influyen en el asentamiento y desarrollo de un hongo son: la humedad, temperatura, luz, oxígeno, la estructura del ambiente (**TORRES, 1993**).

Otro factor que afectó a las estacas (*Cedrelinga cateniformis*, Ducke) fue el desconocimiento de la susceptibilidad de la especie forestal (**FARB, 1986**).

V.-CONCLUSIONES

- 01.- La propagación vegetativa de tornillo es difícil, aún aplicando hormonas manteniendo condiciones ambientales controladas en la cámara de sub-irrigación.
- 02.- En el sustrato arena se obtuvo enraizamiento (14%), se presentó un equilibrio entre aireación y retención de humedad, en comparación con los otros sustratos probados.
- 03.- El análisis de varianza revela que no existe diferencia estadística en formación de callo, emisión de brotes, formación de raíz y sobrevivencia.
- 04.- La especie tornillo presenta dificultades para su propagación vegetativa mediante la técnica por estacas utilizando cámara de sub-irrigación, con 65% de sombra, humedad 60-90 % y una temperatura de 25-33° C.
- 05.- Se obtuvo una alta mortandad de estacas (86%), debido a la pudrición de las estacas juveniles causado por un agente patógeno de origen desconocido.

VI.- RECOMENDACIONES

- 01.- Recomienda investigar estacas más de cuatro meses de edad y una longitud mayor de 8cm, en la cámara de sub-irrigación, por ser una especie de gran valor económico en la amazonia peruana.
- 02.- Realizar ensayos empleando el sustrato arena (arena fina, media y gruesa), a fin de obtener resultados más optimo en tornillo.
- 03.- Realizar investigación dosis hormonas de Ácido Indol-3-Butirico (AIB) que varíen en el rango menores de 1000 ppm o mayores de 7000 ppm y un área foliar mayor de 60 cm².
- 04.- Realizar investigaciones en propagación vegetativa en cámara de sub-irrigación por estacas con la mayor cantidad posible de especies nativas de gran valor económico en la amazonia peruana, por ser una tecnología factible de desarrollar.
- 05.- Investigar al patógeno que causo la mortandad a las estacas de Tornillo en futuras investigaciones en cámara de sub-irrigación.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- AGRIOS, N. 1995.** Fitopatología. Segunda edición. Grupo Noriega Editores. México D. F. 840 p.
- AROSTEGUI, A. y DIAZ, M. 1992.** Propagación de especies forestales nativas promisorias en Jenaro Herrera. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP). Cooperación técnica Suizo – COTESU. Iquitos - Perú. 119 p.
- BRAKO, L. ZARUCHI, J. 1993.** Catálogo de las angiospermas y gimnospermas del Perú. Missouri Botanical Garden. Volumen 45. St. Louis, Missouri – USA. 126 p.
- BALUARTE, J.; FREITAS, L.; OTAROLA, E. y DELGADO, C. 2000.** Cultivo del tornillo (*Cedrelinga cateniformis* Ducke). Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP). Programa de Ecosistemas Terrestres (PET). Centro de Investigaciones Jenaro Herrera – CIJH. Iquitos – Perú.
- CALZADA, J. 1993.** 143 Frutales nativos. Editado por la Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú. 366 p.
- CALDERÓN, A. 2005.** Sustratos agrícolas. Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (proyecto FONDEF), Facultad de Ciencias. Agronómicas, Universidad de Chile. La Pintana, Chile. 04 p.
- CARRERA, F. 1987.** Resultados de las experiencias de las plantaciones forestales Von Humbolt. Documento de trabajo N°5. CENFOR XII-Pucallpa. 77 p.
- CLAUSI, A., MARMILLOD, D. y BLASER, J. 1992.** Descripción silvicultura de las plantaciones forestales de Centro de Investigación Jenaro Herrera. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos - Perú. 334 p.
- CONFEDERACION NACIONAL DE LA MADERA. 1994.** Primera edición Lima – Perú. Compendio de Información Técnica de 32 Especies Forestales. 144 p.
- CUELLAR, J. 1995.** Propagación por estacas de Uña de gato (*Uncaria tomentosa*). Proyecto de reforestación con Uña de gato del Valle del Alto Huallaga – PEAH. Pucallpa –Perú. 10 p.

DICKINSON, C. H. y LUCAS, J. A., 1987. Patología vegetal y patógenos de las plantas. Editorial Limusa. México. 312 pp.

FARB, P. 1986. El Bosque. Editorial Life en Español. México. 27 p.

FAO, 1985. Manual para Patólogos Vegetales. Oficina Regional de la FAO para América Latina. Editorial Lamport Gilbert Printers, Ltda. Great Britain. 438 p.

FREITAS, L. 1996. Caracterización florística y estructural de cuatro comunidades boscosas de llanura aluvial inundable en la zona de Jenaro Herrera. Documento Técnico N° 21. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 73 p.

FREITAS, L.; OTAROLA, E.; LINARES, C. y BALUARTE, J. 2000. Crecimiento y productividad de (*Cedrelinga cateniformis* Ducke) en base a clases de sitio y clases de productividad en plantaciones forestales de Jenaro Herrera, Loreto. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP). 9 p.

FULLER, J. 1983. Botánica. Quinta Edición. Editorial Interamericana. México. 512 p.

GUTIERREZ, A., MESEN, F. y VILLALOBOS, R. 2004. Propagación del burío un recurso no maderable del bosque tropical, útil para el procesamiento de dulce y azúcar orgánicos"; Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. 30 p.

HARTMANN, H.; KESTER, T., 1983. Propagación de plantas. Principios y prácticas. Habana, Cuba, Instituto Cubano del libro. 2nd. ed. 702 p.

KVIST, P. y NEBEL. G. 2001. A review of Peruvian Flood plain forest: ecosystems, inhabitants and resource use. In: Forest Ecology Management. 3 – 26 p.

LEAKEY, R., MESEN, F. 1990. Propagación vegetativa de especies forestales: enraizamiento de estacas suculentas. Manual sobre mejoramiento genético forestal con referencia a América Central. Ed. By J.P. Cornelius; J.F. Mesén E. Korea. Turrialba, C.R., CATIE. 133 p.

———.1991. Métodos de propagación vegetativa en árboles tropicales: enraizamiento de estacas juveniles. Manual sobre mejoramiento genético forestal con referencia a América Central. Ed. By J.P. Cornelius; J.F. Mesén E. Korea. Turrialba, C.R., CATIE. 85 p.

LOPEZ, J. y FREITAS, D. 1990. Geographical aspects of forest wetlands in the lower Ucayali, Peruvian Amazonia. Forest ecology and management. 168 p.

MARMILLOD, D. y VILLALOBOS, R. 1997. Incorporación de especies no maderables en procesos productivos de bosques naturales: Metodologías e implicaciones. 11 p.

MARUYAMA, E. y CHUNG, A. 1987. Respuesta de (*Cedrelinga cateniformis* Ducke) al almacenamiento de las semillas y comportamiento de la regeneración natural de la zona de Alexander Von Humbolt, Pucallpa – Perú. Revista Forestal del Perú. 13 p.

MENDOZA, C. y PINTO, B. 1985. Principios de Fitopatología y Enfermedades causadas por hongo. Edit. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 312 p.

MESEN, F. 1991. Enraizamiento de estacas juveniles de (*Gmelina arborea* Linn), en propagadores de sub - irrigación. Serie Técnica. Manual Técnico N° 49. CATIE. Revista . Silvoenergía. Turrialba, Costa Rica. 05 p.

———. 1999. Enraizamiento de estacas juveniles de (*Cedrela odorata* L.) en propagadores de sub – irrigación. Serie Técnica. Manual Técnico N° 51. CATIE. Revista. Silvoenergía. Turrialba, Costa Rica. 04 p.

———. 1998. Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales, uso de propagadores de sub – irrigación. Serie Técnica. Manual Técnico N° 30. CATIE. Proyecto de Semillas Forestales – PROSEFOR. Turrialba, Costa Rica. 36 p.

MESEN, F.; GUTIERREZ, A.; VILLALOBOS, R. 2004. Propagación del burio, un recurso no maderable del bosque tropical. Comunicación técnica. Manual técnico N° 30. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 08 p.

MURILLO, O.; ROJAS, L.; BADILLA. 2005. Reforestación clonal Teca. Segunda Edición en español 2003. Instituto Tecnológico de costa Rica. Escuela de Ingeniería Forestal. Impreso en el Taller de Publicaciones Cartago, Costa Rica. 35 p.

MOSTACERO, J. y MEJIA, F. 1993. Taxonomía de fanerógamas Peruanas. Primera Edición. Editorial Libertad E.I.R.L. Trujillo - Perú. 188 p.

PARDOS, J. y OLIET, J. 2005. Diccionario Forestal. Sociedad Española de Ciencias Forestales. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid. 1035 p.

QUINTEROS, F. 1995. Ensayo de germinación con estacas de (*Artocarpus communis* Fors) en Iquitos. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Universidad de la Amazonia Peruana. Facultad de Ingeniería Forestal. Iquitos – Perú. 45 p.

RIOS, A. 1996. Ensayo de germinación por estacas de la especie Clavo Huasca (*Tynanthus panurensi*). Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos - Perú. 48 p.

SARMIENTO, A. 1995. Determinación del número de brotes en estacas enteros y partidos de bambú a nivel almacigo. Informe de práctica pre-profesional. Facultad de Ingeniería Forestal. UNAP. Iquitos - Perú. 22 p.

SCHEELJE, J. 2002. Comportamiento del tornillo de tres edades diferentes al cepillado, taladrado y torneado (Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal). Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima - Perú. 76 p.

SCHWYZER, A. y ABADIE, G. 1991. Propagación de Lupuna (*Chorisia* sp) por medio de estacas. Editorial Salames. S.A. Iquitos – Perú. 31 p.

SCHWYZER, A. y BARDALES, L. 1992. El tornillo (*Cedrelinga cateniformis* Ducke). Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. Proyecto de Asentamiento rural Jenaro Herrera. Iquitos - Perú. 33 p.

SPICHIGER, R.; MEROZ, J.; LOIZEAU, P.; STUTZ, L. 1989. Contribución a la flora de la Amazonia Peruana. Los árboles del Arboretum Jenaro Herrera. Volumen I. Génève. 359 p.

SOUDRE M.; DEL CASTILLO D. y MESÉN F. 2008. Curso: Bases técnicas para la propagación vegetativa de árboles tropicales mediante enraizamiento de estaquillas. Pucallpa - Perú. 36 p.

SOUDRE M.; PORTAL, E. 2008. Propagación vegetativa de estaquillas de tornillo (*Cedrelinga cateniformis* Ducke). Pucallpa-Perú.Red amazónica de propagación vegetativa (RAPVE). www.rapve.org.

TORRES, J. 1993. Patología forestal: principales enfermedades de las especies forestales. Segunda Edición. Madrid, España, Editorial Mundi Prensa. 270 p.

VERDUGO R. 2005. Evaluación técnica y económica de la cascarilla de arroz como sustrato para la producción de almácigos de hortalizas. Universidad de Talca, Facultad de Agronomía. Talca - Chile. 51 p.

VIDAURRE, H. 1992. Tecnologías para el manejo de los bosques tropicales (II). Proyecto suelos tropicales – INIA. Boletín técnico N° 4. 29 p.

———. **1994.** Balance de experiencias silviculturales con (*Cedrelinga cateniformis* Ducke) en la región de Pucallpa, Amazonia Peruana (Tesis Magíster). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Programa de Enseñanza, Área de Postgrado. CATIE. Turrialba - Costa Rica. 129 p.

ANEXO

GLOSARIO

Auxinas

Hormonas vegetales naturales presentes en zonas con intensa actividad de crecimiento y que, en concentraciones mínimas, regulan la división y extensión celulares y otros procesos de desarrollo. Se sintetizan en particular en los extremos de los vástagos en crecimiento (**PARDOS y OLIET, 2005**).

Árbol plus

Individuos sobresalientes o superiores en todos los criterios de selección tener en cuenta. En clonación, individuo que posee características deseables de duplicar y del que se obtiene el material genético para propagar (**MESÉN, 2008**).

Asexual

Tipo de reproducción que se realiza sin fusión de gametos y que incluye producción de esporas, desarrollo de brotes, propagación vegetativa. En muchos hongos fitopatógenos simple y rápida coincide con las fases infectivas de la enfermedad (**PARDOS y OLIET, 2005**).

Área foliar

Extensión en cm² que posee la hoja, determinada a través de procesos manuales y mecánicos (**PARDOS y OLIET, 2005**).

Brote

Desarrollo de un tallo a partir de una yema. Brote en estado de desarrollo, formado a partir de una yema. Hasta que ha terminado su desarrollo (**PARDOS y OLIET, 2005**).

Callo

Un callo es básicamente un tejido tumoral, más o menos organizado, que generalmente surge sobre heridas de órganos y tejidos diferenciados. Se llama inducción del callo al inicio de su formación (**MESÉN, 2008**).

Clonación

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

Carbonización

Descomposición de materias orgánicas por el calor, con acceso de aire limitado, resultando la formación de carbón (**PARDOS y OLIET, 2005**).

Estaca

Material de propagación obtenido a partir de partes de plantas (material leñoso, semileñoso y raíz) que puesto en condiciones adecuadas da lugar a una planta completa (**PARDOS y OLIET, 2005**).

Fenotipo

Es la expresión visible del genotipo, en su interacción con el ambiente (características externas posibles de sufrir cambios) (**MESÉN, 2008**).

Fitohormonas

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

Genotipo

Está constituido por la carga genética de un organismo “características internas del individuo imposibles de variar” (**MESÉN, 2008**).

Hongo

Organismo heterótrofo, sin clorofila y que se alimenta de materia orgánica, caracterizado por presentar un cuerpo vegetativo filamentososo (micelio) construido por elementos cilíndricos (hifas) que pueden adquirir especialización para construir estructuras de función reproductora o conservadora. Muchos de ellos son parásitos de otros organismos vivos, otros simbioses y otros saprofitos. Muchas especies de hongos producen enfermedades en los árboles forestales, o pudriciones y otras alteraciones en la madera (**PARDOS y OLIET, 2005**).

Hormona vegetal

Sustancia orgánica sintetizada por las plantas que regula su crecimiento y desarrollo (**PARDOS y OLIET, 2005**).

Meiosis

Proceso de división celular que involucra el intercambio de información entre cromosomas homólogos y la formación de células haploides (gametos), que contienen la mitad de la información genética de las células somáticas (MESÉN, 2008).

Mitosis

Proceso de división nuclear que resulta en dos células hijas genéticamente idénticas a la célula original (MESÉN, 2008).

Patógeno

Organismo parásito que incita el desarrollo de una enfermedad en su hospedante (PARDOS y OLIET, 2005).

Patología forestal

Disciplina que tiene por objeto el estudio de las enfermedades de las plantas forestales (PARDOS y OLIET, 2005).

Propagación por estacas

Tipo de reproducción asexual aplicado a vegetales mediante la cual se separa una parte de una planta madre, de la cual se obtiene una nueva planta idéntica al donante (MESÉN, 2008).

Reproducción asexual

Formación de un nuevo ser a partir de células distintas a las reproductivas (MESÉN, 2008).

Reproducción sexual

Formación de un nuevo ser a partir de la fusión de los gametos masculino y femenino (MESÉN, 2008).

Sustrato

Todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta (PARDOS y OLIET, 2005).

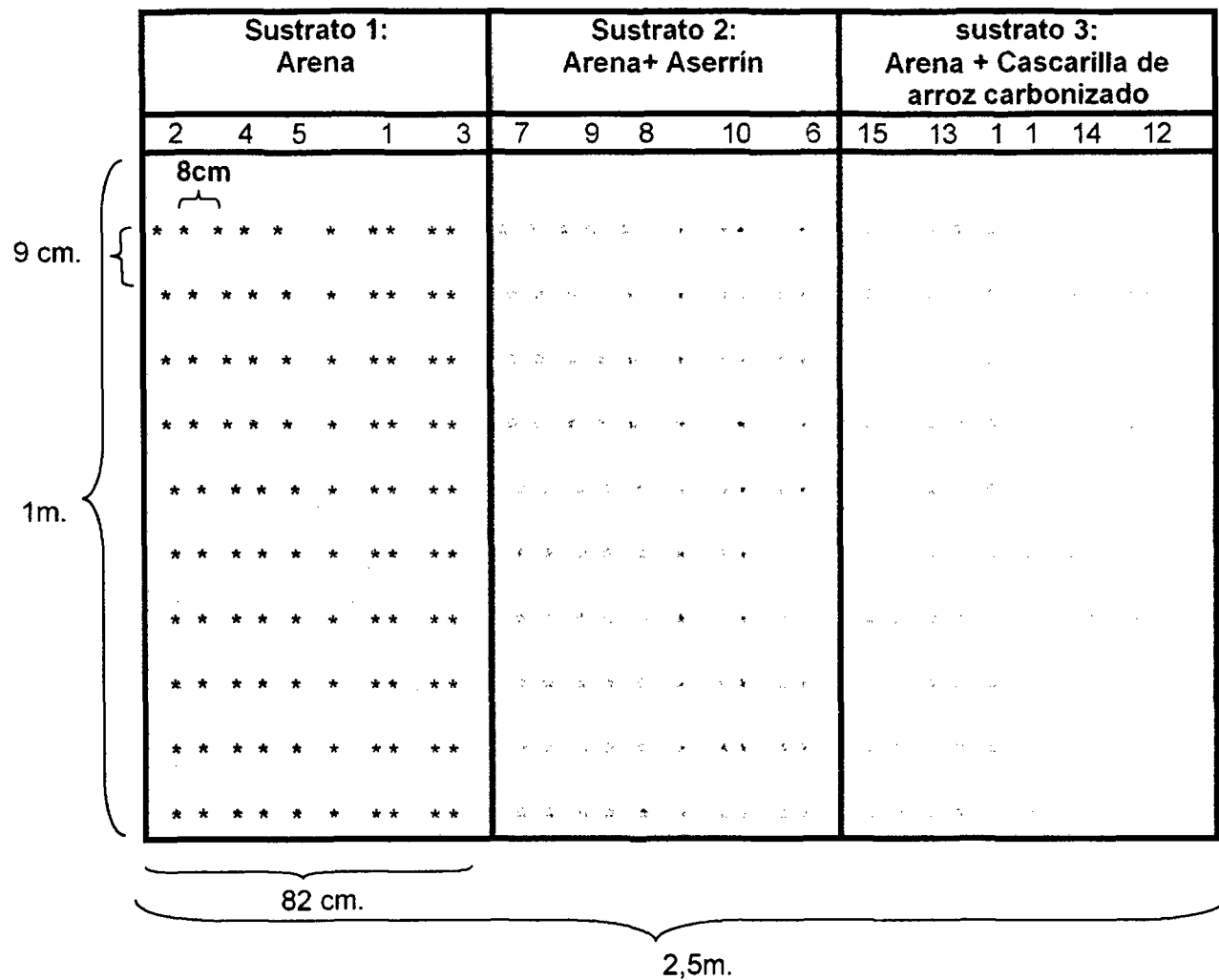


Figura 02. Croquis de distribución por tratamiento estacas de tornillo (*Cedrelinga cateniformis* Ducke).

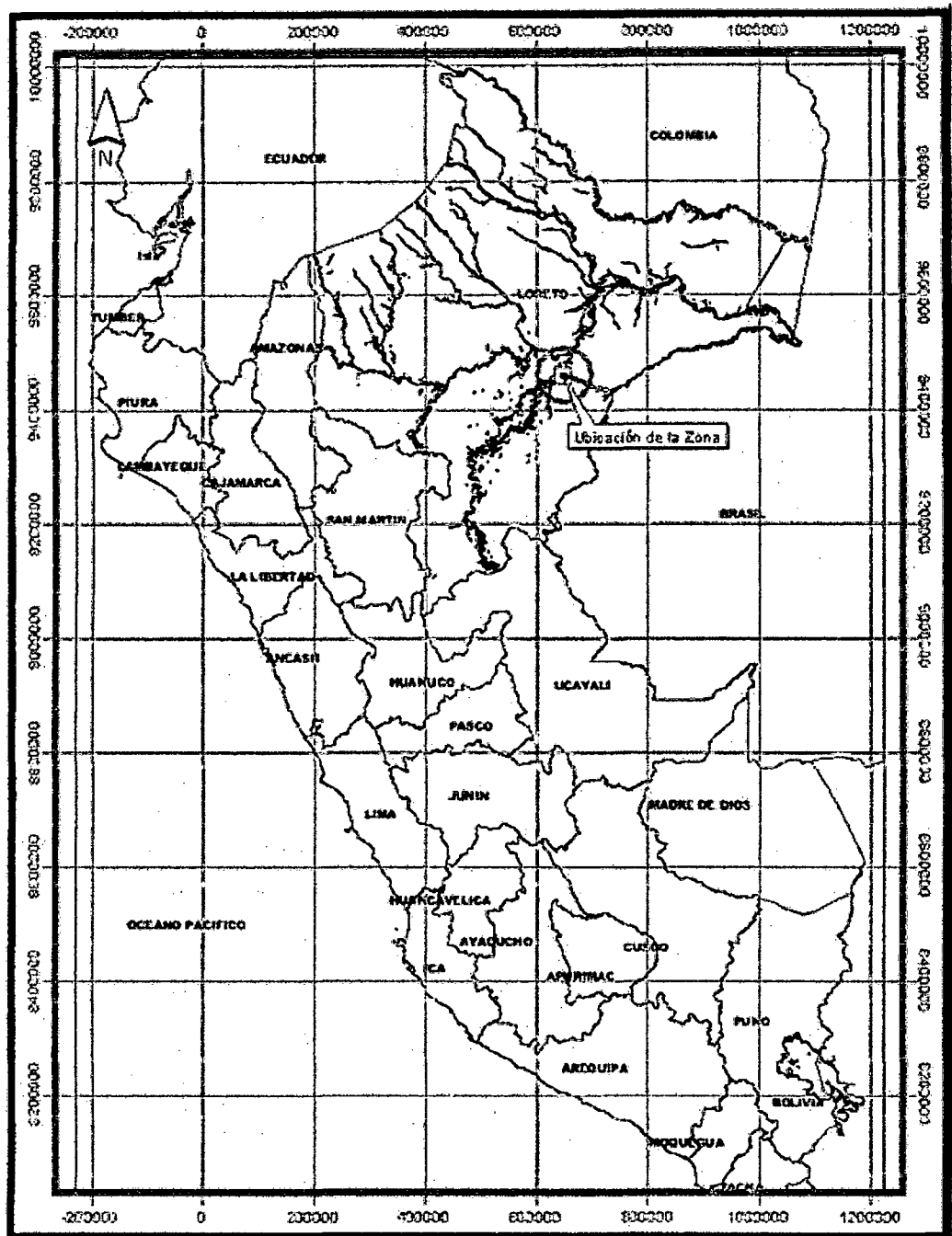


Figura 03. Ubicación geográfica de la zona de Jenaro Herrera.

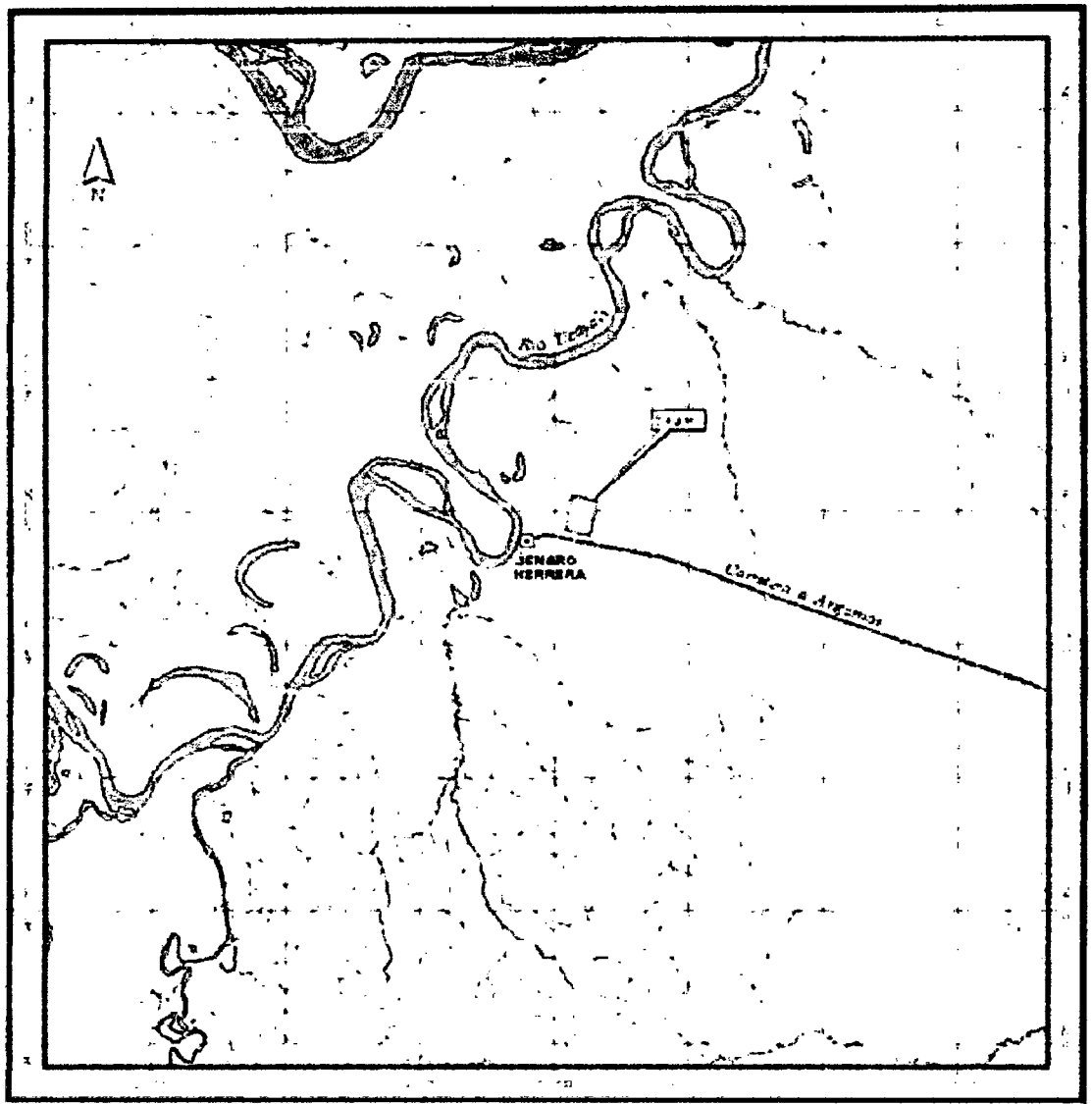


Figura 04. Localización del Centro de Investigaciones Jenaro Herrera.



Figura 05. Materiales



Figura 06. Cámara de sub - irrigación.

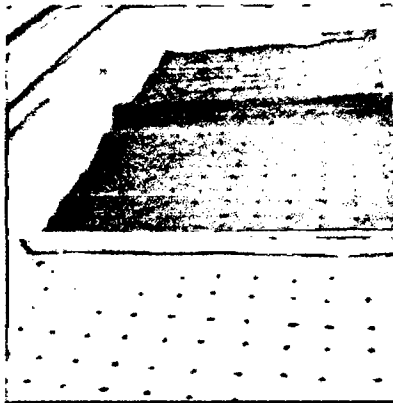


Figura 07. Instalación sustratos.



Figura 08. Colecta de brotes.

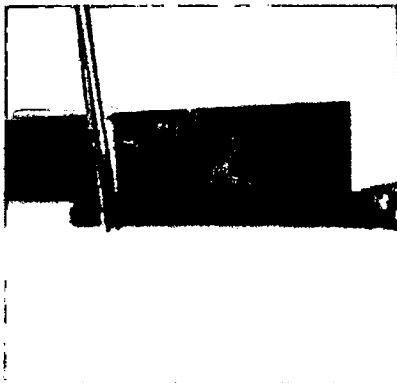


Figura 09. Preparación de estacas.



Figura 10. Desinfección con Cupravit.

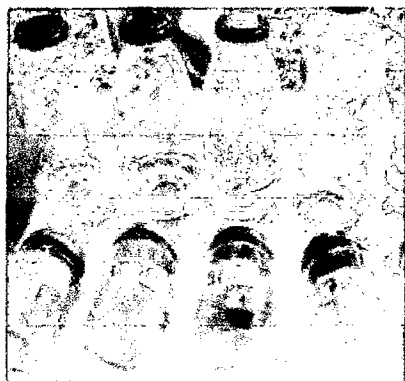


Figura 11. Aplicación de AIB

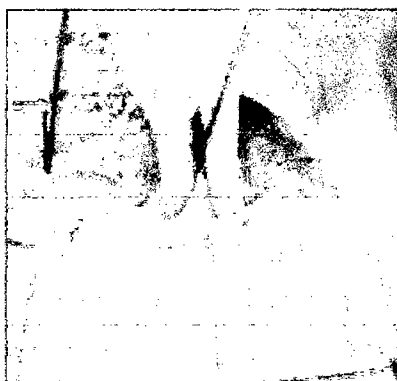


Figura 12. Instalación de estacas.

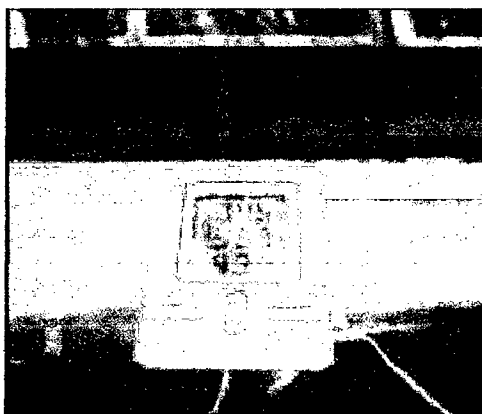


Figura 13. Control de T° y HR°.



Figura 14. Evaluación de Tornillo.

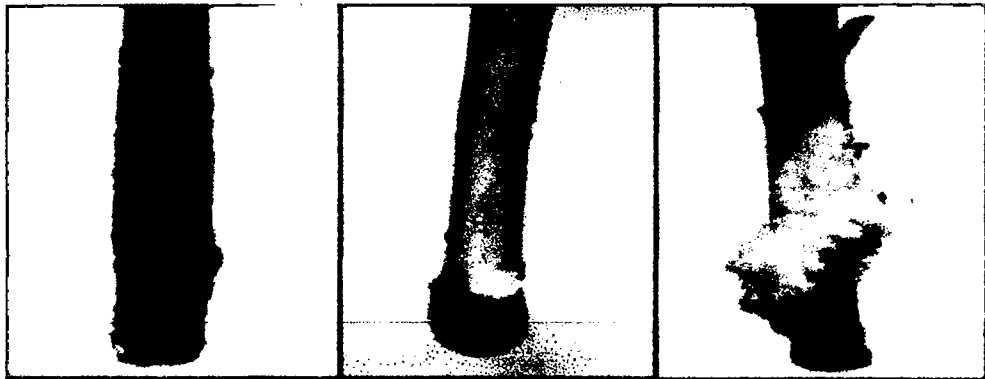


Figura 15. Formación de callo en tornillo.

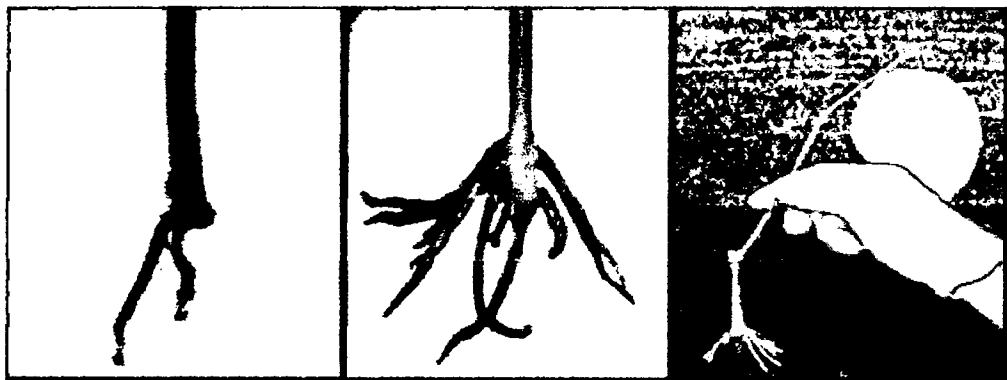


Figura 16. Formación de raíz en tornillo.

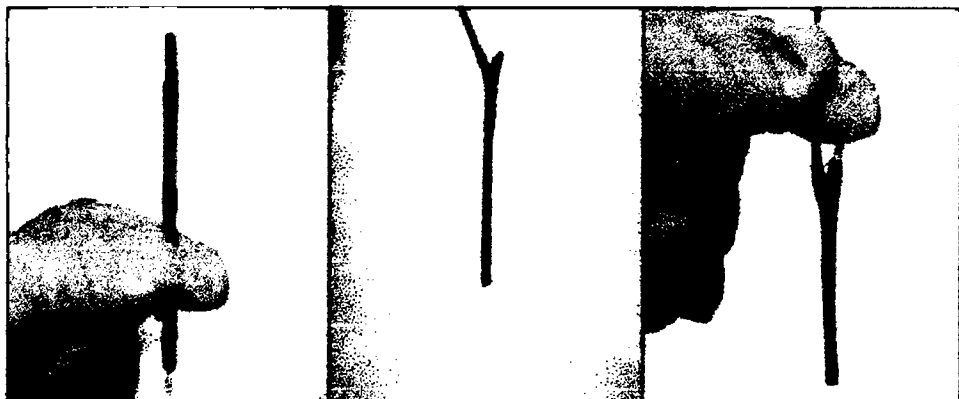


Figura 17. Estacas de tornillo con hongo.

Cuadro 12. Ficha de evaluación de las estacas de tornillo.

Especie: Tornillo
 Propietario: IIAP
 Fecha de evaluación:
 N° Bloque:
 Tesista:

Arena, arena+ aserrín, arena + cascarilla de arroz carbonizado.							
Dosis AIB (d)	Repetición	Estacas #	Raíz %	Callo %	Brote %	Sobre vivencia %	Observaciones (describir)
0	1-2	1					
		2					
		3					
		4					
		5-10					
1000 ppm	1-2	1					
		2					
		3					
		4					
		5-10					
3000 ppm	1-2	1					
		2					
		3					
		4					
		5-10					
5000 ppm	1-2	1					
		2					
		3					
		4					
		5-10					
7000 ppm	1-2	1					
		2					
		3					
		4					
		5-10					

E.M.	Estacas	muerta
E.V.	Estacas	viva

Cuadro 13. Presupuesto de la investigación.

Detalles	Unidades	Cantidad	Costo unitario (s/.)	Costo total (s/.)
I.- Servicios personales				
Bachiller forestal	6 Meses	1	480	2, 880
Técnico forestal	10 Días	1	30	300
Mano de obra- especialista	90 Jornal	1	15	1, 350
Mano de obra-carpintero	6 Jornal	1	50	300
Ayudante	5 Jornal	1	15	45
Subtotal 1				4, 875
II. -Materiales				
Arena fina	m3	1	30	30
Arena gruesa	m3	1	40	40
Grabilla	m3	1	60	60
Tablillas de madera (4"x1/2"x8")	Unid.	52	2.5	130
Bisagra	Pulg.	12	3	36
Pintura esmalte, color blanco	Galon	3	30	90
Mica transparente	m	60	8	480
Chinchas	Cajás	2	3	6
Clavos(2")	Kg	3	3	9
Brochas (2")	Unid.	1	3	3
Cemento	Bolsas	8	18	144
Aguarraz	Galon	1	8	8
Listones de madera de(3"x 1"x 8")	Unid.	12	3.5	42
Listones de madera de (2"x1"x 8")	Unid.	12	3	36
Candados medianos	Unid.	4	3	12
Aldabas medianos	Unid.	4	3	12
Acido Indol-3-Butirico (5g)	Gr.	2	182	364
Plaquitas identificadoras	Millar	1	100	100
Plumon indeleble	Unid.	5	3	15
Soga nylon	m.	30	1	30
Tablero de apuntes	Unid.	2	3	6
Costales	Unid.	12	0.5	6
Malla Zarán	mt	50	15	750
Baldes 10 ft.	Unid.	2	6	12
Machete	Unid.	2	20	40
Tijera de podar	Unid.	1	60	60
Pala	Unid.	1	20	20
Guantes	Unid.	1	5	5
Cinta métrica	Unid.	1	2	2
Esponja	Unid.	10	1	10
Formol	Lt.	2	10	20
Cloro	Lt.	2	4	8
Fungicidas de contacto	Lt.	1	60	60
Subtotal 2				2, 646
III.-Equipos e instrumentos				
Ventilador de pie	Unid.	1	100	100
Calculadora	Unid.	1	50	50
Regla métrica	Unid.	1	5	0.5
Calibrador/vernier	Unid.	1	629	629
Higrometro	Unid.	5	90	245
Termómetro	Unid.	5	20	100
Cámara fotográfica	Unid.	1	120	120
Memória USB	Unid.	1	80	80
Subtotal 3				1, 324.5
Total general				8, 845.5

Cuadro 14. Datos originales del porcentaje de formación de callo.

BLOQUE	s1					s2					s3				
	d1	d2	d3	d4	d5	d1	d2	d3	d4	d5	d1	d2	d3	d4	d5
I	1	1	2	0	2	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0
II	2	3	0	0	5	1	3	0	0	0	1	1	0	2	1

Cuadro15. Datos transformados al arc. sen \sqrt{x} % del porcentaje de formación de callo.

BLOQUE	s1					s2					s3					TOTAL
	d1	d2	d3	d4	d5	d1	d2	d3	d4	d5	d1	d2	d3	d4	d5	
I	5.74	5.74	8.13	0	8.13	5.74	5.74	5.74	5.74	8.13	0	0	0	0	0	58.83
II	8.13	9.97	0	0	12.92	5.74	9.97	0	0	0	5.74	5.74	0	8.13	5.74	72.08
s x d	13.87	15.71	8.13	0	21.05	11.48	15.71	5.74	5.74	8.13	5.74	5.74	0	8.13	5.74	130.91
s	s1 = 58.76					s2 = 46.80					s3 = 25.35					130.91
d	d1 = 31.09		d2 = 37.16			d3 = 13.87			d4 = 13.87		d5 = 34.92					130.91

Cuadro 16. Datos originales del porcentaje de emisión de brotes.

BLOQUE	s1					s2					s3				
	d1	d2	d3	d4	d5	d1	d2	d3	d4	d5	d1	d2	d3	d4	d5
I	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
II	2	2	0	0	4	1	2	0	0	0	0	1	0	2	1

Cuadro 17. Datos transformados al arc. sen \sqrt{x} % del porcentaje de emisión de brotes.

BLOQUE	s1					s2					s3					TOTAL
	d1	d2	d3	d4	d5	d1	d2	d3	d4	d5	d1	d2	d3	d4	d5	
I	5.74	0	5.74	0	0	5.74	5.74	5.74	5.74	5.74	0	0	0	0	0	40.18
II	8.13	8.13	0	0	11.54	5.74	8.13	0	0	0	0	5.74	0	8.13	5.74	61.28
s x d	13.87	8.13	5.74	0	11.54	11.48	13.87	5.74	5.74	5.74	0	5.74	0	8.13	5.74	101.46
s	s1 = 39.28					s2 = 42.57					s3 = 19.61					101.46
d	d1 = 25.35		d2 = 27.74			d3 = 11.48			d4 = 13.87		d5 = 23.02					101.46

Cuadro 18. Datos originales del porcentaje de formación de raíz.

BLOQUE	s1					s2					s3				
	d1	d2	d3	d4	d5	d1	d2	d3	d4	d5	d1	d2	d3	d4	d5
I	1	1	2	0	2	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0
II	2	3	0	0	3	1	3	0	0	0	1	1	0	2	1

Cuadro 19. Datos transformados al arc. sen \sqrt{x} % del porcentaje de formación de raíz.

BLOQUE	s1					s2					s3					TOTAL
	d1	d2	d3	d4	d5	d1	d2	d3	d4	d5	d1	d2	d3	d4	d5	
I	5.74	5.74	8.13	0	8.13	5.74	5.74	5.74	5.74	8.13	0	0	0	0	0	58.83
II	8.13	9.97	0	0	9.97	5.74	9.97	0	0	0	5.74	5.74	0	8.13	5.74	69.13
s x d	13.87	15.71	8.13	0	18.10	11.48	15.71	5.74	5.74	8.13	5.74	5.74	0	8.13	5.74	127.96
s	s1 = 55.81					s2 = 46.80					s3 = 25.35					127.96
d	d1 = 31.09		d2 = 37.16			d3 = 13.87			d4 = 13.87		d5 = 31.97					127.96

Cuadro 20. Datos originales del porcentaje de sobrevivencia.

BLOQUE	s1					s2					s3				
	d1	d2	d3	d4	d5	d1	d2	d3	d4	d5	d1	d2	d3	d4	d5
I	1	1	2	0	3	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0
II	2	3	0	0	5	1	3	0	0	0	1	1	0	2	1

Cuadro 21. Datos transformados al arc. sen \sqrt{x} % del porcentaje de sobrevivencia.

BLOQUE	s1					s2					s3					TOTAL
	d1	d2	d3	d4	d5	d1	d2	d3	d4	d5	d1	d2	d3	d4	d5	
I	5.74	5.74	8.13	0	9.97	5.74	5.74	5.74	5.74	8.13	0	0	0	0	0	60.67
II	8.13	9.97	0	0	12.92	5.74	9.97	0	0	0	5.74	5.74	0	8.13	5.74	72.08
s x d	13.87	15.71	8.13	0	22.89	11.48	15.71	5.74	5.74	8.13	5.74	5.74	0	8.13	5.74	132.75
s	s1 = 60.60					s2 = 46.80					s3 = 25.35					132.75
d	d1 = 31.09		d2 = 37.16			d3 = 13.87			d4 = 13.87		d5 = 36.76					132.75