

Enraizamiento de brotes de tornillo (*Cedrelinga catenaeformis Ducke*), en la Amazonía peruana

Geomar Vallejos-Torres ¹

Luis Enrique Toledo Gonzales-Polar ²

Luis Alberto Arévalo-López ³

Resumen

Cedrelinga catenaeformis, comúnmente llamada “tornillo”, es una de las especies forestales de mayor importancia comercial en el mercado nacional. En el presente trabajo se presenta una metodología para el proceso de enraizamiento para la producción de plantones clonales a escala comercial de esta especie. El objetivo del estudio fue evaluar el enraizamiento de estaquillas bajo el efecto de tres dosis de ácido indol-3-butírico (2000, 3000 y 4000 ppm) y dos cantidades de foliolos (tres y cuatro foliolos), utilizando microtúneles como estructura de protección. El estudio se realizó en el vivero de la empresa Reforesta Perú S.A.C. ubicado en la Región San Martín. Se empleó un diseño completamente al azar (DCA), con un arreglo factorial de 3A x 2B, el cual constó de tres repeticiones por tratamiento y seis brotes por repetición. Al término de 15 días, los brotes de tres foliolos y con dosis de AIB de 3000 ppm mostraron

Abstract

Cedrelinga catenaeformis or commonly called “Tornillo” is a forest specie of great commercial importance worldwide in structure and furniture sectors. A rooting process methodology for production of clonal plants on a commercial scale is presented for *C. catenaeformis*. The aim of the study was to evaluate the rooting of cuttings under the effect of three doses of indole butyric acid (2000, 3000 and 4000 ppm) and two numbers of leaves (3 and 4 leaves) using a micro tunnel protection structure. The study was conducted in REFORESTA PERÚ’s nursery located in San Martin. It was used a completely randomized design (DCA) with a factorial arrangement of 3A x 2B consisted in 3 replicates per treatment and 6 cuttings. At the end of 15 days, the 3-leaves cuttings with AIB dose of 3000 ppm showed root of 94.88 % using Jiffys® - pellets as substrate. It concludes that it is possible to propagate *C. Catenaeformis* (94.88 %

1. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. gvallejos@iiap.org.pe

2. Reforesta Perú S.A.C. etoledo@reforestaperu.com.pe

3. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. larevalo@iiap.org.pe

enraizamientos de 94.88% teniendo a los pellets Jiffy® como sustrato. Se concluye que es posible propagar *C. catenaeformis* (94.88% de enraizamiento) si se aplica la dosis adecuada de AIB en brotes con tres foliolos.

Palabras clave: *Cedrelinga catenaeformis*, enraizamiento clonal de plántulas, ácido indol butírico (AIB), Perú.

rooting) if the right dose of AIB is applied to cuttings with 3 leaves.

Key words: *Cedrelinga catenaeformis*, rooting clonal seedlings, indole butyric acid (IBA), Peru.

Introducción

La propagación sexual del tornillo, por medio de semilla, es una forma rutinaria que se viene realizando en programas de plantaciones. Debido a la variabilidad dentro de la especie, este método ocasiona una gran heterogeneidad fenotípica y genotípica, lo cual dificulta el manejo de las plantaciones. Una opción para reducir este problema es utilizar la propagación clonal a escala comercial, al producir individuos homogéneos y con una constitución genética idéntica, lo cual facilita el manejo y aprovechamiento del arbolado. Existen diferentes factores que influyen sobre la capacidad de enraizamiento de esta especie, sobre todo los factores relacionados con la minimización del déficit hídrico en las estaquillas, la optimización de la fotosíntesis durante el proceso de propagación, así como la utilización de sustratos adecuados y reguladores de crecimiento que favorezcan la iniciación y desarrollo de las raíces (Leakey 1990, Mesén 1993).

Con base en lo anterior, en este trabajo se evalúa el efecto de tres dosis de ácido indol-3-butírico (2000, 3000 y 4000 ppm) en estaquillas con tres y cuatro foliolos, sobre el enraizamiento de esta especie bajo microtúneles, con el propósito de identificar factores clave en la implementación de un programa de multiplicación clonal de tornillo a escala comercial.

Materiales y métodos

Ubicación del experimento

El ensayo se llevó a cabo en los meses de junio a octubre del 2013 en el área de propagación del vivero de la empresa Reforesta Perú S.A.C; ubicado en el distrito de la Banda de Shilcayo, provincia y departamento de San Martín; cuyas coordenadas UTM son: N 9280755 y E 351994 a una altitud de 325 msnm.

Origen y procedencia de los brotes

El material vegetativo de *C. catenaeformis* se obtuvo de los patrones instalados en un jardín clonal, establecidos en la Empresa Reforesta Perú S.A.C. Estos rebrotes

proceden de 20 árboles plus en pie identificados y seleccionados en una primera etapa, distribuidos en tres provincias de la región San Martín (San Martín, Moyobamba y Lamas), Perú; con características sobresalientes en rectitud, sanidad, tipo de copa y calidad de fuste. Estas plantaciones tienen 12 o más años. El jardín clonal está ubicado dentro de un invernadero con condiciones ambientales controladas de humedad relativa, temperatura, radiación solar y fertilizaciones.

Colecta y preparación de los brotes

La colecta de los rebrotes en los jardines clonales se realizó en forma ordenada etiquetando claramente cada clon con rebrotes de 10 a 20 cm de longitud, dejando al menos un brote en cada patrón. La colecta es recomendable realizarla en horas tempranas del día evitando el estrés hídrico que podrían sufrir durante la corta hasta su establecimiento en el microtúnel. Dicha actividad se realizó con una tijera de mano, bien desinfectada con alcohol (96%). A partir de los rebrotes, se obtuvieron estaquillas con cortes aproximadamente a 1 cm de la yema superior con tres y cuatro foliolos.

Preparación y aplicación hormonal en base a ácido indol-3-butírico (AIB)

La dosis de AIB se preparó a partir del ácido indol-3-butírico químicamente puro diluido en alcohol al 96%, para así obtener la concentración deseada de 2000, 3000 y 4000 ppm. Una vez preparadas las estaquillas y las soluciones con AIB, se sumergió la base de los rebrotes (2 cm) en la solución mediante el método de inmersión rápida, seguidamente se establecieron a una profundidad de 2 a 2.5 cm en el sustrato (pellets Jiffy®) de 50 x 95 mm. El etiquetado se realizó una vez instalado el ensayo indicándose el código de procedencia, la combinación de factores en estudio, fecha y especie.

Sustrato y establecimiento de los ensayos

Se utilizaron pellets de 50 x 95 mm como sustrato, con buenos resultados en el enraizamiento directo de los rebrotes de esta especie. El objetivo fue el de eliminar el trasplante (estrés y costos) que se debe realizar cuando se pone a enraizar las estaquillas en las bandejas plásticas. El establecimiento de las estaquillas se realizó



Figura 1. Estaquilla enraizada de *Cedrelinga catenaeformis*.
Figure 1. Rooting shoot of *Cedrelinga catenaeformis*.

Figure 2. Cloned plant of *Cedrelinga catenaeformis*.
Figura 2. Planta clonada de *Cedrelinga catenaeformis*.

directamente en los pellets, previamente remojados por un tiempo de 15 min, seguidamente se hicieron hoyos en cada pellet para introducir la estaquilla. Finalmente estas fueron depositadas en los microtúneles para su enraizamiento.

Microtúneles de enraizamiento

Para el proceso de enraizamiento se utilizaron microtúneles de 4 m de largo por 1.3 de ancho y 0,6 m de altura, con una estructura formada por un marco de hierro soldado, de media pulgada, colocados en forma horizontal y arqueado para dar la forma de microtúnel, forrado con plástico transparente de polietileno. La base del microtúnel presentó soporte de hierro con malla metálica, para el depósito de las bandejas donde se depositaron los brotes. Asimismo, en cada microtúnel se colocaron cuatro nebulizadores para el riego, de manera a obtener una humedad relativa óptima, esencial para el éxito de enraizamiento.

Establecimiento de las brotes en el microtúnel

Previo al establecimiento de los brotes, se realizó el depósito de los pellets en bandejas livianas en la cual se hicieron pequeños hoyos a una profundidad de 2 cm, para la introducción de las estaquillas. El etiquetado se colocó una vez instalado el ensayo indicándose el código de procedencia, la combinación de factores en estudio, fecha y especie.

Suministro de riego en los microtuneles

Se proporcionó riego nebulizado en el interior del microtúnel, por cada hora durante 3 min, con el fin de lograr la humedad relativa alta y mantenerla en rangos mayores de 80 %. Con el fin de disminuir la temperatura interna, que es directamente proporcional



Figura 3. Jardín clonal de tornillo (*C. catenaeformis*) en ambiente controlado.

Figure 3. Clonal garden of tornillo (*C. catenaeformis*) under control treatment.

a la temperatura externa, se desarrolló un riego por aspersión externo de acuerdo a la temperatura del día, considerándose el periodo de riego por aspersión de 2 min o relativo al clima que se presentó.

Prevención y control fitosanitario

Debido a la alta humedad generada en el interior del microtúnel se crea un ambiente con condiciones propicias para la propagación de hongos y otros patógenos, por lo que es necesario una adecuada limpieza de hojas caídas o estacas con necrosis, limpieza de la superficie interna y externa del microtúnel con agua y jabón para prevenir la propagación de patógenos, siendo desarrollada esta actividad una vez a la semana, a su vez se realiza la aplicación de fungicida agrícola Carbendazim (500 g/l), Thiophonate methyl 500 g/kg y Kasugamicina (20 g/l).

Cuadro 1. Efecto de la dosis AIB y el número de foliolos en el número de raíces (media \pm error estándar).

Table 1. Effect of AIB dose in number of leaflets and roots (mean \pm standard error).

Dosis	Cantidad de foliolos	
	Tres	Cuatro
2000	2.59 \pm 0.07 A a	3.56 \pm 0.06 A a
3000	2.93 \pm 0.02 B b	4.53 \pm 0.06 B b
4000	2.31 \pm 0.05 A a	3.86 \pm 0.07 A a

Nota: Letras en mayúscula para el factor "dosis" y minúsculas para el factor "cantidad de foliolos". Letras diferentes indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p > 0.05$).

Note: Capitalized letters for "dose" factor and small letters for "number of leaflets" factor. Different letters show significant differences based on Tukey test ($p > 0.05$).



Figura 4. Preparación de estacas de *C. catenaeformis*.

Figure 4. Preparation of *C. catenaeformis* shoots.

VARIABLES MEDIDAS Y ANÁLISIS DE DATOS

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con un arreglo factorial de 2A x 3B, con seis tratamientos, tres repeticiones por tratamiento y seis brotes por repetición. Las variables de medición fueron la cantidad de raíces y el porcentaje de enraizamiento, ambas a los 15 días de establecimiento.

Los valores de porcentaje de enraizamiento fueron transformados mediante la función *arcoseno*, ya que los datos originales no presentaban una distribución normal. Los datos fueron sometidos al análisis de varianza y a la prueba Tukey, con un nivel de significancia de ($p < 0,05$), para determinar las naturalezas de las diferencias entre los tratamientos. Los datos se almacenaron y analizaron en el software SPSS v.20 (Díaz, 1991).

Resultados y discusión

Después de 15 días, los resultados no mostraron una interacción significativa entre la dosis de AIB y la cantidad de folíolos ($p = 0,109$), para la variable número de raíces (Cuadro 1). Sin embargo, la cantidad de folíolos y la dosis de AIB, como efectos principales, mostraron diferencias significativas para la variable cantidad de raíces ($p = 0,001$ y $0,011$, respectivamente), encontrándose mayor cantidad de raíces en brotes con tres folíolos, así como en dosis de 3000 ppm.

Para la variable porcentaje de enraizamiento, los resultados mostraron una interacción significativa entre la dosis de AIB y la cantidad de folíolos ($p = 0,001$), encontrándose mayor porcentaje de enraizamiento en brotes con tres folíolos y en dosis 3000 ppm.

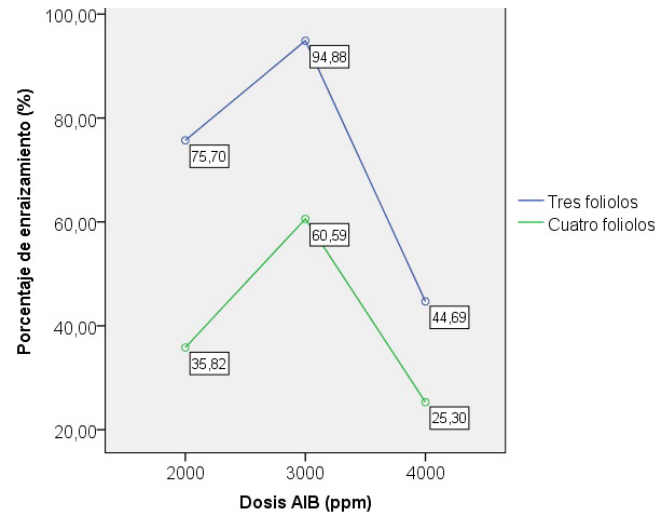


Figura 5. Porcentaje de enraizamiento de la especie tornillo (*Cedrelinga catenaeformis*), de acuerdo a la interacción entre la dosis AIB y número de folíolos.

Figure 5. Percentage of rooting in *Cedrelinga catenaeformis* based on AIB dose and number of leaflets interaction.

Como se observa en la Figura 5, mejores rendimientos en porcentaje de enraizamiento de estaquillas de tornillo (*C. catenaeformis*) se presentaron en la dosis 3000 ppm aplicados en combinación con tres folíolos, generando un 94,8 % de enraizamiento.

Basados en la dosis hormonal, se observó la disminución del porcentaje de enraizamiento de acuerdo al incremento y la disminución de la dosis 3000 ppm, el descenso se da como resultado de desórdenes fisiológicos que ocurren en las estacas debido a dosis excesivas o inclusive a menores cantidades de concentración de dosis de AIB (Mesén, 1998).

Respecto al número de folíolos, se observa que a medida que aumenta el número de folíolos disminuye el porcentaje de enraizamiento en interacción con cualquiera de los niveles de dosis hormonal. El efecto que tiene el área foliar sobre la capacidad de enraizamiento se encuentra relacionado con la producción de carbohidratos derivados de la fotosíntesis (Núñez, 1997).

Vallejos (2011) obtuvo mejores resultados en el porcentaje de enraizamiento en estacas de *Plukenetia volubilis* de 8 cm de longitud respecto a la de 6 cm. Resultados similares obtuvo Díaz (1991) en estacas de 8 y 6 cm de longitud en la especie *Gmelina arborea*.

Mesén (1998) indica que la respuesta de las estacas hacia dosis crecientes de hormona generalmente es una curva ascendente hasta alcanzar un máximo, para después descender, el descenso se da como resultado de desórdenes fisiológicos que ocurren en las estacas debido a dosis excesivas, lo cual les ocasiona la muerte. Por ello es necesario determinar la dosis óptima de AIB mediante ensayos para cada especie.

Soudre (2011) comprobó que las estaquillas de tornillo (*C. catenaeformis*) del tipo media, desde 4 cm de longitud, con área foliar de 30 cm², 4000 ppm de AIB, puestas a enraizar en arena fina (0,1 - 0,2 mm) y bajo condiciones microambientales del propagador de subirrigación, obtuvieron a los 40 días el máximo porcentaje de enraizamiento de 70%.

Conclusiones

Se determinó que la dosis óptima para la propagación vegetativa de tornillo (*C. catenaeformis*) es de 3000 ppm de AIB en cuanto a la variable número de raíces y porcentaje de enraizamiento. El número de folíolos óptimo para la propagación vegetativa de tornillo es de tres folíolos en cuanto a la variable número de raíces y porcentaje de enraizamiento.

Se concluye que el mayor porcentaje de enraizamiento para la especie tornillo (*C. catenaeformis*) es 94.8%, resultado que es generado a partir de la combinación de tres folíolos con 3000 ppm, a los 15 días de su instalación.

Agradecimientos

Al Programa de Ciencia y Tecnología-FINCYT – INNOVATE Perú y FIDECOM por financiar el presente proyecto: Desarrollo de protocolos para la producción de plántones clonales de siete especies maderables nativas amazónicas: caoba (*Swietenia macrophylla*), cedro (*Cedrela odorata*), tornillo (*Cedrelinga catenaeformis*), capirona (*Calycophyllum spruceanum*), marupa (*Simarouba amara*), estoraque (*Myroxylon balsamum*), quinilla (*Manilkara bidentata*) en base a semilla vegetativa de árboles plus en la Región San Martín”.

Al Director ejecutivo del Programa de Ciencia y Tecnología – FINCYT, Ing. Alejandro Afuso Higa, al equipo profesional y técnico de la Empresa REFORESTA PERÚ S.A.C (entidad desarrolladora), Christian Koch, Jackeline Velasco, Wiler Sangama, Rolando Pisco, Laura García, María Pía Díaz, Elsa García, a la Ing. Martha Peralta Tuanama, Unidad de Supervisión de Proyectos FINCYT, al Gerente Regional del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, M.Sc. Luis Alberto Arévalo López. Al Dr. Olman Murillo, por sus sabias enseñanzas teóricas y prácticas en el Instituto Tecnológico de Costa Rica y revisiones al presente trabajo.

Referencias

Díaz, M. (1991). Técnicas de Enraizamiento de estacas juveniles de *Cedrela odorata* L. y *Gmelina arborea* Linn. (Tesis) Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica: CATIE. 93 p.

IIAP. (2013). Estación Meteorológica: Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana- San Martín, Banda de Shilcayo. San Martín, Perú.

Leakey, R.B. (1990). Low technology techniques for the vegetative propagation of tropical trees. *Commonwealth Forestry Review* (G.B.). 69(3), 247–257.

Mesén, F. (1998). Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: Uso de propagadores de subirrigación. Turrialba, Costa Rica: CATIE. 36 p.

Mesén, J.F. (1993). Vegetative propagation of Central American hardwoods. (Tesis doctoral). University of Edinburgh, Scotland. 231 p.

Soudre, M. (2011). Propagación vegetativa de tornillo *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) mediante enraizamiento de estacas juveniles en propagador de subirrigación. *Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Folia Amazónica*, 20(1-2): 83–94.

Vallejos, G. (2011). Propagación vegetativa del sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) mediante enraizamiento de estacas juveniles en cámaras de subirrigación en la Amazonía Peruana. *Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Folia Amazónica*, 20(1-2), 95–100.