

Revista Cubana de
Ciencias Forestales

CFORES

Volumen 11, número 3; 2023

Artículo original

***Evaluación del enraizamiento de estacas de *Carapa guianensis* Aublet.
en respuesta al tipo de siembra y la fase de desarrollo***

*Evaluation of the rooting of cuttings of *Carapa guianensis* Aublet. in response to the type of
planting and the development phase*

*Avaliação do enraizamento das estacas da *Carapa guianensis* Aublet. em resposta ao tipo de
semea e fase de desenvolvimento*

Darío Antonio Murillo Barahona¹ , Jhon Jerley Torres-Torres^{2*} , Leyser Rengifo Murillo³ 

¹Universidad Tecnológica del Chocó, Facultad de Ingeniería, Grupo de Investigación Sistemas Productivos. Colombia.

²Universidad Tecnológica del Chocó, Facultad de Ingeniería, Grupo de Investigación Ciencia Animal y Recursos Agroforestales, Quibdó, Colombia

³Universidad Tecnológica del Chocó, Facultad de Ingeniería, Grupo de Investigación Sistemas Productivos. Colombia

*Autor para la correspondencia: i-jhon.torres@utch.edu.co

Recibido:12/04/2023.

Aprobado:16/08/2023.



RESUMEN

La tala de los bosques ha ocasionado que las densidades de *C. guianensis* se hayan disminuido significativamente en el Pacífico colombiano. Por tal motivo, se evaluó el enraizamiento de sus estacas en respuesta al tipo de siembra y la fase de desarrollo. Se colectaron estacas de ramas con fases de desarrollo herbáceo, semileñoso y leñoso. Las estacas cosechadas fueron sumergidas en ácido ascórbico y conservadas en papel periódico humedecido. La siembra se realizó en seis camas de germinación; tres utilizando un sustrato y tres a la intemperie. La sustancia enraizadora fue hormonagro 1 (0,05 g/estaca). Se empleó un diseño factorial aleatorizado, compuesto por tres factores (hormona enraizadora, sitio de siembra y fase de desarrollo de estacas). El monitoreo se realizó cada ocho días. Se obtuvo un enraizamiento del 37,5 %, el cual no fue afectado significativamente por el tipo de estaca utilizado (herbáceas = 38,5 %, semileñosas = 32,3 y leñosas = 41,7 %), mientras que, el lugar de siembra si tuvo un efecto en el enraizamiento de las estacas (eras-sustrato orgánico = 27,1 % e intemperie en el suelo = 47,9 %). Se concluye que Las estacas de ramas leñosas, resultan ser las más adecuadas para la propagación de *C. guianensis*, debido a que experimentó mejor respuesta de enraizamiento y supervivencia en los tratamientos evaluados.

Palabras clave: Especie arbórea, estaca, hormona enraizadora, Güino, propagación vegetativa.

ABSTRACT

The cutting down of forests has caused the densities of *C. guianensis* to have decreased significantly in the Colombian Pacific. For this reason, the rooting of its cuttings was evaluated in response to the type of planting and the development phase. Cuttings were collected from branches with herbaceous, semi-woody and woody development phases. The harvested cuttings were immersed in ascorbic acid and preserved in moistened newspaper. Sowing was carried out in six germination beds; three using a substrate and three outdoors. The rooting substance was hormonegro 1 (0.05 g/stake). A randomized factorial design was used, composed of three factors (rooting hormone, planting site and



cutting development phase). Monitoring was carried out every eight days. A rooting rate of 37.5 % was obtained, which was not significantly affected by the type of cutting used (herbaceous = 38.5 %, semi-woody = 32.3 and woody = 41.7%), while the place of Sowing did have an effect on the rooting of the cuttings (organic substrate eras = 27.1% and in-temperature soil = 47.9 %). It is concluded that cuttings from woody branches turn out to be the most suitable for the propagation of *C. guianensis*, because it experienced a better rooting response and survival in the evaluated treatments.

Keywords: Tree species, cutting, rooting hormone, Güino, vegetative propagation.

RESUMO

A tala das florestas tem ocasionado que as densidades de *C. guianensis* teriam diminuído significativamente no Pacífico colombiano. É por isso que se avaliou o enraizamento das suas estacas em resposta ao tipo de semente e a fase de desenvolvimento. Coletaram-se estacas de ramos com fases de desenvolvimento herbáceo, semiplenos e lenhoso. As estacas semeadas foram submergidas no ácido ascórbico e conservadas em papel de jornal humedecido. A semente fez-se em seis camadas de germinação; três utilizando um substrato e três para intempérie. A substância emprazadora foi hormonagro 1 (0,05 g/estaca). Se empregou um desenho fatorial aleatorizado, composto por três fatores (hormona emprazadora, sítio de semente y fase de desenvolvimento de estacas). O monitorio se realizou cada oito dias. Se obteve um enraizamento de 37,5 %, ele não foi afetado significativamente pelo tipo de estaca utilizado (herbáceas = 38,5 %, semilenhosas = 32,3 y lenhosas = 41,7 %), mientras que, o lugar de sementeado sim obteve um efeito no enraizamento das estacas (eras-substrato orgânico = 27,1 % e intempérie no solo = 47,9 %). Se conclui que as estacas de ramos lenhosas, resultam ser as mais adequadas para a propagação de *C. guianensis*, devido a que experimentou-se melhor resposta de enraizamento e supervivência nos tratamentos avaliados.



Palavras chave: Espécie arbórea, estaca, hormona enraizadora, Güino, propagação vegetativa.

INTRODUCCIÓN

La fase de desarrollo de las plantas leñosas es un tema de suma importancia en el manejo de los bosques tropicales (Jeník, 1994). Este factor junto con el tipo de siembra condiciona diversos aspectos, como la capacidad de propagación vegetativa, la tasa y forma de crecimiento, así como la calidad y velocidad de formación de raíces (Wendling y Xavier, 2001). Por tanto, es crucial identificar en qué fase de desarrollo se logra el mayor éxito en la propagación, ya que esto tiene implicaciones directas en la eficacia de la propagación vegetativa y otras etapas de la silvicultura (Sasaki, 2008).

Sin embargo, a la fecha se cuenta con poca información sobre las características que favorecen la propagación de muchas especies forestales tropicales (Tarnowski, 2021), destacándose dentro de estas *Carapa guianensis* Aublet., que por sus atractivas características ha venido siendo sobreexplotada en bosques naturales del Pacífico colombiano, lo que ha afectado directamente su presencia en estos ecosistemas (Klínger *et al.*, 2011; Martínez *et al.*, 2015).

Las principales limitaciones en la propagación de *C. guianensis* se deben al hecho de que sus semillas son recalcitrantes, lo que hace que pierdan viabilidad rápidamente después de la dispersión o cosecha (Magnitskiy y Plaza, 2007; Bacca *et al.*, 2021). Asimismo, los procesos fenológicos de esta especie son asincrónicos, lo que dificulta la obtención y recolección exactas de semillas y frutos (Morales-Puentes, 1997). Además, en regiones como el Pacífico colombiano, no se disponen de bancos de germoplasma in situ o ex situ que contengan material vegetal durante todo el año, lo que limita la investigación, propagación y manejo de la especie (Román *et al.*, 2012; Rivers *et al.*, 2017).



De este modo, la propagación de esta especie aún es un proceso no esclarecido (Bacca *et al.*, 2021), por lo que comprender el efecto que tiene el tipo de siembra y la fase de desarrollo en el proceso de enraizamiento de las estacas, podría contribuir a aumentar las perspectivas de propagación exitosa de árboles adultos, lo que resultará en una mayor eficiencia en el proceso de selección, mejoramiento y propagación (Wendling y Xavier, 2001). Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar el enraizamiento de estacas de *C. guianensis* en respuesta al tipo de siembra y la fase de desarrollo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en la parte posterior del bloque ocho (8) de la Universidad Tecnológica del Chocó "Diego Luís Córdoba", localizado en el municipio de Quibdó, parte central del Chocó Biogeográfico, bajo las coordenadas 05°40'56,43" N y 76°38'51,9" W (Figura 1). Se encuentra en la zona de vida Bosque Pluvial Tropical (Bp-T), que se caracteriza por presentar temperatura media de 28°C, precipitación media anual de 10.000 mm, humedad relativa del 90% y una altitud de 43 m s.n.m. (Alcaldía de Quibdó, 2020).

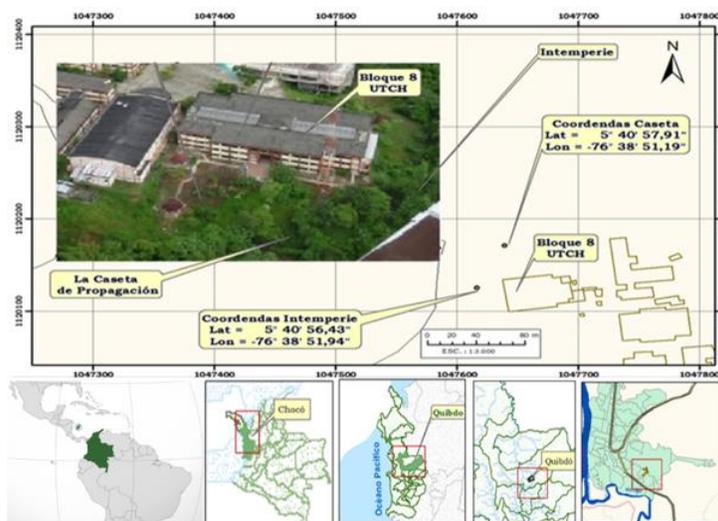


Figura 1. - Ubicación geográfica del área de estudio



Material vegetal

Se utilizaron 72 estacas de ramas de árboles de *C. guianensis* (24 por etapa de desarrollo) provenientes de la finca Casa Blanca, ubicada en el municipio de Cértegui, departamento del Chocó, Colombia (coordenadas 05°21'27,1" N y 76°37'05,9" W). El material vegetal fue recolectado de cinco árboles que tenía las siguientes características: árboles 1, 2 y 3 (herbácea) $D_{1,30} = 1$ cm con altura total 2,5 metros; árbol 4 (semileñoso) con $D_{1,30} = 9,5$ cm con altura total de 8 metros y árbol 5 $D_{1,30} = 65$ cm con altura total 20 metros.

Diseño experimental

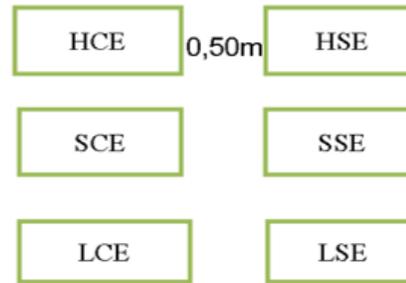
Se empleó un diseño completamente aleatorizado con tres factores fijos (factorial), los cuales fueron: 1) aplicación y no aplicación de AIB (hormona enraizadora a una concentración de 0,05 g/estaca), 2) sitio de siembra (en camas de enraizamiento -sustrato orgánico e intemperie en el suelo) y 3) fase de desarrollo (herbáceas, semileñosas y leñosas). De la combinación de estos resultaron 12 tratamientos con tres repeticiones cada uno, para un total de 36 unidades experimentales (grupo de ocho estacas) (Figura 2).

Adecuación del área para el enraizamiento de las estacas

La presente investigación se llevó a cabo en dos sitios distintos. El primero constó de un área de 16 m² (2 x 8 m), donde se construyeron seis camas de enraizamiento de 1 m de largo por 1 m de ancho. Para la protección de este sitio se construyó una caseta de 2 m de ancho por 8 m de largo y fue cubierta con plástico negro. La otra parte del experimento se estableció en un área contigua a un huerto casero de 20 x 30 m. En este sitio las estacas fueron sembradas directamente en el suelo sin ningún tipo de cobertura (a la intemperie).



Estacas sembradas en camas de enraizamiento



Estacas sembradas a la intemperie



Figura 2. - Representación gráfica del diseño experimental

HCE=estacas herbáceas con hormona en camas de enraizamiento; HSE=estacas herbáceas sin hormonas en camas de enraizamiento; SCE=estacas semileñosas con hormona en camas de enraizamiento; SSE=estacas semileñosas sin hormona en camas de enraizamiento; LCE=estacas leñosas con hormona en camas de enraizamiento; LSE=estacas leñosas sin hormona en camas de enraizamiento; HCI= estacas herbáceas con hormona a la intemperie; HSI=estacas herbáceas sin hormona a la intemperie; SCI=estacas semileñosas con hormona a la intemperie; SSI=estacas semileñosas sin hormona a la intemperie; LCI=estacas leñosas con hormona a la intemperie; LSI=estacas leñosa sin hormona a la intemperie

Manejo de las estacas y sustratos orgánicos

Las estacas fueron cortadas a 30 cm de longitud y agrupadas según su fase de desarrollo. Posteriormente, se sumergieron en una solución de ácido ascórbico y se envolvieron en papel periódico humedecido. Este material fue transportado a la Universidad Tecnológica del Chocó en costales de fique; donde fue desinfectado empleando una solución de hipoclorito de sodio al 1 % y agua, durante 10 minutos, luego se lavaron tres veces con agua destilada y finalmente se les aplicó un fungicida (Antracol) para evitar la presencia de hongos.



Como sustrato orgánico se empleó una combinación de aserrín descompuesto y arena en proporción 2:1, los cuales fueron adquiridos en el área de estudio. Para su desinfección, se empleó agua en estado de ebullición (temperatura de 100°C), con la que se humedeció el sustrato. Posteriormente, la mezcla se cubrió con un plástico negro durante 24 horas (Pinilla *et al.*, 2016; Torres-Torres *et al.*, 2018b).

Siembra del material vegetal y monitoreo

La siembra se efectuó teniendo en cuenta la fase de desarrollo de las estacas de la especie *C. guianensis* (herbáceas, semileñosas y leñosas). En la parte de mayor madurez se le impregnó el polvo enraizador (hormonagro 1 0,05 g/estaca). Las estacas fueron sembradas en bolsas de polietileno a una profundidad de 10 cm.

El material sembrado fue monitoreado cada ocho días. Durante este proceso se realizaron control de arvenses (manual) y de plagas (termitas y hormiga arriera). Además, se aplicó riego una vez al día (Rengifo y Torres-Torres, 2016; Torres-Torres *et al.*, 2018a; 2018c). Las mediciones de longitud de las raíces se realizaron con una cinta métrica.

Variables evaluadas

Como parámetros de evaluación se tuvieron en cuenta: porcentaje de enraizamiento (PE), porcentaje de supervivencia (PS), y longitud de raíces. Específicamente para el porcentaje de enraizamiento se utilizó la siguiente Ecuación 1:

$$PE = \frac{EE}{ES} * 100 \quad (1)$$

Dónde:

PE: porcentaje de enraizamiento de estacas.

EE: número de estacas enraizadas.

ES: número de estacas sembradas.



Tabla 1. - Índice de enraizamiento

Índice de enraizamiento	Niveles de enraizamiento
0	Nulo
0,1- 0,9	Bajo
1	Medio
1-1,9	Alto

El índice de enraizamiento se definió teniendo en cuenta los valores presentados en la tabla 1 y el cálculo se realizó utilizando la siguiente Ecuación 2 y Ecuación 3 (Aparicio *et al.*, 2014):

$$In = \frac{(0*A)+(1*B)+(2*C)+(D*3)}{N^{\circ} \text{ total de estacas}} * 100 \quad (2)$$

Donde:

In: índice de enraizamiento.

A: estacas no enraizadas.

B: estacas con 1 a 4 raíces

C: estacas con 5 a 8 raíces.

D: estacas con 9 a 11 raíces.

$$PS = \frac{EV}{EP} * 100 \quad (3)$$

Donde:

PS: Porcentaje de supervivencia.

EV: número de estacas vivas.

EP: número de estacas sembradas.

Análisis estadísticos

Los supuestos de normalidad fueron verificados en el entorno de R, empleando la prueba de Shapiro-Wilks. En el entorno de R, se realizó un análisis de varianza de tres factores para identificar diferencias entre los tratamientos (R Core Team, 2017). Para los factores con diferencia se aplicó una prueba de rango múltiple de Duncan para los 12 tratamientos y sus



3 repeticiones, utilizando STARGRAPHICS 16.1.15 centurión XVI. Se aplicaron fórmulas de porcentajes para los cálculos de enraizamiento y de supervivencia (Medina *et al.*, 2020).

RESULTADOS

Enraizamiento de C. guianensis

Los resultados de la prueba de Shapiro-Wilks ($F= 2,960$; $P=0,014$), indican que los datos se distribuyen de forma normal.

El mayor porcentaje de enraizamiento se experimentó en el material vegetal sembrado a la intemperie, siendo este estadísticamente diferente al resto ($P< 0,05$), utilizando estacas en fase de desarrollo leñoso y sin aplicar enraizador hormonal (41,7 %), mientras que el más bajo (27,1 %), se obtuvo en las estacas sembradas en camas de enraizamiento con sustrato, en las fases de desarrollo herbáceas y semileñosas sin aplicar enraizante hormonal (Figura 3; Tabla 2).

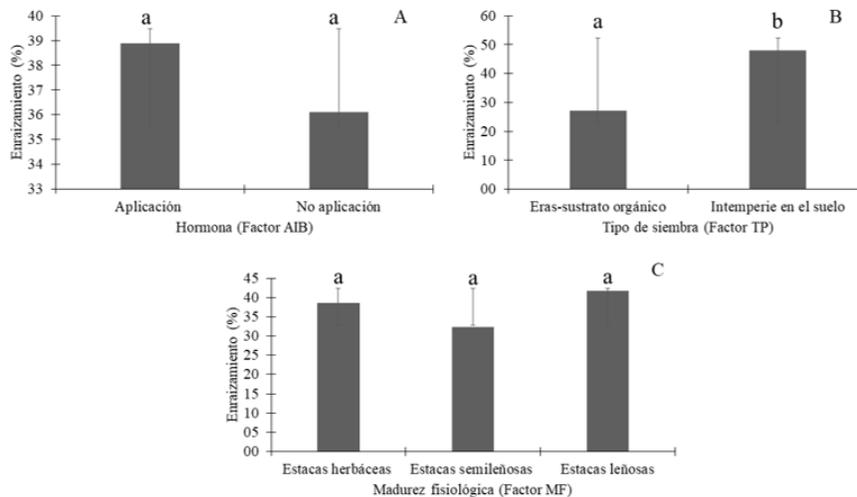


Figura 3. - Porcentaje de enraizamiento para (A) Factor AIB, (B) Factor TP y (C) Factor MF.

Líneas en barras significan desviación estándar

Nota: Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos con $P< 0,05$



Por su parte, los resultados de la interacción entre los factores tipo de siembra (intemperie y en camas de enraizamiento sustrato-TP) y la aplicación o no de enraizante hormonal (AIB; $F=5,26$; $P=0,029$), resultan ser no significativos, sin desconocer que, al cambiar de aplicación a la no aplicación, el porcentaje de enraizamiento para las estacas sembradas a la intemperie aumenta y para las estacas sembradas en camas de enraizamiento disminuye (Tabla 2).

Tabla 2. - Enraizamiento (PE %), supervivencia (PS%) y longitud de raíces (LR) de estacas por tratamiento empleado e interacciones entre factores

Tratamiento		PE (%)	PS (%)	LR (mm)
AIB*	Aplicación	38,9 a	66,7 a	77,7 a
	No aplicación	36,1 a	57,6 a	87,6 a
TP**	Eras-sustrato orgánico	27,1 a	52,1 a	46,0 a
	Intemperie en el suelo	47,9 b	72,2 b	119,2 b
MF***	Estacas herbáceas	38,5 a	66,7 a	84,1 a
	Estacas semileñosas	32,3 a	57,3 a	61,2 a
	Estacas leñosas	41,7 a	62,5 a	102,5 b
Interacciones				
AIB vs TP		ns****	ns	ns
TP vs MF		ns	ns	ns
AIB vs MF		ns	ns	ns
AIB vs TP vs MF		ns	ns	ns

AIB: Aplicación o no de hormonas enraizadoras, TP: Tipo de siembra, FS: Fase de desarrollo de las estacas, *** interacción no significativa. Letras diferentes en el mismo factor indica diferencias significativas para $P<0,05$

Supervivencia de las plántulas *C. guianensis*

El resultado del análisis de varianza sugiere que el factor fase de desarrollo ($F=0,55$; $P=0,583$) y la aplicación o no de enraizante hormonal ($F=1,52$; $P=0,226$), no afectan significativamente la supervivencia de las plántulas; sin embargo, para el tipo de siembra (intemperie y en camas de enraizamiento sustrato), si se evidenciaron diferencias significativas ($F=7,58$; $P=0,010$; Tabla 2).



El mayor porcentaje de supervivencia se obtuvo a la intemperie en fase de desarrollo herbáceas (72,2%) con o sin enraizante hormonal (Tabla 2).

También se observa que al cambiar de la aplicación de enraizante hormonal a la no aplicación, el porcentaje de supervivencia en la fase de desarrollo de las estacas herbáceas prácticamente permanece constante, pero para la fase de desarrollo leñosa, la supervivencia aumenta levemente, mientras que para las estacas semileñosas disminuye significativamente, aclarando que estas interacciones no son significativas (Tabla 2).

Longitud de raíces

Se pudo observar que el tipo de siembra afecta significativamente, la longitud de las raíces ($F=10,60$; $P=0,0027$), es decir, la media de longitud de raíces para *C. guianensis*, varía de un tipo de siembra a otro ($\bar{X}=46$ mm en eras con sustrato orgánico ($\bar{X}=119,2$ mm a la intemperie) y no con la aplicación de enraizante ($\bar{X}=77,7$ mm con aplicación y 87,6 mm sin aplicación).

La producción de raíces utilizando estacas leñosas ($\bar{X}=102,5$ mm) fue significativamente mayor al obtenida utilizando estacas herbáceas ($\bar{X}=84,1$ mm) y semileñosas ($\bar{X}=61,2$ mm) (Tabla 2).

DISCUSIÓN

Enraizamiento

Se obtuvo un mayor enraizamiento en las estacas leñosas, mientras que para las estacas herbáceas y semileñosas el valor fue más bajo. Este resultado difiere del obtenido en otras investigaciones con coníferas (Haffner *et al.*, 1991; Mitchell *et al.*, 2004b), en las que se ha indicado que mientras más jóvenes se encuentren las estacas, mayor va a ser su enraizamiento y por el contrario el material leñoso de mayor edad tiende a reducir el porcentaje de enraizamiento.



De acuerdo con Aparicio-Rentería *et al.* (2014) la principal limitante del proceso de enraizamiento de las semillas de especies forestales es la edad del árbol de donde procede el material vegetal y de la parte del árbol de donde se obtienen las estacas. Para el caso de la presente investigación, las estacas fueron obtenidas de ramas con menos de siete meses de formación, lo que puede contribuir a explicar las diferencias antes relacionadas.

En otras observaciones Giraldo *et al.* (2009), han documentado que el material vegetal tierno o más joven, requieren de la aplicación de enraizante hormonal para maximizar el éxito en la propagación de algunas especies. Esta observación difiere de lo obtenido en la presente investigación, en la que la aplicación o no de enraizante no tuvo un efecto directo en el proceso de enraizamiento de las estacas sembradas, lo que podría relacionarse con la procedencia de las estacas, la edad del árbol de donde se obtiene el material vegetal y el tiempo que tardan las estacas desde la cosecha hasta la siembra (Mitchell *et al.*, 2004a). Por lo que Aparicio-Rentería *et al.* (2014), han sugerido que es importante no almacenar el material vegetal por largos periodos de tiempo y emplear sustratos orgánicos similares a los que se encuentran en el ambiente donde crece la especie.

Se obtuvo un índice de enraizamiento de 0,26, lo que significa que el nivel de enraizamiento es bajo, siendo este resultado, similar al obtenido por Latsague *et al.* (2008), quienes además señalan que este valor tiende a incrementar toda vez que se empleen estacas semileñosas.

Supervivencia de las plántulas C. guianensis

Se observaron mejores resultados de supervivencia a la intemperie utilizando estacas herbáceas, lo cual es diferente a lo sugerido por Mitchell *et al.* (2004a), quienes ha sugerido un efecto negativo de la edad sobre la supervivencia de coníferas, sin embargo, estos mismos autores han indicado que la respuesta de las estacas a la fase de desarrollo va a depender de la especie, ya que por ejemplo con el *Pinus patula* se obtiene mayor supervivencia utilizando estacas leñosas de mayor edad, por lo que se infiere que este tema debe ser explorado para cada especie forestal en específico para definir patrones en proceso de propagación vegetativa.



Longitud de raíces

Se pudo observar que la longitud de raíces para el *C. guianensis*, varía de un tipo de siembra a otro y no con la aplicación de enraizante, evidenciándose los mejores resultados en aquel material sembrado a la intemperie. Al respecto, Mitchell *et al.* (2004a) han indicado que para estos casos el tipo de suelo y el contenido de humedad del mismo son fundamentales en el crecimiento radicular; Sin embargo, se debe considerar la alta humedad que experimentan suelos de zonas pluviales en que se retienen alta cantidad de agua que pueden favorecer o afectar de forma negativa la descomposición del material forestal (Serna-Mosquera *et al.*, 2020). En este caso, pareciera ser, que la siembra de las estacas a la intemperie resulta favorecer el crecimiento radicular porque favorece la entrada de luz que facilita la evaporación de parte del agua que no se percola o lixivia (Osorio, 2018).

CONCLUSIONES

Las estacas de ramas leñosas, resultan ser las más adecuadas para la propagación de *C. guianensis*, ya que no requieren hormonas enraizadoras para lograr el rebrote de raíces para la supervivencia de la planta. De otro lado, para las estacas herbáceas y semileñosas, se requieren de la sustancia enraizadora para cumplir este fin y de un sustrato arenoso.

El mayor crecimiento de raíces y supervivencia de *C. guianensis* bajo propagación vegetativa se obtiene empleando estacas de rama leñosas sin la aplicación de hormonas enraizadoras y sembradas a la intemperie.

Agradecimientos

Este trabajo fue apoyado por la Universidad Tecnológica del Chocó, mediante la convocatoria interna para el fortalecimiento de Grupos de Investigación vigencia 2022. Los Autores manifiestan sus agradecimientos a la UTCH por el apoyo y préstamo de las instalaciones para el desarrollo de la investigación.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCALDÍA DE QUIBDÓ. 2020. *Plan de Desarrollo Quibdó lo estamos haciendo posible 2020-2023*. Quibdó: Alcaldía de Quibdó.
- APARICIO-RENTERÍA, A., JUÁREZ, S. F., y SÁNCHEZ, L. R. 2014. Propagación por enraizamiento de estacas y conservación de árboles plus extintos de *Pinus patula* procedentes del norte de Veracruz, México. *Madera y Bosque*, vol. 20 no. 1, pp. 85-96. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712014000100008
- BACCA, P. P., ZULUAGA, J. J., PÉREZ, J. I., y PALACIO, M. R. 2021. Evaluación de tratamientos pregerminativos en *Carapa guianensis* AUBL. *Revista de Ciencias Agrícolas*, vol. 37 no. 2, pp. 5666. <https://doi.org/10.22267/rcia.203702.138>
- HAFFNER, V., ENJALRIC, F., LARDET, L., y CARRON, M. P. 1991. Maturation of woody plants: a review of metabolic and genomic aspects. *Annales des Sciences Forestieres*, vol. 48 no. 6, pp. 615-630. <https://doi.org/10.1051/forest:19910601>
- JENÍK, J. 1994. Clonal Growth in Woody Plants: A Review. In: *Plant Clonality: Biology and Diversity*. Proceedings of the 3rd Workshop on Clonal Growth in Plants, pp. 291-306. <https://www.jstor.org/stable/4181274>
- KLÍNGER W., ROA, R., IBARGÜEN, T., RENGIFO, O., BARCOS, M., GUACHETA H., y PEREA, J. 2011. Estado de las especies forestales amenazadas. En: *Aportes al conocimiento de los ecosistemas estratégicos y las especies de interés especial del Chocó Biogeográfico parte I*. Santiago de Cali, Colombia: Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP). pp 28-87. <https://docplayer.es/91359926-Aportes-al-conocimiento-de-los-ecosistemas-estrategicos-y-las-especies-de-interes-especial-del-choco-biogeografico.html>



- LATSAGUE, M., SÁEZ, P., y HAUENSTEIN, E. 2008. Inducción de enraizamiento en estacas de *Berberidopsis corallina* con ácido indolbutírico. *Bosque*, vol, 29 no. 3, pp. 227-230. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002008000300006>
- MAGNITSKIY, S., y PLAZA, G. 2007. Fisiología de semillas recalcitrantes de árboles tropicales. *Agronomía Colombiana*, vol. 25 no 1, pp. 96-103. <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v25n1/v25n1a11.pdf>
- MARTÍNEZ, M., TORRES-TORRES, J. J., y MEDINA, H. H. 2015. Aprovechamiento forestal maderable en cuatro municipios del departamento de Chocó, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, vol. 6 no. 2, pp. 57-73. <https://doi.org/10.22490/21456453.1405>
- MEDINA, H. H., TORRES-TORRES, J. J., PALACIOS, C. A., RUIZ, B. A., MARTÍNEZ, M., y RENGIFO, L. 2020. Germination and growth of the tree *Handroanthus chrysanthus* (Bignoniaceae) under nursery conditions. *UNED Research Journal*, vol. 12 no 2, pp. e3175. <https://doi.org/10.22458/urj.v12i2.3175>
- MITCHELL, R. G., ZWOLINSKI, J., y JONES, N. B. 2004a. A review on the effects of donor maturation on rooting and field performance of conifer cuttings: review paper. *Southern African Forestry Journal*, no. 201, pp. 53-63. https://www.researchgate.net/publication/254317926_A_review_on_the_effects_of_donor_maturation_on_rooting_and_field_performance_of_conifer_cuttings
- MITCHELL, R. ZWOLINSKY, G. J., y JONES, N. B. 2004b. The effects of ontogenetic maturation in *Pinus patula* part I: nursery performance. *Southern African Forestry Journal*, no. 202, pp. 29-36. https://www.researchgate.net/publication/254317929_The_effects_of_ontogenetic_maturation_in_Pinus_patula_-_Part_I_Nursery_performance



- MORALES-PUENTES, M. E. 1997. El género *Carapa* Aubl. (Mellaceae) en Colombia. *Caldasia*, vol. 19 no. 3, pp. 397-407. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/download/17440/18316/5545>
- 1
- OSORIO, N. W. 2018. *Manejo de nutrientes en suelos del trópico*. Medellín: LEO Digital. Ediciones & Publicaciones.
- PINILLA, H., MEDINA, H. H., TORRES-TORRES, J. J., CÓRDOBA, E., CÓRDOBA, J. C., MOSQUERA Y., y MARTÍNEZ, M. 2016. Propagación y crecimiento inicial del abarco (*Cariniana pyriformis* Miers), utilizando semillas silvestres. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, vol. 7 no. 2, pp. 87-97. <https://doi.org/10.22490/21456453.1559>
- R CORE TEAM. 2017. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>
- RENGIFO, L., y TORRES-TORRES, J. J. 2016. Manejo en vivero de *Hymenaea courbaril* L. (Fabaceae) en el municipio de Unión Panamericana, Chocó, Colombia. *Revista Investigación Biodiversidad y Desarrollo*, vol. 35 no. 1, pp. 11-19. <http://dx.doi.org/10.18636/riutch.v35i1.812>
- RIVERS, M. C., BARSTOW, M., y MARK, J. 2017. *Carapa guianensis*. La Lista Roja de la UICN de Especies Amenazadas 2017. UICN. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T61794008A61794012.en>
- ROMÁN, F., DE LIONES, R., SAUTU, A., DEAGO J., y HALL, J. 2012. *Guía para la producción de 120 especies de árboles nativos de Panamá y el Neotrópico*. Panamá: Environmental Leadership and Training Initiative ELT. <https://elti.yale.edu/es/content/gu%C3%ADa-para-la-propagaci%C3%B3n-de-120-especies-de-%C3%A1rboles-nativos-de-panam%C3%A1-y-el-neotr%C3%B3pico>



- SASAKI, S. 2008. Características fisiológicas de las especies arbóreas de la selva tropical: una base para el desarrollo de la tecnología silvícola. Proceedings of the Japan Academy, Series B Physical and Biological Sciences, vol. 84 no. 2, pp.3157.
- SERNA-MOSQUERA, Y. B., TORRES-TORRES, J. J., y ASPRILLA-PALACIOS, Y. Y. 2020. Durabilidad natural de la madera de *Ochroma pyramidale* Urb. en el municipio de Atrato, Colombia. *Entramado*, vol. 16 no. 1, pp. 192-202. <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.6105>
- TARNOWSKI, C. G. 2021. Evaluación de dos técnicas de acodamiento para la propagación vegetativa del Algarrobo *Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz. *Revista FAVE - Ciencias Agrarias*, vol. 20 no. 1, pp. 305-315. <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/publicaciones/index.php/FAVEAgrarias/article/view/10272>
- TORRES-TORRES, J. J., MEDINA, H. H., y MARTÍNEZ, M. 2018b. Germinación y crecimiento inicial de *Cedrela odorata* L. (Sapindales: Meliaceae), empleando semillas silvestres en el departamento del Chocó, Colombia. *Revista Biodiversidad Neotropical*, vol. 8 no. 1, pp. 22-28. <http://dx.doi.org/10.18636/bioneotropical.v8i1.741.g663>
- TORRES-TORRES, J. J., MEDINA, H. H., y MARTÍNEZ, M. 2018a. Germinación de semillas silvestres de *Apeiba glabra* Aubl. (Malvaceae) y crecimiento inicial de plantas. *Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, vol. 19 no. 2, 323-335. https://doi.org/10.21930/rcta.vol19_num2_art:750
- TORRES-TORRES, J. J., MEDINA, H. H., y MARTÍNEZ, M. (2018c). Germinación y crecimiento inicial de *Hymenaea oblongifolia* Huber en el municipio de Istmina, Chocó, Colombia. *Entramado*, vol. 14 no. 2, pp. 230 242. <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.4760>



WENDLING, I., y XAVIER, A. 2001. Gradiente de maturação e rejuvenescimento aplicado em espécies florestais. *Floresta e Ambiente*, vol. 8 no. 1, pp. 187-194.
<https://www.floram.org/article/588e21fae710ab87018b45ce/pdf/floram-8-%C3%BAnico-187.pdf>

Conflictos de intereses:

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribución de los autores:

Los autores han participado en la redacción del trabajo y análisis de los documentos.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.

Copyright (c) 2023 Darío Antonio Murillo Barahona, Jhon Jerley Torres-Torres, Leyser Rengifo Murillo

