



DOI: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v12i67.1082>

Artículo

## Propagación vegetativa del mangle (*Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn.) bajo condiciones de vivero

### Vegetative propagation of mangrove (*Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn.) under nursery conditions

Benjamín Castillo Elías<sup>1\*</sup>, Herlinda Gervacio Jiménez<sup>1</sup> y José Ángel Vences Martínez<sup>1</sup>

#### Abstract

This study was conducted in the Wildlife Conservation Management Unit called *Vivero El Manglar* located in *Acapulco* municipality, state of *Guerrero*, Mexico; the aim was to assess the asexual propagation efficiency by means of vegetative material through stakes of *Laguncularia racemosa* propagules at the nursery. The methodological technique of rooting stakes for the asexual propagation of mangroves was used; from the mother plants, 500 stakes between 50 and 100 cm long and of 5 to 10 cm in diameter were collected. 54 % survival was obtained in the propagation by this technique, with a small yield formation of apical shoots and adventitious roots. The number of buds was compared to the number of adventitious roots by the Kendall's Tau correlation test, obtaining a value of 0.062 and significance of  $p= 0.200$  higher than  $p > 0.05$ , which suggests a very weak and little accepted positive correlation; which confirms with this statistical analysis that vegetative propagation through cuttings is not the most efficient for reproducing *L. racemosa* specimens under nursery conditions. To support the above analysis, the Friedman test was performed, with a 0.000 less than  $p \leq 0.05$  as significance value, observing significant differences in interaction between the two variables. The present study showed that the asexual spread of *L. racemosa* had a regular efficiency, which makes it necessary to continue with both asexual and sexual reproduction experiments.

**Key words:** Rooting, stakes, mangroves, production of shoots, propagules, asexual reproduction.

#### Resumen

El presente estudio se realizó en la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre denominada *Vivero El Manglar* en el municipio *Acapulco*, *Guerrero*, México. El objetivo fue evaluar la eficiencia de propagación asexual por medio de material vegetativo (estacas) como propágulos de *Laguncularia racemosa*. Se utilizó la técnica de enraizamiento de estacas para la propagación asexual de manglares; de las plantas madre, se recolectaron 500 estacas entre 50 y 100 cm de longitud y un diámetro de 5 a 10 cm. Se obtuvo 54 % de supervivencia en la propagación, pero con escasa formación de brotes apicales y de raíces adventicias. Se comparó el número de brotes con el de raíces adventicias mediante la prueba de correlación de *Tau* de *Kendall* de lo que resultó un valor de 0.062 y significancia de  $p= 0.200$  mayor que  $p > 0.05$ , lo que indica correlación positiva muy débil y poco aceptable; se confirmó que la propagación vegetativa por estacas no es la más eficiente para reproducir ejemplares de *L. racemosa* en condiciones de vivero. Para dar soporte al análisis anterior, se realizó la prueba de *Friedman*, que dio un valor de significancia de 0.000 inferior a  $p \leq 0.05$ , y se observaron diferencias significativas de interacción entre ambas variables. El presente estudio demostró que la propagación asexual de *L. racemosa* tuvo una eficiencia regular, por lo que será necesario dar continuidad con experimentos de reproducción asexual y sexual.

**Palabras clave:** Enraizamiento, estacas, manglares, producción de brotes, propágulos, reproducción asexual.

Fecha de recepción/Reception date: 21 de febrero de 2021

Fecha de aceptación/Acceptance date: 11 de agosto de 2021

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Guerrero, México.

\*Autor para correspondencia; correo-e: bcastilloelias@gmail.com

## Introducción

Los ecosistemas de manglar en México son de gran importancia forestal, ya que prestan innumerables bienes y servicios; además, son el soporte para las actividades productivas de las comunidades ribereñas, tienen una extensión aproximada de 905 086 ha, de las cuales el estado de Guerrero posee 7 730 ha (Conabio, 2020).

La producción de mangles en vivero es una opción de desarrollo sostenible alternativo a las actividades convencionales productivas (Castillo, 2007); sin embargo, la mayoría de los viveros existentes son unidades familiares o comunitarias que producen plantas para reforestar zonas ejidales.

En algunas zonas costeras del mundo se han establecido viveros de mangles de manejo comunitario para la realización de actividades de restauración y reforestación; con ello, se desarrollan alternativas viables para mejorar el nivel socioeconómico de la región, y se aprovechan productos derivados de los manglares como leña, carbón, madera; se fomenta el aprovechamiento de varias especies acuáticas, se recibe capacitación técnica y se brindan oportunidades de empleo en el establecimiento y manejo de plantaciones (Álvarez-León, 2003).

En México, se han documentado aspectos referentes a las técnicas de propagación en viveros de las especies de mangle. Benítez *et al.* (2002) y Hernández *et al.* (2012) utilizaron la técnica de reproducción vegetativa por medio de estacas y acodos aéreos en el estado de Veracruz.

Estudios como el de Carmona-Díaz (2010) citan experiencias de aprendizaje en la reforestación de manglares; mientras que, Hernández *et al.* (2016) hicieron un diagnóstico documental del proceso de reforestación en manglares de la Costa de Tabasco. Castillo y Gervacio (2009) diseñaron una propuesta metodológica para producción de mangles en vivero; Teutli-Hernández *et al.* (2020) elaboraron manuales comunitarios de restauración de manglares, en los que incluyeron procesos para la producción de plantas tanto *in situ* como *ex situ* en viveros rústicos ejidales.

Para el estado de Guerrero, Tovilla y Orihuela (2002) describieron la propagación sexual *in situ* de *Rhizophora mangle* L. en la Barra de Tecoanapa; Castillo (2007) propuso la implementación y operatividad de viveros de producción para *L. racemosa* (L.) C.F. Gaertn. en la laguna de Tres Palos, Guerrero.

En este contexto, la presente investigación se centró en *L. racemosa* por ser una de las especies de mangle sobreexplotada en la región de estudio; debido a lo anterior, se propuso el estudio de la propagación vegetativa a través de estacas como un método para rescatar el recurso filogenético de la especie y generar la producción de germoplasma. El objetivo fue evaluar la eficiencia de propagación asexual en vivero por medio de material vegetativo con estacas como propágulos.

Se plantearon las siguientes hipótesis:

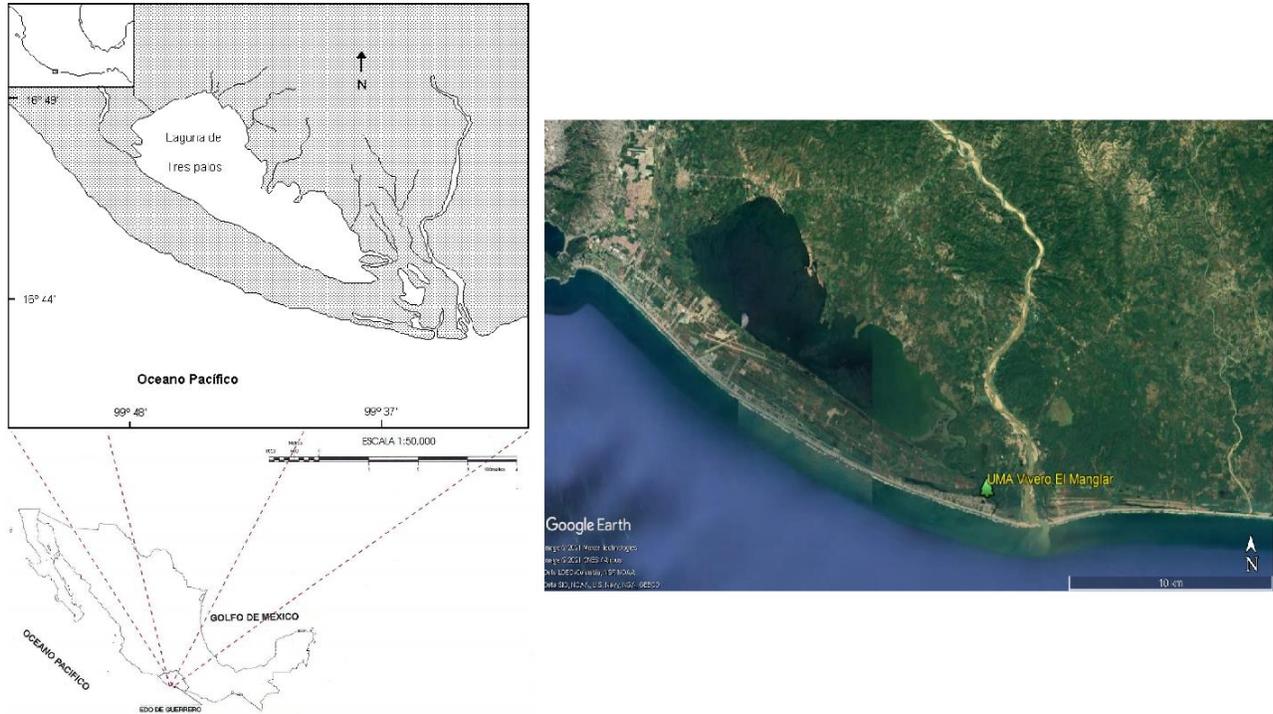
H<sub>i</sub>: La propagación vegetativa mediante estacas no es la más eficiente para producir *L. racemosa*.

H<sub>0</sub>: La propagación vegetativa mediante estacas es la más eficiente para producir *L. racemosa*.

## **Materiales y Métodos**

### **Área de estudio**

El estudio se llevó a cabo de marzo de 2018 a abril de 2019 en las instalaciones de la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre denominada UMA-Vivero El Manglar con clave de registro Núm. SEMARNAT-UMA-VIV-002-GRO, ubicada en la localidad de Barra Vieja, municipio Acapulco, Guerrero; próxima a la Laguna Tres Palos, entre las coordenadas geográficas 16°41'33" N y 99°37'33" O (Figura 1).



**Figura 1.** Ubicación del área de estudio

## Recolección de propágulos vegetativos

Para la presente investigación se consideró importante la implementación de la técnica de propagación de *L. racemosa* por medio de estacas, que de acuerdo con Sisaro y Hagiwara (2016) es un medio confiable para la reproducción asexual o vegetativa, ya que se obtiene una nueva planta idéntica genéticamente a la planta Madre.

De forma previa al establecimiento del experimento, se acondicionó el área de trabajo en el vivero, y se siguieron las metodologías propuestas por Eganathan *et al.* (2000), Benítez *et al.* (2002), Clarke y Johns (2002), Castillo (2007), Hernández *et al.* (2012) y Silva *et al.* (2016) para el manejo de la planta en vivero.

## **Establecimiento del experimento y tratamientos**

El sustrato utilizado se tomó del mismo sitio de recolecta de las estacas; y se determinó su consistencia limo-arcilloso, mediante el análisis granulométrico por tamizado; el pH fue ligeramente ácido, el cual se midió con un multiparamétrico de pH de la marca *Hanna HI 991300*. El agua utilizada para los riegos de las camas de germinación provenía directamente de la laguna y de pozos artesanales anexos al vivero; las estacas se regaron cada tercer día, con aspersores manuales.

Se construyeron almácigos de plástico (15 cm × 15 cm × 20 cm); la mezcla del sustrato se preparó en el vivero, con la siguiente proporción: 30 % de arena, 30 % de arcilla del lugar y 40 % de composta elaborada en el sitio. Se incorporó enraizador *Magic Root*<sup>®</sup>, además de fertilizante orgánico natural *Organodel*<sup>®</sup>; se usaron 500 botellas de plástico de politereftalato de etileno (PET) reutilizables con una capacidad de 1, 2, 4 y 6 L con perforaciones en su parte inferior para el drenado de agua, y rejas de madera convencionales reutilizables para el acomodo y traslado de las botellas de PET.

De acuerdo con Clough (1984) para el riego se preparó una mezcla de agua con una salinidad de 15 a 17 ups (unidades prácticas de salinidad) en proporción de 50 % de agua salada por 50 % de agua dulce; Clarke and Johns (2002) señalan que las salinidades de 17 ups optimizan el crecimiento de las especies de mangles producidos en vivero. La salinidad se mantuvo en nivel homogéneo, la cual se monitoreó con un medidor manual tipo sonda multiparamétrica para pH, conductividad, salinidad y temperatura de la marca *Hanna HI 991300*. Se utilizó una cubierta de malla-sombra de polietileno negro, 80 % sombra (*Easy Gardener*<sup>®</sup>) para proteger las estacas de la insolación y evitar su deshidratación.

La recolecta del material vegetativo de *L. racemosa* se realizó en marzo de 2018. Se seleccionaron 10 árboles adultos de mangle como plantas Madre, sin aparente daño por plagas y enfermedades, con altura promedio de 20 m; con sus ramas secundarias se elaboraron 500 estacas de madera semileñosa (50 estacas por

árbol), con una longitud promedio de entre 50 a 100 cm y diámetro promedio de 5 a 10 cm; posteriormente, se colocaron en rejas de madera para su transporte a las instalaciones del vivero. La longitud y el diámetro promedio se midieron con un flexómetro *Pretul* de 3 m y cinta de 13 mm, respectivamente.

Las estacas se sometieron a un tratamiento hormonal para estimular la producción de raíces (Sisaro y Hagiwara, 2016), que consistió en sumergir su parte basal durante cinco segundos en una solución con enraizador *Magic Root*® con concentraciones de 500 a 10 000 ppm; posteriormente, se plantó una estaca por recipiente de PET.

La poda de mantenimiento de los brotes que emergieron en la parte lateral de las estacas, se efectuó por tres semanas con la finalidad de favorecer el crecimiento de los brotes apicales, hasta que los brotes apicales, cuyo número variaba de uno a ocho, se desarrollaran a una altura promedio de 25 a 35 cm, la que se midió con un flexómetro *Pretul* 3 m, cinta 13 mm.

Durante el proceso de propagación y mantenimiento de los propágulos, y de acuerdo con la recomendación de González *et al.* (2018), se aplicó al sustrato una dosis única de 1 kg m<sup>-3</sup> de sustrato de fertilizante orgánico natural *Organodel*® a los dos meses después de plantadas las estacas, con la finalidad de fortalecer el desarrollo de brotes y raíces. Al interior del vivero, una vez por mes se realizó el monitoreo de la temperatura ambiente y del sustrato en los almácigos, para ello se utilizó un termómetro de mercurio *Brannan*, con un intervalo de -20 a 150 °C y el pH del sustrato con un potenciómetro portátil digital *Hanna HI 991300*; también se determinó el porcentaje de supervivencia de estacas y el conteo de formación de brotes apicales y raíces adventicias.



## **Variables evaluadas y análisis de los datos**

Las variables evaluadas fueron la producción de brotes apicales y raíces adventicias generadas por estaca.

Se obtuvieron registros de producción de raíces a los 40 días en 400 estacas de las 500 de *L. racemosa* que se sembraron, y se logró un establecimiento escaso en la formación de brotes apicales, a esas estacas se les dio seguimiento por 4 meses; después de los cuales, solamente 270 sobrevivieron y mantuvieron un óptimo desarrollo.

Con los datos de campo se hicieron pruebas de significación estadística que cuantifican la asociación o independencia entre variables cuantitativas; se utilizó el programa estadístico SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) v. 22 (Castañeda *et al.*, 2010) para verificar, si ambas variables cuantitativas cumplían con la distribución normal en los grupos que se comparan (Zar, 1996); esto se hizo mediante la prueba de *Kolmogorov-Smirnov* (Juárez *et al.*, 2002), cuyo incumplimiento conlleva a la necesidad de recurrir a pruebas estadísticas no paramétricas. Al no pasar la prueba de normalidad, se realizó la prueba *T* de *Wilcoxon* para dos variables numéricas relacionadas.

Asimismo, para determinar si existe una correlación entre el número de brotes apicales con el número de raíces adventicias y definir, si la técnica de propagación por estacas es eficiente, se aplicó la prueba de correlación de *Tau* de *Kendall* aplicable a variables cuantitativas que no presentan la prueba de normalidad (Kendall, 1938), este coeficiente de correlación establece valores de 0 a 1, entre más se acerca a 1 indica una correlación buena, mismos que son aplicables a valores negativos.

Para validar la correlación de *Kendall* se realizó la prueba de *Friedman*, la cual es equivalente a la prueba de ANOVA para calcular el valor de significancia de interacción entre brotes y raíces, que no existe cuando  $p > 0.05$ , o sí existe cuando  $p \leq 0.05$  (Villarroel, 2018).

## Resultados y Discusión

Después de cuatro meses, los resultados indican que solo 270 estacas mantuvieron un óptimo desarrollo. La eficiencia de supervivencia fue de 54 %, mismas que presentaron brotes apicales a razón de 1 a 8 por estaca y un mínimo de 1 hasta un máximo de 5 raíces adventicias, lo que corresponde a una raíz por estaca en promedio. Por lo tanto, se consideró una generación deficiente de estructuras.

En el Cuadro 1 se muestra la frecuencia de brotes apicales y de raíces adventicias por estacas y su aparición en grupos. Dichos resultados exhiben que las mayores frecuencias se verificaron en los ejemplares con 2, 3 y 4 brotes, (23 %, 16 % y 22 %, respectivamente); en el caso de las raíces adventicias, las frecuencias mayores se presentaron en las estacas 1, 2 y 3 con 1, 2 y 3 raíces (20 %, 26 % y 27 %, respectivamente).

**Cuadro 1.** Frecuencia de brotes y raíces adventicias.

Número de brotes apicales	Frecuencia	%	Número de raíces adventicias	Frecuencia	%
1	27	10	0	6	2
2	62	23	1	55	20
3	43	16	2	70	26
4	61	22	3	72	27
5	16	6	4	40	15
6	29	11	5	27	10
7	10	4			
8	22	8			
Total	270	100	Total	270	100

Fuente: Elaboración propia con *software* SPSS



## Análisis estadístico

El valor de la prueba de *Kolmogorov-Smirnov* para una muestra independiente fue de 0.000 si  $p \leq 0.05$ , lo que indica que las variables no siguen una distribución normal (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Pruebas de normalidad

Variable	<i>Kolmogorov-Smirnov</i>		
	Estadístico	gl	Sig.
Número de brotes	0.174	270	0.000
Número de raíces adventicias	0.168	270	0.000

Fuente: Elaboración propia con *software* SPSS

Gl: grados de libertad; Sig.: Significancia

Se aplicó la prueba estadística no paramétrica de *Wilcoxon*, que resultó en un valor de 0.000 ( $p \leq 0.05$ ); por lo tanto, las muestras relacionadas presentan diferencias significativas (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Prueba de *Wilcoxon*.

Número de raíces adventicias-Número de brotes	
Z	-7.258
Sig. asintótica(bilateral)	0.000

Fuente: Elaboración propia con *software* SPSS.

Para determinar la correlación estadística, se comparó el número de brotes apicales con el número de raíces adventicias con la prueba de correlación de *Tau* de *Kendall*; se calculó un valor de 0.062, menor a 1; asimismo, se refuerza esta prueba con el valor de significancia

de  $p = 0.200$  mayor que  $p > 0.05$  (Cuadro 4), lo que implica que existe una correlación positiva muy débil y poco aceptable entre la relación de presencia de brotes apicales y raíces adventicias, con un nivel de confianza de 95 %.

**Cuadro 4.** Coeficiente de correlación entre brotes y raíces adventicias.

		<b>Número de raíces adventicias</b>	
<b>Número de Brotes</b>	Correlación de <i>Tau</i> de <i>Kendall</i>	1	0.062
	Sig. (bilateral)		0.200
	N	270	270

Fuente: Elaboración propia con software SPSS.

Por lo tanto, la técnica de propagación vegetativa por estacas se consideró con una eficiencia baja de propagación en condiciones de vivero, en consecuencia y con base en este análisis estadístico se acepta la hipótesis de investigación ( $H_i$ ) planteada al inicio del presente estudio, en la cual se estableció que la propagación vegetativa mediante estacas, no es la más eficiente para reproducir ejemplares de *L. racemosa*.

La prueba de *Friedman* se utilizó para contrastar la interacción entre brotes apicales y raíces adventicias; de ella resultó un valor de significancia de 0.000, que es inferior a  $p \leq 0.05$ ; y, por lo tanto, existen diferencias significativas de interacción entre ambas variables (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Prueba de *Friedman*.

N	270
Chi-cuadrada	33.927
gl	1
Sig. asintótica	0.000

Fuente: Elaboración propia con *software* SPSS.

Los resultados del presente estudio son similares a lo citado por Hernández *et al.* (2012) quienes compararon el número de brotes con el de raíces adventicias para *Conocarpus erectus* L. mediante una prueba de correlación de *Pearson* (0.001); la relación fue muy baja y poco aceptada entre brotes apicales y raíces adventicias, por lo que concluyeron que la técnica de propagación por acodos tiene poca viabilidad.

De Silva y Amarasinghe (2013) determinaron que no existen diferencias significativas en las tasas de crecimiento de brotes obtenidos a partir de plántulas de mangle, cuando se cultivan en diferentes medios de crecimiento; contrario al presente estudio en el que sí se obtuvieron diferencias significativas de interacción entre el número de brotes apicales y el de raíces adventicias.

El método por estacas en el estudio aquí descrito fue poco exitoso, ya que se produjeron escasos retoños, los que aparecieron en un periodo de 20 a 40 días; esto se debió al uso del enraizador comercial, el cual resultó poco efectivo para la propagación vegetativa. De acuerdo con lo anterior, Hernández *et al.* (2012) recomendaron el uso de enraizadores a base de auxinas y ácido indolbutírico como *Raizone-Plus*<sup>®</sup>, que favorece la activación del enraizamiento y es eficiente en la propagación vegetativa de *R. mangle* L., *L. racemosa* y *A. germinans* L. Benítez *et al.* (2002) y Hernández *et al.* (2012) argumentaron que el mejor método reproductivo asexual para *L. racemosa* es mediante acodos aéreos, mediante el cual se obtiene hasta 90 % de enraizamiento.

Eganathan *et al.* (2000) y Thatoi *et al.* (2001) trabajaron en la India con las especies de mangle: *Excoecaria agallocha* L., *Heritiera fomes* Buch. –Ham. e *Intsia bijuga* (Colebr.) O. Ktze. y propusieron el uso de auxinas y la condición estacional climática para acelerar el potencial de enraizamiento a través de estacas; lo anterior puede ser viable y aplicable para *L. racemosa*. Por otra parte, Perera *et al.* (2020) sugirieron aplicar una gama más amplia de hormonas de enraizamiento y combinaciones de hormonas en esquejes de tallos de mangle para inducir la formación de raíces adventicias.

Benítez *et al.* (2002) registraron 50 % de éxito en la propagación por estacas de *L. racemosa*; este resultado se debió a la época estacional durante la cual se realizó el

proceso de propagación: verano; los autores reprodujeron vegetativamente retoños en un lapso extenso de tres meses desde la siembra, los que se mantuvieron vivos de 6 a 12 meses, aunque sin tener éxito en la emisión de raíces. Esos datos se asemejan a los del presente trabajo, en el que la propagación de *L. racemosa* no tuvo el éxito deseado con la técnica de propagación por estacas, con un porcentaje de 54 %, considerado como de baja eficiencia. En contraste, Hernández *et al.* (2012) obtuvieron resultados de producción vegetativa por acodos superiores, pues lograron que *L. racemosa* produjera mayor cantidad de raíces durante el verano.

La emergencia de raíces producidas en las estacas estuvo influenciada por factores ambientales como la humedad y las lluvias durante el año, así como por las condiciones fisiobiológicas de *L. racemosa*, cuestión que coincide con lo consignado por Hernández *et al.* (2012) en el sentido de que el éxito de la propagación vegetativa depende de las características particulares de la especie de mangle.

Con base en lo anterior, los resultados del presente trabajo mostraron que la longitud de hasta 1 m de las estacas no favoreció la inducción de raíces en *L. racemosa*, por lo que es conveniente seleccionar estacas con longitud de hasta 3 m; y de 10 a 15 cm de diámetro. A pesar de que la especie generó raíces en las estacas, el éxito de la reproducción vegetativa fue regular, debido a que en la mayoría de las estacas no se produjeron retoños; lo que difiere de lo registrado por Hernández *et al.* (2012), quienes describieron una mayor capacidad de inducción, y de formar varias raíces mediante propagación asexual por acodos.

El éxito de la técnica de propagación vegetativa de mangle mediante estacas dependerá de la correcta selección de los árboles como pie de cría, los cuales deberán ser maduros, vigorosos y sanos; además de, preseleccionar el tamaño y grosor del propágulo para garantizar mejores resultados. En este estudio, las estacas de *L. racemosa* no superaban el metro de longitud. En contraste, Hernández *et al.* (2012) identificaron que en *L. racemosa* los acodos seleccionados medían 4 m de longitud y con ello fue posible tener una mayor capacidad de formación de raíces.

Con relación a lo anterior y de acuerdo con los últimos autores citados, es necesario considerar el monitoreo de factores bióticos como plagas, malezas, posibles infecciones; y factores abióticos como las variaciones climáticas (humedad, temperatura, luz y precipitación), a fin de tener un control, que garantice una propagación vegetativa satisfactoria en la generación de plantas de mangle en cualquier época del año.

## Conclusiones

En el presente estudio se demostró que la propagación vegetativa de *L. racemosa* por la técnica de estacas no es eficiente y se requiere de todo un proceso metodológico bien estructurado, una inversión económica para la compra de complementos necesarios para la infraestructura que permita la reproducción de la especie estudiada.

El éxito de la implementación y propagación vegetativa de propágulos de *L. racemosa* por medio de estacas no fue el esperado, aun cuando se obtuvo una eficiencia de 54 % de propagación, pero los análisis y pruebas estadísticas demuestran que la eficiencia es baja.

A partir de la propagación vegetativa de *L. racemosa* y de otros mangles en distintos lugares de México y del mundo, y de los resultados obtenidos, la correcta selección de propágulos, las condiciones de clima y el periodo estacional influyen de manera positiva o negativa en el proceso. Por lo tanto, se concluye que en el estudio realizado las condiciones experimentales no favorecieron la emisión de raíces.

## **Conflicto de intereses**

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## **Contribución por autor**

Benjamín Castillo Elías: planteamiento y supervisión de la investigación, dirección, desarrollo, diseño del experimento, análisis estadístico y escritura del manuscrito; Herlinda Gervacio Jiménez: escritura y revisión del manuscrito, supervisión de la investigación; José Ángel Vences Martínez: gestión del soporte financiero.

## **Referencias**

Álvarez-León, R. 2003. Los manglares de Colombia y la recuperación de sus áreas: revisión bibliográfica y nuevas experiencias. *Madera y Bosques* 9(1):3-25

Doi: <https://doi.org/10.21829/myb.2003.911286>.

Benítez P. D., F. Flores V. y J. I. Valdez H. 2002. Reproducción vegetativa de dos especies arbóreas en un manglar de la costa norte del Pacífico mexicano. *Madera y Bosques* 8(2):57-71. Doi: <https://doi.org/10.21829/myb.2002.821301>.

Carmona-Díaz, G. 2010. La reforestación de manglares en México: una experiencia de aprendizaje integral. *LEISA Revista de Agroecología* 26(4): 12-14. <http://www.leisa-al.org/web/images/stories/revistapdf/vol26n4.pdf> (6 de mayo de 2018).

Castañeda, M. B., A. F. Cabrera, Y. Navarro y W. de Vries 2010. Procesamiento de datos y análisis estadísticos utilizando SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). EDIPUCRS – Editora Universitária da PUCRS, Porto Alegre, Brasil. 164 p. <https://hopelchen.tecnm.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r94662.PDF> (19 de agosto de 2019).

Castillo E., B. 2007. Propuesta de una Unidad de Manejo Ambiental Sustentable para la especie de mangle blanco (*Laguncularia racemosa* (L.) Gaertner) en la Laguna de Tres Palos, Municipio de Acapulco, Guerrero. Tesis de Maestría. Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional. Universidad Autónoma de Guerrero. Acapulco, Gro., México. 153 p.

Castillo E. B. y H. Gervacio J. 2009. Manual técnico-metodológico básico para el establecimiento de un vivero para el manejo del manglar y conservación del mangle blanco (*Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn F.). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, Secretaría de Desarrollo Rural, Fundación Produce, A. C. Acapulco, Gro., México. 41 p.

Clarke, A. and L. Johns 2002. Mangrove nurseries: construction, propagation and planting: fisheries guidelines. Department of Primary Industries. Fish Habitat Guideline FHG 004. Brisbane, Queensland, Australia. 32 p.  
[https://www.daf.qld.gov.au/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0008/75635/FHG004-Fish-Habitat-Guideline.pdf](https://www.daf.qld.gov.au/__data/assets/pdf_file/0008/75635/FHG004-Fish-Habitat-Guideline.pdf) (23 abril de 2018).

Clough, B. F. 1984. Growth and salt balance of the mangroves *Avicennia marina* (Forsk.). Vierh. and *Rhizophora stylosa* Griff. in relation to salinity. Australian Journal of Plant Physiology 11: 419-430. Doi: <https://doi.org/10.1071/PP9840419>.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). 2020. Extensión y distribución de manglares. Sistema de Monitoreo de Manglares de México (SMMM). <https://www.biodiversidad.gob.mx/monitoreo/smmm/extensionDist> (22 de diciembre de 2020).

De Silva K. and M. Amarasinghe 2013. Vegetative propagation of some selected mangrove species from Negombo estuary, Sri Lanka. Sri Lanka Journal of Aquatic Sciences 15: 25-38. Doi: <https://doi.org/10.4038/sljas.v15i0.5480>.

- Eganathan, P., C. S. Rao and A. Anand 2000. Vegetative propagation of three mangrove tree species by cuttings and air layering. *Wetlands Ecology and Management* 8: 281–286. Doi: <https://doi.org/10.1023/A:1008481222718>.
- González P., A., D. A. Rodríguez T., A. Corona A. y J. A. Gil V. C. 2018. Propagación por estacas y calidad de planta en *Acer negundo* L. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 10 (51): 224-243. Doi: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i51.183>.
- Hernández C., S., G. Carmona D., C. H. Ávila B., y G. D. Mendoza M. 2012. Propagación vegetativa de tres especies de mangle por acodos aéreos en el manglar de Sontecomapan, Catemaco, Veracruz, México. *Polibotánica* 33: 193-205. <http://www.scielo.org.mx/pdf/polib/n33/n33a12.pdf> (26 de agosto de 2018).
- Hernández M., G. I., A. Sol S., O. Ruíz R., J. I. Valdez H., J. C. López C. y J. L. Reta M. 2016. Diagnóstico del proceso de reforestación en manglares de la costa de Tabasco. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 14: 2883-2894. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342016001002883&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342016001002883&lng=es&nrm=iso) (3 de abril de 2019).
- Juárez, F., J. A. Villatoro y E. K. López. 2002. *Apuntes de estadística inferencial*. Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente. México, D. F., México. 81 p.
- Kendall, M. 1938. A new measure of rank correlation. *Biometrika* 30(1-2): 81-93. Doi:<https://doi.org/10.2307/2332226>.
- Perera, P. L. M. M., K. M. G.G. Jayasuriya, J. W. Damunupola, A. M. T. A. Gunaratne and M. G. M. Prasanna 2020. Vegetative propagation of critically endangered mangrove *Lumnitzera littorea* (Jack) Voigt in Madu Ganga RAMSAR site of Sri Lanka, towards its conservation. *Ceylon Journal of Science* 49 (4): 455–462. Doi: <http://doi.org/10.4038/cjs.v49i4.7825>.

Silva C., R. E. Coelho de A., E. C. Lopes de A., M. E. Barroncas F. and R. Figueiredo D. 2016. Survival and growth of mangrove tree seedlings in different types of substrate on the Ajuruteua Peninsula on the Amazon Coast of Brazil. *Open Access Library Journal* 3(7): 1-9. Doi: <http://dx.doi.org/10.4236/oalib.1102777>.

Sisaro, D. y J. C. Hagiwara. 2016. Propagación vegetativa por medio de estacas de tallo. Ediciones INTA. Buenos Aires, Argentina. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-propagacion\\_vegetativa\\_por\\_medio\\_de\\_estacas\\_de\\_tallo.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-propagacion_vegetativa_por_medio_de_estacas_de_tallo.pdf) (24 de junio de 2018).

Thatoi, H., P. Mishra, A. Ouseph, J. Mohanty and L. Acharjyo 2001. Vegetative propagation by stem cuttings with auxins of four mangroves (and associate) species of Bhitarkanika, India. *Journal of Tropical Forest Science* 13(1): 223-227. <http://www.jstor.org/stable/43582288> (6 de octubre de 2018).

Teutli-Hernández, C., J. A. Herrera-Silveira, D. J. Cisneros-de la C. y R. Román-Cuesta. 2020. Guía para la restauración ecológica de manglares: Lecciones aprendidas. Proyecto, Mainstreaming Wetlands into the Climate Agenda: A multi-level approach (SWAMP). CIFOR/CINVESTAV-IPN/UNAM-Sisal/PMC, 42 p. [https://www.cifor.org/publications/pdf\\_files/Books/2020-Guia-SWAMP.pdf](https://www.cifor.org/publications/pdf_files/Books/2020-Guia-SWAMP.pdf) (10 de noviembre de 2020).

Tovilla H., C. y D. E. Orihuela B. 2002. Floración, establecimiento de propágulos y supervivencia de *Rhizophora mangle* L. en el manglar de Barra de Tecoaapa, Guerrero, México. *Madera y Bosques*. Número especial: 89-102. Doi: <https://doi.org/10.21829/myb.2002.801293>.

Villarroel de P., L. 2018. Métodos bioestadísticos. Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile. Ediciones UC. Santiago, Chile. 348 p.

Zar J. H. 1996. Análisis bioestadístico. Prentice Hall, Inc. Upper Saddle River, NJ USA. 920 p.



Todos los textos publicados por la **Revista Mexicana de Ciencias Forestales** –sin excepción– se distribuyen amparados bajo la licencia *Creative Commons 4.0 Atribución-No Comercial (CC BY-NC 4.0 Internacional)*, que permite a terceros utilizar lo publicado siempre que mencionen la autoría del trabajo y a la primera publicación en esta revista.