

Potencial vegetativo de las especies de mangle para programas de propagación

Vegetative potential of mangrove species by propagation programs

Saúl Hernández-Carmona¹, Gustavo Carmona-Díaz^{1,2} ✉ y Francisco García-Orduña¹

¹Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana, Luís Castelazo Ayala s/n, Col. Industrial Animas, C.P. 91190. Xalapa, Veracruz, México. Tel. (01-228) 8 41 89 00, ext. 13600, Fax. (228) 8 41 89 20. E-mail: gcarmona@uv.mx ✉ Autor para correspondencia.

²Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria, Universidad Veracruzana, km 4.5 Carretera Costera del Golfo, Acayucan - Catemaco. C. Postal: 96000. Acayucan, Veracruz, México.

Recibido: 13/06/2014

Aceptado: 23/11/2014

RESUMEN

Los manglares son ecosistemas con una gran importancia de conservación debido a que las especies que lo conforman se encuentran bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Estos ecosistemas tienen gran potencial económico, social y cultural para las poblaciones humanas que habitan en sus cercanías. Sin embargo, la grave tendencia a la desaparición parcial o total de los manglares, ha provocado que en muchos países se implementen planes de manejo y programas de restauración para su conservación, con resultados poco favorables. Por ello, surge la necesidad de probar nuevas estrategias para la conservación de estas importantes especies. En el presente estudio se realizó una recopilación de información sobre estas posibles estrategias a partir de técnicas poco utilizadas sobre la propagación vegetativa de especies de mangle y que plasman el potencial que poseen, pero a su vez, mostrando un escenario en el que se requiere poner mayor interés. La capacidad de diferenciación meristemática de algunas especies de mangle, reflejan que es posible la obtención de individuos clonados mediante la vía vegetativa. Resulta necesario puntualizar y profundizar en el tema, a fin de estandarizar la correcta aplicación de una técnica probada, cuya utilización en programas de propagación y después de restauración, sea totalmente factible para la conservación de las especies de mangle y en general, de los ecosistemas de manglar.

Palabras clave: Propagación vegetativa, Especies de mangles, Manglar, Acodos, Restauración.

ABSTRACT

Mangroves are important ecosystems for conservation because the species that are under some form risk category according to NOM- 059- SEMARNAT- 2010 and the International Union for Conservation of Nature. These ecosystems have major economic, social and cultural potential for human populations living nearby. However, the major trend of partial or total disappearance of mangroves has resulted that in many countries implemented management plans and restoration programs for conservation, with unfavorable results. Therefore, there are the needs to test new

strategies for the conservation of these important species. In this study, a collection of information was carried out on these potential strategies from underutilized techniques on vegetative propagation of mangrove species and reflected the potential they possess, but in turn, showing a scenario that requires putting interest. The ability of meristem differentiation of some mangrove species, show that it is possible to obtain individual clones by vegetative means. It is necessary to clarify and deepen the subject in order to standardize the correct application of a proven technique, whose use in breeding programs and after restoration, it is entirely feasible for the conservation of mangrove species and overall ecosystem mangrove.

Key words: Vegetative propagation, Mangrove species, Mangrove, Air-layerings, Restoration.

INTRODUCCIÓN

Los manglares son ecosistemas que han sufrido grave deterioro en su cobertura vegetal debido a factores naturales y humanos, por lo que es evidente la grave tendencia a la desaparición de estas comunidades vegetales primarias a nivel mundial (Benítez-Pardo *et al.*, 2002). Por ello, se han intentado recuperar las áreas de manglar alteradas a través de programas de reforestación (Reyes y Tovilla, 2002), con resultados poco favorables y elevadas tasas de mortalidad por el ataque de herbívoros, insectos y/o plagas (Reyes-De la Cruz *et al.*, 2002; Carmona-Díaz *et al.*, 2004; Basáñez-Muñoz *et al.*, 2008).

La propagación vegetativa a través de las técnicas hortícolas de acodos aéreos, estacas o micropropagación de tejidos, es hoy en día una opción alterna para buscar la conservación de las especies de mangle, ya que están orientadas a la obtención de clones con caracteres similares a la planta de origen, pero en menor tiempo de desarrollo y crecimiento, radicando en este punto, la importancia de la multiplicación vegetativa para la conservación de especies en algún estatus de protección (Eganathan y Srinivasa-Rao, 2001; Rojas-González *et al.*, 2004; Hernández-Carmona *et al.*, 2012).

No obstante, son pocos los trabajos documentados donde se hayan aplicado algunas técnicas de propagación vegetativa en especies de mangles. Algunos autores han registrado resultados positivos en la propagación vegetativa en especies de los

géneros *Avicennia*, *Rhizophora*, *Laguncularia*, *Conocarpus*, *Sonneretia*, *Xylocarpus*, *Excoecaria*, *Intsia* y *Heritiera* (Crewz y Moffler, 1984; Escobar-Flores *et al.*, 1991; Kathiresan y Ravikumar, 1995; Rao *et al.*, 1998; Elster y Perdomo, 1999; Eganathan *et al.*, 2000; Eganathan y Srinivasa-Rao, 2001; Benítez-Pardo *et al.*, 2002; Valbuena *et al.*, 2010; Hernández-Carmona *et al.*, 2012). Algunas especies de mangles poseen capacidad meristemática para propagarse de forma vegetativa a través de acodos aéreos, estacas, varetas o cultivo *in vitro*. Otros autores han usado las técnicas de corte de propágulos o por micropropagación de especies de los géneros referidos anteriormente y de algunas otras como *Bruguiera*, *Ceriops*, *Kandelia*, *Amoora*, *Cerbera*, *Lumnitzera* y *Acanthus* (Eganathan y Srinivasa-Rao, 2001). Los criterios de selección de árboles para la obtención del material vegetativo pueden variar considerablemente de acuerdo con las características morfológicas, fisionómicas y reproductivas que estos presenten, lo cual es crucial para la obtención de resultados favorables (Benítez-Pardo *et al.*, 2002; Hernández-Carmona *et al.*, 2012).

En el presente trabajo se analizó el potencial reproductivo vegetativo en especies de mangle, evaluando la literatura especializada en este tema, haciendo una comparación de resultados positivos y negativos, incluyendo la comparación con un trabajo propio en el que se probó la capacidad meristemática de las especies de *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Rhizophora mangle*, el cual pone de manifiesto el potencial que estas

especies poseen para propagarse vegetativamente. Entre las variables que se evaluaron estuvieron la especie de mangle, la técnica vegetativa utilizada, la época del año y los resultados obtenidos como producción de raíces, retoños y si se logró el establecimiento en campo de las partes vegetativas propagadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se hicieron consultas sobre la propagación vegetativa de cualquier especie de mangle en el Current Contents (Base de datos bibliográfica más amplia de la Web of Knowledge que incluye la información de las revistas científicas más importantes de todo el mundo) del Instituto de Ecología, A.C., de la ciudad de Xalapa, Veracruz y con especialistas mexicanos y extranjeros. Las palabras clave empleadas fueron: “Vegetative Propagation Mangroves”, “Mangrove Plants Propagation” “Air- Layering Mangroves”, “Propagule Cutting Mangroves”, “Stem Cutting Mangroves”, “Micropropagation” y “*in vitro* culture Mangroves”. Se incluyó en la investigación a aquellos estudios que indicaron de manera parcial o total los siguientes criterios: especie de mangle, técnica vegetativa empleada, lugar de realización, época o temporada de elaboración, producción de raíces y retoños y establecimiento en campo. Los estudios recopilados sobre propagación vegetativa y su grado de éxito medido por la producción de raíces, retoños y número de individuos establecidos en campo se compararon entre sí y con el trabajo de Hernández-Carmona *et al.* (2012) en el manglar de Sontecomapan, Catemaco, Veracruz, México, que desde nuestro conocimiento es el último realizado en México sobre propagación vegetativa en mangles, el cual aplicó la técnica de acodos aéreos en las especies arbóreas *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Rhizophora mangle*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Investigaciones sobre la propagación vegetativa de mangles: Se registraron 18

estudios sobre la propagación vegetativa de mangles. Un total de 10 trabajos fueron publicados en revistas, de estos siete fueron en revistas indexadas del ISI WEB, dos en revistas especializadas no indexadas y uno en revista de divulgación). Se registró un libro especializado sobre el tema “*Manual on vegetative and micropropagation of mangroves*”, un capítulo de libro, un trabajo presentado en congreso nacional, dos tesis de licenciatura y una de maestría, tres reuniones científicas y un taller especializado en manglares.

Especies de mangle que han sido objeto de estudio de la reproducción asexual: Se encontraron 48 trabajos donde el principal objetivo fue la evaluación del potencial vegetativo de alguna especie de mangle con un total de 33 especies de mangles investigadas. Todos estos trabajos registraron resultados positivos parciales en cuanto a que el material utilizado para la propagación vegetativa mostró aparición de raíces y rebrotes, aunque después algunas especies no presentaron crecimiento y desarrollo. El criterio para decidir si en realidad hubo éxito total en la propagación vegetativa de alguna especie fue el establecimiento y crecimiento en campo de los individuos.

Ciertas especies de mangles han sido objeto de estudio a través de la experimentación clonal mediante la utilización de técnicas como los acodos aéreos, varetas o esquejes y/o mediante cultivo *in vitro*, con resultados variables desde la aparición de raíces en las partes vegetativas propagadas hasta el establecimiento en campo de algunos individuos de pocas especies entre estas están las siguientes: *L. racemosa* (Combretaceae) (Crewz y Moffler, 1984; Elster y Perdomo, 1999; Benítez-Pardo *et al.*, 2002; Cruz y Pino, 2006; Hernández-Carmona *et al.*, 2012); *C. erectus* (Combretaceae) (Escobar-Flores *et al.*, 1991; Benítez-Pardo *et al.*, 2002; Valbuena *et al.*, 2010); *R. mangle* (Rhizophoraceae) (Crewz y Moffler, 1984; Elster y Perdomo, 1999; Hernández-Carmona *et al.*, 2012); *A. germinans* (Avicenniaceae) (Crewz y Moffler,

1984; Felipe, 2006; Hernández-Carmona *et al.*, 2012); *Sonneratia apetala* (Sonneratiaceae) (Kathiresan y Ravikumar, 1995); *Xylocarpus granatum* (Meliaceae) (Kathiresan y Ravikumar, 1995); *Excoecaria agallocha* (Euphorbiaceae) (Rao *et al.*, 1998; Eganathan *et al.*, 2000); *Heritiera fomes* (Sterculiaceae) (Das *et al.*, 1997; Eganathan *et al.*, 2000); *Heritiera littoralis* (Sterculiaceae) (Das *et al.*, 1997) e *Intsia bijuga* (Leguminosae) (Eganathan *et al.*, 2000).

Técnicas que han sido utilizadas en la propagación vegetativa de las especies de mangle: Se registraron cuatro técnicas de propagación vegetativa en mangles. La técnica mayormente empleada por el número de especies estudiadas fueron los acodos aéreos con 20, las varetas con 16, el corte de propagulos con 9 y la micropropagación con 3.

Acodos aéreos: Esta técnica vegetativa ha sido probada por Crewz y Moffler (1984) en las especies de *L. racemosa*, *R. mangle* y *A. germinans*, registrando que las tres especies de mangle lograron producir raíces y que *L. racemosa*, fue la que mostró mayor capacidad de establecimiento al haber sobrevivido tres individuos a lo largo de su estudio que duró un año. Kathiresan y Ravikumar (1995), registran que *S. apetala* y *X. granatum* poseen mayor capacidad para reproducirse vegetativamente, y que la utilización de ácido indolacético (IAA) influye en la producción de raíces, siendo el periodo octubre-marzo la mejor época para su propagación, no obstante, no se reportan resultados de establecimiento de individuos en campo. Eganathan *et al.*, (2000), destacan que *E. agallocha*, *H. fomes* e *I. bijuga* fueron tres especies con capacidad de producir raíces y que el momento óptimo para elaborar los acodos fue en octubre, pero tampoco reporta establecimiento de individuos en campo. Benítez *et al.*, (2002) encontraron que *L. racemosa* y *C. erectus*, lograron producción de raíces durante el verano, pero sin establecimiento de individuos en campo. Valbuena *et al.*, (2010), registraron únicamente producción de raíces en *C. erectus* sin establecer individuos en

campo. Hernández-Carmona *et al.*, (2012) obtuvieron producción de raíces en *L. racemosa*, *R. mangle* y *A. germinans* durante la primavera, logrando producción de retoños y el establecimiento de 43 individuos de *L. racemosa*, después de cinco meses de sembrados.

Varetas o esquejes: Es otra de las técnicas de propagación vegetativa que ha sido probada en la propagación vegetativa de mangles. Escobar-Flores *et al.*, (1991) refieren que en *C. erectus* se obtiene una mayor respuesta de producción de raíz con una menor dosis de ácido indolbutírico (IBA), pero no mencionan nada acerca del establecimiento en campo. Elster y Perdomo (1999) destacan el establecimiento en campo de 29 individuos de *L. racemosa* después de 6 meses de sembrados. Eganathan *et al.*, (2000) obtuvieron producción de raíces en varetas de *E. agallocha*, *H. fomes* e *Intsia bijuga*, pero no reportan establecimiento de individuos en campo. Benítez *et al.*, (2002) encontraron que las varetas de *L. racemosa* y *C. erectus* produjeron raíces, con una mayor respuesta de producción en *C. erectus*, pero no lograron establecerlas en campo. Felipe (2006) y Cruz-Ruiz y Pino-Hernández (2006) obtuvieron producción de raíces y rebrotes en *L. racemosa* y *A. germinans*, respectivamente, que abortaron al mes de producidas.

Cultivo in vitro. A pesar de que esta técnica demanda mayores cuidados, requiriéndose de un laboratorio y equipo sofisticado, ha sido empleada para probar la propagación de *E. agallocha* (Rao *et al.*, 1998), mostrando resultados favorables para la propagación vegetativa de esta especie de mangle por lograr el establecimiento bajo condiciones de campo del 70% de las plantas que fueron obtenidas por micropropagación.

Reproducción por acodos aéreos en tres especies de mangle: En el presente trabajo se probó la propagación por acodos aéreos en las especies de *L. racemosa*, *R. mangle* y *A. germinans*, destacándose que las tres especies mostraron una capacidad para producir sistema radicular en un 80%, 30.8% y 25.8% de los acodos respectivamente, con

una mayor respuesta de enraizamiento en *L. racemosa*, siendo estas diferencias significativas ($H= 53.8$; $P= 0.001$).

Un total de 96 acodos de *L. racemosa*, 37 de *R. mangle* y 31 de *A. germinans*, fueron cosechados y sembrados en campo, resultando que los acodos de *R. mangle* y *A. germinans* desecaron y murieron después de algunas semanas, siendo *L. racemosa* la especie que siguió mostrando una mejor capacidad de reproducción, ya que de los 96 acodos que fueron sembrados en campo, se logró la producción de retoños y el

establecimiento de 43 de estos después de cinco meses.

La recopilación más relevante de cada uno de los estudios realizados con las diferentes especies de mangle se muestran en el cuadro 1 con algunos puntos clave que se consideran de mayor importancia para ser tomados en cuenta en trabajos enfocados a la reproducción vegetativa de especies de mangle para la restauración de los ecosistemas de manglar.

Cuadro 1. Resultados más importantes y relevantes de los estudios de propagación vegetativa que se han desarrollado en especies de mangle.

Especie de mangle	Lugar de estudio	Técnica vegetativa	Época de elaboración	Producción de raíces	Producción de retoños	Establecimiento en campo	Autor
<i>Laguncularia racemosa</i> <i>Rhizophora mangle</i> <i>Avicennia germinans</i>	Florida, USA	Acodo aéreo	Otoño y primavera	En las tres especies	Sólo en <i>L. racemosa</i>	Tres individuo de <i>L. racemosa</i> por un año	Crewz y Moffler, (1984)
<i>Conocarpus erectus</i>	San Salvador, El Salvador	Vareta	Primavera	Si produjo	No se registró	No se registró	Escobar-Flores et al., (1991)
<i>Sonneretia apetala</i> <i>Xylocarpus granatum</i>	Tamil Nadu, India	Acodo aéreo	Julio-septiembre Octubre-diciembre Enero-marzo Abril-junio	Ambas especies en octubre-diciembre y enero-marzo	No se registró	Comenzaron a crecer fácilmente en el suelo	Kathiresan y Ravikumar, (1995)
<i>Heritiera fomes</i> <i>H. littoralis</i>	Orissa, India	Acodo aéreo y vareta	No se menciona	Si produjo	No se registró	No se registró	Das et al., (1997)
<i>Excoecaria agallocha</i>	Chennai, India	<i>In vitro</i>	No se menciona	Si produjo	Si se registró	Si se registró	Rao et al., (1998)
<i>Laguncularia racemosa</i> <i>Rhizophora mangle</i>	Santa Marta, Colombia	Vareta Vareta	Agosto-noviembre Agosto-noviembre	Si produjo No produjo	Si se registró No se registró	29 individuos de <i>L. racemosa</i> en seis meses	Elster y Perdomo, (1999)
<i>Excoecaria agallocha</i> <i>Heritiera fomes</i> <i>Intsia bijuga</i>	Tamil Nadu, India	Acodo aéreo y vareta	Octubre Enero Marzo Abril	Si produjeron a excepción de octubre	No se registró	No se registró	Eganathan et al., (2000)
<i>Laguncularia racemosa</i> <i>Conocarpus erectus</i>	Sinaloa, México	Acodo aéreo	Verano y otoño	80% en verano y 40% en otoño	No se registró	No se registró	Benítez et al., (2002)
<i>Avicennia germinans</i>	Veracruz, México	Varetas	Otoño	Si produjo	Si se registró	No se registró	Felipe, (2006)
<i>Laguncularia racemosa</i>	Veracruz, México	Varetas	Otoño	Si produjo	Si se registró	No se registró	Cruz y Pino, (2006)
<i>Conocarpus erectus</i>	Zulia, Venezuela	Acodo aéreo	No se menciona	Si produjo	No se registró	No se registró	Valbuena et al., (2010)
<i>Laguncularia racemosa</i> <i>Rhizophora mangle</i> <i>Avicennia germinans</i>	Veracruz, México	Acodo aéreo	Primavera	En las tres especies	Sólo en <i>L. racemosa</i>	46 individuos en cinco meses	Hernández-Carmona et al., (2012)

De acuerdo con Eganathan y Srinivasa-Rao, (2001) existen otros registros donde se documenta de manera más concreta y puntual sobre especies de mangle (algunas ya referidas anteriormente) que han sido objeto de estudio. Este manual de propagación hace mención de algunas pruebas realizadas, a partir de las cuales se han estandarizado y establecido metodologías a seguir, sugiriendo el uso de ciertas hormonas y señalando la concentración idónea a utilizar dependiendo de la especie de mangle y de la técnica empleada, señalando que la correcta aplicación del proceso planteado brindará mayores resultados de enraizamiento, lo cual prueba el potencial vegetativo de esas especies, sin concretar ni profundizar mucho en los resultados que se han logrado obtener. Las técnicas registradas fueron las siguientes técnicas:

Cortes de propágulos: Se ha probado esta técnica haciendo uso de las hormonas IBA y NAA en concentraciones que van de las 200 a las 2000 ppm, con la cual se reporta enraizamiento en un 75% y 95% de los acodos en las especies de *Bruguiera cylindrica*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Bruguiera parviflora*, *Bruguiera sexángula*, *Cerriops decandra*, *Kandelia candel*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata* y *Rhizophora* sp. (Eganathan y Srinivasa-Rao, 2001).

Acodos aéreos: Mediante el uso de las hormonas IBA y NAA en concentraciones que van de las 200 a las 2500 ppm, reportan enraizamiento en porcentajes de van de 42% al 64 % de los acodos, en las especies de *Amoora cucullata*, *Avicennia marina*, *Avicennia officinalis*, *Cerbera manghas*, *Cerbera odollam*, *Excoecaria agallocha*, *Heritiera fomes*, *Heritiera littoralis*, *Intsia bijuga*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora* sp., *Sonneratia apétala*, *Xylocarpus granatum*, *Xylocarpus mekongensis* y *Xylocarpus moluccensis* (Eganathan et al., 2000).

Varetas: Utilizando las mismas hormonas IBA y NAA en concentraciones de 500 a 2500 ppm, se reporta enraizamiento entre el 56% y 85% de los acodos de especies como *Acanthus ilicifolius*, *Amoora cucullata*, *Avicennia marina*, *Cerbera manghas*, *Cerbera odollam*, *Excoecaria agallocha*, *Heritiera fomes*, *Heritiera littoralis*, *Intsia bijuga*, *Lumnitzera racemosa*, *Sonneratia apétala*, *Xylocarpus granatum* (Eganathan y Srinivasa-Rao, 2001).

Micropropagación: Eganathan y Srinivasa-Rao (2001) registran producción de raíces y rebrotes en las especies de *Excoecaria agallocha*, *Avicennia officinalis* y *Acanthus ilicifolius*.

Las especies de mangle tienen la capacidad de reproducirse vegetativamente, al poseer reservas meristemáticas que le permiten retoñar con gran facilidad, y que a pesar de que algunos autores señalen que los rebrotes pueden ser demasiado pobres y con un deficiente desarrollo, estas especies pueden adaptarse a condiciones tropicales y subtropicales, ya que sus características morfológicas, anatómicas y fisiológicas le permiten establecerse y sobrevivir en su ambiente natural (Tomlinson, 1986; Benítez et al., 2002).

Por otro lado, a pesar de la gran capacidad reproductiva, algunos de los estudios registrados, únicamente presentan datos de la primer etapa de propagación que es la producción de raíces, pero posteriormente en la etapa de establecimiento en campo carecen de resultados o estos son demasiado pobres y poco exitosos, lo cual puede atribuirse a varios factores como las condiciones ambientales de los sitios de siembra, o la respuesta de la propia especie para su propagación, razón por la que algunos autores señalan que las especies de mangle tienen poca capacidad para la regeneración vegetativa pero los resultados aquí presentados muestran lo contrario.

CONCLUSIONES

Queda de manifiesto que los estudios documentados sobre propagación vegetativa en especies de mangle muestran el potencial que presentan algunas especies y su capacidad meristemática para ser propagadas mediante esta vía. La información existente debería dar mayor interés a esta forma reproductiva teniendo como única finalidad resultados favorables para la regeneración de estas especies. Este conocimiento puede ser aplicable a programas concretos de restauración de ecosistemas de manglar, en los que se busque la obtención de clones en periodos relativamente cortos y con un mayor porcentaje de establecimiento.

LITERATURA CITADA

- Basáñez-Muñoz, A. J.; P. Elorza-Martínez; J. L. Alanís-Méndez; M. Á. Cruz-Lucas y N. Sánchez-Solórzano. 2008. Instalación de un vivero comunal y propagación de las especies de mangle en Tuxpan, Veracruz. XXI Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria Veracruz y I del Trópico Mexicano. 11 p.
- Benítez-Pardo, D.; F. Verdugo y J. Hernández. 2002. Reproducción vegetativa de dos especies arbóreas en un manglar del Pacífico mexicano. *MADERA Y BOSQUES* 8 (2): 57-71.
- Carmona-Díaz, G.; J. E. Morales-Mavil y E. Rodríguez-Luna. 2004. Plan de manejo para el manglar de Sontecomapan, Catemaco, Veracruz, México: una estrategia para la conservación de sus recursos naturales. *MADERA Y BOSQUES* 2: 5-23.
- Crewz, D. W. and M. D. Moffler. 1984. An evaluation of air-layering with three species of mangrove. In: Frederick J. Webb. 1984. Proceedings of the eleventh annual conference on wetlands restoration and creation. Editor Hillsborough Community College. Florida. P. 46-61.
- Cruz-Ruiz, G. y J. V. Pino-Hernández. 2006. Propagación por esquejes y propágulos de *L. racemosa* (Combretaceae) "mangle blanco" en el vivero de la Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria de Acayucan, Veracruz. Trabajo de licenciatura. Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria. Universidad Veracruzana. 43 p.
- Das, P.; U. C. Basak and A. B. Das. 1997. Metabolic changes during rooting in pre-girdled stem cuttings and air-layers of *Heritiera*. *BOTANICAL BULLETIN OF ACADEMIA SINICA* 38: 91-95.
- 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.
- Eganathan, P and C. Srinivasa Rao. 2001. Manual on vegetative and micropropagation of mangroves. M. S. Swaminathan Research Foundation. Chennai, India. 40 p.
- Elster, C. and L. Perdomo. 1999. Rooting and vegetative propagation in *Laguncularia racemosa*. *AQUATIC BOTANY* 63: 83-93.
- Escobar Flores, C. A.; J. O. Guerra Martínez y C. E. Laínez Reyes. 1991. Efecto de cinco sustratos y cuatro dosis de ácido indolbutírico sobre la germinación y propagación vegetativa del botoncillo (*Conocarpus erecta* L.). Resumen de un trabajo de investigación. Facultad

- de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador.
- Amazónicas. Corporación
Colombiana de Investigación
Agropecuaria. 56 p.
- Felipe, G. S. 2006. Propagación sexual y asexual de *Avicennia germinans* (Avicenniaceae) mangle negro en vivero. Tesis de licenciatura. Universidad Veracruzana. 50 p.
- Hernández-Carmona, S.; G. Carmona-Díaz; C. H. Ávila-Bello y G. D. Mendoza-Martínez. 2012. Propagación vegetativa de tres especies de mangle por acodos aéreos en el manglar de Sontecomapan, Catemaco, Veracruz, México. *POLIBOTÁNICA* 33: 193-205.
- Kathiresan, K. and S. Ravikumar. 1995. Vegetative propagation through air-layering in two species of mangroves. *AQUATIC BOTANIC* 50: 107-110.
- Rao, C.; P. Eganathan; A. Anand; P. Balakrishna and T. P. Reddy. 1998. Protocol for in vitro propagation of *Excoecaria agallocha* L., a medicinally important mangrove species. *PLANT CELL REPORTS* 17: 861-865.
- Reyes-De la Cruz, A.; G. López-Ocaña y H. Hernández-Trejo. 2002. Evaluación preliminar de los efectos de la inundación y la herbivoría sobre plántulas de mangle. *UNIVERSIDAD Y CIENCIA* 18 (36): 135-140.
- Reyes Chargoy, M. A. y C. Tovilla Hernández. 2002. Restauración de áreas alteradas de manglar con *Rhizophora mangle* en la costa de Chiapas. *MADERA Y BOSQUES* 1: 103-114.
- Rojas-González, S.; J. García-Lozano y M. Alarcón Rojas. 2004. Propagación asexual de plantas. *Conceptos Básicos y Experiencias con Especies*
- Tomlinson, P. B. 1986. *The botany of mangroves*. Cambridge University Press, 419 p.
- Valbuena, C.; G. Sthormes; A. Villareal; F. Barboza; J. Sánchez y Y. Querales. 2010. Efectos de dos sustratos sobre el enraizamiento de acodos aéreos del mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) en el sistema Lagunar Gran Eneal, norte de estado de Zulia-Venezuela. XII Jornadas Nacionales de Investigación y Posgrado.