



Madera y Bosques

ISSN: 1405-0471

publicaciones@ecologia.edu.mx

Instituto de Ecología, A.C.

México

Tovilla Hernández, Cristian; Román Salazar, Andrea Victoria; Simuta Morales, Guadalupe Mirena;  
Linares Mazariegos, Reyna Marisol

Recuperación del manglar en la Barra del Río Cahoacán en la costa de Chiapas

Madera y Bosques, vol. 10, núm. Es2, otoño, 2004, pp. 77-91

Instituto de Ecología, A.C.

Xalapa, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61709906>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

## Recuperación del manglar en la Barra del Río Cahoacán, en la costa de Chiapas

Cristian Tovilla Hernández<sup>1</sup>  
Andrea Victoria Román Salazar<sup>2</sup>  
Guadalupe Mirena Simuta Morales<sup>3</sup>  
Reyna Marisol Linares Mazariegos<sup>1</sup>

### RESUMEN

El objetivo del trabajo fue restaurar 32 950 m<sup>2</sup> de sitios alterados, por medio de la siembra de propágulos y plantas de mangle, con la participación de la comunidad. Se utilizaron dos técnicas para la restauración: la siembra directa de propágulos colectados de *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans* y plantas generadas en vivero. Los resultados obtenidos fueron: participación de 40 personas: mujeres, hombres, ancianos y adolescentes, construcción de un vivero con 14 850 plantas de mangle de las tres especies, utilizando botellas de plástico colectadas de la basura; a los 75 días se llevaron las plantas al campo. En el vivero y campo se registró una mortalidad de 3,4 % y 38,3 % en las plantas de *R. mangle*; mientras que la velocidad de crecimiento en esta especie fue de 0,33 cm/día y 0,65 cm/día y una altura de 97 cm y 156 cm, en 204 días y 242 días de desarrollo. En *L. racemosa*, la mortalidad se elevó a 50 % y 18 % respectivamente, con una velocidad de crecimiento de 0,30 cm/día y 0,61 cm/día, en esta especie se alcanzaron una altura de 80 cm y 94 cm, en 257 días. En *A. germinans* la mortalidad fue elevada con 70,8 % y 24,3 % debido al consumo de las hojas por la oruga de la mariposa *Junonia evarete* registrando también el menor crecimiento con 0,23 cm/día, para una altura de 94 cm en 264 días. Se obtuvieron al final del experimento 40 034 plantas, de las cuales el 89 % eran de *R. mangle*.

### PALABRAS CLAVE:

Crecimiento, mortalidad, propágulos, restauración, vivero.

### ABSTRACT

The objective of this work was to restore 32 950 m<sup>2</sup> of altered sites by means of sowing mangrove propagules and planting plantlets with the participation of the community. Two techniques were used for restoration: direct sowing of propagules collected from *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, and *Avicennia germinans*, and planting plantlets generated in recycled plastic bottles in a plant-nursery. Results were: 40 people participated, including women, men, elderly, and adolescents. A plant-nursery was constructed with 14 850 mangrove plants of the three species, using bottles collected from the waste dumps; on day 75, plants were taken to the field. In the nursery and field, a mortality of 3,4 % and 38,3 % was recorded in the *R. Mangle* plants; the growth rate was of 0,33 cm/day and 0,65 cm/day, and the height reached 97 cm and 156 cm in 204 days and 242 days. In *L. racemosa*, mortality increased to 50 % and 18 %, respectively, with a growth rate of 0,30 cm/day and 0,61 cm/day, reaching a height of 80 cm and 94 cm in 257 days. In *A. germinans*, mortality was high with 70,8 % and 24,3 % because the leaves were consumed by the caterpillar of the *Junonia evarete* butterfly, recording also the least growth rate with 0,23 cm/day, for a height of 94 cm in 264 days. At the end of the experiment, 40 034 plants were obtained of which 89 % corresponded to *R. mangle*.

### KEY WORDS:

Growth, mortality, propagules, restoration, plant nursery.

- 1 El Colegio de la Frontera Sur. Lab. de Ecología de Manglares y Zona Costera. Carretera Antiguo Aeropuerto Km 2.5, Tapachula 30700 Chiapas, México. c.e.:ctovilla@tap-ecosur.edu.mx, rlinares@tap-ecosur.edu.mx.
- 2 Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Químicas. Carretera a Puerto Madero km 1.5. Tapachula 30700 Chiapas, México. c.e.:salazarandrea@yahoo.com.mx.
- 3 Instituto Tecnológico de Tapachula. Km 2.5 Carretera a Puerto Madero. Tapachula 30700 Chiapas, México. c.e.:gsimuta@hotmail.com.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad toda la zona costera de Chiapas y en especial los humedales están fuertemente impactados por la actividad humana. Este proceso se ha incrementado durante los últimos 30 años debido al crecimiento acelerado de la población. En este periodo el crecimiento de la Ciudad de Tapachula en la zona fronteriza con la República de Guatemala se triplicó, alcanzando una población aproximada de 385 000 personas; aunado a la expansión constante de las fronteras tanto agrícolas como ganaderas (SEMARNAT 2001; INEGI, 2002). Estas últimas terminaron por eliminar la vegetación prístina en la planicie costera fronteriza, provocando una erosión acelerada en toda la cuenca así, lagunas costeras, esteros y estuarios actualmente están sujetos a un azolvamiento de grandes dimensiones. De proseguir este fenómeno en los siguientes cinco años se habrá perdido hasta 60 % del espejo de agua en estos sistemas y la vegetación asociada. Los bosques de manglar han sido especialmente alterados debido a las diferentes actividades humanas. La zona de Barra de Cahoacán, en el Municipio de Tapachula, es un ejemplo de cómo la actividad humana ha provocado una pérdida constante del manglar debido a la introducción de agroquímicos, desechos sólidos, uso desmedido del agua para la agricultura y la tala del bosque (Tovilla y Orihuela, 2002; 2003; Hernández, 2003; Salazar, 2003). En Colombia, Centroamérica y la costa de Chiapas existen algunas experiencias valiosas sobre la recuperación de áreas de manglar, las cuales aún son limitadas dada la cuantía de las pérdidas de este tipo de vegetación en los últimos 20 años (Conrado 1999; Cruz 1999; Sánchez-Páez *et al.*, 2000; Tovilla, 2002; Tovilla y Orihuela, 2002; 2003; Reyes, 2003).

## OBJETIVO

Recuperar un área de 32 950 m<sup>2</sup> de antiguas áreas de manglar por medio de la siembra directa, la dispersión de propágulos de *R. mangle*, *L. racemosa* y *A. germinans*; así como el trasplante de plantas de mangle germinadas en vivero.

## METODOLOGÍA

### Área de estudio

El trabajo se realizó en la desembocadura del Río Cahoacán, la cual constituye el límite entre los municipios de Tapachula y Suchiate, como se observa en la figura 1. Esta área es parte de la Reserva Estatal El Gancho-Murillo, comprende 1 090 hectáreas de bosques de manglar, 1 245 ha de cuerpos de agua y 421 ha de vegetación de selva baja y dunas costeras (SERNyP, 1998). Atrás de las áreas de manglar y a lo largo de la ribera del Río Cahoacán existen alrededor de 6 500 ha de plantaciones de banano, mango, soya, sorgo y papaya. Particularmente la desembocadura del río está constituida por bosques de mangles de *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* de hasta 22 metros de altura, aquí un canal y algunas islas separan el manglar de la zona de playa; antiguamente el manglar se distribuía en un continuo hasta la zona de playa, buena parte de éste ha desaparecido.

### Problemática de la zona

A través del Río Cahoacán, la ciudad de Tapachula envía gran cantidad de aguas residuales, desechos sólidos, agroquímicos y bolsas de plástico, estas últimas producto de las plantaciones de

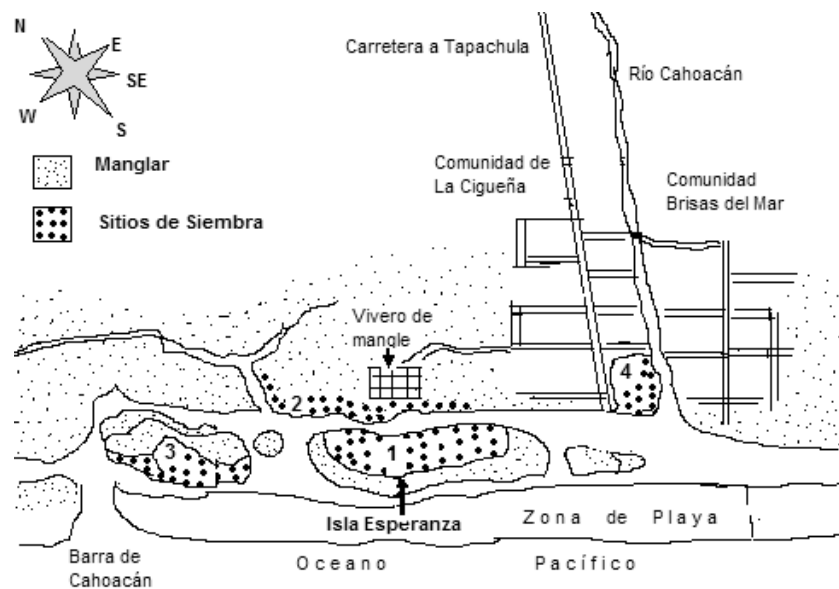


Figura 1. La Barra del Río Cahoacán, está constituida por un amplio estuario desde la salida del río hasta la barra del mismo nombre, en la actualidad debido a la actividad humana parte del bosque de manglar tiende a desaparecer.

banano aledañas al río. Durante los últimos 15 años el lecho del río se ha azolvado por el acarreo de terrígenos de las cuencas altas y el excesivo uso del agua. En la desembocadura del río y a lo largo de 6 kilómetros de la playa, al interior de los canales y a los bosques de manglar, se registra una gran acumulación de basura, este fenómeno es crítico en dos kilómetros, desde la salida del río hasta la bocabarra del Río Cahoacán y la comunidad de La Cigüeña-Brisas del Mar. Durante los últimos años se han acumulado alrededor de 450 toneladas de desechos sólidos y una cantidad no cuantificada de desechos líquidos y agroquímicos en esta barra (Tovilla 2003; Hernández 2003). Estos impactos han provocado la eliminación gradual de la vegetación de manglar frente a la playa, en las islas y a lo largo de los canales

más próximos a la desembocadura, creando un espectáculo deprimente; es más, en los últimos años, la bocabarra se ha tenido que abrir con maquinaria debido a que el río no introduce la cantidad de agua suficiente para abrirla en forma natural, además se ha vuelto errática en su deriva y con frecuencia, durante la época de huracanes, se desplaza hasta dos kilómetros a medida que las lluvias se incrementan, eliminando nuevas áreas de manglares.

Se concertó con la comunidad La Cigüeña, la participación en el proyecto de mujeres, hombres, ancianos, adolescentes y niños. Las principales actividades fueron: construcción de un vivero de mangle, manejo y transplante de plantas; así como la colecta de propágulos para la siembra directa en campo y

en vivero de *R. mangle*, *L. racemosa* y *A. germinans*.

Construcción y manejo del vivero. El 25 de agosto de 2002 se inició la construcción del vivero en un área cercana a la comunidad de 40 m x 40 m, con acceso por tierra y agua, como se observa en la figura 1. El sitio estaba situado en un área sombreada y con ligera pendiente hacia el estuario. De la basura que llega a la desembocadura se recolectaron 14 850 botellas de plástico de 1,5 litros y 2 litros de capacidad, a estas botellas se les recortó la parte superior de la cabeza, sobre estos bordes se realizaron dos cortes laterales de 5 cm a la botella para eliminar el exceso de agua durante el riego. Los envases se rellenaron con sedimentos en una mezcla aproximada de 60:40 de limo/arena y con una salinidad aproximada de 8 ‰ a 12‰.

Con varas de madera, se establecieron una serie de camas rectangulares de 0,8 m x 3 m de largo, cada una con 250 botellas, colocando en cada envase un propágulo de *R. mangle* y entre 2 y 3 de *A. germinans* y *L. racemosa*. Durante septiembre y octubre no se regó el vivero debido a las abundantes precipitaciones, posteriormente en noviembre y diciembre se regaba cada dos días con agua dulce. A partir de la emergencia del primer par de hojas se inició la medición del crecimiento de las plantas en vivero y en campo, también se registró la mortalidad inicial y mensual en el vivero y en campo, así como la altura alcanzada por las plantas.

Colecta de propágulos de mangle. En forma simultánea con la construcción del vivero, se realizó la colecta de 7 900 propágulos de mangle rojo, cuidando que estas estructuras estuvieran maduras, recién caídas, eliminando aquellas deterioradas, inmaduras y podridas. De estos, se separó una muestra al azar de 850 propágulos para determinar el peso y

longitud promedio, este mismo procedimiento se realizó en el resto de las especies. A mediados de septiembre se colectaron de los árboles y del suelo 10 kg de mangle blanco y 6 kg de madreál para sembrar en el vivero. En todos los sitios en donde se trasplantaron plantas del vivero, antes de realizarse la siembra se limpiaron, debido a que estaban cubiertos por una gran cantidad de basura. El sitio 4 se tuvo que proteger con malla de alambre debido a la presencia de animales como borregos, cabras y caballos. En octubre de 2002 se colectaron 210 kilogramos de semilla de mangle *C. erectus*, mangle botoncillo, este material se regó en un área de 2,3 ha.

## RESULTADOS

Germinación y desarrollo de *R. mangle*. El peso y longitud promedio de los propágulos sembrados tanto en vivero como en campo fue de 21 g  $\pm$  9,3 g y 20,9 cm  $\pm$  11,4 cm. Esta especie en vivero registró una mortalidad inicial de 1,2 %, posteriormente en los siguientes 60 días la mortalidad aumentó a 2,2 %. Durante este tiempo se registró un incremento de 0,14 cm/día, a los 75 días se trasplantaron al campo 7 104 plantas con una altura de 49,3 cm, como se observa en la figura 2 y la Tabla 1. Estas plantas se llevaron a un sitio frente a la playa, totalmente descubierto (3) como se observa en la figura 1, constituido por arena, donde había gran movimiento de agua por la marea, por lo que se plantaron con todo el envase, recortando sólo la base, para evitar que el agua erosionara el pilón. La densidad de siembra fue de 1,1 plantas/m<sup>2</sup>, sobre un área de 0,63 ha y con una salinidad de 24 ‰. En este sitio, durante los primeros 27 días de trasplantadas, las plantas registraron una mortalidad de 9,7 % y un incremento en el crecimiento de 0,57 cm/día, con una salinidad de 30‰. Posteriormente a los 60 días de trasplantadas se registró el menor

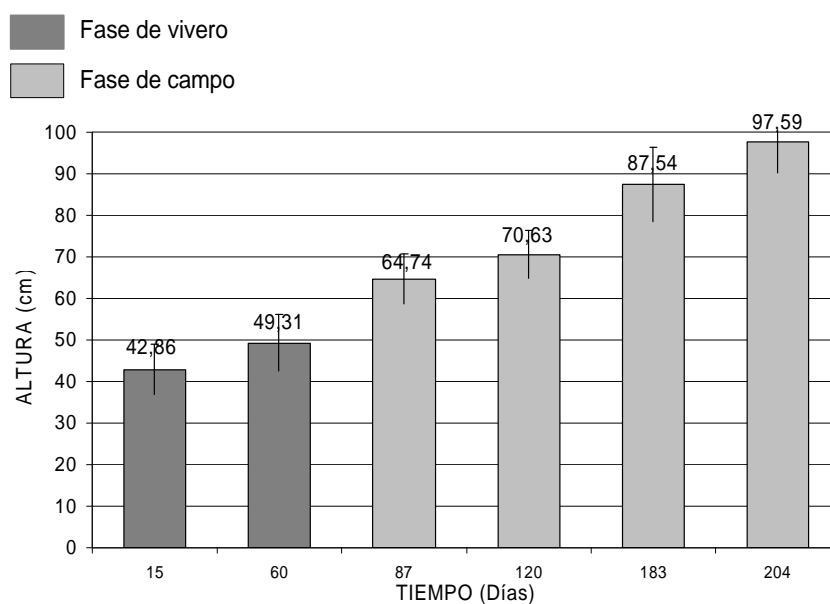


Figura 2. Desarrollo de plantas de *R. mangle* en vivero y posteriormente llevadas a campo a un sitio descubierto sobre sedimentos de arena, con inundación frecuente por la marea.

Tabla1. Desarrollo de diferentes lotes de plantas de *R. mangle*, *L. racemosa* y *A. germinans* en condiciones de vivero y en campo

ESPECIE	MORTA- LIDAD VIVERO %	MORTA- LIDAD CAMPO %	VELOCIDAD CRECI- MIENTO <sup>(1)</sup> cm/día	ALTURA PLANTAS <sup>(2)</sup> cm	S <sup>(3)</sup> ‰	PLANTAS SOBREVI- -VIENTES	TOTAL DE DÍAS
<i>R. mangle</i>	3,4	18,1	0,33	97,6	21	5 818	204
	S.directa	38,3	0,65	156,2	24	29 924	242
<i>L. racemosa</i>	50	18	0,30	80,1	21	2 471	257
	50	9	0,61	94,8	9	1 507	257
<i>A. germinans</i>	70,8	24,3	0,23	94,1	27	314	264

crecimiento con 0,17 cm/día, incrementándose a 0,26 a los 123 días en campo. En junio de 2003 después de 204 días de desarrollo total, existía un lote de 5 818 plantas, las cuales habían alcanzado una altura de 97,5 cm, con una mortalidad de 8,4 % y una velocidad de crecimiento de 0,47 cm/día. En *R. mangle* después de 87 días aparecieron las primeras ramas en 4,1 % de las plantas, mientras que a partir de los 130 días, 38,1 % presentaban de una hasta cuatro ramas. Posteriormente, a los 183 días comenzaron a formarse las raíces aéreas con una salinidad de 10‰. La aparición de estas estructuras permitió que muchas de las plantas aseguraran su permanencia en el sitio y se fijaran firmemente al sustrato, la densidad final se redujo a 0,9 plantas/m<sup>2</sup>. La temperatura a lo largo de todo el experimento fluctuó entre 29 °C y 34 °C de julio de 2002 y mayo 2003.

Siembra directa de *R. mangle* en campo. Durante el mes de noviembre se colectaron y sembraron 48 500 propágulos de *R. mangle*, con una densidad de 2 propágulos/m<sup>2</sup>, ubicándose de la siguiente manera: 1) En Isla Esperanza se sembraron 35 500 y, 2) en el Estero de Barra Cahoacán se sembraron 13 000, como se observa en la figura 1. Ambos sitios están constituidos por limo/arena y presentan 38 % de cobertura por algunos árboles de *Hibiscus tiliaceus*, *L. racemosa* y *A. germinans*. Tanto en campo como en el vivero a los 29 días  $\pm$  4 días emergieron el primer par de hojas en *R. mangle*. En campo se registró una mortalidad total de 38,3 %; después de 242 días lograron sobrevivir 29 924 plantas en un área de 2,4 ha, alcanzando la plantación un promedio de 156 cm de altura. Mucha de la mortalidad (19,3%) se debió al movimiento provocado por la marea sobre los propágulos, desarraigándolos y siendo removidos por las corrientes durante los primeros 13 días. En la figura 3, se observa el desarrollo de las plantas

entre noviembre de 2002 y junio de 2003. Durante los primeros 98 y 125 días las plantas observaron un crecimiento de 0,34 cm/día y 0,27 cm/día y una mortalidad de 4,6 %; a pesar de que las plantas estaban ubicadas en suelos con más de 24 ‰ de salinidad, en marzo y junio el crecimiento se incrementó a 1,01 cm/día y 1,31 cm/día. La mayor mortalidad se registró durante la época de secas (marzo-abril) (10,4 %) cuando la salinidad se elevó hasta 36‰; por el contrario, al inicio de las lluvias (mayo-junio) la mortalidad se redujo < 4 %, junto con la salinidad en el suelo < 12‰ (Tabla 1). La mortalidad fue incentivada por la falta de inundación del bosque. En noviembre, cuando fueron sembrados los propágulos, los sitios presentaban de 4 cm a 12 cm de agua en el suelo; entre marzo y abril el bosque estaba seco y el agua estaba a 73 cm por abajo del nivel del suelo; mientras que en junio el área estaba nuevamente inundada con > 25 cm. Con la llegada de las lluvias, la densidad final de plantas registrada en campo fue de 1,2 plantas/m<sup>2</sup>.

Germinación y desarrollo de *L. racemosa*. Se sembraron en el vivero 10 000 propágulos a razón de 3 piezas por envase, estas estructuras presentaban una longitud y peso promedio de 17,7 mm  $\pm$  3,09 mm y 0,53 g  $\pm$  0,19 g. La germinación de los propágulos se produjo a los 19 días  $\pm$  4 días, con una mortalidad inicial de 37,8 %; posteriormente, en los siguientes 74 días la mortalidad se redujo a 12 %, quedando un total de 4 147 plantas. En el vivero se registró un crecimiento promedio de 0,22 cm/día; a mediados de diciembre, a los 74 días, se llevaron al campo 3 000 plantas de 16,7 cm, las cuales se sembraron asociadas a *R. mangle* en el sitio 3, con una densidad de 0,47 plantas/m<sup>2</sup>, sembrándose con el envase. Aquí, durante los primeros 99 días (diciembre-febrero) las plantas presentaron una mortalidad de 13 % con

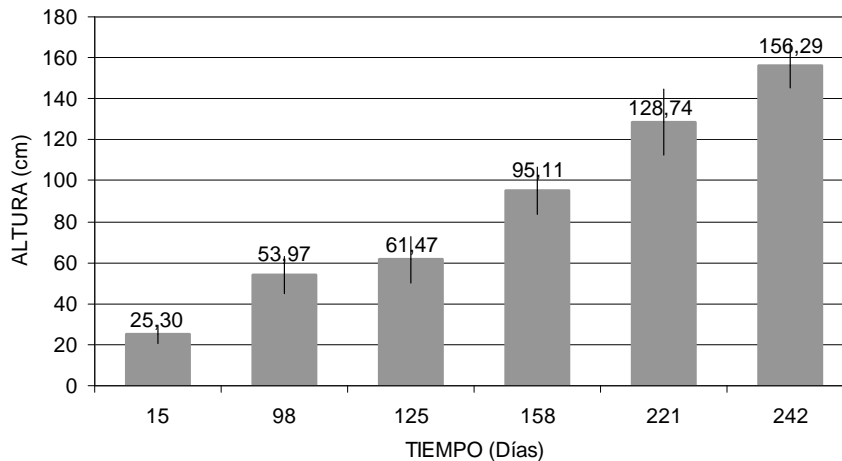


Figura 3. Siembra directa de plantas de *R. mangle* en un sitio con ligera cobertura arbórea y sustrato de limo/arena.

una salinidad de 24‰ y una velocidad de crecimiento de 0,16 cm/día. Entre marzo y junio, las plantas registraron un crecimiento acelerado de 0,54 cm/día, el sitio estaba completamente inundado entre marzo y abril, con salinidad de 30‰; mientras que en mayo y junio este factor disminuyó a < 10 ‰, las pocas plantas que murieron, < 5 %, fueron soterradas por la arena arrastrada por la marea. Después de 257 días, sobrevivieron 2 471 plantas, para una densidad de 0,38/m<sup>2</sup>, la mayoría de ellas habían superado los 80 cm de altura, algunas alcanzando hasta 120 cm, en la figura 4 y Tabla 1 se observa el desarrollo de este lote de plantas.

Del lote inicial de plantas de *L. racemosa* desarrolladas en el vivero, 1 712 permanecieron allí durante 140 días con una salinidad de 10 ‰ a 12 ‰, durante este periodo alcanzaron una altura de 20,1 cm, con un crecimiento diario de 0,12 cm/día. En febrero se llevaron al campo, a un sitio frente a la comunidad

(0,21 ha), en el límite del estuario y el río (4), en ese sitio antiguamente había un bosque de mangle blanco, el cual ahora está totalmente descubierto, con humedad constante, salinidad < 10 ‰ y sustrato formado por gruesas capas de limo/arcilla. Las plantas se sembraron con una densidad de 2/m<sup>2</sup> a 3/m<sup>2</sup>. En los primeros 33 días, las plantas presentaron un crecimiento de 0,34 cm/día, en este periodo la mortalidad se redujo a < 9 %, las únicas plantas que murieron (155) fueron consumidas por borregos. Posteriormente, durante marzo y abril, este desarrollo se duplicó a 0,64 cm/día; finalmente en los siguientes 21 días, con la llegada de las lluvias (mayo-junio) las plantas incrementaron su desarrollo a 1,07 cm/día, la altura promedio del lote fue de 94,87 cm, algunas plantas después de 257 días superaban los 148 cm de altura, al final del experimento quedaron 1 507 plantas. En la figura 5 y Tabla 1, se observa el desarrollo de este lote de plantas de *L. racemosa*.



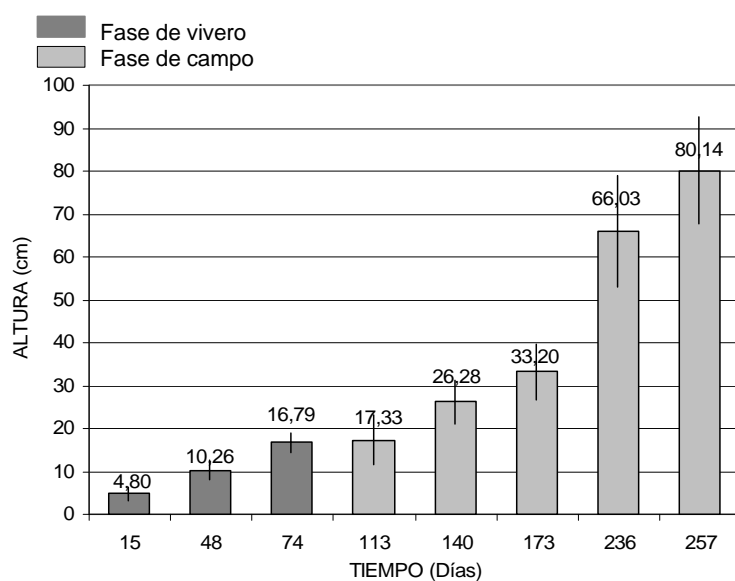


Figura 4. Desarrollo de un lote de plantas de *L. racemosa* en vivero y posteriormente en campo, en un sitio con inundación frecuente por la marea y sedimentos de arena.

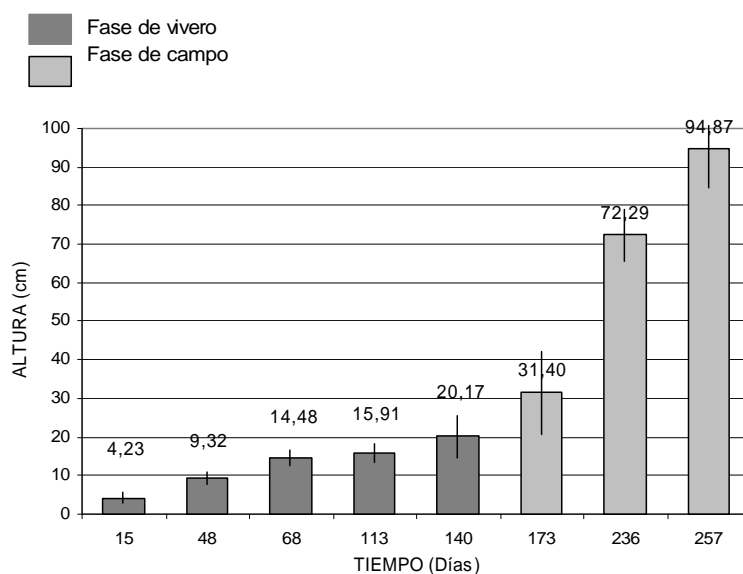


Figura 5. Desarrollo de un lote de plantas de *L. racemosa* en vivero y en campo en un sitio con salinidad reducida, en sustrato de limo/arcilla y humedad constante.

Germinación y desarrollo de *A. germinans*. A finales de septiembre se sembraron 3 600 propágulos en el vivero, con una longitud y peso promedio de 24,1 mm  $\pm$  5,3 mm y 0,83 g  $\pm$  0,31 g; la germinación se produjo a los 15 días  $\pm$  4 días; en estos propágulos se registró una mortalidad inicial de 1,2 %. Sin embargo, después de 30 días, cuando las plantas tenían entre uno y dos pares de hojas, se observó una gran mortalidad en el vivero (69,6 %) debido al consumo de las hojas por la oruga de la mariposa *Junonia evarete* Cramer 1779 lepidóptero *Nymphalidae*, el cual provocó la disminución de 3 557 plantas germinadas a sólo 1 071 plantas. En el vivero, las plantas se desarrollaron a una velocidad de 0,23 cm/día. En noviembre, después de 60 días, las plantas sobrevivientes se llevaron a la isla La Esperanza, en donde

se plantaron en las partes más salobres, cercanas a la plantación de *R. mangle* en un área de 0,95 ha con una densidad de 1,1 plantas/m<sup>2</sup>, bajo un bosque alterado de *A. germinans*, con salinidades > 28 ‰. Estas plantas, después de 120 días tuvieron una mortalidad de 24,3 % con una salinidad > 39 ‰, lo que disminuyó aún más el número de plantas sobrevivientes hasta 817, limitando el crecimiento a únicamente 0,19 cm/día como se observa en la figura 6 y Tabla 1. Con la llegada de las lluvias, al disminuir la salinidad a < 14 ‰ y aumentar el nivel de agua en el suelo (> 24 cm), se observó una gran mortalidad, logrando sobrevivir únicamente 314 plantas, alcanzando una densidad final de 0,33 plantas/m<sup>2</sup>, con un crecimiento vigoroso de 0,69 cm/día y una altura promedio de 94,1 cm, aunque algunas plantas superaban 121 cm.

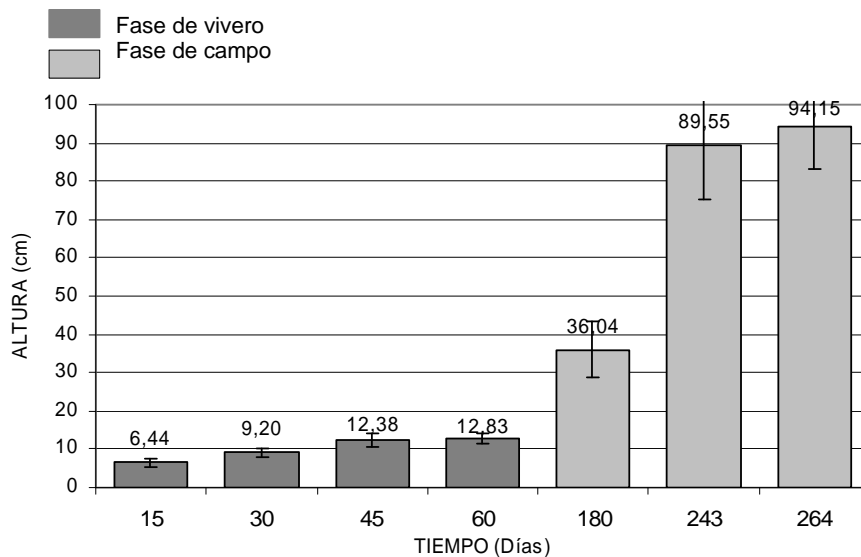


Figura 6. Desarrollo de un lote de 314 plantas de *A. germinans* en vivero y posteriormente en campo.

Germinación y desarrollo de *C. erectus* en el campo. El riego de 210 kg de semillas de mangle botoncillo no prosperó debido a que, en marzo de 2003, los pobladores le prendieron fuego al sitio, perdiéndose buena parte de las semillas dispersadas.

## DISCUSIÓN

Con la siembra y trasplante de las tres especies de mangle en el campo, se cubrió un área total de 41 900 m<sup>2</sup>, al final del experimento las plantas sobrevivientes cubrían 78,6 % del área sembrada, equivalente a 32 950 m<sup>2</sup>, con una densidad promedio de 1,2 plantas/m<sup>2</sup>; de esta área, el 89,2 % correspondía a *R. mangle*, lo cual constituyó una restauración sobre un 42 % del área más impactada por los depósitos de basura y la extracción de madera por los habitantes.

En *R. mangle*, la calidad de los propágulos utilizados indica que existe una buena correlación entre la longitud y el peso ( $r^2 = 0,91$ ) de estas estructuras (20,9 cm  $\pm$  11,4 cm y 21 g  $\pm$  9,3 g); los propágulos son relativamente pesados y cortos, sin embargo, la desviación estándar indica una gran variación morfológica en la muestra analizada (850). De igual manera se registró mayor número de estructuras grandes y ligeras que de pequeñas y pesadas; estas variaciones pueden deberse al estadio de desarrollo de los árboles de los que se colectaron los propágulos. Con frecuencia se ha registrado que los árboles más jóvenes suelen producir propágulos más grandes y pesados: Otro factor puede ser la calidad de los sitios en que están ubicados los árboles, así como las condiciones climáticas, como lo demostraron Tovilla y Orihuela (2002) en una muestra de 5 427 propágulos colectados en una zona inmediata a Barra de Cahoacán, en donde se observó que, para esta especie y para *L. racemosa*, los árboles más

jóvenes presentaban los propágulos mejor desarrollados y aún más cuando los árboles estaban ubicados en sedimentos ricos en limo/arcilla, que en los que estaban sobre limo/arena. Esta variabilidad en el tamaño y peso de los propágulos se ha registrado también en diferentes localidades del Caribe de Colombia, en Panamá, en Belice, en los estados de Chiapas y Oaxaca en México y en Florida, EUA (Gil y Tomlinson, 1971; Ulloa-Delgado et al., 1998a y b y Sánchez-Páez et al., 2000; Tovilla y Orihuela, 2002; Tovilla, 2002). Es posible que una temperatura más baja sea también determinante en el tamaño y peso de los propágulos, Gil y Tomlinson (1971) encontraron propágulos de 16 cm de longitud y 12 g de peso en las costas de Florida, mientras que Ulloa-Delgado et al. (1998a y b) y Sánchez-Páez et al. (2000) en la Costa del Caribe de Colombia, registraron en una muestra de 159 propágulos, longitudes promedio de 25,5 cm y pesos de 21,2 g; mientras que en la costa de Chiapas, México, los propágulos (2500) presentaban, en promedio, 29,0 cm y 29,7 g (Reyes, 2003).

El desarrollo de *R. mangle* a lo largo de este experimento fue diferente entre las plantas desarrolladas en vivero y trasplantadas a campo y aquellas que fueron sembradas directamente. La diferencia puede deberse a que las plantas de vivero fueron plantadas en un sitio abierto, con gran insolación, sedimentos de arena móviles por la marea mientras que la siembra directa se realizó en un sitio ligeramente cubierto y con sedimentos de limo/arena. La sobrevivencia en las plantas germinadas en vivero y llevadas a campo fue de 78,5 %, mientras que en campo, este parámetro fue de 61,7 %. En esta especie, la mortalidad fue incentivada por la fluctuación de la inundación en el suelo y el incremento de la salinidad intersticial entre lluvias y secas,

con los registros más notables en marzo-abril. La mortalidad registrada en la fase de vivero, fue menor (3,4 %) que la registrada hasta los 75 días en fase de vivero en el Caribe de Colombia donde se estimó un 5 % en *R. mangle*; mientras que fue mayor que la registrada por siembra directa en campo (38,3 % vs 32,6 %) por Ulloa-Delgado *et al.* (1998b) y Sánchez-Páez *et al.* (2000). La sobrevivencia y el crecimiento son los mejores indicadores de éxito o fracaso para el establecimiento de plantaciones en áreas deterioradas. En el primer caso, existen diversas referencias tanto para plantas desarrolladas por siembra directa como en vivero, como lo demuestran diversos autores: en las costas de Florida, Davis (1940) registró 80 % plantas vivas de *R. mangle* sembradas en un sitio cubierto; por el contrario en la zona de Tampa, Autry *et al.* (1973), registraron una sobrevivencia mínima con 7,5 % debido a presencia de tormentas invernales en el sitio. En Islas Vírgenes, Lewis (1979) registró hasta 75 % de plantas vivas en *R. mangle* a las seis semanas de siembra; por el contrario a los 20 meses Lewis y Haines (1980) registraron que ésta se había reducido a sólo 40%. En el caso de plantas germinadas en vivero y llevadas al campo también existen diferentes resultados, los cuales indican que la sobrevivencia es variable de un sitio a otro, Pulver (1976), en Florida encontró un 85 % de plantas vivas en plantas trasplantadas de 0,5 m y 1,5 m de altura con una gran cantidad de tierra en el pilón. Siddiqui *et al.* (1993) obtuvieron un 100 % de sobrevivencia en *R. mucronata* en Bangladesh, mientras que Ulloa-Delgado *et al.* (1998a) y Sánchez-Páez *et al.* (2000) registraron que la máxima pérdida de plantas ocurrió durante el segundo mes en el vivero (19%) en tanto que en los siguientes ocho meses cuando fueron trasplantadas, la pérdida fue de < 3 %. Tovilla (2002a) obtuvo sólo 27 % de plantas vivas en *R. mangle* trasplantadas

después de 85 días, hacia un sitio con suelos salinos y sumamente compactados y hasta 91.5 % en un sitio con inundación constante por la marea en la Costa de Chiapas, México, por lo que los valores obtenidos aquí se pueden considerar como valores intermedios.

En el caso del crecimiento, la altura alcanzada por las plantas al final del experimento fue muy superior a aquellas desarrolladas por siembra directa (156,2 cm) sobre las de vivero (97,6 cm). Es notable que al utilizar los dos tipos de técnicas de siembra se observa que durante los primeros 87 días a 98 días la velocidad de crecimiento en las plantas se incrementa constantemente hasta un máximo de 0,57 cm/día y 0,34 cm/día respectivamente; después de este tiempo, las reservas nutritivas del propágulo se agotan rápidamente, lo cual sucedió a los 125 días en ambos sistemas; cuando tienden a ser sustituidas por elementos del suelo, ante el agotamiento del material del propágulo. Este decremento fue más notable en las plantas desarrolladas en el vivero con 0,17 cm/día y 0,27 cm/día en campo. A partir de este momento se registró un incremento constante en la velocidad de crecimiento tanto en las plantas generadas por siembra directa como aquellas que fueron trasplantadas a campo, siendo más notable el crecimiento en las plantas generadas en campo (1,31 cm/día vs 0,47 cm/día). Esta misma situación ha sido observada en otras latitudes utilizando *R. mangle* y *R. mucronata*, con ambas técnicas de siembra, como lo demostraron Siddiqui *et al.* (1993) en Bangladesh; Ulloa-Delgado *et al.* (1998a) y Sánchez-Páez *et al.* (2000) en el Caribe de Colombia y Tovilla (1998 y 2002) en la costa de los estados de Guerrero y Chiapas en el Pacífico sur de México. Sin embargo, en los experimentos realizados en Colombia esta situación se ha registrado a los 60 días y 90 días, mientras

que en Bangladesh esto sucedió a los 135 días y 180 días, es posible que esta situación se deba al tamaño y peso de los propágulos utilizados, como sucedió en Colombia donde el tamaño de los propágulos fue menor que los utilizados en este trabajo, esto se confirmaría con los propágulos de *R. mucronata* de tallas y pesos excepcionales (49,5 cm y 43,3 g) (Siddiqui et al., 1993; Choudhury, 1994 y 1997).

Para *L. racemosa* existen pocos datos en la literatura sobre la calidad de los propágulos utilizados en restauración (Tovilla, 1998; 2002; Tovilla y Orihuela, 2002 y b; Elster, 2000; Ulloa-Delgado et al. 1998a; Sánchez-Páez et al., 2000), debido a que se utiliza con mayor frecuencia *R. mangle* para este tipo de actividades. Los propágulos utilizados en esta zona presentaban una longitud y peso promedio de 17,7 mm  $\pm$  3,09 mm y 0,53 g  $\pm$  0,19 g, muy semejante a aquellos utilizados por Reyes (2003) en un sitio cercano a éste; por el contrario Tovilla (2002b) utilizó ejemplares más pequeños (19,12 mm  $\pm$  5,01 mm y 0,81 g  $\pm$  0,19 g) que los utilizados en esa área. Comparado con *R. mangle*, esta especie presentó menor variabilidad morfométrica entre longitud y peso de estas estructuras; sin embargo, se registraron estructuras grandes y pesadas provenientes de árboles jóvenes ubicados cercanos a cuerpos de agua y sedimentos de limo/arcilla.

La mortalidad registrada en el vivero fue mayor que en campo, pero si se compara con otras experiencias registradas en otras latitudes, también se han registrado sobrevivencias elevadas como lo demuestran las experiencias de Pulver (1976) en Florida, donde registró 85 % de plantas vivas después de un año; Hoffman y Rodger (1980) establecieron plantaciones de *L. racemosa* en una isla alterada por dragados, obteniendo un 73 % de plantas vivas después de tres

meses; en Chiapas, Tovilla (2002), obtuvo entre 96 % y 87 % de plantas vivas en dos sitios con inundación ligera, en donde se establecieron plantaciones por dispersión de propágulos. Por el contrario, se han registrado mortalidades sorprendentes: Ulloa-Delgado et al. (1998ab) en el Caribe de Colombia, registraron a los 126 días, 75 % de mortalidad en fase de vivero, posteriormente, en campo, la mortalidad fue total a los 217 días. En Barra de Cahoacán la mortalidad fue alta en el vivero (49,8 % entre 74 y 140 días) y baja en campo (18 % y 9%).

Al igual que en *R. mangle*, se observó que la velocidad de crecimiento se incrementa constantemente hasta los 74 días (0,25 cm/día), disminuyendo al mínimo tanto en el lote que permaneció en el vivero como el del campo a los 113 días (0,01 y 0,03 cm/día) como consecuencia del agotamiento de los nutrientes del propágulo; a partir de este momento se observó un fuerte incremento en la velocidad de crecimiento en ambos lotes. En el caso de *A. germinans*, la mortalidad puede considerarse fortuita debido a la herbivoría provocada por el lepidóptero, esto también se ha observado en los bosques de esta especie en el mes de noviembre al disminuir el grado de inundación del suelo. La sobrevivencia registrada en este sitio fue muy baja y contraria a lo registrado por Tovilla (1998; 2002b) y Ulloa-Delgado et al. (1998ab).

## CONCLUSIONES

La restauración de áreas de manglares alteradas, deterioradas o colapsadas, es posible, y tiene buenas perspectivas de éxito, ante la pérdida cuantiosa de esta vegetación, si se considera a la restauración, como una aproximación gradual a las condiciones que predominaban en sistema natural. El éxito puede ser menor o mayor dependiendo de las condiciones particulares de cada

sitio, para ello, es necesario eliminar, antes de iniciar la recuperación, todas las posibles fuentes de tensión que haya en el sitio, elegir las especies adecuadas de acuerdo al grado de inundación y concentración de sal en el suelo, elegir la técnica de siembra adecuada, de ser posible debe preferirse la siembra directa en campo y utilizando únicamente el recurso de los viveros para cubrir aquellos sitios en donde la siembra directa no fue exitosa.

### REFERENCIAS

- Autry, A.S.; V.N. Steward; M. Fox y W. Hamilton. 1973. Progress Report: Mangrove planting for stabilization of developing shoreline. Q.J. Fla. Acad. Sci. (Supl.) 36:17 (Abstract).
- Choudhury J.K. 1994. Mangrove re-afforestation in Bangladesh. Proceedings on the Workshop on ITTO Project Development and Dissemination of Re-afforestation Techniques on Mangrove Forests: 18-20 april 1994. Bangkok, Tailandia. p:186-202.
- Choudhury J.K. 1997. La ordenación sostenible de los manglares costeros, desarrollo y necesidades sociales. XI Congreso Forestal Mundial. 13 a 22 de Octubre, Natalia, Turquía. p:273-296.
- Conrado, P.C. 1999. Reforestación de manglares en el Estero Real, Nicaragua. In: Ammour, T.; A. Imbach; D.Suman y N. Windevoxhel (eds). Manejo productivo de manglares en América Central. CATIE. Turrialba, Costa Rica. p:88-89.
- Cruz, R.M. 1999. Experiencias de reforestación con mangle rojo en Las Peñitas León, Nicaragua. In: Ammour, T.; A. Imbach; D.Suman y N. Windevoxhel (eds). Manejo productivo de manglares en América Central. CATIE. Turrialba, Costa Rica. p:86-87.
- Davis, J.H. 1940. Vivipary and dispersal of mangrove seeds. Ten. Acad. Sci. 15:414-415.
- Gil, A.M. y P.B. Tomlinson. 1971. Studies of the growth of red mangrove (*Rhizophora mangle* L.), 2. Growth and differentiation of aerial roots. Biotropica 3(1):63-77.
- Elster, C. 2000. Reasons for reforestation success and failure with three mangrove species en Colombia. Forest Ecology and Management 131:201-214
- Hernández R., A.H. 2003. Calidad del agua y presencia de pesticidas en el humedal costero tropical de Pozuelos-Murillo Chiapas, México. Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula. 72 p.
- Hoffman, W.E. y J.A. Rodger Jr. 1980. A cost/benefit analysis of two large coastal plantings in Tampa Bay, Florida. Wetlands Conference Proceeding. Tampa, Fla. EUA.
- INEGI. 2002. Crecimiento de la población de la costa de Chiapas. XI Censo de población 2000. Vol. 2. 1-245 p.
- Lewis, R. R. III y K.C. Haines. 1980. Large scale mangrove restoration on St. Croix, US Virgin Islands. II Second Year. In: Proc. Seventh Annual Conf. on restoration and creation of wetlands. Hillbrough Community College. Tampa, Fla. EUA. p: 137-148.
- Lewis, R.R. III 1979. Large scale mangrove restoration on St. Croix UIP. In: Proc. Sixth Annual Conf. on

- restoration and creation of wetlands. Hillsborough Community College, Tampa. Fla. EUA. p:231-242.
- Pulver, T. 1976. Trasplant techniques for sampling mangrove tree *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* and *Avicennia germinans* in Florida. Department of Natural Resources. Fla. Mar. Res. Pub. (22):1-14.
- Reyes Ch., M.A. 2003. Reforestación con *Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa* en la Costa de Chiapas. Tesis. Universidad del Mar. Puerto Ángel, Oaxaca. 71 p.
- Salazar Román, A.V. 2003. Relación de la estructura y composición de *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus* con las propiedades fisicoquímicas del suelo, del sistema lagunar Pozuelos-Murillo, Chiapas, México. Tesis. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Chiapas. Tapachula. 76 p.
- Sánchez-Páez H.; G.A. Ulloa-Delgado y R. Álvarez-León (Eds). 2000. Hacia la recuperación de los manglares del Caribe de Colombia. Proyecto PD/171/91 REV 2 (F) Fase II, Etapa II, conservación y manejo para el uso múltiple y el desarrollo de los manglares en Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, Asociación Colombiana de Reforestadores. ACOFORE, Organización Internacional de Maderas Tropicales-OIMT. Bogotá. 294 p.
- Sánchez-Páez, H. y G. A. Ulloa-Delgado. 2000. Experiencias de restauración en el proyecto manglares de Colombia. Seminario de restauración ecológica y reforestación. MMA/FAAE/ FFEC-FESCOL. Diciembre. Bogotá. 27 p.
- Secretaría de Ecología, Recursos Naturales y Pesca (SERNyP) 1998. Propuesta para decretar el área natural protegida del humedal El Gancho-Murillo. Estudio Técnico Justificativo. Dirección de Ecología y Protección Ambiental. Gob. Edo. de Chiapas Tuxtla Gutiérrez. 269 p.
- Secretaría de Ecología y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2001. Dragado de canales en la laguna de Chantuto y Barra de Zacapulco, Municipio de Mapastepec y Acapetahua, Chiapas. Planta General del Canal Perimetral Chantuto y Canal de Intercomunicación. Levantamiento Final. Dos Planos, Escala 1:7 500. Subsecretaría de Pesca. Dirección General de Infraestructura Pesquera. Dirección de Estudios y Proyectos.
- Siddiqui, N.A.; M.R. Islam.; M.A.S. Khan y M. Shahidullah. 1993. Mangrove nurseries in Bangladesh. ISME. Bangladesh. 14 p.
- Tovilla H., C. 1998. Ecología de los bosques de manglar y algunos aspectos socioeconómicos de la zona costera de Barra de Tecoanapa Guerrero, México. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 365 p.
- Tovilla H., C. y D.E.B. Orihuela. 2002a. Manual de técnicas y métodos de restauración de zonas alteradas en manglares. Laboratorio de Ecología de Manglares y Zona Costera, El Colegio de la Frontera Sur. Tapachula, Chis. 96 p.
- Tovilla H., C. 2002b. proyecto educación ambiental y restauración del manglar en las reservas El Gancho-Murillo y Cabildo-Amatal. Informe Final Clave 1999050640. Laboratorio de Ecología de Manglares y Zona

- Costera. El Colegio de la Frontera Sur. ECOSUR Unidad Tapachula. 81 p.
- Tovilla H., C. 2003. Informe final del proyecto Saneamiento y restauración de la zona de Barra de Cahoacán y Laguna de Pozuelos-Murillo. Laboratorio de Ecología de Manglares y Zona Costera. El Colegio de la Frontera Sur Unidad Tapachula. 29 p.
- Ulloa-Delgado, G.A. 1998a. Actividades de viveros comunitarios, trasplante y desarrollo biológico de los manglares en la costa Caribe Colombiana. XI Sem. Nal. de Política, Ciencia y Tecnología del Mar. CCO/UBJTL. Bogotá. Oct. 26-30 (Resumen).
- Ulloa-Delgado, G.A.; H. Sánchez-Páez; W. Gil-Torres; J.C. Pino-Renjifo; H. Rodríguez-Cruz y R. Álvarez-León. 1998b. Conservación y uso sostenible de los manglares del Caribe Colombiano. *In*: H. Sánchez-Páez; G. A. Ulloa-Delgado y R. Álvarez-León (eds). Proyecto PD/171/91 REV 2 (F) Fase II, Etapa I. Ministerio del Medio Ambiente, Asociación Colombiana de Reforestadores. ACOFORE, Organización Internacional de Maderas Tropicales-OIMT. Santa Fe de Bogotá 224 p. ♦

Manuscrito recibido el 14 de octubre de 2003.  
Aceptado el 25 de mayo de 2004.

Este documento se debe citar como:

Tovilla H., C.; A.V. Román S.; G.M. Simuta M. y R.M. Linares M. 2004. Recuperación del manglar en la Barra del Río Cahoacán, en la costa de Chiapas. *Madera y Bosques* Número especial 2:77-91.