



Universidad Veracruzana

UNIVERSIDAD VERACRUZANA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

Campus Tuxpan

Maestría en Manejo de Ecosistemas Marinos y Costeros

**REPOBLACIÓN CON PROPÁGULOS DE MANGLE
MEDIANTE EL USO DE TRAMPAS “SEMILLERAS” EN
UN ÁREA DE RESTAURACIÓN DEL SITIO RAMSAR
“MANGLARES Y HUMEDALES DE TUXPAN”**

TESIS

**Que para obtener el título de:
MAESTRO(A) EN MANEJO DE ECOSISTEMAS
MARINOS Y COSTEROS**

P R E S E N T A:

MARÍA MAGDALENA SANTIAGO MORALES

Director:

M.A. AGUSTIN DE JESUS BASAÑEZ MUÑOZ

Asesor:

DR. ARTURO SERRANO SOLÍS

Tuxpan, Veracruz

Agosto, 2016

En el presente proyecto titulado: "REPOBLACIÓN CON PROPÁGULOS DE MANGLE MEDIANTE EL USO DE TRAMPAS "SEMILLERAS" EN UN ÁREA DE RESTAURACIÓN DEL SITIO RAMSAR "MANGLARES Y HUMEDALES DE TUXPAN", realizada por la C. María Magdalena Santiago Morales, bajo la Dirección del Mtro. Agustín de Jesús Basáñez Muñoz y Asesorado por el Dr. Arturo serrano Solis, ha sido aprobada y aceptada para poder llevar a cabo la solicitud de fecha de examen para obtener el grado de:

MAESTRA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS



MTRO. AGUSTÍN DE JESÚS BASÁÑEZ MUÑOZ

DIRECTOR



DR. ARTURO SERRANO SOLIS

ASESOR

La presente Tesis titulada "REPOBLACIÓN CON PROPÁGULOS DE MANGLE MEDIANTE EL USO DE TRAMPAS 'SEMILLERAS' EN UN ÁREA DE RESTAURACIÓN DEL SITIO RAMSAR 'MANGLARES Y HÚMEDALES DE TUXPAN'" realizado por la C. Biol. María Magdalena Santiago Morales, ha sido aprobada y aceptada para poder llevar a cabo la solicitud de fecha de examen para obtener el grado de:

MAESTRA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS

COMISIÓN LECTORA:



DRA. CONSUELO DOMÍNGUEZ BARRARAS



MTRA. SAW RAH'EE VELÁZQUEZ JIMÉNEZ



DR. CRSITIAN TOVILLA HERNÁNDEZ

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	viii
I.-INTRODUCCIÓN	1
II.-ANTECEDENTES	4
III.-OBJETIVOS	16
3.1. GENERAL	16
3.2. ESPECÍFICOS	16
IV.-ÁREA DE ESTUDIO	17
V. METODOLOGÍA.....	20
5.1. Construcción de trampas “semilleras”	20
5.2. Colecta de propágulos de <i>Avicennia germinans</i> y <i>Laguncularia racemosa</i>	21
5.3. Tipos de “trampas semilleras”	21
5.4. Análisis de los datos	24
VI.-RESULTADOS.....	27
6.1. Análisis de datos obtenidos en plántulas de <i>Avicennia germinans</i> y <i>Laguncularia racemosa</i> en Trampas “semilleras” abiertas (MA).....	27
6.1.1. Supervivencia de propágulos a plántulas de <i>Avicennia germinans</i> y <i>Laguncularia racemosa</i>	27
6.1.2. Talla promedio de propágulos a plántulas de <i>Avicennia germinans</i> y <i>Laguncularia racemosa</i>	29
6.1.3. Diámetro promedio de propágulos a plántulas de <i>Avicennia germinans</i> y <i>Laguncularia racemosa</i>	32

6.1.4. Desarrollo de propágulos a plántulas de <i>Avicennia germinans</i> y <i>Laguncularia racemosa</i>	35
6.2. Análisis de datos obtenidos en propágulos de <i>Avicennia germinans</i> y <i>Laguncularia racemosa</i> en Trampas “semilleras” cerradas (MC).	38
6.2.1. Sobrevivencia de propágulos de <i>Avicennia germinans</i> y <i>Laguncularia racemosa</i>	38
6.2.2. Talla promedio de propágulos a plántulas de <i>Avicennia germinans</i> y <i>Laguncularia racemosa</i>	40
6.2.3. Diámetro promedio de propágulos a plántulas de <i>Avicennia germinans</i> y <i>Laguncularia racemosa</i>	43
6.2.4. Desarrollo de propágulos a plántulas de <i>Avicennia germinans</i> y <i>Laguncularia racemosa</i>	46
6.3. Comparación del análisis de datos en las plántulas de <i>Avicennia germinans</i> y <i>Laguncularia racemosa</i> por tipo de Trampas “semilleras” abiertas (MA) y cerradas (MC).....	49
6.3.1. Alturas promedio de plántulas de <i>Avicennia germinans</i> y <i>Laguncularia racemosa</i> por tipo de Trampa “semillera” abierta (MA) y cerrada (MC)	50
6.3.2. Diámetro promedio de plántulas de <i>Avicennia germinans</i> y <i>Laguncularia racemosa</i> por tipo de Trampa “semillera” abierta (MA) y cerrada (MC).....	52
6.3.3. Número promedio de hojas de plántulas de <i>Avicennia germinans</i> y <i>Laguncularia racemosa</i> por tipo de Trampa “semillera” abierta (MA) y cerrada (MC).....	54
VII.-DISCUSIÓN.....	57
VIII.-CONCLUSIONES.....	62
XI.- APLICACIÓN PARA EL TRABAJO	64
X.-BIBLIOGRAFÍA.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Poligonal del sitio Ramsar no. 1602 “Manglares y Humedales de Tuxpan”	17
FIGURA 2. Sitio de trabajo ubicado en la Reserva Ecológica de la CTPALM	18
FIGURA.3. Poligonal ZI y disposición de Trampas “semilleras”	19
FIGURA 4. Desarrollo del propágulo a plántula y sus medidas morfométricas	23
FIGURA 5. Supervivencia de plántulas de a) <i>Avicennia germinans</i> y b) <i>Laguncularia racemosa</i> en Trampas “semilleras” abiertas (MA)	29
FIGURA 6. Crecimiento promedio de plántulas de <i>Avicennia germinans</i> en Trampas “semilleras” abiertas (MA).....	31
FIGURA 7. Crecimiento promedio de plántulas de <i>Laguncularia racemosa</i> en Trampas “semilleras” abiertas (MA).....	32
FIGURA 8. Diámetro promedio de plántulas de <i>Avicennia germinans</i> en Trampas “semilleras” abiertas (MA).....	34
FIGURA 9. Diámetro promedio de plántulas de <i>Laguncularia racemosa</i> en Trampas “semilleras” abiertas (MA).....	35
FIGURA 10. Número de hojas promedio de plántulas de <i>Avicennia germinans</i> en Trampas “semilleras” abiertas (MA).....	36

FIGURA 11. Número de hojas promedio de plántulas de <i>Laguncularia racemosa</i> en Trampas “semilleras” abiertas (MA).....	38
FIGURA 12. Sobrevivencia de plántulas de a) <i>Avicennia germinans</i> y b) <i>Laguncularia racemosa</i> en Trampas “semilleras” cerradas (MC).....	40
FIGURA 13. Crecimiento promedio de plántulas de <i>Avicennia germinans</i> en Trampas “semilleras” cerradas (MC)	41
FIGURA 14. Crecimiento promedio de plántulas de <i>Laguncularia racemosa</i> en Trampas “semilleras” cerradas (MC).....	43
FIGURA 15. Diámetro promedio de plántulas de <i>Avicennia germinans</i> en Trampas “semilleras” cerradas (MC)	44
FIGURA 16. Diámetro promedio de plántulas de <i>Laguncularia racemosa</i> en Trampas “semilleras” cerradas (MC)	46
FIGURA 17. Número de hojas promedio de plántulas de <i>Avicennia germinans</i> en Trampas “semilleras” cerradas (MC).....	47
FIGURA 18. Número de hojas promedio de plántulas de <i>Laguncularia racemosa</i> en Trampas “semilleras” cerradas (MC).....	49
FIGURA 19. Altura promedio de plántulas de <i>Avicennia germinans</i> Y <i>Laguncularia racemosa</i> por tipos de trampa “semillera” abierta y cerrada.	51
FIGURA 20. Diámetro promedio de plántulas de <i>Avicennia germinans</i> por tipo de Trampa “semillera” abierta y cerrada.....	53
FIG. 21. Número promedio de hojas para plántulas de <i>Avicennia germinans</i> por tipo de Trampa “semillera” abierta y cerrada.....	55

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA.- 1. Selección de los estadísticos de prueba en función a las variables de respuesta y los tratamientos.....	25
TABLA 2. Disposición de propágulos de <i>Avicennia germinans</i> y <i>Laguncularia racemosa</i> por Trampas “semilleras” abiertas (MA).....	28
TABLA 3. Crecimiento promedio en centímetros de plántulas de <i>Avicennia germinans</i> en Trampas “semilleras” abiertas (MA).....	29
TABLA 4. Crecimiento promedio en centímetros de plántulas de <i>Laguncularia racemosa</i> en Trampas “semilleras” abiertas (MA).....	31
TABLA 5. Diámetro promedio en centímetros de plántulas de <i>Avicennia germinans</i> en Trampas “semilleras” abiertas (MA).....	33
TABLA 6. Diámetro promedio en centímetros de plántulas de <i>Laguncularia racemosa</i> en Trampas “semilleras” abiertas (MA).....	32
TABLA 7. Número de hojas promedio de plántulas de <i>Avicennia germinans</i> en Trampas “semilleras” abiertas (MA).....	36
TABLA 8. Número de hojas promedio de plántulas de <i>Laguncularia racemosa</i> en Trampas “semilleras” abiertas (MA).....	37
TABLA 9. Disposición de propágulos de <i>Avicennia germinans</i> y <i>Laguncularia racemosa</i> por Trampas “semilleras” cerradas (MC).....	36

TABLA 10. Crecimiento promedio en centímetros de plántulas de <i>Avicennia germinans</i> en Trampas “semilleras” cerradas (MC).....	38
TABLA 11. Crecimiento promedio en centímetros de plántulas de <i>Laguncularia racemosa</i> en Trampas “semilleras” cerradas (MC).....	39
TABLA 12. Diámetro promedio en centímetros de plántulas de <i>Avicennia germinans</i> en Trampas “semilleras” cerradas (MC).....	41
TABLA 13. Diámetro promedio en centímetros de plántulas de <i>Laguncularia racemosa</i> en Trampas “semilleras” cerradas (MC).....	45
TABLA 14. Número de hojas promedio de plántulas de <i>Avicennia germinans</i> en Trampas “semilleras” cerradas (MC).....	47
Tabla 15. Número de hojas promedio de plántulas de <i>Laguncularia racemosa</i> en Trampas “semilleras” cerradas (MC).....	48

RESUMEN

Los manglares presentan estrategias de sobrevivencia que le confieren una gran capacidad de recuperación después de alteraciones drásticas al ecosistema. Una vez que las causas de impactos y sus efectos hayan sido eliminados, la llegada de propágulos ocurrirá de forma natural, lo que permitirá el establecimiento de la vegetación como componente indicador de la recuperación del ecosistema. El presente trabajo se realizó de marzo de 2014 a febrero de 2015 en un área de restauración del sitio Ramsar “Manglares y Humedales de Tuxpan” con la finalidad de determinar la factibilidad de repoblar un área degradada con propágulos de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* sobre dos tipos de trampas “semilleras” de 10 x 10 m construidas con troncos y ramas de árboles muertos en los cuales se introdujo malla sombra agrícola; las trampas fueron de dos tipos: cuatro trampas abiertas, libres a la colonización de los propágulos y cuatro cerradas, en las cuales fueron introducidos los propágulos. Con la finalidad de valorar la sobrevivencia de los propágulos y su posterior crecimiento y desarrollo, se llevó a cabo la recopilación de información sobre mortandad, datos morfométricos (altura y diámetro) y desarrollo (número de hojas). El estadístico Chi-cuadrada mostró que no existieron diferencias significativas con relación a la sobrevivencia entre tipo de trampas para las plántulas de *Avicennia germinans*, pero si para *Laguncularia racemosa*. El análisis de un modelo lineal generalizado para las variables de altura, diámetro y número de hojas determinó la existencia de diferencias significativas tanto por tipo de trampa como por especie. Se concluye que las trampas “semilleras abiertas” al dejar libre a la colonización de los propágulos la sobrevivencia, altura y diámetro alcanzado por las plántulas es mayor debido a un proceso de selección natural.

Palabras clave: Regeneración natural, inducida, trampas “semilleras”, sobrevivencia, crecimiento, desarrollo

I. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas de manglar están constantemente expuestos a impactos naturales y antrópicos (Menéndez, 2000). El manglar es un ecosistema muy frágil puesto que depende de la combinación natural de factores terrestres y marinos, además de que ofrece por sus riquezas un ambiente muy codiciado para desarrollar actividades e industrias que pueden implicar su destrucción, como son las granjas camaroneras, las marinas, puertos y el desarrollo inmobiliario. Por otro lado, grandes superficies de manglar han sido afectadas drásticamente de forma indirecta por obras de infraestructura que han alterado los flujos hidrológicos, tales como presas, bordos, canales y dragados (CONAFOR, 2009). La regeneración de la vegetación de manglar es uno de los procesos básicos en la respuesta de estos ecosistemas ante impactos (Field, 1996; Menéndez *et al.*, 2000; Menéndez, 2001, 2002; Capote-Fuentes y Lewis, 2004).

Si estas causas no son restituidas de manera natural, se hace necesario un proceso de asistencia a la recuperación del ecosistema degradado, dañado o destruido, es decir, una Restauración (SER, 2004). Los gestores de la restauración enfatizan, frecuentemente, en la plantación de manglares como una herramienta primaria. Sin embargo un mejor acercamiento a la restauración plantea determinar las causas de la pérdida de los manglares, remover estas

causas y trabajar con la regeneración natural (Lewis y Strewer, 2000; Menéndez, 2000; Capote-Fuentes, 2003; Ferro y Capote-Fuentes, 2005).

Los manglares presentan estrategias de sobrevivencia que le confieren una gran capacidad de recuperación después de alteraciones drásticas al ecosistema. La llegada de propágulos ocurrirá de forma natural, lo que permitirá el establecimiento de la vegetación como componente indicador de la recuperación del ecosistema, pero que sólo ocurre cuando han desaparecido, en gran medida, las causas que provocaron la afectación (Reese, 2009).

En un proceso de restauración de manglar, es importante considerar las características ecofisiológicas de las especies a utilizar, entender los patrones hidrológicos locales, considerar las modificaciones ambientales originales, si es posible recurrir al reclutamiento natural de propágulos y solo utilizar la siembra o cultivo de propágulos de vivero después de determinar que el reclutamiento natural no es posible (Lewis y Streever, 2000); para estos casos es recomendable el uso de trampas “semilleras” como sistemas de captura e inducción de la colonización de propágulos “silvestres” (Benítez-Pardo, 2007).

A partir de la construcción de tres terraplenes, que soportan líneas de transmisión eléctrica, en un bosque de manglar colindante con el Complejo Termoeléctrico “Presidente Adolfo López Mateos”, mismos que modificaron el flujo hidrológico dentro del bosque, se ha producido una degradación que ha contribuido en la

mortandad masiva de 19.4 ha de mangle. Un proceso de restauración, efectuado en 2011 por el INECOL, A.C., consistió en la apertura de canales sobre los terraplenes, permitiendo la rehabilitación hidrológica del área; pero, en este sentido, se creó un flujo de agua al interior del área degradada del manglar que ha elevado el nivel de inundación superficial y que rara vez decrece, por lo que un proceso de regeneración natural no es factible, debido a la constante flotabilidad de los propágulos de las especies de mangle (Mendoza, 2015). El presente trabajo tiene la finalidad de determinar la factibilidad de repoblar el área degradada con propágulos de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* sobre trampas “semilleras” de dos tipos (trampas abiertas y cerradas).

II. ANTECEDENTES

Los manglares conforman extensas áreas de bosques costeros localizados en las zonas tropicales y subtropicales del planeta, estos ecosistemas se desarrollan principalmente donde existen deltas importantes que desembocan en el mar, produciéndose acumulaciones de fango como sustrato y variaciones permanentes de salinidad , por tanto, los principales factores abióticos son: la mezcla continua de aguas continentales y marinas, con variaciones en la salinidad, acumulación de fango en la ribera de ríos y en la faja costera, lluvias elevadas, temperaturas altas y poco variables (mayores de 25 °C), así como una considerable humedad ambiental (Menéndez *et al.*, 2006).

Se denomina mangle a las especies de árboles y arbustos que han evolucionado para adaptarse al ambiente de las zonas inter-mareales de las costas tropicales y subtropicales del planeta, para lo cual han desarrollado tolerancia a suelos anegados y con alta salinidad (Olguín *et al.*, 2007). Sánchez-Páez *et al.* (1998), definen a los manglares como los “ecosistemas de zonas litorales tropicales y subtropicales, que relacionan al hombre y a las especies de árboles de diferentes familias denominados mangle, con otras plantas, con animales que allí habitan permanentemente o durante algunas fases de su vida con las aguas, suelos y otros componentes del ambiente”.

Son plantas vivíparas. El fruto germina en la planta madre, y el embrión madura en el árbol aproximadamente un año, antes de caer al agua. Los propágulos poseen reservas de tejido con las cuales se pueden alimentar mientras flotan y encuentran un sustrato adecuado para su fijación (Calderón *et al.*, 2009).

Sánchez-Páez (2009) “menciona que las especies vegetales que conforman los manglares poseen características y especializaciones morfológicas y funcionales que le dan un carácter colonizador a la vez que le permiten desarrollarse en condiciones extremas como lo es un medio acuático y salino y suelos fangosos e inestables. Las características que les permiten sobrevivir a dichas condiciones son órganos especiales de respiración y sostén, metabolismo adaptado a altas concentraciones de sal, viviparidad y largo poder germinativo”.

En México se distribuyen en el interior de las lagunas costeras y sistemas deltaicos de las costas del Golfo de México y del océano Pacífico con algunas lagunas costeras que poseen bocas efímeras que abren durante la temporada de lluvias o por acción de los pescadores. Las especies de manglar más características son *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo), *Rhizophoraceae*; *Avicennia germinans* L. (mangle negro), madre sal, *Avicenniaceae*, anteriormente considerada como *Verbenaceae*; Nash y Nee, (1984), *Laguncularia racemosa* L. (mangle blanco), *Combretaceae*. (López-Portillo y Ezcurra, 2002).

Existen diversos factores que afectan la estructura y productividad de los bosques de manglar, entre los que se incluyen la hidrología, la dinámica de nutrientes, el tipo de sedimentos y la salinidad del suelo (Barreiro-Güemes y Balderas-Cortés, 1991).

Son ecosistemas muy frágiles, susceptibles al azolve de sedimentos, y a la interrupción del flujo y reflujo de las aguas, al estancamiento, y a los cambios drásticos en la salinidad. Aunado a esto, el crecimiento urbano mal planificado y el cambio de uso del suelo en las zonas donde se establece el manglar, pone en riesgo su sobrevivencia. Los principales problemas detectados en estos ecosistemas, son la fragmentación de la cobertura del manglar y el cambio de uso de suelo este es el factor principal y más amenazante que afecta a los manglares, que da lugar a una deforestación indiscriminada y que implica un daño irreversible a las especies y al ecosistema de manglar (CIMARES, 2009).

La fragmentación de la cobertura del manglar impacta la estructura y función del ecosistema de manglar mediante la alteración de sus elementos bióticos y abióticos, entre los cuales destacan: a) microclima dentro y alrededor del fragmento (flujos de radiación, viento, flujos de agua); b) aislamiento con respecto a otras áreas remanentes; c) interrupción de la conectividad y d) modificaciones en el paisaje circundante (Saunders *et al.*, 1991).

En un proceso de restauración de manglar es importante considerar las características ecofisiológicas de las especies a utilizar, entender los patrones hidrológicos locales, considerar las modificaciones ambientales originales y compararlas con las generadas a partir de los rellenos, diseñar la hidrología apropiada, si es posible recurrir al reclutamiento natural de propágulos y solo utilizar la siembra o cultivo de propágulos de vivero después de determinar que el reclutamiento natural no es posible (Lewis y Streever, 2000).

Los factores ambientales como la temperatura, insolación y evaporación contribuyeron considerablemente a elevar la mortalidad de las plantas en las áreas reforestadas durante la época seca en Laguna de Cabildo Chiapas, México. La insolación varía de acuerdo con los periodos de lluvia y estiaje, en los que la nubosidad cambia, es decir, durante el periodo de mayo a octubre la cantidad media de nubosidad es alta y la insolación es baja, mientras que en el periodo noviembre a abril, esta relación se invierte. Consideran que en este experimento como en otros, se ha comprobado que las plantas de *R. mangle* desarrolladas en viveros presentan una baja mortalidad y mayor altura que aquellas desarrolladas en el campo e incluso se ramifican más rápido. Esto se debe a condiciones adecuadas de humedad, sombreado y ausencia de competencia por sustrato y nutrientes, características de los viveros (Reyes y Tovilla, 2002).

Febles-Patrón *et al.* (2009) en una ciénaga de Yucatán encontraron que las plantas que permanecieron bajo condiciones de sombra presentaron una

sobrevivencia de 100%, mientras que los tratamientos expuestos directamente a la radiación solar directa presentaron una sobrevivencia inversa. El desarrollo de las raíces fue gradualmente menor al aumentar la salinidad, disminuyendo cuando los propágulos se encontraron expuestos a la insolación directa y a una mayor temperatura del agua. Los propágulos sometidos al tratamiento sombra-agua dulce (SD), presentaron una mayor ganancia de peso por el desarrollo de raíces y hojas (solo en este tratamiento se produjeron hojas). Concluyeron que la salinidad es el factor que controla la producción de raíces en los propágulos de *R. mangle* en la etapa de establecimiento. Mientras que la insolación y la temperatura provocan un incremento del estrés fisiológico en los propágulos, disminuyendo la producción de raíces y aumentando la mortalidad.

Febles-Patrón *et al.* (2009) en su proyecto de pruebas de reforestación obtuvieron que el mangle rojo presentó una mayor sobrevivencia bajo condiciones de mayor inundación y un mayor desarrollo con baja salinidad intersticial mientras que el mangle negro presentó una mayor sobrevivencia en áreas menos inundadas y un mayor desarrollo con más alta salinidad. La construcción de camas de sedimento para controlar el grado de inundación, demostró ser una técnica útil para favorecer la sobrevivencia de mangle negro, mientras que el desazolve de manantiales y la disminución de la salinidad del agua, aseguran un mejor desarrollo de las plántulas de ambas especies.

Benítez-Pardo (2007), recomienda la planificación y construcción de diferentes diseños de trampas semilleras con sistemas de captura e introducción de colonización con propágulos silvestres tomando en cuenta la problemática del oleaje y el transporte litoral para proporcionar una adecuada asistencia a su dispersión y establecimiento.

La distribución de los propágulos y plántulas, en términos de áreas inundadas por mareas, en algunas ocasiones no corresponden a la distribución de los adultos. La reforestación con plantas de vivero tiene las ventajas de dar una mayor probabilidad de sobrevivencia respecto a las plántulas sembradas directamente y, por lo tanto, se puede realizar una plantación de menor densidad pero con la desventaja de incrementar los costos por el mantenimiento del vivero. Cuando se utilizan plantas de vivero, es importante preadaptarlas a condiciones similares al sitio donde se piensa sembrar (en particular la salinidad) para garantizar una mayor sobrevivencia. Flores-Verdugo *et al.* (2006).

Tovilla *et al.* (2004) utilizaron dos técnicas para la restauración de manglar obteniendo que en el vivero y campo se registró una mortalidad de 3,4 % y 38,3 % en las plantas de *R. mangle*; En *L. racemosa*, la mortalidad se elevó a 50 % y 18 % respectivamente, 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 everete* registrando también el menor crecimiento con 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*.

La mortalidad de los hipocótilos, así como su establecimiento depende en gran medida de su tamaño (Rabinowitz, 1978a). En los bosques de Australia es común ver como especies de mangle con propágulos pequeños se instalan en zonas de marea baja y otras con propágulos grandes colonizan zonas intermareales de mareas altas (Smith, 1987). En este sentido, Tomlinson (1986) descarta la hipótesis de (Rabinowitz 1978b) como real, debido a que no ha sido demostrada en todas especies de manglares, en donde no parece haber una relación directa entre el tamaño del propágulo y la distribución de la especie. Lema *et al.* (2001) también contradicen los postulados de (Rabinowitz 1978c) al encontrar que en mangles ribereños los propágulos más grandes logran establecerse en las partes altas y no son arrastrados por la corriente fuera del ecosistema.

Durante la época de lluvias los parches de *B. marítima* favorecieron el anclaje de los propágulos, y actuaron como principales estructuras de retención reduciendo los ataques de predadores previas a la dispersión. En dichos parches se encontró el mayor número de propágulos de las tres especies. Los neumatóforos y ramas bajas de árboles también retuvieron algunos propágulos, pero en menor proporción y de manera estacional hasta cuando cambió el nivel del agua. Los propágulos sobrevivientes se establecieron al final de la temporada de lluvias,

cuando hubo inundación pero poca corriente, condiciones que facilitaron la retención (Lema-Vélez, *et al*, 2003).

En un manglar de zonas áridas de México se llevó a cabo un trabajo experimental de reforestación utilizando propágulos de *Avicennia germinans*. Las observaciones de campo se realizaron cada seis meses, en el primer mes de trabajo se observó que sobrevivieron el 96% de las plantas, y después de 24 meses de trabajo se observó que sobrevivieron el 96% de las plantas, y después de 24 meses sobrevivieron el 74% de los plantas (Toledo y Bashan, 2001).

Pinto da Cunha y Neves (2001) realizaron forestación con *Avicennia schaueriana* en un área de manglar degradada en Brasil, utilizando 25 plantas producidas en vivero de 10 meses de edad por tratamiento que después de 106 días sobrevivieron el 100%.

Rocha (2003) trabajó en la repoblación de *Laguncularia racemosa* en un manglar de la costa de Nayarit, con propósitos forestales, utilizando repoblamiento natural (apertura del dosel) y plantaciones artificiales con propágulos extraídos de su medio natural. Encontró para ambos casos una mayor supervivencia en aquellos lugares donde la marea tiene menos influencia. Bosire *et al.*, (2003) por su parte determinaron que la restauración (colonización) natural de manglares en sitios perturbados es posible, siempre y cuando se le apoye con reestructuración hidrodinámica.

Por otro lado Agraz-Hernández (1999) menciona que las plantas desarrolladas en vivero ofrecen una garantía de un mayor éxito en la reforestación; ejemplo de ello son los trabajos realizados en Bangladesh, Tailandia, Australia, Vietnam, Indonesia, Arabia Saudita, Cuba, Colombia y Panamá. Asimismo, cita tres formas importantes de reforestación en manglares llevadas a cabo con buenos resultados en un manglar de pacifico norte mexicano: reforestación directa con propágulos, trasplante de plántulas y trasplante con plantas de vivero. Las plantas de vivero incrementan los costos de reforestación de manglares. Sin embargo, son necesarias en situaciones especiales, donde no es posible la siembra directa de propágulos (Reyes y Tovilla, 2002).

Arango *et al.* (2001) determinaron que la salinidad y periodos de inundación son primordiales en los cambios de factores ambientales como: nivel del agua, porcentaje humedad, potencial redox y temperatura; que son parámetros esenciales en la supervivencia de propágulos.

A través de acuarios instalados en una zona estuarina de Costa Rica, se midió el efecto de las mareas en el establecimiento de propágulos de *L. racemosa*, *A. germinans* y *A. bicolor*, encontrando el establecimiento de los propágulos depende de la especie, siendo más alta la mortalidad para propágulos de *L. racemosa*. Sin embargo, los propágulos de *L. racemosa* se establecen primero (5 a 8 días) mientras que *A. germinans* aproximadamente a los 25 días (Delgado *et al.*, 2001) Encontraste, Rabinowitz (1978c), encontró que en Panamá los propágulos de *L.*

racemosa duran flotando hasta 25 días en agua dulce y hasta 35 días en agua salada y los de *A. germinans* duran hasta 82 días para su establecimiento.

Los resultados del presente estudio sugieren que las plantas generadas en viveros son una alternativa adecuada para la restauración de manglares, así como para la formación de nuevas áreas de manglar en regiones semiáridas. Los resultados demuestran que la siembra directa con propágulos de las dos especies de manglar estudiadas no es efectiva para la región de la bahía de Navachiste. (Benítez-Pardo, 2007). Diversos autores mencionan que las plantas de vivero son necesarias en situaciones especiales, donde no es posible la siembra directa de propágulos. (Agraz, 1999; Reyes y Tovilla, 2002). Tal es el caso de las tarquinas en la bahía de Navachiste, donde la energía del oleaje, los fuertes vientos y la elevada temperatura del suelo (en las tarquinas) solo permiten la reforestación con plantas de vivero. Sin embargo se recomienda continuar con la planificación y construcción de diferentes diseños de trampas semilleras como sistemas de captura e inducción de la colonización con propágulos silvestres tomando en cuenta la problemática del oleaje y el transporte litoral. En relación con las “trampas semilleras” solo quedaron algunas donde “nacieron” o prendieron solamente el 1.5% de las 700 “semillas” que se depositaron en ellas debido a que los problemas generados por herbivoría el fuerte oleaje que colapsaba la malla protectora e incluso sofocaba las plántulas. En cambio las que se utilizaron para la protección de plantas de vivero se observó que si funcionaron al presentar un crecimiento del 15% superior a las plantas no protegidas así como un mayor

follaje. Se cree que este en aumento en crecimiento se debió a que la malla-sombra ofreció una barrera física que disminuía la energía tanto del oleaje como la corriente de marea (Benítez-Pardo, 2007).

En el estudio de realizado en la bahía de Navachiste, se efectuaron ensayos preliminares utilizando la técnica de Riley (1999), las trampas indican que aproximadamente el 50% de los tubos utilizados fueron arrastrados por el fuerte oleaje que ocurre con frecuencia en la bahía de Navachiste, de este porcentaje al 30% les fue eliminado el sustrato y en cuanto a propágulos prendidos apenas se logró el 1% (4 plantas). También se demostró que la siembra directa de propágulos (técnica de Blasco) no fue posible, debido a que el 99% perecieron por desecamiento, herbivoría y por efecto causado por las corrientes de manera que ocurren en la bahía de Navachiste y no permiten su establecimiento. Los pocos propágulos que llegan a colonizar las isletas en su gran mayoría sin deshidratados por efecto de la alta irradiación y la elevada temperatura del sustrato de las mismas. (Benítez-Pardo, 2007). La eficiencia de esta técnica ha demostrado en otras regiones del mundo como Panamá donde incluso se observó un reclutamiento natural que rebasó las densidades naturales de los bosques y causó competencia entre sí (Duke *et al*, 2007).

HIPÓTESIS

La sobrevivencia y crecimiento de los propágulos de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* no presentará diferencias entre los tipos de trampas “semilleras”.

Los propágulos de *Avicennia germinans* mostrarán una mayor sobrevivencia y crecimiento que los propágulos de *Laguncularia racemosa*.

III. OBJETIVOS

3.1. GENERAL

Determinar la eficiencia de trampas “semilleras” como estrategia de repoblación asistida utilizando propágulos de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* en un área de restauración del Sitio Ramsar “Manglares y Humedales de Tuxpan”

3.2. ESPECÍFICOS

- Evaluar la sobrevivencia de las plántulas de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* sometidos a dos tipos de repoblación.
- Medir el crecimiento alcanzado por las plántulas *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* en dos tipos de repoblación.
- Contabilizar el número de hojas de los propágulos de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* en los diferentes tipos de repoblación asistida.

El sitio de trabajo, se encuentra entre la playa de Tuxpan y la Laguna de Tampamachoco, dentro de la Reserva Ecológica del Complejo Termoeléctrico “Presidente Adolfo López Mateos” (CTPALM). La Reserva, está integrada por tres poligonales divididas por tres terraplenes construidos para soportar líneas de transmisión eléctrica. A partir de 2011, los terraplenes fueron abiertos transversalmente mediante la construcción de canales que permiten un flujo hidrológico laminar dentro del bosque de manglar. Las poligonales formadas por los terraplenes son: de sur a norte, una poligonal (ZI) con 15.47 ha de manglar, posteriormente se tiene otra poligonal (ZII) con 5.48 ha y al norte con 90.07 ha, una tercera poligonal (ZIII), todas ellas mostrando mortandad de 19.4 ha de árboles de mangle (López-Portillo, 2010) (Fig. 2).

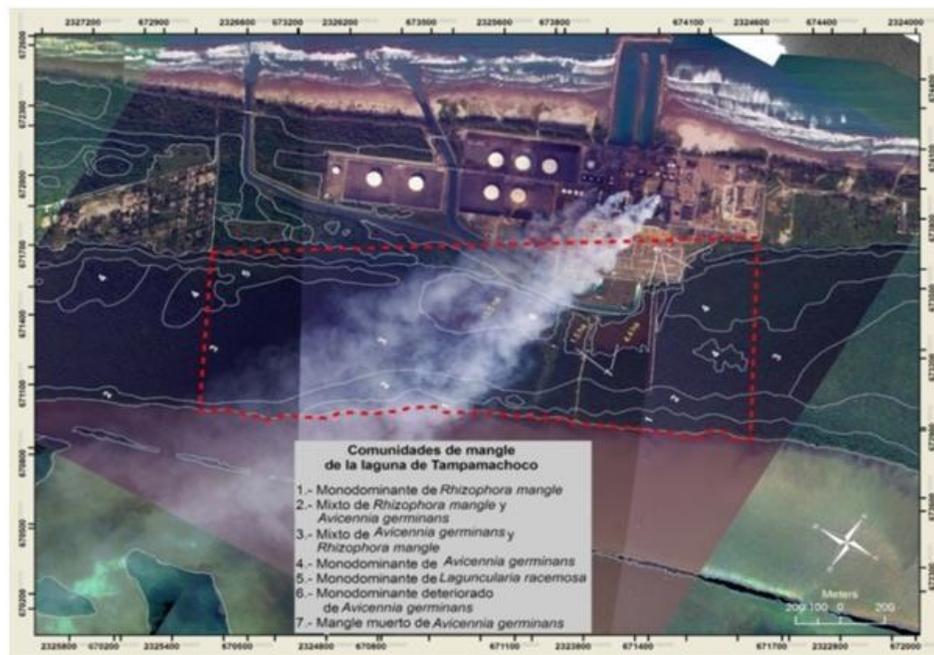


Figura 2. Sitio de trabajo ubicado en la Reserva Ecológica de la CTPALM

El área de intervención del presente trabajo, es la poligonal ZI ubicada al sur, aislada entre dos terraplenes; cuenta con una superficie degradada de 4.5 ha de individuos de mangle muerto (Fig. 3).



Figura.3. Poligonal ZI y disposición de Trampas "semilleras"

V. METODOLOGÍA

5.1. Construcción de trampas “semilleras”

El presente trabajo fue desarrollado de septiembre de 2013 a febrero de 2015. La primera fase consistió en la construcción de trampas “semilleras” siguiendo las recomendaciones de Benítez-Pardo (2007), éstas consistieron en la conformación de “corrales” cuadrados (10 x 10 m) utilizando los troncos y ramas de los árboles muertos en los cuales se introdujo malla-sombra agrícola (sin que quedara tensa para favorecer su movimiento dependiendo del nivel de inundación) con el propósito de generar espacios para que los propágulos de las especies de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* tuvieran arraigo en una superficie y que no permanecieran flotando en el área. Se construyeron un total de ocho trampas “semilleras”. (Figura 4 y 5)



Barrera de troncos y malla sombra

Fig. 4 Trampa “semillera” cerrada



Fig. 5 Trampa “semillera” abierta

5.2. Colecta de propágulos de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*.

En septiembre y octubre de 2013, se llevó a cabo la recolección (de la misma área) de 400 propágulos de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*. Los propágulos se revisaron cuidadosamente para observar la presencia de daños ocasionados por herbivoría. Los propágulos sanos se conservaron en cubetas con agua (colectada en el sitio) hasta su diseminación.

5.3. Tipos de “trampas semilleras”

Los tipos de trampas consistieron en: a) dejar cuatro Trampas con un espacio abierto (Trampas “semilleras” abiertas; MA) y; b) otras cuatro trampas se cercaron

en toda su periferia para evitar la entrada y salida libre de propágulos (Trampas “semilleras” cerradas; MC).

- a) Se dispusieron cuatro trampas “semilleras” abiertas (MA), para que fuera factible una colonización, o inclusive la salida, de propágulos de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*, ya sea, por efecto de la influencia del nivel de marea o por su arrastre mediante el flujo hidrológico dentro del área.
- b) En las restantes cuatro trampas “semilleras” cerradas (MC), fueron introducidos los propágulos, dividiéndolos por especie; colocando 50 propágulos de cada especie por trampa. Las dos especies establecidas fueron consideradas como tratamientos, quedando de la siguiente manera:
 - 400 propágulos en las trampas cerradas (50 para cada una de las cuatro replicas).
 - * 200 propágulos de *Avicennia germinans* (100 para cada una de las dos replicas).
 - * 200 propágulos de *Laguncularia racemosa* (100 para cada una de las dos replicas).

Durante 10 días se observaron los propágulos con relación a la presencia de radícula o su pérdida (por muerte, depredación o

desplazamiento fuera de las trampas). Se consideraron establecidos los propágulos de *A. germinans* y *L. racemosa*, cuyos cotiledones y primordios foliares estuvieron erguidos (Fig. 6). Siguiendo el criterio de Lema-Vélez *et al.* (2003), se contabilizaron como plántulas las que presentaban expansión cotiledonar.

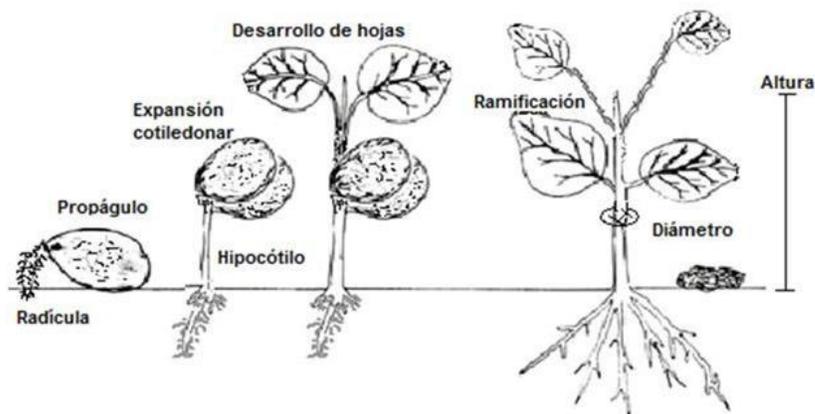


Figura 6. Desarrollo del propágulo a plántula y sus medidas morfométricas

A partir de la emergencia del primer par de hojas, cada plántula fue etiquetada colocando una lámina de aluminio con un número que la identificaba. Se siguió la metodología de Tovilla-Hernández y Orihuela-Belmonte (2002) midiendo mensualmente la altura con una cintra métrica, el diámetro con un Vernier, se contabilizaron el número de hojas (Figura 4), así como la sobrevivencia de las plántulas.

5.4. Análisis de los datos

Con la finalidad de valorar la sobrevivencia de plántulas, su crecimiento y número de hojas, se realizaron los siguientes análisis:

a) Análisis de sobrevivencia

Se contabilizaron los propágulos que colonizaron inicialmente las trampas, se fueron restando los que, en observaciones posteriores, no fueron encontrados; se comenzó el conteo como plántulas a aquellas que presentaron expansión cotiledonar. Mensualmente se realizó el conteo de plántulas por especie. Se llevó a cabo una estadística descriptiva con la realizaron gráficas (con el programa Excel) de plántulas vivas y muertas.

b) Análisis de datos morfométricos

Una vez expandido el cotiledón, se midió de manera mensual el crecimiento con base en la altura (la medida fue del cuello del tallo hasta el ápice de crecimiento principal, sin considerar la altura que se observará en la plántula debido a la ramificación del tallo) y el grosor de la plántula, dos centímetros arriba del suelo con un Vernier (Fig. 4). Con la información obtenida se realizó una estadística descriptiva (gráficas con el programa Excel) por especie del crecimiento de las plántulas.

c) Análisis de número de hojas

A partir de desarrollo de las primeras hojas, estas fueron contabilizadas mensualmente por cada una de las especies, tanto en el tallo principal, como en sus ramificaciones (Fig. 4). Con las observaciones anotadas y la elaboración de gráficas (con el programa Excel), se procedió a su análisis mediante el uso de estadística descriptiva.

Para el cumplimiento de los objetivos planteados en las Trampas “semilleras” cerradas, se seleccionaron las pruebas estadísticas que se ajustaran al tipo de datos obtenidos, considerando las variables respuesta y los tratamientos del presente trabajo. Para la obtención de los estadísticos de prueba se utilizó el programa R 3.2.2 (Tabla 1).

Tabla.- 1. Selección de los estadísticos de prueba en función a las variables de respuesta y los tratamientos.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	ESTADISTICO DE PRUEBA
a) Análisis de sobrevivencia ¿Existen diferencias significativas entre la sobrevivencia de las plantas en cada uno de los tratamientos? Variable respuesta: Individuos vivos Tratamientos: <ul style="list-style-type: none"> • Trampas “semilleras” abiertas (MA) y cerradas (MC) 	1.- Chi-cuadrada con Corrección de Yates
b) Análisis de datos morfométricos c) ¿Existen diferencias significativas entre los valores promedio de altura y diámetro de las dos especies y los	2.- Modelo Lineal Generalizado

<p>tratamientos? Variable respuesta :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Altura • Diámetro <p>Tratamientos :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trampas “semilleras” abiertas (MA) y cerradas (MC) • Especies: <i>Avicennia germinans</i> y <i>Laguncularia racemosa</i> 	
<p>d) Análisis de desarrollo ¿Existen diferencias significativas entre los valores promedio del número de hojas de las dos especies y los tratamientos? Variable respuesta :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Numero de hojas <p>Tratamientos :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trampas “semilleras” abiertas (MA) y cerradas (MC) • Especies: <i>Avicennia germinans</i> y <i>Laguncularia racemosa</i> 	3.- Modelo Lineal Generalizado

VI. RESULTADOS

El reporte de resultados se establece bajo dos criterios, primero se analizan los resultados de sobrevivencia, crecimiento y desarrollo que se obtuvieron en las Trampas “semilleras” abiertas (MA) y posteriormente en las Trampas “semilleras” cerradas (MC), desde la estadística descriptiva. Posteriormente se analizan los datos bajo criterios de estadística inferencial, estableciendo la existencia de diferencias significativas, tomando como tratamientos: a) las especies (*Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*) dentro del mismo tipo de trampa (abierta o cerrada) y b) los tipos de malla (MA abierta y MC cerrada) con relación a las especies.

6.1. Análisis de datos obtenidos en plántulas de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* en Trampas “semilleras” abiertas (MA).

6.1.1. Sobrevivencia de propágulos a plántulas de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*.

En las trampas “semilleras” abiertas, para el mes de febrero de 2014 se contabilizaron un total de 1,015 propágulos de *Avicennia germinans* y 253 de *Laguncularia racemosa*; al término del estudio se tenían 598 y 25 plántulas, respectivamente. La distribución por cada una de las trampas MA, se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 2. Disposición de propágulos de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* por Trampas “semilleras” abiertas (MA)

Trampa “semillera” abierta (MA)	Especie	Número de Propágulos (INICIAL)	Número de Plántulas (FINAL)
MA 1	<i>A. germinans</i>	205	144
	<i>L. racemosa</i>	42	11
MA 2	<i>A. germinans</i>	466	310
	<i>L. racemosa</i>	89	8
MA 3	<i>A. germinans</i>	165	73
	<i>L. racemosa</i>	38	1
MA 4	<i>A. germinans</i>	179	71
	<i>L. racemosa</i>	84	5

Para febrero de 2015, en las trampas MA, se presentó una sobrevivencia total de 598 plántulas (58.91%) de *A. germinans*, mientras que solo sobrevivieron 25 (9.88%) de las plántulas de *L. racemosa*. En la figura 5, se puede observar que la mortandad se aprecia, para ambas especies, en el primer mes de muestreo (marzo de 2014) y posteriormente la sobrevivencia permanece con ligeros decrementos; solo en la trampa MA 3 de *L. racemosa*, la sobrevivencia es de una sola plántula.

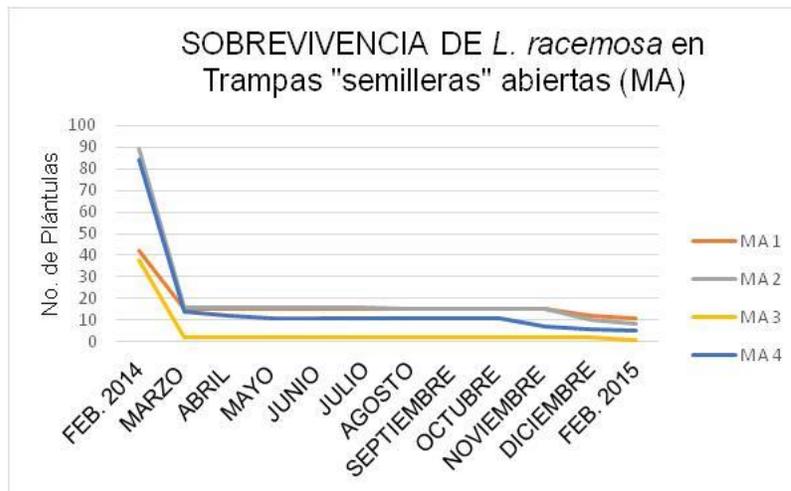
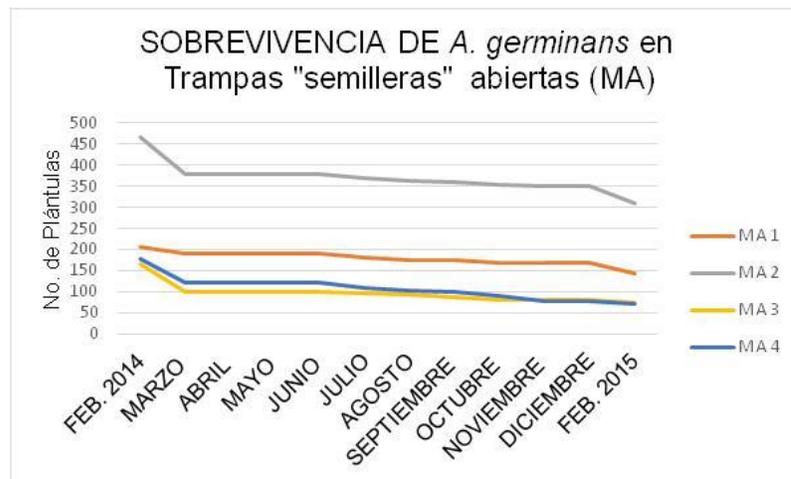


Figura 5. Supervivencia de plántulas de a) *Avicennia germinans* y b) *Laguncularia racemosa* en Trampas "semilleras" abiertas (MA)

6.1.2. Talla promedio de propágulos a plántulas de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*.

En la Tabla 3, se muestra el crecimiento promedio por Trampa "semillera" obtenido por las plántulas de *A. germinans* de marzo de 2014 a febrero de 2015. El

aumento en talla en promedio es 13.19 cm en un año, que equivale a 1.09 cm al mes.

Tabla 3. Crecimiento promedio de plántulas de *Avicennia germinans* en Trampas "semilleras" abiertas (MA)

En cm	MAR. 2014	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	FEB. 2015	AUMENTO EN ALTURA
MA 1	9.78	13.22	15.42	16.72	17.63	18.63	19.02	20.28	20.68	21.3	23.10	13.32
MA 2	10.19	13.67	15.77	17.07	18.06	19.17	19.62	20.8	21.18	21.78	23.58	13.39
MA 3	6.73	10.27	12.37	13.06	14.56	15.05	16.07	17.25	17.65	18.25	20.05	13.32
MA 4	10.19	13.5	15.51	16.81	17.55	18.50	19.08	20.05	20.52	21.12	22.92	12.73
Promedio											22.41	13.19

Como se aprecia en la figura 6, el aumento en altura de las plántulas de *A. germinans* es constante y ascendente durante todos los meses de muestreo. Las plántulas de la trampa MA 3, tienen la menor altura, sin embargo, tiene un buen incremento en altura.

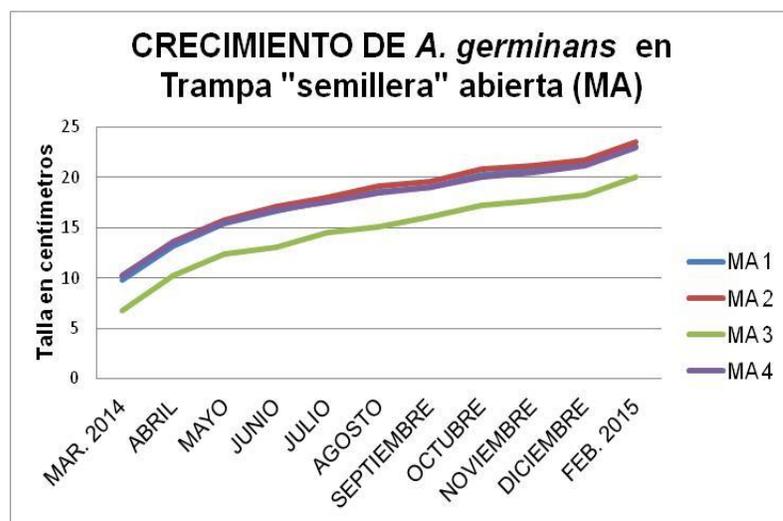


Figura 6. Crecimiento promedio de plántulas de *Avicennia germinans* en Trampas “semilleras” abiertas (MA)

En la tabla 4, se puede apreciar el incremento en altura de las plántulas de *Laguncularia racemosa*, de marzo de 2014 a febrero de 2015. El incremento promedio de los meses es de 13.15 cm al año, es decir, 1.09 cm al mes.

Tabla 4. Crecimiento promedio de plántulas de *Laguncularia racemosa* en Trampas “semilleras” abiertas (MA)

En cm	MAR. 2014	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	FEB. 2015	AUMENTO EN TALLA
MA 1	3.89	6.99	9.09	10.39	11.39	12.39	12.93	14.19	14.59	15.23	17.03	13.14
MA 2	5.38	8.88	10.98	12.28	13.28	14.46	15.06	16.26	16.66	17.26	19.08	13.70
MA 3	2.30	4.60	6.70	8.00	9.00	10.00	10.60	11.80	12.20	12.80	14.60	12.30
MA 4	4.62	6.39	8.21	9.32	10.37	11.28	11.92	12.80	14.81	16.28	18.08	13.46
Promedio											17.19	13.15

Los incrementos de altura de las plántulas de *Laguncularia racemosa*, se observan constantes a lo largo del muestreo, aun cuando la trampa MA 3, tiene una menor talla promedio en las plántulas (Fig. 7)

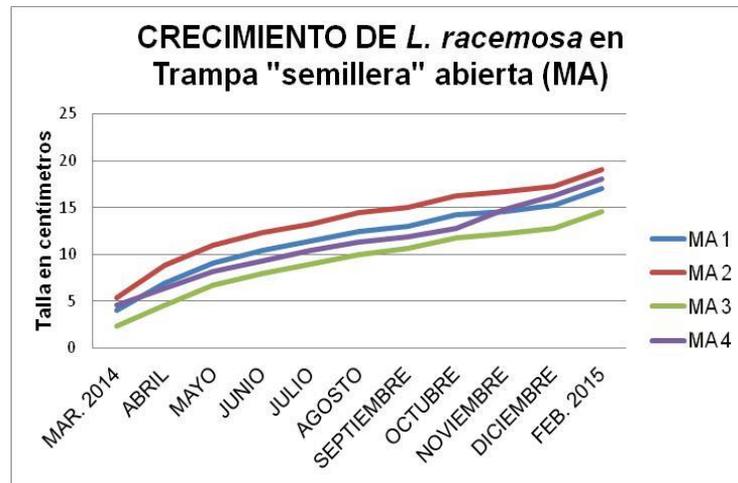


Figura 7. Crecimiento promedio de plántulas de *Laguncularia racemosa* en Trampas “semilleras” abiertas (MA)

6.1.3. Diámetro promedio de propágulos a plántulas de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*.

Con relación al diámetro de las plántulas de *A. germinans*, sus valores se mantienen constantes, es decir, no se presenta un incremento en los primeros meses de muestreo, es a partir del mes de septiembre de 2014 que se tiene un aumento, para después decrecer, esto se debe a la mortandad que se presenta en las plántulas y aquellas que sobreviven, tienen un menor promedio en sus

diámetros. Aun así, el aumento promedio es de 0.28 cm en el período de muestreo (Tabla 5).

Tabla 5. Diámetro promedio de plántulas de *Avicennia germinans* en Trampas “semilleras” abiertas (MA)

En cm	MAR. 2014	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	FEB. 2015	AUMENTO EN DIAM.
MA 1	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.49	0.47	0.47	0.47	0.67	0.28
MA 2	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.45	0.54	0.53	0.53	0.53	0.73	0.29
MA 3	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.50	0.50	0.50	0.50	0.70	0.28
MA 4	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.45	0.53	0.52	0.51	0.51	0.71	0.27
Promedio											0.70	0.28

En la figura 8, se puede observar la existencia de dos picos de aumento en diámetro de las plántulas de *A. germinans*, uno en el mes de septiembre 2014 y otro en febrero de 2015. El mismo patrón de comportamiento lo comparten las cuatro trampas “semilleras” abiertas; aun cuando inclusive, las diferencias en el número de plántulas van desde 71 en la trampa MA 4 hasta 310 en la trampa MA (Tabla 2).

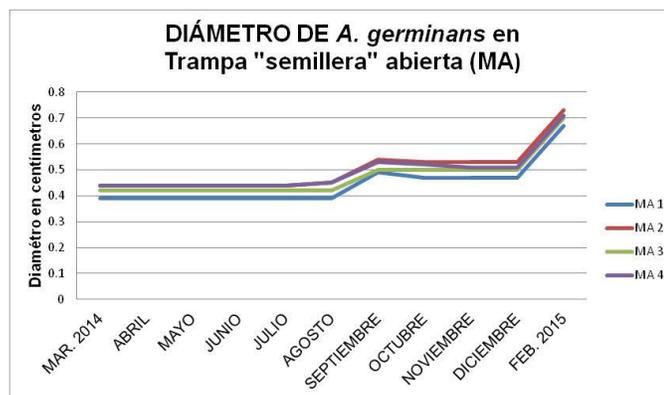


Figura 8. Diámetro promedio de plántulas de *Avicennia germinans* en Trampas “semilleras” abiertas (MA)

En el caso de las plántulas de *L. racemosa*, se presentan valores más bajos que en *A. germinans*, y el comportamiento de los valores del diámetro es constante hasta el mes de septiembre de 2014, con incrementos al mes de octubre de dos trampas, MA 1 y MA 4; en estas mismas trampas, se observa un aumento para el mes de diciembre, presentándose al mes de febrero de 2015 un incremento en todas las trampas. El promedio de incremento fue de 0.40 cm para de marzo de 2014 a febrero de 2015 (Tabla 6).

Tabla 6. Diámetro promedio de plántulas de *Laguncularia racemosa* en Trampas “semilleras” abiertas (MA)

En cm	MAR. 2014	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	FEB. 2015	AUMENTO EN DIAM.
MA 1	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.37	0.42	0.42	0.43	0.63	0.36
MA 2	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.50	0.50	0.50	0.50	0.70	0.37
MA 3	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.40	0.40	0.40	0.40	0.60	0.40
MA 4	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28	0.28	0.40	0.43	0.51	0.56	0.76	0.49
Promedio											0.67	0.40

El incremento de diámetro promedio de las plántulas de *L. racemosa* de la trampa MA 4 es notorio y constante a partir de septiembre de 2014, ya que inicia la temporada de lluvias, mientras que las plántulas del resto de las trampas (MA 1, MA 2 y MA 3), tienen un aumento en septiembre, permanecen constantes hasta diciembre y se incrementan nuevamente en febrero de 2015, que es cuando las islas ya no se encuentran inundadas por la marea (Fig. 9).

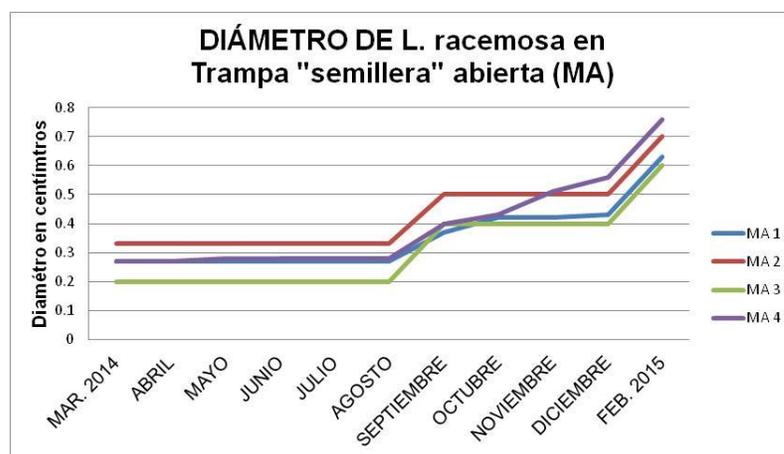


Figura 9. Diámetro promedio de plántulas de *Laguncularia racemosa* en Trampas “semilleras” abiertas (MA)

6.1.4. Desarrollo de propágulos a plántulas de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*.

El desarrollo de las plántulas, medido con base en el promedio del número de hojas resulto con variaciones en su contabilización a lo largo del período de monitoreo; en todas las trampas MA, el número promedio de hojas con el número final de hojas de cada una de las plántulas de *A. germinans* es muy semejante al

número con el que inician sin embargo, se muestran altibajos notables en junio, agosto, octubre y diciembre (Tabla 7).

Tabla 7. Número de hojas promedio de plántulas de *Avicennia germinans* en Trampas "semilleras" abiertas (MA)

	MAR. 2014	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	FEB. 2015
MA 1	11	10	12	9	11	8	12	9	13	9	12
MA 2	5	3	5	3	5	2	6	3	7	3	6
MA 3	4	3	5	2	4	2	5	2	6	2	5
MA 4	5	4	6	3	5	2	6	3	7	3	6
	Promedio										7

En la figura 10, se observa el comportamiento del número promedio de hojas en las plántulas de *A. germinans* por cada una de las Trampas MA, destaca la MA 1, mientras que las restantes tiene un comportamiento muy parecido. Es notorio el aumento y decremento del número de hojas en cada mes.

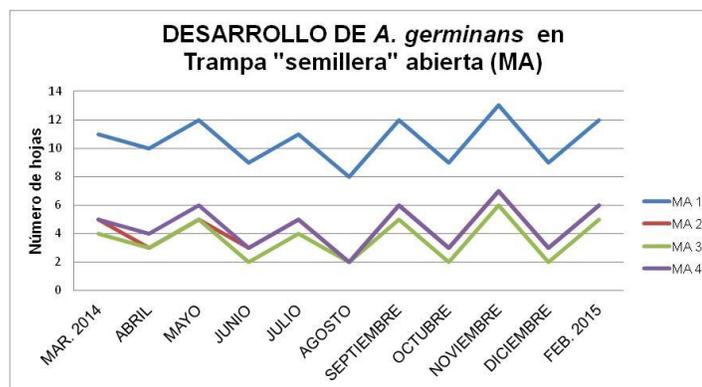


Figura 10. Número de hojas promedio de plántulas de *Avicennia germinans* en Trampas "semilleras" abiertas (MA)

El número promedio de hojas de las plántulas de *L. racemosa* se comporta de manera similar que lo establecido para *A. germinans*; los valores promedio de marzo de 2014 no difieren de los reportados para febrero de 2015. De igual manera destaca la Trampa MA 1 (Tabla 8).

Tabla 8. Número de hojas promedio de plántulas de *Laguncularia racemosa* en Trampas “semilleras” abiertas (MA)

	MAR. 2014	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	FEB. 2015
MA 1	12	8	10	8	10	7	11	8	12	8	11
MA 2	6	5	6	4	6	2	7	4	8	4	7
MA 3	4	3	7	2	4	2	5	2	6	2	5
MA 4	6	3	4	2	3	2	4	1	5	2	5
Promedio											7

Los incrementos y decrementos del número promedio de hojas son bimensuales y coincidentes en todas las Trampas MA ya que esta especie mantiene la mayoría de hojas constantemente. En esta especie, también destaca la Trampa MA 1 con el mayor número promedio de hojas (Fig. 11).

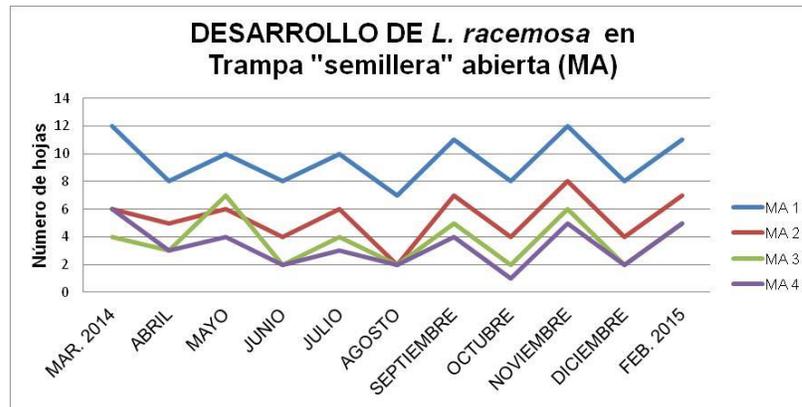


Figura 11. Número de hojas promedio de plántulas de *Laguncularia racemosa* en Trampas “semilleras” abiertas (MA)

6.2. Análisis de datos obtenidos en propágulos de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* en Trampas “semilleras” cerradas (MC).

6.2.1. Sobrevivencia de propágulos de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*.

Las trampas “semilleras” cerradas (MC) contaron con 50 propágulos para cada una de ellas, es decir, se tienen 200 propágulos para *Avicennia germinans* y 200 para *Laguncularia racemosa*; se presentó una sobrevivencia muy baja, dado que, del total de 200 plántulas, la especie *A. germinans* presentó solo 43 (21.5%) y del total de las plántulas solo se sobrevivieron 16 plántulas de *L. racemosa* (8%) (Tabla 9).

Tabla 9. Supervivencia de propágulos de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* por Trampas “semilleras” cerradas (MC)

Trampa “semillera” cerrada (MC)	Especie	Número de Propágulos (INICIAL)	Número de Plántulas (FINAL)
MC 1	<i>A. germinans</i>	50	13
	<i>L. racemosa</i>	50	3
MC 2	<i>A. germinans</i>	50	9
	<i>L. racemosa</i>	50	10
MC 3	<i>A. germinans</i>	50	10
	<i>L. racemosa</i>	50	3
MC 4	<i>A. germinans</i>	50	11
	<i>L. racemosa</i>	50	0

En el mes de marzo de 2014, existe una mortalidad del 71% en las plántulas de *A. germinans* y 78.5% de *L. racemosa*. En el mes febrero de 2015, en las trampas “semilleras” de *L. racemosa* se tiene una trampa, con la totalidad de sus plántulas muertas (MC 4) y otras dos con solo tres sobrevivientes cada una (MC 1 y MC 3) (Fig. 12).

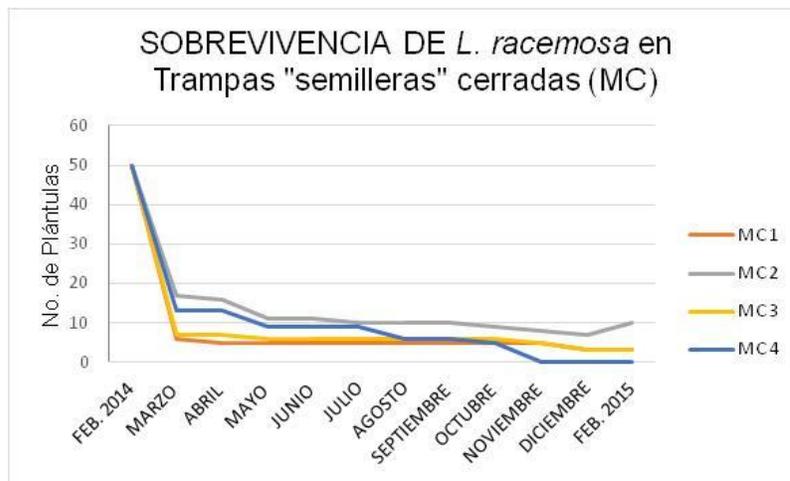
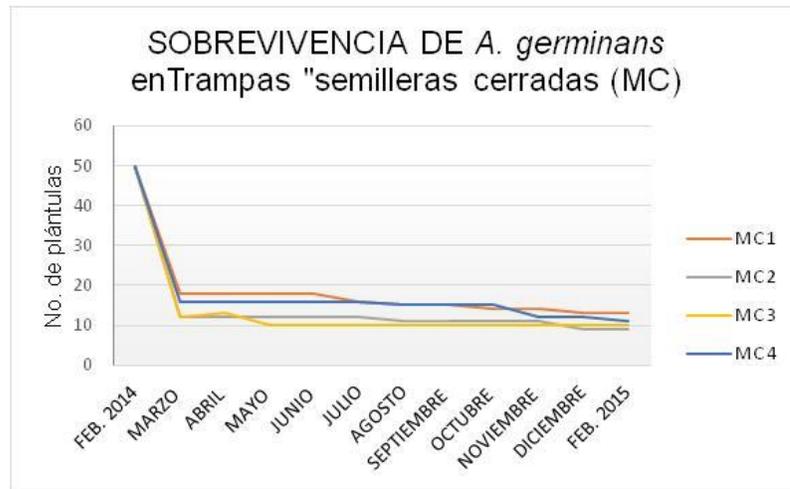


Figura 12. Sobrevivencia de plántulas de a) *Avicennia germinans* y b) *Laguncularia racemosa* en Trampas "semilleras" cerradas (MC)

6.2.2. Altura promedio de propágulos a plántulas de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*.

El incremento de la altura es constante en las plántulas de *A. germinans* en todas las Trampas MC, la trampa MC 3 presento el menor crecimiento, dado que solo aumenta en promedio 7.51 cm en comparación con su altura inicial. Las plántulas

más desarrolladas se presentan en la Trampa MC 4 con un promedio de 19.43 cm (Tabla 10).

Tabla 10. Crecimiento promedio de plántulas de *Avicennia germinans* en Trampas "semilleras" cerradas (MC)

En cm	MAR. 2014	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	FEB. 2015	AUMENTO EN TALLA
MC 1	5.21	8.13	9.87	11.21	11.86	13.02	13.72	14.75	15.2	15.77	17.57	12.36
MC 2	6.08	7.75	9.28	10.35	11.45	12.38	13.08	13.97	14.43	14.75	16.55	10.47
MC 3	7.80	9.01	9.14	9.41	10.45	11.17	11.79	12.31	12.89	13.51	15.31	7.51
MC 4	7.16	9.83	11.71	12.98	13.89	14.86	15.49	16.52	17.01	17.63	19.43	12.27
Promedio											17.21	10.65

En la figura 13, se observa un incremento del promedio de la altura en todas las Trampas.

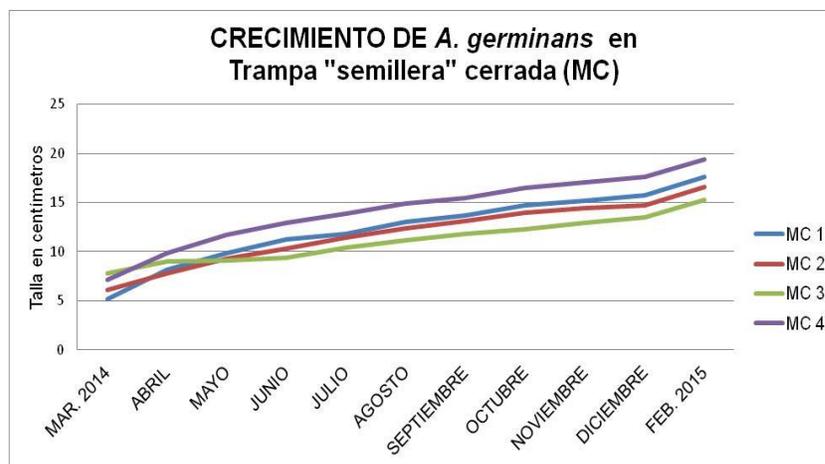


Figura 13. Crecimiento promedio de plántulas de *Avicennia germinans* en Trampas "semilleras" cerradas MC

Los incrementos en altura promedio de las plántulas de *L. racemosa* son constantes en el transcurso del tiempo de observación. La Trampa MC 4 pierde la totalidad de sus plántulas ocho meses después de haber iniciado el experimento por lo que al final de la toma de datos presenta un incremento muy bajo (Tabla 11).

Tabla 11. Crecimiento promedio de plántulas de *Laguncularia racemosa* en Trampas “semilleras” cerradas (MC)

En cm	MAR. 2014	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	FEB. 2015	AUMENTO EN TALLA
MC1	5.36	5.20	6.54	7.68	8.56	9.36	10.06	10.76	10.16	12.36	14.16	8.80
MC 2	5.31	5.76	7.59	8.45	9.13	9.83	10.63	11.30	12.02	12.11	13.91	8.60
MC 3	7.04	8.11	8.96	9.66	10.90	11.70	12.40	12.80	12.94	12.76	14.56	7.52
MC 4	7.54	8.83	9.51	10.57	11.36	10.90	11.50	12.32				4.78
										Promedio	14.21	7.42

Es importante destacar que el crecimiento observado en las plántulas de *L. racemosa* en las Trampas MC presenta altibajos en los datos, como sucede en la trampa MC 4 en el mes de agosto y la Trampa MC 1 en noviembre; debe entenderse que estas variaciones se deben a la mortandad de plántulas que se presenta y las que sobreviven tienen en promedio una altura más baja que el total de plántulas del mes anterior, sin embargo, ésta últimas contabilizadas logran recuperar un aumento en talla para el siguiente mes (Fig. 14).

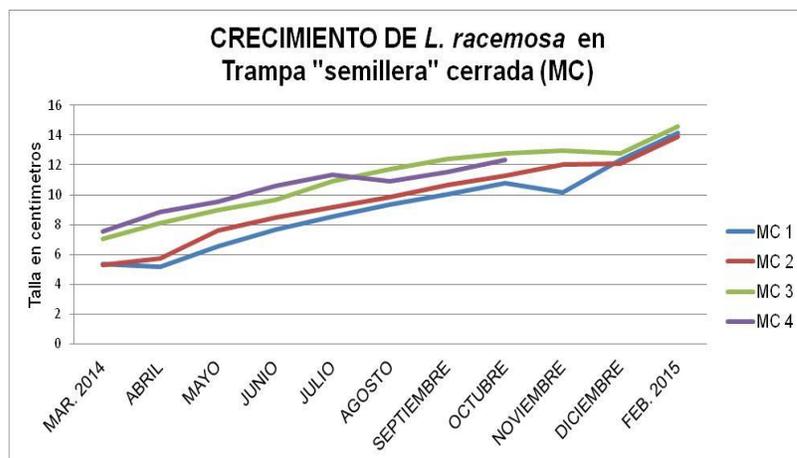


Figura 14. Crecimiento promedio de plántulas de *Laguncularia racemosa* en Trampas “semilleras” cerradas (MC)

6.2.3. Diámetro promedio de plántulas de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*.

En la Tabla 12 se destacan los incrementos del diámetro de las plántulas de *A. germinans* los cuales tienen en promedio 0.25 mm. Se aprecia la similitud de valores en los primeros seis meses de muestreo, es a partir del mes de septiembre que se da un aumento.

Tabla 12. Diámetro promedio de plántulas de *Avicennia germinans* en Trampas “semilleras” cerradas (MC)

En cm	MAR. 2014	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	FEB. 2015	AUMENTO EN DIAM.
MC 1	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.42	0.42	0.42	0.42	0.62	0.27
MC 2	0.36	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.40	0.40	0.29	0.42	0.62	0.26
MC 3	0.35	0.35	0.33	0.33	0.33	0.33	0.34	0.34	0.34	0.34	0.54	0.19
MC 4	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.45	0.46	0.46	0.66	0.28
Promedio											0.61	0.25

La Trampa MC 3 presenta en sus plántulas de *A. germinans*, valores muy similares a lo largo de los meses, hasta el mes de diciembre en donde tiene un incremento, a comparación de las otras Trampas MC, que tienen dos etapas de aumento del diámetro, una en el mes de septiembre de 2014 y la otra en febrero de 2015. Es notorio el decremento del diámetro promedio de las plántulas de la Trampa MC 2 en el mes de noviembre; aspecto que se relaciona con el número de plantas sobrevivientes de un mes al otro (Fig. 15).

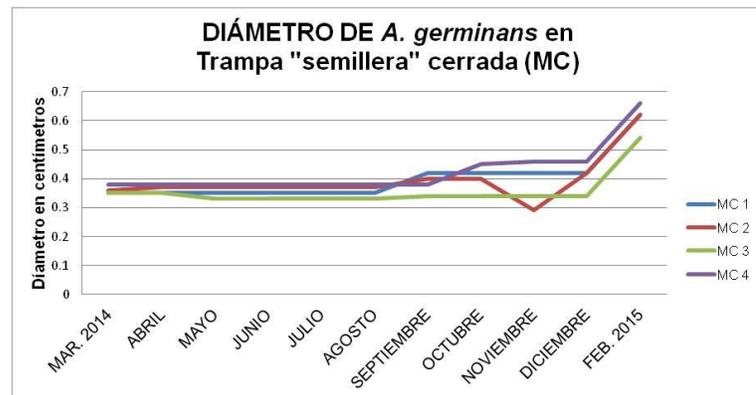


Figura 15. Diámetro promedio de plántulas de *Avicennia germinans* en Trampas “semilleras” cerradas (C)

Las plántulas de *L. racemosa* tienen un comportamiento diferente a las de *A. germinans*; a lo largo de ocho meses no hay incremento en el diámetro promedio, solo la Trampa MC 2 aumenta en noviembre y solo al final del año de muestreo aumentan su diámetro promedio. Caso excepcional es la Trampa MC 4 que pierde todas sus plántulas en el mes de noviembre, sin presentar aumentos en los meses anteriores (Tabla 13).

Tabla 13. Diámetro promedio en centímetros de plántulas de *Laguncularia racemosa* en Trampas “semilleras” cerradas (MC)

En cm	MAR. 2014	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	FEB. 2015	AUMENTO EN DIAM.
MC 1	0.35	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.36	0.56	0.21
MC 2	0.31	0.31	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.40	0.28	0.48	0.17
MC 3	0.31	0.31	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.28	0.26	0.46	0.15
MC 4	0.31	0.31	0.31	0.31	0.30	0.30	0.30	0.30				-0.01
Promedio											0.50	0.13

En la figura 16, se observa que todas las Trampas MC tienen un comportamiento similar (ligeros decrementos) de marzo a octubre; la Trampa MC 2 aumenta el diámetro promedio de las plántulas de *L. racemosa*, para disminuir, junto con la Trampa MC 3 en diciembre. Las trampas MC 1, 2 y 3 aumentan sus valores en diciembre, quedándose la Trampa MC 4 sin plántulas desde el mes de noviembre.

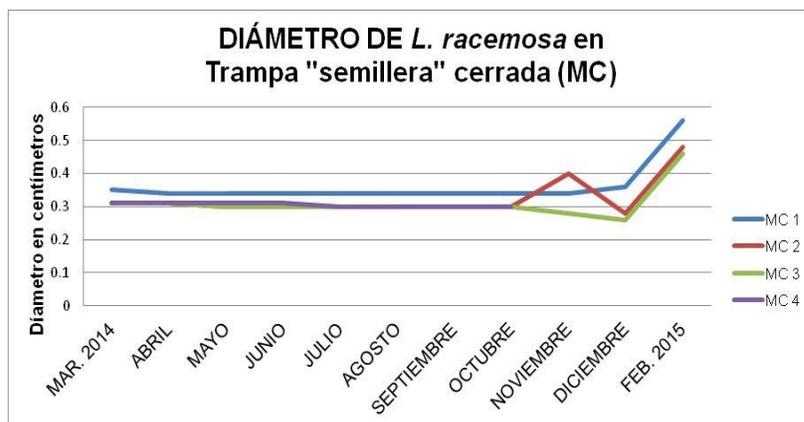


Figura 16. Diámetro promedio de plántulas de *Laguncularia racemosa* en Trampas "semilleras" cerradas (MC)

6.2.4. Desarrollo de propágulos a plántulas de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*.

Los valores promedio del número de hojas de las plántulas de *A. germinans*, tienen entre el mes de marzo de 2014 y febrero de 2015 muy poca diferencia, la Trampa MC 1, permanece con el mismo número, y las Trampas restantes tienen un aumento de 1, 2 y 3 hojas, respectivamente. Lo que sí es observable son los incrementos y decrementos en los meses (Tabla 14).

Tabla 14. Número de hojas promedio de plántulas de *Avicennia germinans* en Trampas “semilleras” cerradas (MC)

	MAR. 2014	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	FEB. 2015
MC 1	5	3	5	2	4	2	5	2	6	2	5
MC 2	5	2	3	2	7	2	5	2	5	3	6
MC 3	6	5	5	3	7	2	3	5	6	5	8
MC 4	5	3	4	2	5	1	3	2	3	6	8
Promedio											7

La figura 17 presenta aumentos y disminuciones en el número promedio de hojas cada dos meses; solo la Trampa MC 3, en el mes de octubre y MC 1 en el mes de diciembre, no tienen este comportamiento bimensual en sus plántulas.

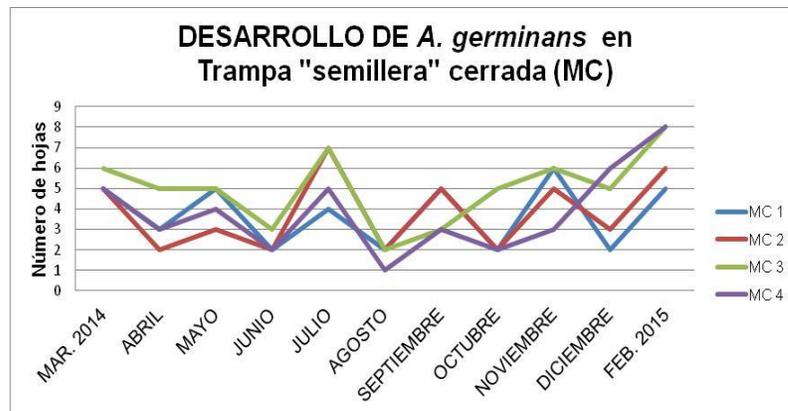


Figura 17. Número de hojas promedio de plántulas de *Avicennia germinans* en Trampas “semilleras” cerradas (MC)

Las plántulas de *L. racemosa* tienen, en dos de sus Trampas MC (1 y 4), disminución en el número de hojas promedio en el tiempo de muestreo; las dos

Trampas MC (2 y 3) restantes, solo logran incrementar en promedio una hoja cada plántula Tabla 15.

Tabla 15. Número de hojas promedio de plántulas de *Laguncularia racemosa* en Trampas “semilleras” cerradas (MC)

	MAR. 2014	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	FEB. 2015
MC 1	6	3	2	3	5	2	6	3	7	2	5
MC 2	5	3	3	2	2	4	4	2	3	3	6
MC 3	7	6	6	4	5	1	5	5	3	5	8
MC 4	7	4	6	3	5	1	3	4			4
										Promedio	6

El comportamiento observado, del número de hojas promedio de las plántulas de *L. racemosa*, no es similar a los de las plántulas de *A. germinans*. En esta especie no se sigue un patrón bimensual de incrementos y decrementos de las hojas de sus plántulas. Es notoria la disminución de las hojas, desde la medida inicial hasta el mes de agosto. La Trampa MC 1 tiene un patrón bimensual a partir de agosto, mismo que no siguen las restantes plántulas (Fig. 18).

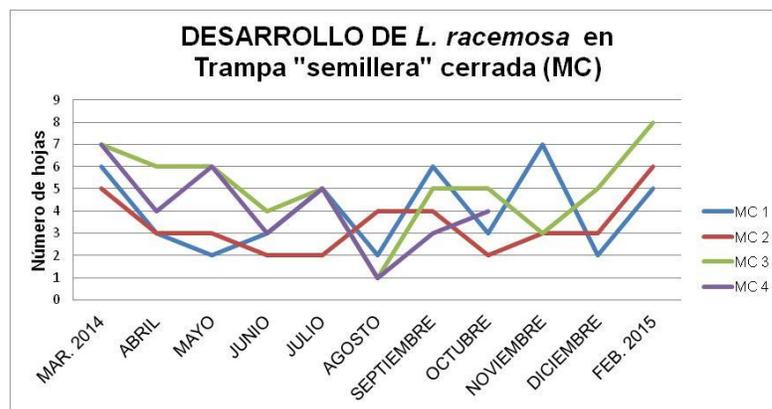


Figura 18. Número de hojas promedio de plántulas de *Laguncularia racemosa* en la Trampas “semilleras” cerradas (MC)

6.3. Comparación del análisis de datos en las plántulas de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* por tipo de Trampas “semilleras” abiertas (MA) y cerradas (MC).

Se aplicó la prueba estadística de Chi-cuadrada con la finalidad de conocer si existen diferencias significativas entre la sobrevivencia de individuos de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* por cada tratamiento (Trampas “semilleras” abiertas (MA) y cerradas (MC)). Al realizar el análisis estadístico aplicando la corrección de Yates, se mostró que no existen diferencias significativas para las plántulas de *A. germinans* en ambos tratamientos dado que $X^2= 2.9$ y su valor de $p= 0.08$. Caso contrario se presentó en las plántulas de *L. racemosa*, en donde el estadístico mostro que si existen diferencias significativas con un valor de $X^2= 8.2$ y $p= 0.004$.

6.3.1. Alturas promedio de plántulas de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* por tipo de Trampa “semillera” abierta (MA) y cerrada (MC)

Una vez procesadas las medidas generales que se obtuvieron en el transcurso de marzo 2014 a febrero del 2015, *A. germinans* en el tratamiento MA obtuvo un valor promedio de altura de 22.96 cm y una desviación estándar de 5.22 cm; el valor máximo de altura alcanzado por un individuo fue de 41 cm y el mínimo de 4.60 cm. Con relación al tratamiento MC, el promedio de altura fue de 17.35 cm y una desviación estándar de 3.77 cm, los valores máximos y mínimos alcanzados corresponden a 28.9 cm y 11.6 respectivamente. Las medidas de altura que se obtuvieron en las plántulas de *Laguncularia racemosa* para el tratamiento MA tienen en promedio de 17.90 cm (± 3.30 cm); el valor máximo de altura alcanzado por un individuo fue de 23.60 cm y el mínimo de 11.1 cm. Con relación al tratamiento MC, se registró una altura promedio de 14.08 cm (± 1.26 cm), con valores máximos de 16.30 y valores mínimos de 11.60 respectivamente (Fig. 19).

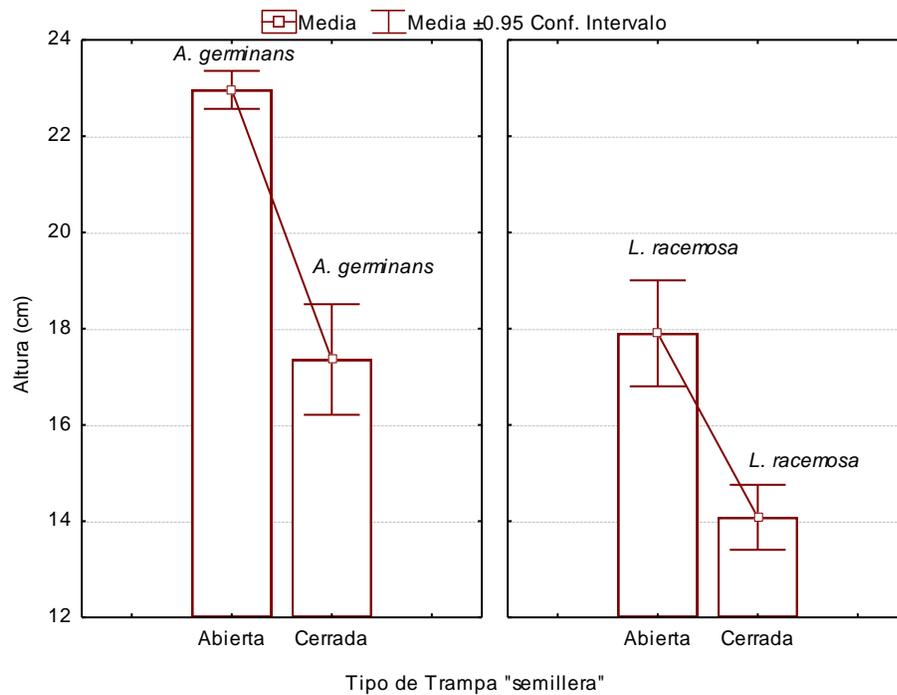


Figura 19. Altura promedio de plántulas de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* por tipos de Trampa "semillera" abierta y cerrada.

Para observar la existencia de diferencias significativas con relación a la altura como variable de respuesta de las plántulas de *A. germinans* y *L. racemosa*, se llevó a cabo un modelo lineal generalizado, tanto por tratamiento (MA y MC) como por especie. La Tabla 16 muestra que, al realizar el modelo y ser sometida la altura de las plántulas por el tipo de tratamiento se observaron diferencias significativas, lo mismo sucede al analizar el comportamiento por especie; a su vez, cuando se procesan tanto los tratamientos como las especies, también se establecen diferencias significativas. Al aplicar la prueba de comparación de medias de Tukey, la Trampa MA y la especie *A. germinans*, muestran la diferencia.

Tabla 16. Modelo lineal generalizado aplicado a la altura por tipo de Trampa “semillera” abierta y cerrada y por especie.

Coeficientes	Estimación estándar	Error	Valor del estadístico	Valor de p
Intercepción	17.36439	0.06706	258.92	<2e-16
Tratamientos	0.22752	-4.47762	-19.68	<2e-16
Especie	-4.59373	0.24354	-18.86	<2e-16
Tratamientos y especie	2.58410	0.52306	4.94	7.93e-07

6.3.2. Diámetro promedio de plántulas de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* por tipo de Trampa “semillera” abierta (MA) y cerrada (MC).

Los valores del diámetro de las plántulas de *A. germinans* tienen un promedio de 0.71 cm (± 0.10); los valores más altos se encuentran en el tratamiento MA es de 0.90 cm. Para el segundo tratamiento MC, se presenta una medida promedio de 0.61 cm (± 0.10) y el diámetro mayor que alcanzó una plántula fue de 0.80 cm. Los valores presentados, para *A. germinans* y *L. racemosa*, en el tipo de Trampa “semillera” abierta son muy similares, dado que, en el tratamiento de malla cerrada MC el valor promedio reportado fue de 0.68 (± 0.13) cm, pero difiere en tratamiento de malla abierta MC, dado que de 0.49cm (± 0.06) (Fig. 20).

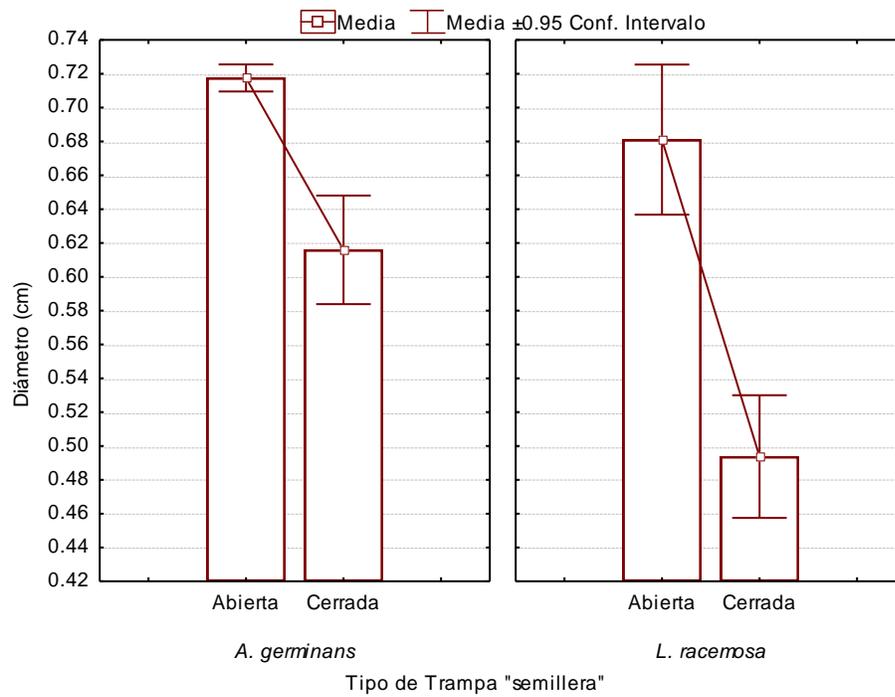


Figura 20. Diámetro promedio de plántulas de *Avicennia germinans* por tipo de Trampa "semillera" abierta y cerrada.

El análisis del modelo lineal generalizado, aplicado al diámetro de las plántulas de *A. germinans* y *L. racemosa* por tipo de Trampa "semillera", estableció diferencias significativas, así como por especie e interacción entre Trampas y especie. Otra vez, la prueba de Tukey establece a la Trampa MA y a la especie *A. germinans* marcando la diferencia.

Tabla 17. Modelo lineal generalizado aplicado al diámetro por tipo de Trampa “semillera” abierta y cerrada y por especie.

Coeficientes	Estimación estándar	Error	Valor del estadístico	Valor de p
intercepción	0.483439	0.001453	332.67	<2e-16
Tratamientos	-0.086080	0.005654	-15.22	<2e-16
Especie	-0.112746	0.006329	-17.82	<2e-16
Especie y tratamientos	0.036457	0.011253	3.24	0.0012

6.3.3. Número promedio de hojas de plántulas de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* por tipo de Trampa “semillera” abierta (MA) y cerrada (MC).

El número promedio de hojas que presentaron la plántulas de *A. germinans* en el tipo de Trampa “semillera” MA y MC fue de siete hojas. Para el caso de *L. racemosa* si muestra una diferencia entre MA y MC al reportar ocho y seis hojas respectivamente (Fig. 21).

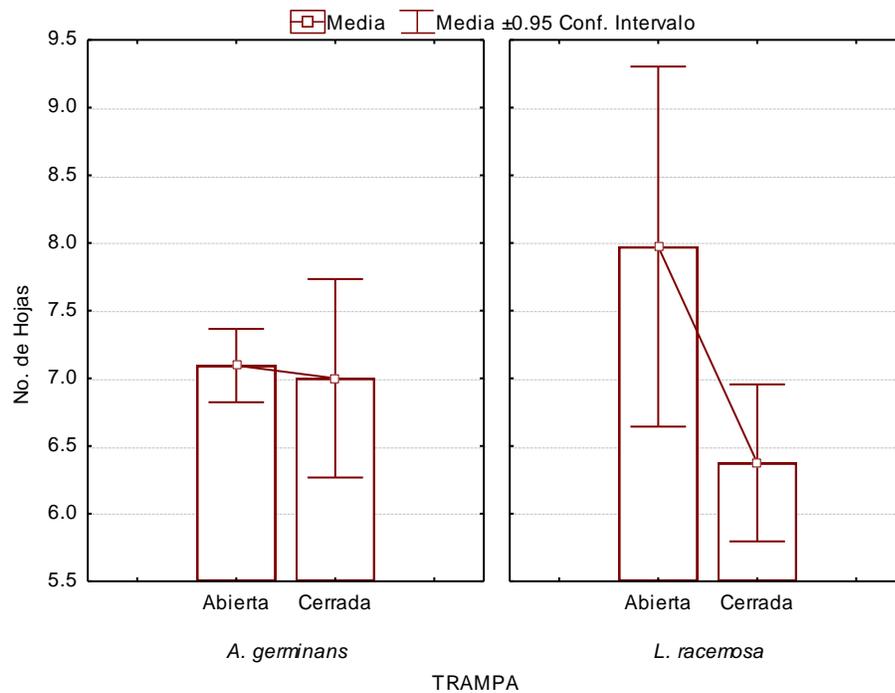


Fig. 21. Número promedio de hojas para plántulas de *Avicennia germinans* por tipo de Trampa “semillera” abierta y cerrada.

Para el caso del número de hojas que cada plántula desarrollo al final del trabajo, se presenta, en el modelo lineal generalizado, una diferencia significativa con relación al tipo de Trampa y la especie, pero no así para la interacción entre ambas; se debe entender que, al analizar por separado los Tipos de Trampa de MA y MC, y a su vez por separado las especies de *A. germinans* y *L. racemosa*, se muestran diferencias a favor de la Trampa MA y de *A. germinans* (prueba de Tukey), pero si se analiza como un experimento integral, que contemple ambos factores, no se presentan una diferencia estadística (Tabla 18). Esta aseveración se explica mejor si se observa la figura 21, en ella se presentan, dentro del mismo tipo de Trampa, valores muy próximos entre las especies.

Tabla 18. Modelo lineal generalizado aplicado al número de hojas por tipo de Trampa “semillera” abierta y cerrada y por especie.

Coeficientes	Estimación estándar	Error	Valor del estadístico	Valor de p
Intercepción	5.50430	0.04446	123.815	< 2e-16
Tratamientos	-1.65742	0.17248	-9.609	< 2e-16
Especie	0.54465	0.19032	2.862	0.00422
Especie y tratamientos	-0.44290	0.33810	-1.310	0.19025

VII. DISCUSIÓN

Lewis y Streever (2000), mencionan que en un proceso de restauración de manglar es importante considerar las características ecofisiológicas de las especies a utilizar, entender los patrones hidrológicos locales, considerar las modificaciones ambientales originales y compararlas con las generadas a partir de los rellenos, diseñar la hidrología apropiada, si es posible recurrir al reclutamiento natural de propágulos y solo utilizar la siembra o cultivo de propágulos de vivero después de determinar que el reclutamiento natural no es posible, aseveración que confirman Chargoy y Tovilla-Hernández (2002) quienes citan tres formas importantes de reforestación en manglares llevadas a cabo con buenos resultados en un manglar con reforestación directa con propágulos, trasplante de plántulas y trasplante con plantas de vivero. Las plantas de vivero incrementan los costos de reforestación de manglares. Sin embargo, son necesarias en situaciones especiales, donde no es posible la siembra directa de propágulos; el presente trabajo recurre al reclutamiento natural a partir de la colonización natural y la siembra de propágulos en Trampas “semilleras”, mecanismo que actúa en el arraigo y favorece el desarrollo de los propágulos. Bosire *et al.*, (2003) determinan que la restauración (colonización) natural de manglares en sitios perturbados es posible, siempre y cuando se le apoye con rehabilitación hídrica misma que en el área de estudio se realizó en 2011.

Diversos autores recomiendan la planificación y construcción de diferentes diseños de trampas semilleras con sistemas de captura e introducción de colonización con propágulos silvestres tomando en cuenta la problemática del oleaje y el transporte litoral para proporcionar una adecuada asistencia a su dispersión y establecimiento. Se han realizado trabajos de repoblación de *Laguncularia racemosa* en un manglar de la costa de Nayarit, con propósitos forestales, utilizando repoblamiento natural (apertura del dosel) y plantaciones artificiales con propágulos extraídos de su medio natural, encontrando para ambos casos una mayor supervivencia en aquellos lugares donde la marea tiene menos influencia (Rocha, 2003; Bosire *et al.*, 2003; Benítez, 2007).

Febles-Patrón, Novelo y Batllori (2009) en su proyecto de pruebas de reforestación obtuvieron que *Avicennia germinans* presentó una mayor supervivencia en áreas menos inundadas y un mayor desarrollo con más alta salinidad. La construcción de camas de sedimento para controlar el grado de inundación, demostró ser una técnica útil para favorecer la supervivencia de mangle negro. En el presente trabajo la especie que presentó mayor grado de supervivencia fue *Avicennia germinans* a diferencia de *Laguncularia racemosa* debido a que esta especie es más apta para soportar altos grados de salinidad, de acuerdo a esto la supervivencia se atribuye a que las trampas semilleras no solo sirvieron como anclaje de propágulos, sino también como un almacenaje de agua debajo de la malla para evitar el desecamiento y que los altos grados de salinidad no afectaran las raíces ya que la sal se atrapa en la malla y no llegaba al suelo (Anexo B3).

Rabinowitz (1978) a través de acuarios instalados en una zona estuarina de Costa Rica midió el efecto de las mareas en el establecimiento de propágulos de *L. racemosa*, *A. germinans* y *A. bicolor*, encontrando que el establecimiento de los propágulos depende de la especie, siendo más alta la mortalidad para propágulos de *L. racemosa* al igual que en el presente trabajo. En un manglar de zonas áridas de México se llevó a cabo un trabajo experimental de reforestación utilizando propágulos de *Avicennia germinans*. Las observaciones de campo se realizaron cada seis meses, en el primer mes de trabajo se observó que sobrevivieron el 96% de las plantas y después de 24 meses sobrevivieron el 74% de los propágulos (Toledo y Bashan, 2001), caso contrario se establece en el presente trabajo en donde la sobrevivencia en el primer mes fue de 29% de *Avicennia germinans* en las Trampas “semilleras” cerradas y de 77% en las Trampas “semilleras” abiertas. Benítez (2007), reporta (a nivel de sobrevivencia) un 76% de plantas de la especie *A. germinans* y un 21% para *R. mangle* sembradas en isletas de dragado en la Bahía de Navachiste, Sinaloa, México.

Otro trabajo sobre forestación de manglar en isletas de dragado es el de Martínez (2007), en el cual se utilizó solamente la especie *A. germinans* y reporta que del total de plántulas sembradas (255), se obtuvo un total del 32% de supervivencia (109) al final del estudio, a su vez, Febles *et al.* (2009), trabajaron sobre camas triangulares de sedimento con una elevación aproximada de 25 cm del suelo, utilizando plantas de *A. germinans* y *R. mangle* y de las cuales reporta una mayor sobrevivencia para *A. germinans* con 45.7%; en el presente trabajo se obtuvo una

sobrevivencia de plántulas de *A. germinans* de 58.91% en Trampas “semilleras” abiertas y 21.50% en Trampas “semilleras” cerradas.

De acuerdo a los resultados del presente trabajo, la tasa de crecimiento que presentó diferencias significativas y mayor crecimiento fue en las plántulas de *A. germinans* con respecto a *L. racemosa*. Benítez (2007) en la Bahía de Navachiste Sinaloa, menciona que los mayores promedios de altura fueron los de *A. germinans* con 27.5 cm, a diferencia de Martínez (2007) reporta alturas promedio de *A. germinans* de hasta 24.5 cm. En el trabajo de Febles *et al.*, (2009) se observaron alturas promedio de 37.5 cm para *A. germinans*. En el año que considero el presente trabajo, se obtuvieron alturas promedio en plántulas de *A. germinans* de 22.41 cm en los dos tratamientos de Trampas “semilleras” abiertas y 17.21 cm en las Trampas “semilleras” cerradas.

En relación al diámetro alcanzado por las plántulas de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*, al aplicar la prueba estadística se observó que no existen diferencias significativas con respecto a las dos especies, pero si muestran diferencias significativas de acuerdo al tipo de Trampa “semillera”. Benítez (2007) reporta diámetros en *A. germinans* de 6.9 mm (0.69 cm). Martínez (2007) reporta un valor promedio de diámetro de 5.71cm (0.57 cm) al final de su estudio. Cárdenas (2014) en su proyecto de pruebas de reforestación bajos dos tratamientos de insolación obtuvo diámetros en *L. racemosa* de 5.32 mm (0.53 cm) bajo tratamiento de insolación directa y para *A. germinans* obtuvo un diámetro

de 5.11 mm (0.51 cm); en el presente trabajo se tienen diámetros promedio para plántulas de *A. germinans* de 0.70 cm en Trampas “semilleras” abiertas y 0.61 cm para las cerradas, con relación a *L. racemosa*, obtuvieron 0.67 y 0.50 cm, respectivamente.

Los resultados con relación al número promedio de hojas fueron significativos entre el incremento del número de hojas por las especies de mangle *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* y también entre los tipos de Trampas “semilleras”. Cárdenas (2014), encontró que *L. racemosa* logró un mayor número promedio de hojas con 16 y *A. germinans* con 10 en su tratamiento de 50% de Insolación Directa. En el presente trabajo es importante mencionar que el promedio de hojas es muy bajo, siete para *A. germinans* en ambas Trampas y en *L. racemosa*, siete en Trampas “semilleras” abiertas y seis en las cerradas (Anexo B5).

VIII. CONCLUSIONES

1. En relación a las técnicas de reforestación, la siembra directa mediante “trampas semilleras” resulta eficiente para la restauración de zonas de manglar degradadas o para la formación de nuevas áreas de manglar, debido que sirven para la colonización de propágulos y su establecimiento de manera natural ya que de esta manera se obtiene un mejor desarrollo de las plántulas.
2. De acuerdo a la sobrevivencia por tipo de Trampa “semillera”, el tratamiento de malla cerrada (MA), que consistió en la siembra manual de propágulos, mostro solo un 8 % de sobrevivencia en la especie *Laguncularia racemosa* y 21.50% en *Avicennia germinans*, ya que la mayoría de los propágulos perecieron por desecamiento.
3. La sobrevivencia para *Avicennia germinans* fue de un 58.91 % y de 9.88% en *Laguncularia racemosa* en las Trampas “semilleras” abiertas, que se dejaron a una repoblación natural.
4. De acuerdo al crecimiento establecido por la altura promedio, las plántulas de *Avicennia germinans* alcanzaron, en las Trampas “semilleras” abiertas un valor de 22.41 cm, con relación a las Trampas “semilleras” cerradas, el promedio de altura fue de 17.21 cm.

5. Por su parte, la Altura promedio de *Laguncularia racemosa* fue de 17.19 cm en Trampas “semilleras” abiertas y de 14.21 cm en cerradas.

6. Con relación al diámetro promedio alcanzado, el tipo de Trampa “semillera” abierta fue mejor en ambas especies, 0.70 cm en abierta y 0.67 cm en cerrada para *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*, respectivamente.

7. El número promedio de hojas al final del estudio fue muy bajo, dado que solo presentaron siete las plántulas de *Avicennia germinans* en ambos tipos de Trampas “semilleras” y *Laguncularia racemosa*, siete y seis en las abiertas y cerradas, respectivamente.

IX. APLICACIÓN PARA EL TRABAJO

Diversos autores han trabajado en ensayos que consisten en la construcción de “corrales” a base de madera y malla-sombra agrícola con el propósito de generar espacios que funcionen como Trampas “semilleras”, al final de los mismos recomiendan la planificación y construcción de diferentes diseños de Trampas “semilleras” como sistemas de captura e inducción a la colonización con propágulos.

El Presente trabajo contribuye a establecer un diseño de Trampas “semilleras” en las cuales, por un lado, se siembran de manera manual los propágulos dentro de la misma y se impide la perdida por arrastre, es decir es una Trampa “semillera” cerrada y por otra parte, se construye una Trampa que se deja a la libre colonización de los propágulos, aunque también se corre el riesgo de que pierdan por arrastre de marea o circulación de flujo laminar, es decir, se convierte en una Trampa “semillera” abierta.

Lo que mostró el presente trabajo es que, en las Trampas “semilleras” abiertas, al dejar a la libre colonización de propágulos la sobrevivencia es mayor, debido a una mayor selección natural, es decir, si bien existe una elevada mortandad, aquellos propágulos que germinan tienen más asegurado su desarrollo que si se introduce un número fijo de ellos y se confinan.

En todas las variables de respuesta estudiadas (sobrevivencia, crecimiento en talla y diámetro y en su desarrollo, establecido por el número de hojas presente, se encontró que la Trampa “semillera” abierta marca diferencias significativas.

Otro aspecto que se determina con el trabajo efectuado, se relaciona con la especie que mejor se adaptó a las Trampas “semilleras”; en este caso, tanto los propágulos, como las plántulas de *Avicennia germinans* se mostraron mejores que las de *Laguncularia racemosa*.

Además, como ya lo reporta Mendoza (2016), el sitio de intervención presenta un nivel de inundación permanente lo que dificulta la libre colonización de propágulos de cualquier especie de mangle presente por su constante flotación y su muerte. Las Trampas “semilleras” construidas brindan un sitio de arraigo y posterior desarrollo a los propágulos.

Es por esto que en las demás áreas perturbadas de la Reserva Ecológica del Complejo Termoeléctrico, se recomienda la construcción de Trampas “semilleras” abiertas.

X. BIBLIOGRAFÍA

Agraz-Hernández, C. M. 1999. Reforestación experimental de manglares en ecosistemas lagunares estuarinos de la costa noroccidental de México. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

Arango X. E., L. Botero, J. E. Mancera y P. Cardona. 2001. Repoblamiento Experimental de manglar en sectores adyacentes al canal Clarín, delta exterior del río Magdalena Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras, INVEMAR, Vol. 15(3): 40-65.

Barreiro-Güemes, M. T. y Balderas-Cortés J. 1991. Evaluación De Algunas Comunidades De Productores Primarios De La Laguna De La Mancha, Veracruz, Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Vol.: 18(2):229-245.

Basáñez, A. J. 2005. Ficha informativa de los humedales de Ramsar. Manglares y Humedales de Tuxpan, Sitio Ramsar Internacional 1602.

Benítez-Pardo, D. 2007. Forestación artificial con mangles en isletas de dragados en una región semiárida de México. Tesis de Doctorado, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, México.

Bosire, J. O., Dahdouh-Guebas, F., Kairo, J.G. and Koedam, N. 2003. Colonization of non-planted mangrove species into restored mangrove stands in Gazi Bay, Kenya. *Aquatic Botany*. Vol.7 (4): 267-279.

Calderón C. O. Aburto y E. Ezcurra. 2009. El Valor De Los Manglares, Boletín Bimestral De La Comisión Nacional Para El Conocimiento y Uso de La Biodiversidad. Conabio. *Biodiversitas*, Vol: 8(2):1-6.

Capote-Fuentes, R. T. 2003. Resiliencia de los manglares asociados al río Santa Ana, La Habana-Ciudad de La Habana, Cuba. Tesis en opción al Título de Master en Ecología y Sistemática Aplicada. Instituto de Ecología y Sistemática. Ciudad de La Habana, Cuba. 69 pp.

Capote-Fuentes, R.T. 2005. Resiliencia de manglares: enfoque integrado. En: Proyecto Nacional "Efectos de los cambios globales en la cobertura vegetal de zonas costeras y montañosas: Fragmentación y salud de ecosistemas". Instituto de Ecología y Sistemática (IES-CITMA). Programa de Cambios Globales. CITMA.

Capote-Fuentes R. T. y R. R. R. Lewis 2004: Resiliencia y restauración de los manglares del Golfo de México y El Caribe. II Simposio Internacional de Restauración de Ecosistemas. Santa Clara, Cuba, Septiembre 18-21, 2004.

Cárdenas S. I. 2014. Ensayos de reforestación en un área degradada de manglar en el Sitio Ramsar No. 1602. Tesis de Maestría en Manejo de Ecosistemas Marinos y Costeros. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Veracruzana, Tuxpan, Veracruz. 111 p.

Chargoy, M. A.R., y Tovilla-Hernandez, 2002. Restauración de áreas alteradas de manglar con *Rhizophora mangle* en la Costa de Chiapas. Madera y Bosques, Instituto de Ecología AC. Xalapa, México. Edición especial, vol. 8, número Especial 1.

CIMARES. 2009. Política Nacional de Mares y costas de México Gestión Integral de las Regiones más Dinámicas del Territorio Nacional. En: Comisión Intersecretarial para el Manejo Sustentable de Mares y costas, México, D.F.

CONAFOR. 2009. La reforestación de los manglares en la costa de Oaxaca. Manual Comunitario. Primera Edición. Comisión Nacional Forestal. México. 64 p.

Delgado, P. A., Hensel P. F., Jiménez, J. A. y Day J. W. 2001. The important of propagule establishment and physical factors in mangrove distributional patterns in a Costa Rica estuary. Aquatic Botany. Vol. 71: 157-178.

Duke, N.C., J.-O.Meynecke, S. Dittman, A.M. Ellison, K. Anger, U. Berger, S. Cannicci, K. Diele, K.C. Ewel, C.D. Field, N. Koedam, S.Y. Lee, C. Marchand, I.

Febles-Patrón, J. L., Novelo L. J. y Batllori S. E. 2009. Pruebas de reforestación de mangle en una ciénaga costera semiárida de Yucatán, México. *Madera y bosques* vol.15 (3):65-86.

Field, C. D. (ed.).1996: Restoration of Mangrove Ecosystems. International Society for Mangrove Ecosystems, Okinawa, Japan. 250 pp.

Ferro y Capote-Fuentes, 2005

Flores-Verdugo, F., Agraz-Hernández, C., y Benítez-Pardo, D. 2006. Creación y restauración de ecosistemas de manglar: principios básicos. *Capítulo de libro*. Gobierno Municipal de Jalapa, Veracruz-Instituto de Ecología AC Jalapa, Veracruz.

Lema, V. L., F.J. Polania y L.E. Urrego. 2001. Estudio de dispersión y reclutamiento de propágulos de mangle en el delta del río Ranchería, Caribe colombiano. Memorias del IX Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar, Isla San Andrés, Colombia, realizado del 16 al 20 de sep. 13-17.

Lema-Vélez, L. F., Polanía, J., Giraldo, U. y Ligia, E. 2003. Dispersión y establecimiento de las especies de mangle del río Ranchería en el período de máxima fructificación. Departamento de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Ciencias* Volumen XXVII, Número 102. .

Lewis, R. R. y Streever, W. 2000. Restoration of Mangrove Habitat. Tech Note ERDC TN-WRP-VN-RS-3. US Army, Corps of Engineers, Waterways Experiment Station, Vicksburg, Mississippi. Ecological Engineering, vol. 24(4): 403-418.

López-Portillo, J. A. 2010. Restauración Hidráulica en la Laguna de Tampamachoco para la Rehabilitación del Manglar y de sus Servicios Ambientales. Proyecto “Restauración y compensación ambiental” Apoyado por CONABIO No. HH025. CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2011. [Actualizado al 11 de Mayo]. Página electrónica <http://www.conabio.gob.mx/institucion/cgi-bin/datos.cgi>.

López-Portillo, J. y Ezcurra, E. 2002. Los manglares de México: una revisión. Madera y Bosques. Vol. 20(2):27-51.

Martínez, I. G. 2007. Forestación de isletas de dragado con *Avicennia germinans* L. Stearn. Con apoyo de manipulación hidrodinámica en la Laguna de Navachiste, Sinaloa. Tesis de Maestría en Recursos Naturales y Medio Ambiente. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. Unidad Sinaloa. 83 p.

Mendoza, E. 2016. Microtopografía E Hidroperíodo En Un Área Conservada Y Perturbada Del Sitio Ramsar No.1602 “Manglares Y Humedales De Tuxpan”. Tesis de Maestría. Facultad Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Veracruzana. México.

Menéndez, L. 2000. Bases Ecológicas para la Restauración de Manglares en Áreas Seleccionadas del Archipiélago Cubano y su relación con los Cambios Climáticos Globales (Código 01302123). Programa Nacional de Cambios Globales y Evolución del Medio Ambiente Cubano.

Menéndez, L. 2001. Informe de Salud de Manglares de las provincias Camagüey y Ciego de Ávila. Instituto de Ecología y Sistemática (IES). Proyecto Sabana-Camagüey.

Menéndez, L. 2002. Informe de Salud de Manglares de río Máximo, Parque Nacional Caguanes y las provincias Matanzas y Villa Clara. Instituto de Ecología y Sistemática (IES). Proyecto Sabana-Camagüey.

Menéndez, L., Guzmán, J. M., Priego, A. 2006. Manglares del archipiélago cubano: aspectos generales. *En*: Ecosistema de manglar en el archipiélago cubano. Estudios y experiencias enfocados a su gestión. Menéndez, L., Guzmán, J.M. Ed. Academia. La Habana, pp. 15- 25.

Menéndez, L.; A. V. González; J. M. Guzmán; L. F. Rodríguez; R. P. Capote. 2000. Bases ecológicas para la restauración de manglares en áreas seleccionadas del archipiélago cubano y su relación con los cambios globales [inédito], Informe final de proyecto. Informe de proyecto de investigación Programa Nacional de Cambios Globales y Evolución del Medio Ambiente Cubano, IES, CITMA, 153 p.

Nash, D. L., y Nee, M. 1984. *Verbenaceae*. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Flora de Veracruz. Publicado por el Instituto Nacional de Investigación sobre Recursos Bióticos Xalapa, Veracruz México, Fascículo, vol. 4(1):1-150.

Olgún, E. J., Hernández, M. E. and Sánchez-Galván, G. 2007. Contaminación de manglares por hidrocarburos y estrategias de biorremediación, fitorremediación y restauración. *Revista internacional de contaminación ambiental*. Vol. 23 (3):139-154.

Pinto da Cunha, R. y Neves C. M. 2001. Avaliação do emprego de *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman na restauração de uma área degradada do manguezal do rio Itacorubi, Ilha de Santa Catarina, SC. Brasil. *Memorias del IX Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar*, Isla San Andrés, Colombia, realizado del 16 al 20 de Sep. Pp.11-13.

Rabinowitz, D. 1978a. Dispersal properties of mangrove propagules. *Biotropical*. Vol.10 (1):47-57.

Rabinowitz, D. 1978b. Mortality and initial propagule size in mangrove seedlings in Panamá. *Journal of Ecology*. Vol.66 (1): 45-51.

Rabinowitz, D. 1978c. Early growth of mangrove seedlings in Panamá, and an hypothesis concerning the relationship of dispersal and zonation. *Journal of Biogeography*. Vol.5: 113-133.

Reese, R. D. 2009. Restauración ecológica de los manglares en la Costa del Ecuador. En: *Restauración de ecosistemas degradados en los andes*

ecuatorianos. Centro de Estudios de la biodiversidad y cambio Climático. Universidad Nacional de Loja. Ecuador. 2016. [Actualizado al 29 de Septiembre].

Página electrónica:

http://www.rncalliance.org/epages/rncallianceshop.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/rncalliance/Categories/%22RNC%20Students%22/%22RNC%20Students%20Ecuador%20202009%22

Reyes, M. A. y Tovilla, C. 2002. Restauración de áreas alteradas de manglar con *Rhizophora mangle* en la Costa de Chiapas. Madera y Bosques. Vol. 8. Número 1: 103-114.

Riley, R. W. 1999. Riley encased methodology: principles and processes of mangrove habitat creation and restoration. Mangrove and salt Marshes 3(4): 207-213.

Rocha, G. V. 2003. Repoblación de *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f. en el ejido Villa Juárez, Nayarit. Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de México.

Sánchez-Páez, H. 2009. Experiencias de Zonificación y Restauración de los Manglares en la Costa Caribe de Colombia. XIII Congreso Forestal Mundial. Buenos Aires, Argentina. pp. 18-23.

Sánchez-Páez, H. G., Ulloa-Delgado, A. y Álvarez-León, R. 1998. Hacia la recuperación de los manglares en Colombia. Proyecto PD/91REV 2 (F) Fase II Etapa II Ministerio de medio Ambiente. ACAFORE. OIMT.

Saunders, D. A., Hobbs, R.J., Margules, C.R. 1991. Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: A Review. *Conservation Biology*, Vol. 5 (1):18-32.

Society for Ecological Restoration (SER) International, Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas. 2004. Principios de SER International sobre la restauración ecológica. www.ser.org y Tucson: Society for Ecological Restoration International.

Smith, T. J., III. 1987. Seed predation in relation to tree dominance and distribution in mangrove forests. *Ecology*. Vol. 68(2): 266-273.

Tomlinson, P.B. 1986. *The Botany of Mangroves*. Ed, Cambridge University Press. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 2000, vol. 134(1-2): 215-231.

Toledo, G. y Y. Basham. 2001. Monitoring of black mangrove restoration with nursery reared seedling on an arid coastal lagoon. *Hidrobiología* Vol. 31(7):101-109.

Tovilla-Hernández y Orihuela-Belmonte (2002 Están en texto pero no en bibliografía

Tovilla *et al.* (2004, igual.