

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA



**Universidad de El Salvador**

*Hacia la libertad por la cultura*

“Evaluación de la germinación de semillas y propagación vegetativa de *Conocarpus erectus* (L) con fines de conservación y manejo, en el Área Natural Protegida Complejo Barra de Santiago, sector Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán”

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

**JORGE ALBERTO RIVERA ORELLANA.**

PARA OPTAR AL GRADO DE:

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

CIUDAD UNIVERSITARIA, NOVIEMBRE DE 2013.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA

“Evaluación de la germinación de semillas y propagación vegetativa de *Conocarpus erectus* (L) con fines de conservación y manejo, en el Área Natural Protegida Complejo Barra de Santiago, sector Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán”

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

**JORGE ALBERTO RIVERA ORELLANA.**

PARA OPTAR AL GRADO DE:

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

ASESORAS DE LA INVESTIGACIÓN:

M.Sc. OLGA LIDIA TEJADA. \_\_\_\_\_

M.Sc. ZOILA VIRGINIA GUERRERO MENDOZA. \_\_\_\_\_

CIUDAD UNIVERSITARIA, NOVIEMBRE DE 2013.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA

“Evaluación de la germinación de semillas y propagación vegetativa de *Conocarpus erectus* (L) con fines de conservación y manejo, en el Área Natural Protegida Complejo Barra de Santiago, sector Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán”

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

**JORGE ALBERTO RIVERA ORELLANA.**

PARA OPTAR AL GRADO DE:

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

JURADO EVALUADOR:

M.Sc. YANIRA ELIZABETH LÓPEZ VENTURA. \_\_\_\_\_

LICDA. ANGÉLICA QUINTANILLA CORENA. \_\_\_\_\_

CIUDAD UNIVERSITARIA, NOVIEMBRE DE 2013.

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR**

**ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO**

**SECRETARIA GENERAL**

**DRA. ANA LETICIA ZAVALA DE AMAYA**

**FISCAL GENERAL**

**LIC. FRANCISCO CRUZ LETONA**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA**

**DECANO**

**M.Sc. MARTÍN ENRIQUE GUERRA CÁCERES**

**SECRETARIO**

**LIC. CARLOS ANTONIO QUINTANILLA APARICIO**

**DIRECTOR ESCUELA DE BIOLOGÍA**

**LIC. RODOLFO FERNANDO MENJÍVAR**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, NOVIEMBRE DE 2013.**

## **DEDICATORIA.**

A mis padres Jorge Alberto Rivera López y Mercedes del Carmen Orellana de Rivera por apoyarme y comprenderme incondicionalmente a lo largo mis estudios y darme siempre palabras de ánimos.

A mis hermanos Ricardo, David y Andrés por su ayuda y apoyo invaluable durante toda mi carrera universitaria.

A mi gran amigo Mario Ruiz por todo el apoyo que me brindó durante esta investigación y por darme palabras de ánimos durante toda mi formación universitaria para ser siempre una mejor persona.

## **AGRADECIMIENTOS.**

A mis asesoras Olga Lidia Tejada y Zoila Virginia Guerrero Mendoza por haberme ayudado en la realización de este trabajo de graduación, y por compartir su conocimiento para poder hacer las cosas de la mejor forma posible.

Al jurado evaluador Yanira Elizabeth López Ventura y Angélica Quintanilla Corena por el tiempo dedicado para poder mejorar esta investigación.

A mi amigo Mario Ruiz por darme su apoyo en toda mi formación universitaria.

A toda mi familia por darme palabras de ánimos y apoyarme a lo largo de esta investigación.

A don Antonio Villeda y al MARN por haberme permitido realizar esta investigación en la Barra de Santiago, y a AMBAS por siempre colaborarme con lo que se necesité en el campo.

A todo el equipo de guarda recursos que siempre me apoyaron incondicionalmente en toda la fase de campo, especialmente a Douglas.

A mis ayudantes en campo, los niños Oscar y Carlos, por su apoyo y dedicación a esta investigación.

A Marlon, Jazmín y Laura por ayudarme en la pruebas preliminares de esta investigación

A mis amigos y todas las personas que me motivaron, apoyaron y animaron para concluir este proceso de graduación.

A Johanna Segovia por su aporte valioso en los análisis estadísticos.

A Francisco Chicas y Juan Pablo Chicas por proporcionarme el regulador de crecimiento que se utilizó en la investigación.

A Carlos Salazar por acompañarme en un viaje de campo.

# ÍNDICE DE CONTENIDO.

ÍNDICE DE TABLA.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
RESUMEN.....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. FUNDAMENTO TEÓRICO .....	4
2.1. Generalidades e importancia del ecosistema de manglar .....	4
2.2. Estructura del bosque de manglar .....	5
2.3. Deterioro e impacto ambiental.....	5
2.4. Aspectos socioeconómicos .....	6
2.5. El manglar en Barra de Santiago.....	7
2.6. Descripción de la especie <i>Conocarpus erectus</i> (L).....	7
2.6.1. Fenología reproductiva .....	8
2.6.2. Limitantes de la regeneración natural de <i>Conocarpus erectus</i> (L).....	8
2.6.3. Impactos en <i>Conocarpus erectus</i> (L).....	9
2.7. Propagación asexual en plantas.....	10
2.7.1. Propagación por estacas.....	11
2.7.2. Propagación por acodos aéreos .....	11
2.7.3. Factores que afectan la regeneración de plantas a partir de estacas y acodos aéreos .....	12
2.7.4. Uso de reguladores de crecimiento en la reproducción asexual .....	12
III. HIPÓTESIS .....	14
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
4.1. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	15
4.2 METODOLOGÍA .....	16
4.2.1 Pruebas preliminares de la investigación.....	17
4.2.2. Protocolo de la investigación .....	18
Actividad 1: Construcción de la cama de propagación y de germinación.....	18
Actividad 2: Preparación y esterilización del sustrato.....	19

Actividad 3: Preparación del regulador de crecimiento Kelpak y del anti fúngico Cupravit .....	20
Actividad 4: Obtención de material vegetal. ....	21
Actividad 4 A: Corte de las estacas.....	21
Actividad 4 B: Procedimiento para establecer los acodos aéreos. ....	24
Actividad 5: Recolección de semillas de <i>Conocarpus erectus</i> (L), suelo de manglar y excretas de <i>Cardissoma crassum</i> (L). ....	25
ANÁLISIS ESTADÍSTICO. ....	28
V. RESULTADOS.....	29
ANÁLISIS ESTADÍSTICO. ....	36
VI. DISCUSIÓN.....	39
VII. CONCLUSIONES.....	45
VIII. RECOMENDACIONES.....	47
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
X. ANEXOS.....	57



## ÍNDICE DE TABLA.

<b>Tabla 1.</b> Número de semillas germinadas por cada caja asignada en los dos tratamientos utilizados: Suelo de manglar y suelo de manglar con excretas.....	35
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

## ÍNDICE DE FIGURAS.

<b>Figura 1.</b> Características morfológicas de <i>Conocarpus erectus</i> (L) A. Hojas. B. Frutos. C. Flores y D. Corteza. Fuente: CONABIO.....	8
<b>Figura 2.</b> Ubicación geográfica del área natural protegida Complejo Barra de Santiago, sector Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán, El Salvador. Fuente: Rivera 2011, Guerrero <i>et al.</i> 2010.....	15
<b>Figura 3.</b> Ubicación de la isla Chácara en el área natural protegida Complejo Barra de Santiago, sector Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán, El Salvador. Fuente: Guerrero <i>et al.</i> 2010.....	17
<b>Figura 4.</b> a) Corte de los postes de árboles de madrecaao b) Construcción de la cama de propagación y germinación.....	19
<b>Figura 5.</b> a) Aplicación de lejía sobre el sustrato. b) Sustrato cubierto con bolsas de polietileno.....	20
<b>Figura 6.</b> a) Presentación del producto Kelpak. b) Extracción del regulador de crecimiento a utilizar. c) Dilución de Kelpak en agua destilada. ....	20
<b>Figura 7.</b> a) Pesado los gramos del anti fúngico Cupravit. b) Dilución de Cupravit en agua destilada. ....	21
<b>Figura 8.</b> a) Corte de las estacas. b) Traslado de las estacas hacia el vivero.....	22
<b>Figura 9.</b> a) Aplicación del regulador de crecimiento Kelpak por el método de inmersión. b) Aplicación del anti fúngico Cupravit en el extremo inferior de las estacas. ....	22
<b>Figura 10.</b> Siembra de estacas en las bolsas de polietileno conteniendo sustrato esterilizado....	23
<b>Figura 11.</b> a) Estacas sobre la cama de propagación. b) Malla de luz sobre las estacas en la cama de propagación.....	23
<b>Figura 12.</b> a) Corte en forma de anillo sobre la corteza de las ramas. b) Aplicación del regulador de crecimiento Kelpak humedeciendo el sustrato c) Envoltura con el papel aluminio.....	24
<b>Figura 13.</b> Figura 13. Riego de acodos aéreos.....	25
<b>Figura 14.</b> a) Corte de los acodos aéreos enraizados b) Siembra de los acodos aéreos enraizados en las bolsas.....	25

<b>Figura 15.</b> a) Recolección de las semillas de <i>Conocarpus erectus</i> (L), de los árboles de donde se obtuvo el material vegetal. b) Recolección de las excretas de “cangrejo azul”.....	26
<b>Figura 16.</b> a) Cajas de germinación. b) Siembra de semillas. c) Malla protectora sobre la caja de germinación.....	27
<b>Figura 17.</b> a) y b). Estacas de <i>Conocarpus erectus</i> (L), que presentaron brotes apicales después de 15 días de haber sido sembradas en la cama de propagación.....	29
<b>Figura 18.</b> a) y b). Estacas de <i>Conocarpus erectus</i> (L), que lograron el desarrollo de los brotes apicales en un tiempo de 3 meses .....	29
<b>Figura 19.</b> a) y b) Aspecto de las estacas con raíces adventicias después de 3 meses de haber sido sembradas en la cama de propagación.....	30
<b>Figura 20.</b> Número de brotes apicales y raíces adventicias en las estacas de <i>Conocarpus erectus</i> (L), después de 3 meses de haber sido sembradas en la cama de propagación. ....	30
<b>Figura 21.</b> Se observan las raíces adventicias formadas en los acodos aéreos a los 15 días.....	31
<b>Figura 22.</b> Acodos aéreos que presentaron el mayor número de raíces adventicia después de un mes.....	31
<b>Figura 23.</b> a) y b). Acodos aéreos que presentaron el desarrollo de brotes apicales luego de un mes de haber sido sembrados en la cama de propagación.....	32
<b>Figura 24.</b> Número de brotes apicales y raíces adventicias en los acodos aéreos de <i>Conocarpus erectus</i> (L). ....	33
<b>Figura 25.</b> a) Callos formados a los 15 días de haber aplicado Kelpak b) Desarrollo de los callos luego de 2 meses.....	33
<b>Figura 26.</b> a) y b) Se observan las plántulas de <i>Conocarpus erectus</i> (L), germinadas en las cajas con el tratamiento 1.....	34
<b>Figura 27.</b> a) y b) Se observa en las cajas con el tratamiento 2 que las semillas de <i>Conocarpus erectus</i> (L) no germinaron.....	34
<b>Figura 28.</b> Número de semillas germinadas para cada caja de los tratamientos.....	35
<b>Figura 29.</b> Relación de brotes apicales y raíces adventicias en la técnica de propagación por estacas.....	36
<b>Figura 30.</b> Relación de brotes apicales y raíces adventicias en la técnica de propagación por acodos aéreos.....	37
<b>Figura 31.</b> Comparación de medias aritméticas entre los tratamientos suelo de manglar y suelo de manglar con excretas de “cangrejo azul”.....	38

## RESUMEN

El estudio de la evaluación de la germinación de semillas y propagación vegetativa de *Conocarpus erectus* (L) con fines de conservación y manejo, se llevó a cabo en el Área Natural Protegida Complejo Barra de Santiago, sector Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán, entre los meses de Enero a Septiembre de 2013. Se evaluaron 100 estacas y 100 acodos aéreos, a los que se les aplicó dos dosis de regulador de crecimiento Kelpak y una dosis del antifúngico Cupravit. En ambas técnicas se utilizó suelo esterilizado. Posteriormente se recolectó un aproximado de 10,000 semillas que se dividieron equitativamente entre dos tratamientos, el tratamiento 1: suelo de manglar y el tratamiento 2: suelo de manglar con excretas de *Cardisoma crassum* (L) “cangrejo azul”. Para realizar la siembra fue necesario preparar 10 cajas por cada tratamiento y en cada una se sembraron 500 semillas en cada caja.

Según los resultados obtenidos después de 15 días, solamente 44 estacas lograron un establecimiento exitoso por que se observaron brotes apicales.

Luego de 3 meses solamente se establecieron 19 estacas. En el caso de los acodos aéreos los primeros registros de producción de raíces adventicias se observaron a los 15 días, cuando aún estaban en los árboles, solamente en 30 de los 100 acodos aéreos que se montaron, se establecieron con éxito en el vivero.

Al comparar la relación entre brotes apicales y raíces adventicias en cada técnica mediante la prueba de correlación de Pearson, se observó una diferencia significativa, ya que fue más eficiente la capacidad de establecimiento de los acodos aéreos ( $R=0.926045$ ) comparando con el de estacas ( $R=0.773348$ ), por el hecho de mostrar una relación más alta entre las variables, con respecto a las estacas.

En cuanto a la germinación de semillas en el tratamiento 1 se obtuvo un total de 107 semillas germinadas, en el tratamiento 2 se obtuvo un total de 22 semillas germinadas. Según la prueba estadística del **t-student** aplicada a los valores obtenidos en germinación de semillas para ambos sustratos fue de  $t = 3.56478$  y un valor de  $P = 0.002214$ , lo cual demuestra que si hay diferencia significativa entre ambos sustratos siendo más eficiente el tratamiento 1 suelo de manglar.

# I. INTRODUCCIÓN

Los bosques de manglar presentan una alta productividad de materia orgánica asociada a la biodegradación de biomasa vegetal procedente de los árboles que allí se encuentran, lo que contribuye a la cadena trófica costera, apoyando a las pesquerías. También constituyen zonas de alimentación, refugio y crecimiento de juveniles de crustáceos y peces, incluyendo especies amenazadas, en peligro de extinción, endémicas y migratorias. Los manglares funcionan además como sistemas naturales de amortiguamiento en inundaciones e intrusión salina; previenen la erosión de las costas, y hacen las veces de filtros biológicos al remover nutrientes y toxinas (Calderón *et al.* 2009).

En el manglar se diferencian dos zonas características: la zona externa expuesta directamente al cuerpo de agua estuarino. Y la zona interna, aquella alejada de los cuerpos de agua donde los suelos se encuentran más consolidados. Estas zonas son inundadas periódica o estacionalmente por las mareas, una especie representativa es *Conocarpus erectus* (L).

El manglar de Barra de Santiago, aun cuando es un área natural protegida, no ha estado libre de efectos negativos por las actividades antropogénicas; por ejemplo, la extensión de la frontera agrícola, la expansión de las áreas de pastoreo para el ganado y por la extracción de madera y leña, todo lo cual afecta seriamente a la vegetación ubicada en la zona interna del manglar, sobre todo al “mangle botoncillo” *C. erectus* (L), una especie que forma parte de la vegetación asociada al manglar.

De acuerdo con Tomlinson (1986), una característica bastante generalizada de los árboles de mangle es la escasa o casi nula capacidad de regeneración vegetativa de manera natural, debido a que muchas de las células de los tejidos vegetales en las especies de mangle no conservan la potencialidad de multiplicarse, diferenciarse y dar origen a diversas estructuras como tallos y raíces adventicias para poderse regenerar y restablecer la estructura de bosque de forma natural

De acuerdo a la información proporcionada por Villeda (c.p.)<sup>1</sup> y los guarda recursos de Barra de Santiago, la regeneración natural del “mangle botoncillo” *C. erectus* (L), ha sido infructuosa a pesar de los esfuerzos realizados por regenerarlo naturalmente, como consecuencia se ha perdido el hábitat para los cangrejos y sus poblaciones han caído en riesgo de desaparecer.

Además de formar parte de la estructura del bosque de manglar, la importancia de *C. erectus* (L) en la Barra de Santiago radica en que las poblaciones de “cangrejo azul” tienen una relación muy estrecha con estos árboles pues ocupan sus raíces para construir madrigueras. Con la disminución de árboles de *C. erectus* (L), las poblaciones de *C. crassum* (L) también han disminuido por lo cual lograr restablecer las poblaciones de “mangle botoncillo” *C. erectus* (L), permitirá restaurar la estructura y funcionamiento del bosque y aumentar los sitios de refugio de esta especie.

La reforestación de terrenos, ahora perturbados, donde antes crecía el “mangle botoncillo” permitirá fortalecer los proyectos productivos impulsados por la Asociación de Mujeres de Barra de Santiago (AMBAS) y las comunidades de la isla Chácara quienes desarrollan un programa de recuperación de las poblaciones del “cangrejo azul” *C. crassum* (L) desde el año 2009, lo cual sirve para mantener la economía familiar.

En esta investigación se evaluó la eficacia de la germinación de semillas y propagación vegetativa por estacas y acodos aéreos de *C. erectus* (L), para fortalecer las acciones de conservación y manejo dentro del Área Natural Protegida Complejo Barra de Santiago, sector Barra de Santiago.

Los objetivos que se plantearon en esta investigación fueron determinar el éxito de germinación de semillas de *C. erectus* (L) utilizando dos sustratos: tierra con excretas de cangrejo y tierra sin excretas; también evaluar la emisión de raíces adventicias en las estacas y acodos aéreos mediante la aplicación de un producto estimulador para la formación de raíces y comparar el crecimiento y desarrollo de las estacas y acodos aéreos en la fase de vivero, para poder determinar la técnica más adecuada para propagar vegetativamente a *C. erectus* (L).

---

<sup>1</sup>Comunicación personal, Antonio Villeda. Jefe técnico de los guarda recursos del Área Natural Protegida Complejo Barra de Santiago, por parte del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

Los resultados obtenidos en la germinación de las semillas demostraron un porcentaje muy bajo del 2.5%, mientras que las estacas se obtuvo un 19% de estacas enraizadas, un porcentaje menor al obtenido en acodos aéreos, en el cual se obtuvo un 30% de enraizamiento, por lo tanto fue la técnica que dio mejores resultados implementándola en el campo.

## II. FUNDAMENTO TEÓRICO

### 2.1. Generalidades e importancia del ecosistema de manglar

Los bosques de manglar son ecosistemas que se localizan en la zona costera, principalmente en desembocaduras de ríos, lagunas costeras, esteros, terrenos con relieve plano fangoso y son influenciados por las mareas. Son reconocidos por que las especies de árboles de manglar tienen adaptaciones especiales que les permiten tolerar la falta de oxígeno en el suelo, altos niveles de salinidad y distintos patrones de inundación. Tales adaptaciones les permiten colonizar suelos pocos profundos, inundados, salinos y anóxicos los cuales son sujetos a cambios geomorfológicos (Zamora 2006).

Los bosques de manglar son ecosistemas muy productivos que ayuda a mantener buena parte de la red alimentaria estuarina y marina, a tal punto que la pesca dependa directamente de la existencia del manglar y de su capacidad para producir nutrientes orgánicos. En este ecosistema de transición convergen un gran número de organismos terrestres y marinos, por lo que se considera uno de los ecosistemas de mayor diversidad en el planeta. Estos bosques también son utilizados como zonas de desove de numerosas especies de importancia comercial para las pesquerías de la región, son el hábitat para numerosas especies en peligro de extinción, evitan la intrusión salina de los mantos acuífero y evitan la erosión de la línea costera (Benítez *et al.* 2002).

La importancia de los bosques de manglar, es percibida por las comunidades locales por los recursos que pueden obtenerse de estos ecosistemas tales como la pesca, producción de carbón, leña, miel, taninos, sal, etc., la importancia de los manglares va más allá de los recursos que se pueden obtener ya que también son utilizados para uso recreacional y educativo. Ecológicamente el manglar desempeña roles importantes tales como: control y protección de las inundaciones causadas por las tormentas ya que actúan como cortina rompe vientos, estabilización de microclimas, estabilización de la línea costera evitando la erosión, retención de sedimentos dando lugar a la formación de nuevos suelos disponibles para la vegetación de manglar, retención de sustancias tóxicas purificando el agua que llega al mar, evitan la intrusión de agua salina a los mantos acuíferos y son fuente de materia orgánica por medio de la producción de hojarasca; la cual es aprovechada por los organismos que ahí habitan, muchos de ellos tienen importancia comercial (Marín 2009).



## 2.2. Estructura del bosque de manglar

La estructura de los manglares, está determinada por la capacidad de adaptación de las diferentes especies a los gradientes topográficos relacionados con los gradientes de inundación, a la inestabilidad del sustrato y a la salinidad, de manera que cada especie domina aquellas áreas a la cual se adapta mejor. También los ecosistemas de manglar se organizan de una manera particular que determinan una zonación, lo que constituye comunidades diferentes, estructuradas por las características edáficas y algunas características físicas y químicas del suelo. En estos bosques, la composición de las especies, está determinada, en primer lugar, por las especies de la familia *Rhizophorae*, debido a que muestran mayor resistencia ya que permanecen en contacto directo con el agua y en sustratos más inestables; luego se encuentra la familia *Avicenniae*, las cuales pueden soportar inundaciones periódicas; y luego las *Combretaceae*, entre ellas el *Conocarpus erectus* (L) y *Laguncularia racemosa* (L) Gaertner, ubicadas en tierra firme y sustratos arenosos. La estructura de los manglares ha sido clasificada por Snedaker y Getter, tomando en cuenta los gradientes topográficos y la exposición a inundaciones, en 5 tipos estructurales de bosque, denominados como: manglar de borde, cuenca, ribereño, de sobre inundación y enanos (Trejos 2007).

En el manglar es preciso identificar dos zonas típicas en un área de manglar, la zona externa la cual incluye no solo aquellas áreas expuestas directamente al cuerpo de agua estuarino, sino también aquellas áreas expuestas a los canales y márgenes de los ríos asociados. Las especies más importantes son *Rhizophora mangle* (L) *Rhizophora harrisonii* Leechman (Rhizophoraceae), *Pelliciera rhizophorae* Triana y Planchón (Pelliceriaceae), *Avicennia germinans* (L) (Avicenniaceae) y *Laguncularia racemosa* (L) Gaertner. (Combretaceae). Por otra parte la zona interna, es aquella alejada de los cuerpos de agua, ya sean estuarinos o riverinos. Estas zonas son inundadas periódica o estacionalmente por las mareas. Las especies representativas son *Conocarpus erectus* (L) (Combretaceae), y vegetación acompañante como *Mora oleífera* (Leguminosaeae), *Annona glabra* (L) (Annonaceae) y el helecho *Acrostichum aureum* (L) (Polipodaceae) (Rivera 2008).

## 2.3. Deterioro e impacto ambiental

A pesar de que estos bosques están bajo alguna categoría de protección y existe legislación correspondiente, se continúa realizando en ellos actividades que implican cambio de uso del suelo;

ya sea para agricultura, ganadería, acuicultura o para el desarrollo urbano o turístico. Todo esto ha llevado a una serie de problemas como la contaminación por agroquímicos, a los cuales los ecosistemas de manglar son altamente vulnerables, ya que quedan atrapados en los sedimentos, al igual que en los animales que sirven de alimento, por lo que una contaminación progresiva puede afectar la vida en el manglar y reducir considerablemente la industria pesquera; la contaminación por aguas negras provenientes del desarrollo urbano y turístico también afecta a estos ecosistemas, ya que; estos tienen un nivel límite de autodepuración, donde a partir de aquí el sistema se sobrecarga, propiciando el aumento de organismos patógenos. Por otra parte el lanzamiento de desechos sólidos es evidente en las aguas costeras, los cuales son llevados por los ríos, los esteros y por las corrientes de marea para ser depositados en los bordes de las playas, causando contaminación estética y mortalidad de flora y fauna (Marín 2009).

## **2.4. Aspectos socioeconómicos**

Los ecosistemas de manglar son explotados directa o indirectamente por el hombre, beneficiándose de la extracción de madera para carbón y leña y para fabricar vigas, postes, horcones para la construcción de viviendas rurales de los pobladores locales, o por medio de la captura de algunos animales silvestres y especies de interés comercial como peces, crustáceos y moluscos, que en algunas regiones constituyen la única fuente de recursos alimenticios y económicos para las comunidades humanas que viven cercanas a estos sistemas (Castillo 2007).

Las comunidades rurales de escasos recursos que viven en la cercanía de los manglares tradicionalmente han dependido de ellos para obtener su sustento, ya que se encuentran implicados con singulares tradiciones y conocimientos. El crecimiento de la población en las zonas costeras está intensificando la presión sobre los ecosistemas de manglares, ejerciendo una mayor demanda de madera, leña, forraje y otros productos forestales, por lo que surge la necesidad de realizar un ordenamiento adecuado de estos ecosistemas, para que estos sigan siendo benéficos al medio ambiente y ofrezcan una fuente de sustento de productos forestales para las necesidades cotidianas de la población local; asimismo, este ordenamiento generaría nuevas oportunidades de empleo como el ecoturismo, la pesca, la apicultura y las pequeñas industrias rurales basadas en los productos del mangle, ayudando así a mejorar las condiciones socioeconómicas de las comunidades locales (Castillo 2007).

## 2.5. El manglar en Barra de Santiago

La vegetación predominante es “mangle rojo espigado” *R. racemosa* G.F.W. Meyer, “mangle rojo” *R. mangle* (L) (Rhizophoraceae), “madresal” *A. germinans* (L), *A. bicolor* Stand (Avicenniaceae), “iztaten”, *L. racemosa* (L) Gaertnery “mangle botoncillo” *C. erectus* (L) (Combretaceae), también se caracteriza por que en sus alrededores se encuentra un bosque de transición salado-dulce, bosque subperennifolio, bosque de galería y palmar.

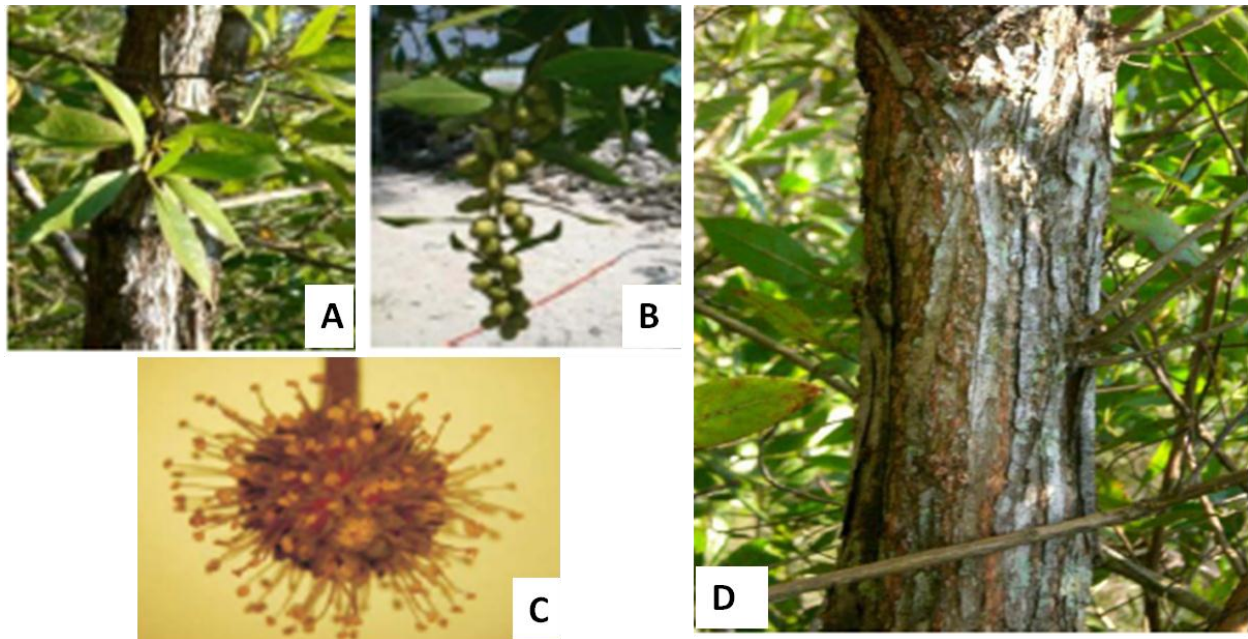
Es importante destacar que en la Barra de Santiago se presenta la formación de rodales puros o casi puros de una sola especie de mangle, cuyo origen se debe a las características del suelo, formado por la deposición de materiales en los canales. En Barra de Santiago *C. erectus* (L), se localiza en las áreas próximas a tierra firme y en sitios predominantemente arenosos lo cual es muy característico en este sitio (MARN 2002. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales).

## 2.6. Descripción de la especie *Conocarpus erectus* (L)

El mangle botoncillo, pertenece a la familia Combretaceae, son árboles perennifolios asociados al ecosistema de manglar ubicados en la regiones más alejadas de los canales de marea, poseen un tronco recto a veces postrado, tiene ramas ascendentes y copa redondeada densa que alcanza hasta 15 m de altura y 20.5 cm de diámetro en el tronco. La corteza es fisurada en surcos irregulares, se desprende en escamas muy delgadas y es de color pardo amarillento a oscuro, el grosor total de la corteza es de 8 mm. Se caracteriza por tener sus hojas alternas y coriáceas sin estipulas y cortamente pecioladas, son lanceoladas y miden aproximadamente de 2 a 10 cm de largo por 1.5 a 3 cm de ancho, con el ápice agudo, margen entero, base atenuada. De color verde claro y brillante, glabras o finamente pubescentes en ambos lados, nerviación inconspicua con dos pequeñas glándulas oscuras debajo de la hoja; las flores son diminutas y bisexuales, de color verde, fragantes, menores de 0.6 cm de diámetro, en racimos terminales y laterales. Los frutos semejan pequeños conos de color café de 4 mm de largo, con todas las partes florales persistentes y agrupados en las cabezuelas globosas de color verde. El mangle botoncillo florece y fructifica todo el año (figura 1) (Pagaza y Fernández 2005; Guerrero *et al.* 1992).

### 2.6.1. Fenología reproductiva

El árbol es dioico, aunque se pueden ver individuos bisexuales. Las inflorescencias son panículas axilares o terminales de 5 a 10 cm de largo, a veces pueden ser pubescentes. Las flores se pueden agrupar en capítulos globosos semejantes a conos de 5 a 10 mm de diámetro, son inconspicuas, perfectas y flagrantes. En las flores masculinas los estambres son prominentes durante la antesis, el pistilo está ausente y carecen de hipanto. En las flores femeninas el hipanto es pubescente. En esta especie florece todo el año y no se presenta viviparidad (Jiménez 1994; Pagaza y Fernández 2005).



**Figura 1. Características morfológicas de los árboles de *Conocarpus erectus* (L) A. Hojas. B. Frutos. C. Flores y D. Corteza. Fuente: CONABIO.**

### 2.6.2. Limitantes de la regeneración natural de *Conocarpus erectus* (L)

La propagación de esta especie se ve dificultada por serios problemas de viabilidad y germinación de las semillas, pues son muy recalcitrantes; no pueden ser desecadas por debajo de un punto relativamente alto en el contenido de humedad sin causarles daño, con germinaciones tan bajas como un 0.1%. Existen pocos reportes sobre su reproducción sexual; aunque, se conoce que las semillas frescas germinan tanto a luz como en la oscuridad, pero tienen baja tolerancia a la salinidad del sustrato (Sánchez y Muñoz 2006). También Mizrachi *et al.* (1980) determinaron que

más de 85 % de las semillas producidas por esta especie son carentes de endospermo. Posteriormente, Muñoz *et al.*, (1994) informaron que este fenómeno es más evidente hacia los extremos del fruto, ya que se conoce que la posición de las semillas dentro del fruto puede afectar su respuesta germinativa. De hecho, el efecto materno y/o las condiciones ambientales en que se desarrollan las plantas madres pueden contribuir considerablemente a la plasticidad fenotípica de la germinación en muchas especies que ocupan ambientes extremos o impredecibles. Estos son aspectos que deben considerarse si se pretende tener éxito en la reforestación con árboles de *C. erectus* (L), para la conservación de las líneas de costa debido a las afectaciones antrópicas o naturales del ecosistema de manglar, pues se conoce muy poco acerca de sus requerimientos germinativos en comparación con otras especies de mangle. La reproducción asexual o vegetativa le permite a esta especie reproducirse más eficientemente y con menor gasto energético; lo cual también le confiere una mayor capacidad para sobrevivir debido a la robustez de características fenotípicas que provienen de un individuo plenamente adaptado al medio (Sánchez y Muñoz 2006).

Las semillas que producen las especies del bosque de manglar son de difícil o imposible almacenamiento, debido al alto porcentaje de humedad que contienen, en ocasiones mayor al 50%. Estas semillas presentan siempre cierta tasa respiratoria y es imposible hacer descender la humedad por debajo de ciertos límites sin causar daños irreversibles a la estructura celular, por lo que difícilmente toleran las bajas temperaturas y en el almacén son presa fácil de hongos y otros microorganismos (Vázquez 1990).

### **2.6.3. Impactos en *Conocarpus erectus* (L)**

Los manglares, representan una fuente de recursos económicos y alimenticios para las poblaciones humanas aledañas. Por lo cual presenta varias amenazas entre las que se encuentran las actividades antropogénicas no sustentables que se desarrollan en su entorno. El mangle botoncillo es ampliamente utilizado como fuente de extracción de madera y en la construcción de viviendas rurales, motivo por el cual en algunas regiones la presencia de esta especie disminuye drásticamente (Hernández *et al.* 2005).

Los árboles de *C. erectus* (L), ocupan la última franja del manglar lo cual le trae dificultades en su regeneración natural, ya que estas zonas marginales no son consideradas como componentes

de los manglares y se considera que no están interconectados, por lo cual se les da un cambio en el uso de suelo, ya que son utilizados para la implementación de ganadería, granjas camarónicas y cultivos con aplicación de fertilizantes e insecticidas con lo que se origina un desequilibrio ecológico (Molina 1988).

## **2.7. Propagación asexual en plantas**

La propagación vegetativa o clonación se define como la reproducción de una planta a partir de una célula, un tejido, un órgano como raíces, tallos, ramas y hojas. En teoría, cualquier parte de una planta puede dar origen a otra de iguales características según sean las condiciones de crecimiento como la luz, temperatura, nutrientes, salinidad, etc. Esto se debe a que muchas de las células de los tejidos vegetales ya maduros conservan la potencialidad de multiplicarse, de diferenciarse y dar origen a diversas estructuras como tallos y raíces; estos grupos celulares forman parte de meristemos primarios y secundarios que pueden encontrarse en todos los órganos de las plantas (González *et al.* 2004).

Los bosques de manglar cuando son alterados y talados, puede regenerarse con mayor facilidad a través de propágulos; sin embargo, la mayoría de las especies poseen escasa o casi ninguna capacidad de reproducirse vegetativamente de manera natural, debido a que muchas de las células de los tejidos vegetales no conservan la potencialidad de multiplicarse, de diferenciarse y dar origen a diversas estructuras como tallos y raíces; estos grupos celulares forman parte de meristemos primarios y secundarios que no presentan el desarrollo de raíces adventicias en cualquier parte de la planta. (Tomlinson 1986).

Algunos autores señalan que cualquier técnica de propagación que se utilice directamente en campo, en cualquier época del año, será influenciada por factores bióticos como presencia de plagas, infección micótica y bacteriana, y abióticos como fluctuación en las condiciones ambientales, humedad, temperatura, luz y precipitación pluvial. Siendo esta última uno de los principales factores a considerar, ya que puede interferir en la actividad hormonal del individuo, reduciendo su metabolismo o produciéndole estrés hídrico, lo cual va a afectar directamente la formación de raíces, permitiendo su poco o nulo crecimiento, lo cual va a ser crucial para su posterior establecimiento en campo (Eganathan *et al.* 2000).

### **2.7.1. Propagación por estacas**

Esta técnica de propagación consiste en cortar de la planta madre una porción de tallo o rama; después esa porción se coloca en ciertas condiciones favorables y se induce a que forme raíces adventicias, obteniéndose con ello, una nueva planta independiente que en la mayoría de los casos, es idéntica a la planta madre (Escobar 1992).

La propagación por estacas presenta ventajas y desventajas. Las ventajas son: a) fácil procedimiento, b) rápida propagación de plantas, c) de una sola planta se obtienen un gran número de nuevas plantas d) se requiere poco espacio, e) bajo costo, f) fácil manejo, g) homogeneidad de las nuevas plantas obtenidas, h) no se presentan problemas de incompatibilidades como los injertos, i) conservación de las características genéticas. Las desventajas que puede presentar este método son: a) susceptibilidad a condiciones desfavorables especialmente en el área radicular, b) no es posible manejar características genéticas que permitan obtener plantas pequeñas y precoces y c) bajo porcentaje de prendimiento en algunas especies o variedades (González *et al.* 2004).

### **2.7.2. Propagación por acodos aéreos**

La técnica del acodo aéreo consiste en hacer que un tallo o rama desarrolle raíces sin tener que separarlo de la planta madre. Una vez que la rama ha formado raíces adventicias, se corta por debajo de esa zona, se siembra y se obtiene una nueva planta independiente e idéntica a la madre (un clon). El acodo aéreo se basa en la capacidad que tienen muchas plantas de emitir raíces adventicias desde cualquier rama o tallo si se dan las condiciones adecuadas para ello. Las raíces adventicias que se producen en un acodo tienen el mismo origen que las provenientes de las estacas: se formarán ya sea a partir de meristemas existentes, donde va a tener lugar una actividad inicial y a continuación una desdiferenciación celular que conducirá a una reorganización, donde las células se van a diferenciar y luego dan origen a un meristemo radical, así las raíces adventicias se podrán desarrollar. Aunque existen diversas maneras de realizar la técnica del acodo, las más importantes y utilizadas son: acodo aéreo, acodo de punta, acodo subterráneo y acodo de cepa (Hartmann y Kester 1995).

En la técnica del acodo aéreo para lograr la formación de raíces adventicias se hacen cortes transversales en la corteza de la rama de la sección basal, donde se coloca una bolsa o papel aluminio con sustrato ya que es el sitio en donde se acumula la mayor cantidad de carbohidratos. (González *et al.* 2004).

Las ventajas del acodo aéreo son: a) no hay pérdidas de material vegetal, ya que mientras no haya emisión de raíces el retoño no se separa de la planta, b) asegura una transmisión fiel de los caracteres de la planta madre, c) se pueden obviar incompatibilidades que se presentan con los injertos. Las desventajas de los acodos aéreos son: a) la débil productividad de las plantas madres, b) la duración del enraizamiento a veces es demasiado larga (González *et al.* 2004).

Por otro lado se señala que algunas plantas leñosas propagadas a través de acodos aéreos necesitan más de una estación de crecimiento para formar un buen sistema de raíces y que a través de estacas es imposible su reproducción, por lo que el método del acodo es más utilizado para propagar especies leñosas (Ryugo 1993).

### **2.7.3. Factores que afectan la regeneración de plantas a partir de estacas y acodos aéreos**

Los factores ambientales son de gran importancia para la regeneración de las plantas por medio de estacas y acodos aéreos, la atención que se preste a dichos factores hacen la diferencia entre el éxito o el fracaso para obtener un enraizamiento satisfactorio. Los factores internos incluyen la selección de la planta para obtener el material vegetal: a) condición fisiológica de la planta madre. b) edad de la planta madre. c) sección de la rama a escoger: parte alta, media o baja. d) presencia de patógenos. Los factores externos a la planta incluyen a) reguladores de crecimiento. b) lesionado de las ramas. c) temperatura. d) agua. e) luminosidad. f) sustrato de enraizamiento (Hartmann y Kester 1995).

### **2.7.4. Uso de reguladores de crecimiento en la reproducción asexual**

El propósito de tratar estacas y acodos aéreos con sustancias reguladoras de crecimiento, de tipo auxina, es acelerar la formación de raíces adventicias, aumentar su número y calidad, también aumentar la uniformidad del enraizamiento. Aunque el tratamiento con sustancias estimuladoras de enraizamiento es útil en la propagación de plantas, el tamaño final y el vigor de las que presenten al crecer plantadas en el campo, no es significativamente mayor que el obtenido con plantas no tratadas con este tipo de sustancias (Hartmann y Kester 1995).



Muchas veces, el poco o nulo éxito de la aparición de raíces en los cortes que se hacen en ramas de árboles tiene que ver con la edad de estas ramas. Cuando los árboles o arbustos están en etapa juvenil o prefloración, forman raíces mucho más fácil con las auxinas, en especial con la aplicación de ácido indolbutírico (AIB) (Salisbury y Ross, 1992).

También existen productos comerciales que promueven el desarrollo de raíces adventicias, como podemos mencionar Kelpak que es un regulador de crecimiento de plantas promotor radicular proveniente del alga marina *Ecklonia máxima*, obtenida por la ruptura en frío de las células, por diferencial de presiones, tecnología única en el mundo. Es un producto 100% natural con certificaciones orgánicas mundiales. Kelpak contiene un delicado balance de biorreguladores que promueven el desarrollo radicular y foliar del cultivo, mejorando la capacidad de las plantas para sobreponerse a condiciones de stress, maximizando su rendimiento. Kelpak es un producto con alto contenido de auxinas y relativamente bajo contenido de citoquininas, esta relación produce un efecto sobre la división y la elongación celular aumentando el tamaño de los frutos.

### III. HIPÓTESIS

H<sub>0</sub>: La germinación de semillas de *C. erectus* (L) utilizando tierra y excretas de cangrejo no tendrá un porcentaje de germinación elevado.

H<sub>1</sub>: La germinación de semillas de *C. erectus* (L) utilizando tierra y excretas de cangrejo tendrá un porcentaje de germinación elevado.

H<sub>0</sub>: La propagación vegetativa a través de estacas no es la más eficiente para regenerar las poblaciones de *C. erectus* (L)

H<sub>1</sub>: La propagación vegetativa a través de estacas es la más eficiente para regenerar las poblaciones de *C. erectus* (L)

H<sub>0</sub>: La propagación vegetativa a través de acodos aéreos no es la más eficiente para regenerar las poblaciones de *C. erectus* (L)

H<sub>1</sub>: La propagación vegetativa a través de acodos aéreos es la más eficiente para regenerar las poblaciones de *C. erectus* (L)

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Complejo Barra de Santiago se encuentra ubicado en los Cantones Barra de Santiago, Cara Sucia, La Ceiba y Garita Palmera, Jurisdicciones de Jututla y San Francisco Menéndez, en el Departamento de Ahuachapán, ubicada entre los 13° 42' 00" Latitud Norte y los 90° 03' 00" Longitud Oeste. El área tiene una extensión de 2,689 ha y un rango altitudinal entre 0 y 20 msnm (figura 2) (MARN 2006).

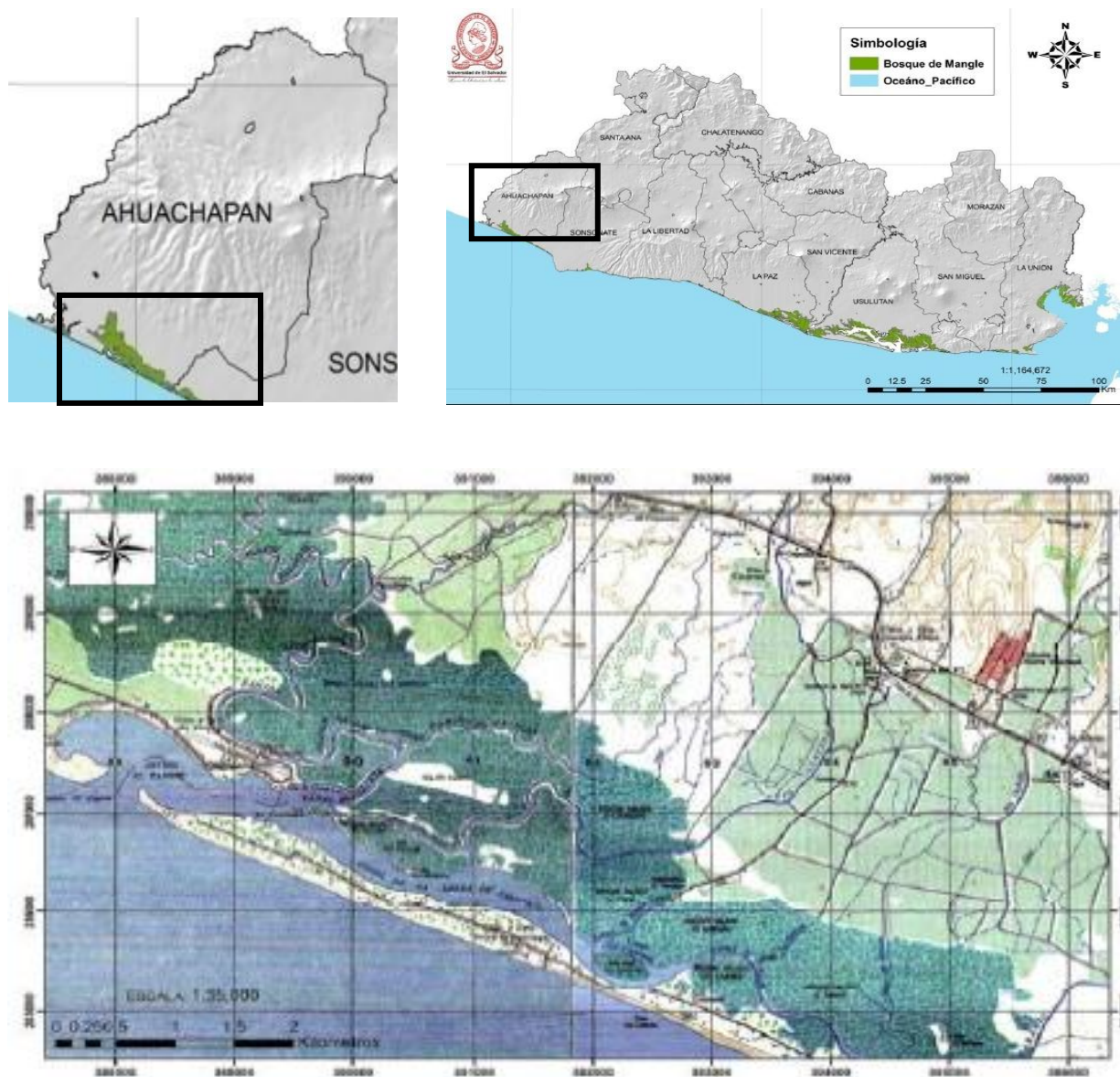


Figura 2. Ubicación geográfica del área natural protegida Complejo Barra de Santiago, sector Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán, El Salvador. Fuente: Rivera 2011, Guerrero *et al.* 2010

El patrón altitudinal y de temperatura en el manglar de Barra de Santiago conforman un patrón climático típico de la planicie costera, definido en el sistema de clasificación de Köppen, Sapper y Lauer como “sabanas tropicales calientes o “tierra caliente” que se caracterizan por presentar temperaturas medias anuales altas, mayores a 28° C, los valores de precipitación promedio son de 1,500 mm y la duración de la estación seca generalmente es entre siete meses o más; la humedad absoluta promedio es de 20 mm Hg, la humedad relativa de 76% y la evapotranspiración potencial de 1,900 mm (Benítez 2001).

La vegetación predominante en Barra de Santiago es el bosque de manglar constituido por árboles de *Rhizophora mangle* (L) “mangle colorado”, *Rhizophora racemosa* G.F.W. Meyer “mangle caballero”, *Avicennia germinans* (L) “mangle negro”, *Avicennia bicolor* Stand “madre sal”, *Laguncularia racemosa* (L) Gaertner “sincahuite” y *Conocarpus erectus* (L) “mangle botoncillo”. Este manglar se caracteriza por la formación de rodales puros o casi puros de una sola especie, además la existencia del “mangle botoncillo” *Conocarpus erectus* (L), localizados en las áreas próximas a tierra firme y se localizan en sitios predominantes arenosos lo cual es distintivo en este sitio y está relacionado con el tipo de suelo que se deposita en los canales (MARN 2006).

## 4.2 METODOLOGÍA

La investigación se realizó entre los meses de Enero a Septiembre 2013 en la isla Chácara, del área natural protegida Complejo Barra de Santiago, sector Barra de Santiago, cuyas coordenadas geográficas son 13°41'55.29"N, 90° 0'21.90"O (figura 3) y se inició con un viaje de prospección para ubicar los árboles de *Conocarpus erectus* (L), que servirían partir de los cuales se extraería el material vegetal y para elegir el terreno más adecuado para construir la cama de propagación y el vivero. El viaje también permitió coordinar el apoyo logístico con el jefe técnico de los guarda recursos del área natural protegida, el señor Antonio Villeda (c.p.)<sup>2</sup>, para conversar con los guarda recursos y los representantes de la comunidad de la isla Chácara.

---

<sup>2</sup>Comunicación personal, Antonio Villeda. Jefe técnico de los guarda recursos del Área Natural Protegida Complejo Barra de Santiago, por parte del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

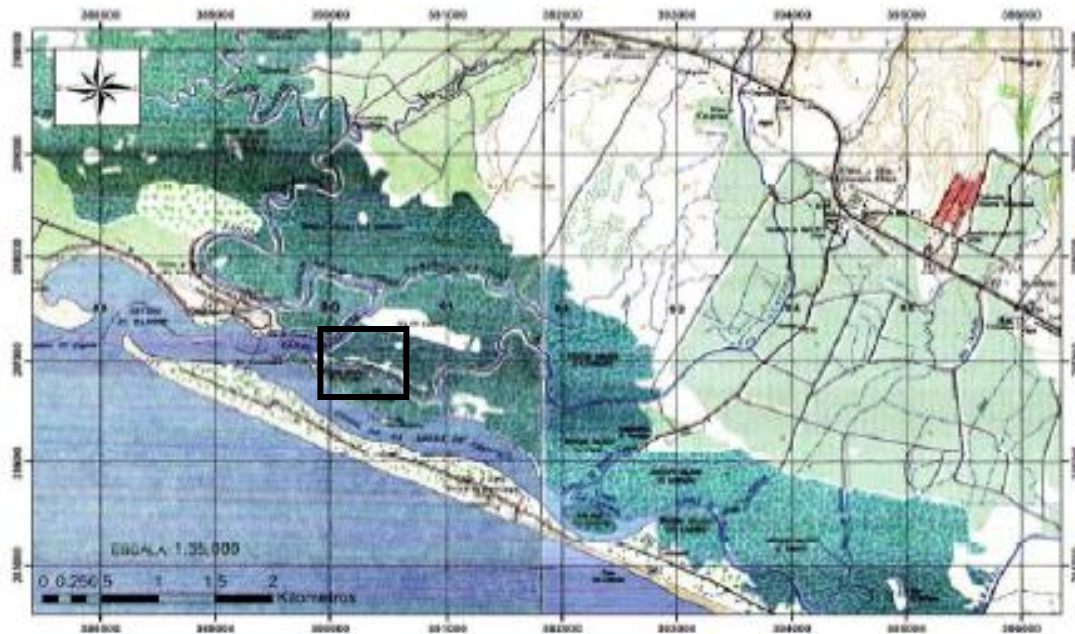


Figura 3. Ubicación de la isla Chácara en el área natural protegida Complejo Barra de Santiago, sector Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán, El Salvador. Fuente: Guerrero *et al.* 2010

#### 4.2.1 Pruebas preliminares de la investigación.

Previo al inicio de la fase de campo de la investigación, se hicieron pruebas piloto a fin de depurar la metodología de campo, para lo cual se cortaron estacas y se hicieron una serie de acodos aéreos. Cuando ya se tenían las estacas en la cama de propagación en el vivero se observó cómo éstas eran invadidas por hongos y luego se morían. Para saber qué tipo de anti fúngico se debía aplicar a las estacas, se colectaron muestras de los micelios y se llevaron al Laboratorio de Protección Vegetal de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad de El Salvador, para determinar el tipo de hongo y especie, e indagar cuál sería la técnica más adecuada para la desinfección del sustrato y el anti fúngico más efectivo para combatir los hongos. En esta fase, se contó con el valioso apoyo de del Ingeniero Andrés Rivas (c.p.)<sup>3</sup>.

En el laboratorio los micelios recolectados se sembraron en cajas de Petri con medio de cultivo Agar-Agar, donde estos micelios crecieron y maduraron en un lapso de 15 días. Transcurrido ese tiempo las muestras de hongos se observaron bajo el microscopio y se identificó el género del hongo que atacó a las estacas. Los géneros identificados fueron *Periconia* y *Penicillium*, hongos

<sup>3</sup> Comunicación personal, Ingeniero Andrés Rivas. Docente de la Universidad de El Salvador, Facultad de Agronomía, Departamento de Protección Vegetal.

típicos saprobios o parásitos que colonizan los restos vegetales de las zonas tropicales. La característica que se tomó en cuenta para determinar el género *Periconia sp* fue la presencia de abundantes conidios de color negro con abundantes esporas granuladas y el caso de *Penicillium sp* fue la presencia de conidióforos tabicados y ramificados con cadenas de esporas (anexo 1).

En viajes de prospección se observó que en la zona donde crecen los árboles de *C. erectus* (L) los “cangrejos azules” trasladan grandes cantidades de semillas de *C. erectus* (L) a sus cuevas para alimentarse, y que un número considerable de semillas no son comidas pero estas quedan atrapadas en las cuevas junto con las excretas, por lo que se supuso que estos cangrejos podrían ser dispersores de las semillas de *C. erectus* (L), y las excretas podrían servir como un abono y favorecer en cierta medida la germinación de las semillas, tal como lo sugirió el PhD Carmona (c.p.)<sup>4</sup>. Estas observaciones fueron la razón de incluir las excretas como un tratamiento de germinación para las semillas (anexo 2).

#### **4.2.2. Protocolo de la investigación**

A continuación se describe el protocolo de la investigación en el orden en que se desarrollaron las actividades.

##### **Actividad 1: Construcción de la cama de propagación y de germinación.**

El vivero y la cama de geminación se ubicaron en un terreno dentro de la isla Chácara porque es ahí donde existe una población pequeña de *C. erectus* (L), para extraer las estacas y colocar los acodos aéreos. Para la ubicación del vivero también se consideró que estuviera una fuente de agua cercana para poder regar las estacas y los acodos.

Para la construcción de la cama de propagación y de germinación se utilizaron 8 postes de árbol de madrecaao de 1 m de altura, colocados a una distancia de 1 metro entre ellos dando la forma de un rectángulo de 2 m x 1 m. Sobre estos postes se postraron 6 troncos de bambú, para colocar sobre los troncos un aproximado de 100 venas de hoja de palma, las cuales sirvieron de soporte para colocar las bolsas conteniendo las 100 estacas y 100 acodos aéreos, y también 20 cajas de plástico de 32 cm de ancho por 49 cm de largo y 16 cm de profundidad, para la germinación de semillas (figura 4).

---

<sup>4</sup> Comunicación personal, Victor Carmona, PhD. Assistant Profesor Departament of Biology. Loyola Marymount University. Los Ángeles.



**Figura 4. a) Corte de los postes de árboles de madrecaao b) Construcción de la cama de propagación y germinación.**

## **Actividad 2: Preparación y esterilización del sustrato.**

Para la esterilización y desinfección del sustrato se empleó la técnica de solarización que consiste en desinfectar el suelo de manglar por medio de la energía solar, este método fue sugerido por el Ingeniero Andrés Rivas docente del Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad de El Salvador.

Para llevar a cabo esta actividad, se colocaron 7000 g de tierra sobre una tarima de madera, luego se preparó una solución de lejía, diluyendo 5 litros de lejía en 15 litros de agua. La solución se aplicó sobre el sustrato hasta empapararlo (capacidad de campo), luego se procedió a tapar el suelo con bolsas de polietileno color negro y se mantuvo así por una semana (Figura 5); pasado ese tiempo, se retiró el plástico para que el sustrato liberara los gases formados por la temperatura y aplicación de la lejía.



Figura 5. a) Aplicación de lejía sobre el sustrato. b) Sustrato cubierto con bolsas de polietileno.

### Actividad 3: Preparación del regulador de crecimiento Kelpak y del anti fúngico Cupravit

Se preparó una solución del regulador de crecimiento **Kelpak**, diluyendo 30 ml del compuesto en 3 litro de agua destilada, para obtener una concentración de auxinas de 0.000321% p/v. (figura 6).



Figura 6. a) Presentación del producto Kelpak. b) Extracción del regulador de crecimiento a utilizar. c) Dilución de Kelpak en agua destilada.

El antifúngico **Cupravit** también se diluyó utilizando 5 g del producto en un litro de agua destilada (figura 7).



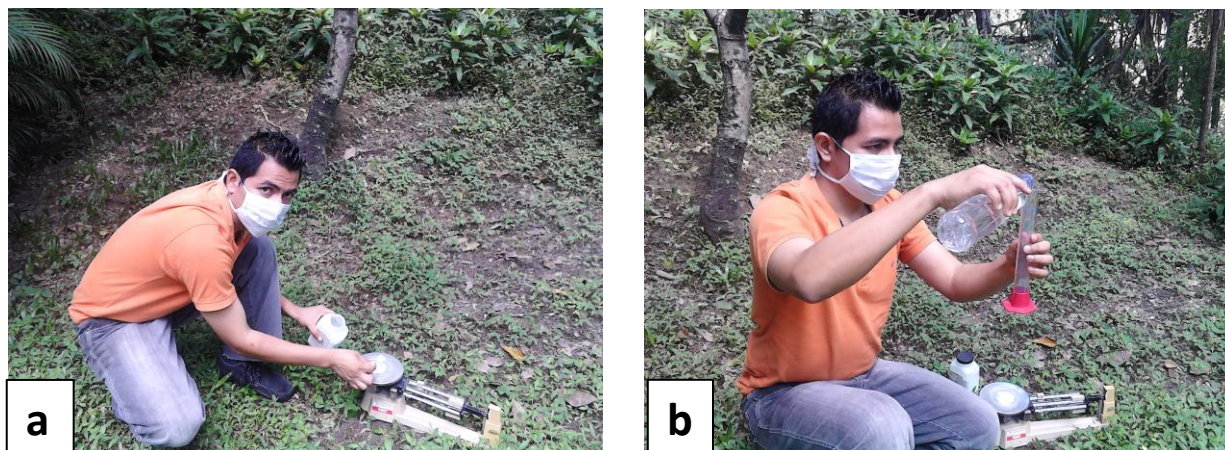


Figura 7. a) pesado de los gramos del anti fúngico Cupravit. b) Dilución de Cupravit en agua destilada.

#### **Actividad 4: Obtención de material vegetal.**

Para la obtención de las estacas y elegir los árboles dónde se iban a situar los acodos, se tomaron en cuenta criterios de la calidad para la elección de los árboles, entre ellos: el estado de salud, juventud, vigor y esbeltez.

##### **Actividad 4 A: Corte de las estacas**

Las estacas se obtuvieron de las ramas que se encontraban a 2 m de altura del suelo, es decir, situadas en la parte media de los árboles. Las estacas se cortaron con una longitud entre 15 a 20 cm partiendo de la parte basal hacia el ápice.

Posteriormente las estacas se trasladaron al vivero ubicado en la isla Chácara. En total se obtuvieron 100 estacas de *C. erectus* (L) de acuerdo con la metodología utilizada por Escobar *et al.* (1991) (figura 8).

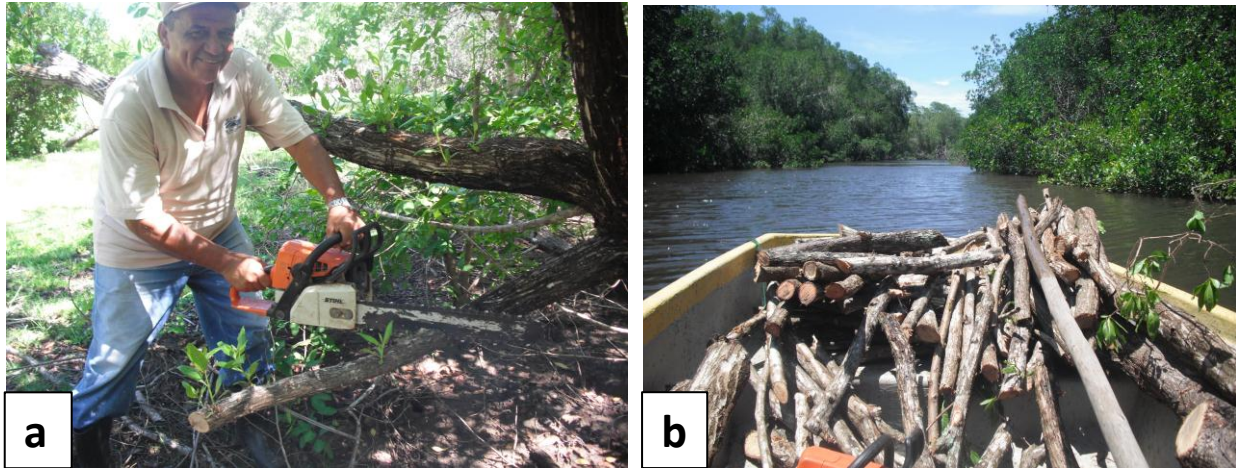


Figura 8. a) Corte de las estacas. b) Traslado de las estacas hacia el vivero.

### Aplicación de Kelpak y Cupravit

Antes de iniciar la siembra de las estacas se aplicó la solución de **Kelpak**, para lo cual se sumergieron los primeros 3 centímetros de cada estaca en una cubeta que contenía la solución; esto se hizo en manojos de 3 estacas, las cuales se dejaban dentro de la cubeta por cinco segundos. Pasado ese tiempo, las estacas se sacaron y se les aplicó con una brocha el anti fúngico **Cupravit** en el extremo de las estacas que quedaba expuesto al ambiente (figura 9).

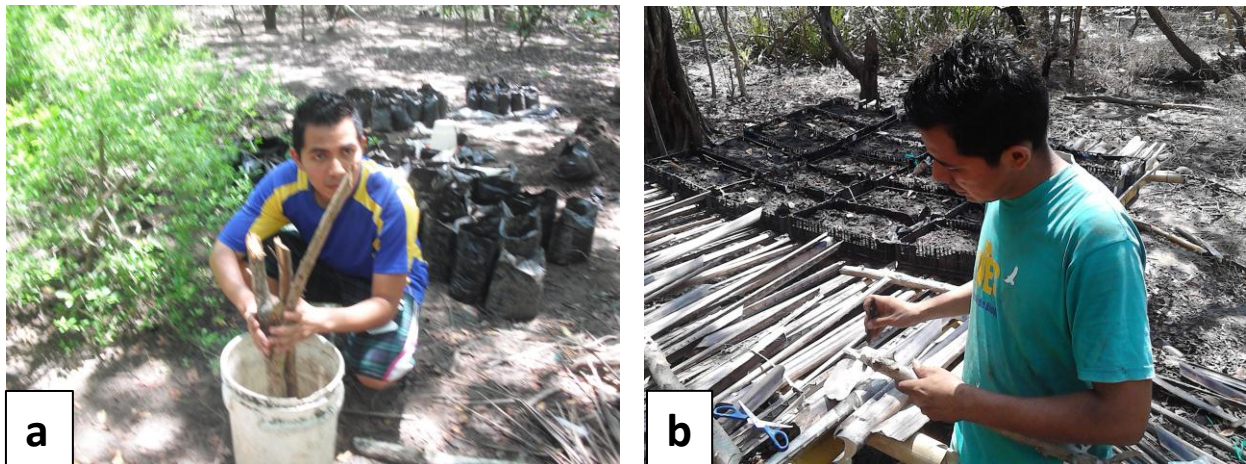


Figura 9. a) Aplicación del regulador de crecimiento Kelpak por el método de inmersión. b) Aplicación del anti fúngico Cupravit en el extremo inferior de las estacas.

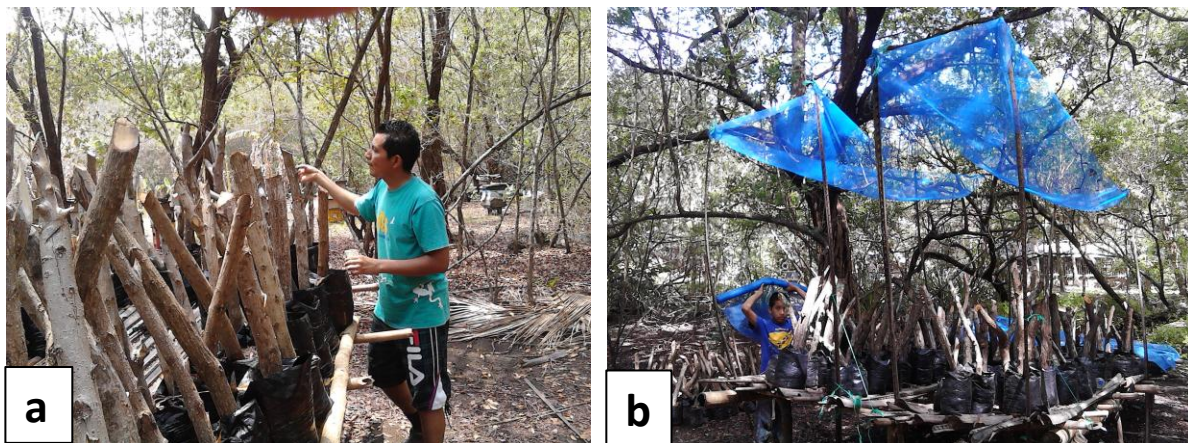
Después de aplicar el anti fúngico, las estacas se sembraron a una profundidad de 5 cm en bolsas plásticas negras con capacidad de 35 gr (figura 10). Finalmente, las bolsas con las estacas se colocaron sobre la cama de propagación (figura 11).



**Figura 10. Siembra de estacas en las bolsas de polietileno conteniendo sustrato esterilizado.**

Con la finalidad de controlar la intensidad lumínica y favorecer el desarrollo de las estacas se colocó sobre la cama de germinación una malla color azul, con una transmisión de luz del 40% y un valor de sombra del 60% sobre la cama de propagación (figura 11).

Para garantizar resultados favorables con la siembra de las estacas, se volvió a repetir el tratamiento de las soluciones **Kelpak** y **Cupravit** en las mismas concentraciones antes expuestas justo a los 14 días de haber iniciado el experimento, según las dosis de aplicación de los productos utilizados.



**Figura 11. a) Estacas sobre la cama de propagación. b) Malla de luz colocada sobre las estacas en la cama de propagación.**

## Actividad 4 B: Procedimiento para establecer los acodos aéreos.

El procedimiento consistió en hacer una laceración en forma de anillo de 2 cm de ancho en la parte basal de las ramas con la finalidad de estimular el enraizamiento, luego estas zonas se cubrían con papel aluminio colocando 35 gramos de sustrato previamente esterilizado y también se aplicaba 3 ml del regulador de crecimiento **Kelpak**, con una jeringa, hasta humedecer el sustrato. Finalmente, se cerraba el papel aluminio de acuerdo a la metodología utilizada por Benítez *et al.* (2002) (figura 12). En total se establecieron 100 acodos aéreos.



**Figura 12.** a) Corte en forma de anillo sobre la corteza de las ramas. b) Aplicación del regulador de crecimiento **Kelpak** humedeciendo el sustrato c) Envoltura con el papel aluminio.

Los acodos aéreos se regaron cada 7 días usando una jeringa (figura 13). Tal como se hizo con las estacas, después de 14 días de haberse establecido los acodos se aplicó una segunda dosis del regulador de crecimiento **Kelpak**.

Después de un mes, algunos acodos aéreos ya habían formado raíces adventicias de color café y consistencia leñosa, lo cual indicaba que estaban listos para cortarse del árbol padre, el corte se hizo entre 10 y 15 cm por debajo de las raíces adventicias. Luego los acodos se trasladaron a la cama de propagación para ser sembrados en las bolsas con suelo de manglar (figura 14).



Figura 13. Riego de acodos aéreos.

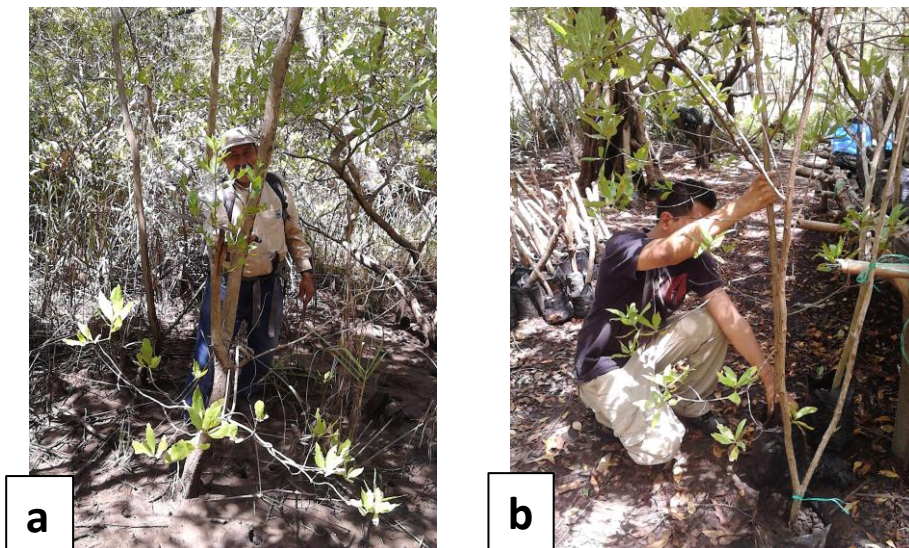
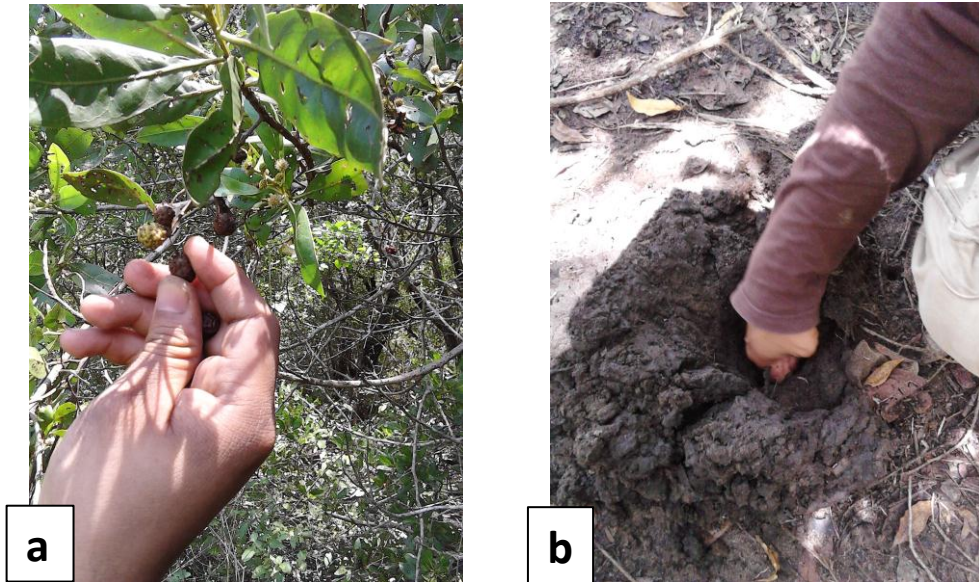


Figura 14. a) Corte de los acodos aéreos enraizados b) Siembra de los acodos aéreos enraizados en las bolsas.

### Actividad 5: Recolección de semillas de *Conocarpus erectus* (L), suelo de manglar y excretas de *Cardissoma crassum* (L).

En campo se recolectaron solamente las infrutescencias, que presentaban una coloración café-rojiza y el desprendimiento de las semillas al tacto, lo que permitía comprobar el estado de madurez. Dichas infrutescencias se recolectaron de los árboles padres ubicados dentro de la isla Chácara. Las infrutescencias se colocaron en bolsas tipo Ziploc hasta ser trasladadas a la zona del vivero y contabilizar 500 semillas para sembrarlas en cada caja, al mismo tiempo se recolectó tierra de los

alrededores de los árboles padres y excretas de las cuevas del “cangrejo azul” *Cardisoma crassum* (L) (figura 15).



**Figura 15. a) Recolección de las semillas de *Conocarpus erectus* (L) de los árboles de donde se obtuvo el material vegetal. b) Recolección de las excretas de “cangrejo azul”.**

### **Siembra de las semillas**

Las 10,000 semillas recolectadas se dividieron equitativamente entre dos tratamientos, por cada tratamiento se prepararon 10 cajas de germinación y en cada una de ellas se sembraron 500 semillas.

Las cajas del tratamiento 1 contenían aproximadamente 135 gramos de suelo de manglar

Las cajas del tratamiento 2 contenía suelo de manglar y excretas de “cangrejo azul” en una proporción de 3:1 hasta completar aproximadamente 135 gramos de la mezcla por cada caja.

Para prevenir la herbívora de la fauna presente en el lugar se les colocó una malla color azul de 1 m por 2 m, con una transmisión de luz del 40% y un valor de sombra del 60% (figura 16).

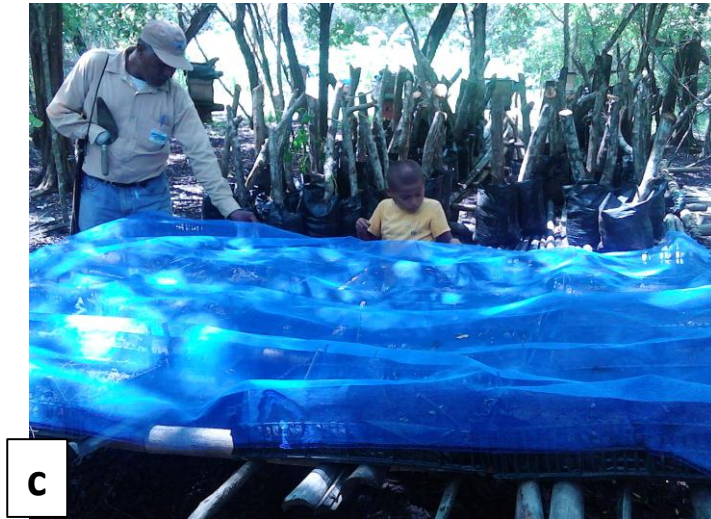


Figura 16. a) Cajas de germinación. b) Siembra de semillas. c) Malla protectora sobre la caja de germinación.

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO.**

Todas las pruebas estadísticas que se aplicaron a los datos, se llevaron a cabo utilizando los programas estadísticos **STATGRAPHIC CENTURION** y **MINITAB 15**. Se hizo un test de normalidad a los datos por medio de la prueba de Kolmogorov Smirnof, utilizando un nivel de significancia  $\alpha$  de 0.05 y un nivel de confianza de 95% en base a la tabla del Test de Kolmogorov-Smirnov sobre bondad de ajuste.

### **Propagación vegetativa por estacas y acodos aéreos.**

Los parámetros morfológicos que se tomaron en cuenta en ambas técnicas de propagación fueron el número de brotes y numero de raíces adventicias. Para someter a prueba las hipótesis planteadas, se calculó el coeficiente de correlación de **Pearson** para verificar si existía una correlación entre los brotes apicales y raíces adventicias, para determinar la eficiencia de la técnica de propagación.

### **Germinación de semillas.**

Para someter a prueba las hipótesis planteadas en la germinación de semillas se utilizó el programa estadístico **STATGRAPHIC CENTURION** aplicando la prueba estadística de **t-student** para verificar si existía diferencia significativa entre los dos sustratos que se utilizaron.



## V. RESULTADOS.

### Propagación vegetativa por estacas.

Luego de 15 días, solamente 44 estacas de las 100 que se sembraron lograron un establecimiento exitoso ya que se observaron brotes apicales (figura 17). A esas estacas se le dio seguimiento por 3 meses; después de los cuales solamente 19 sobrevivieron y mantuvieron el desarrollo de los brotes, presentando en algunos casos hasta 18 brotes por estacas (figura 18).

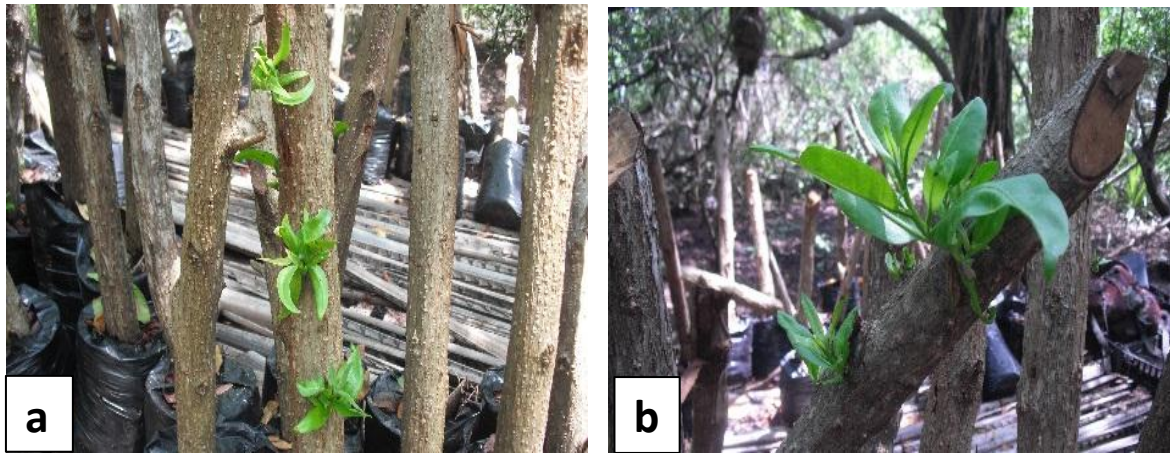


Figura 17. a) y b). Estacas de *Conocarpus erectus* (L), que presentaron brotes apicales después de 15 días de haber sido sembradas en la cama de propagación.

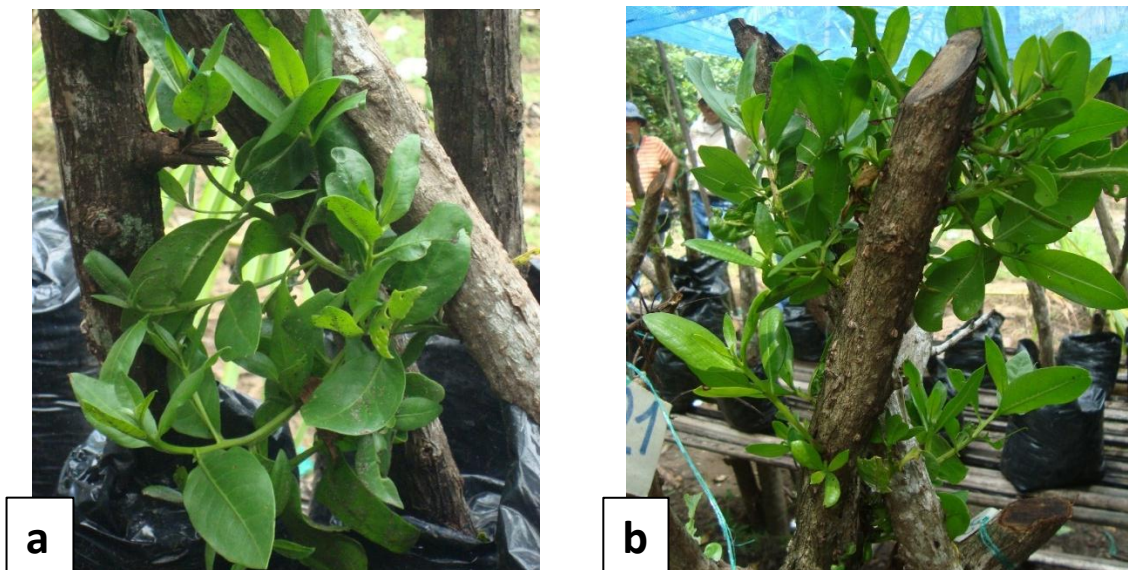


Figura 18. a) y b). Estacas de *Conocarpus erectus* (L), que lograron el desarrollo de los brotes apicales en un tiempo de 3 meses.

El número de raíces adventicias formadas, fue evidentemente bajo; en promedio una raíz por estaca, evidenciando un desarrollo muy limitado ya que no presentaron raíces secundarias ramificadas (figura 19). Es importante mencionar que algunas estacas solo mostraron brotes apicales pero ninguna raíz adventicia.

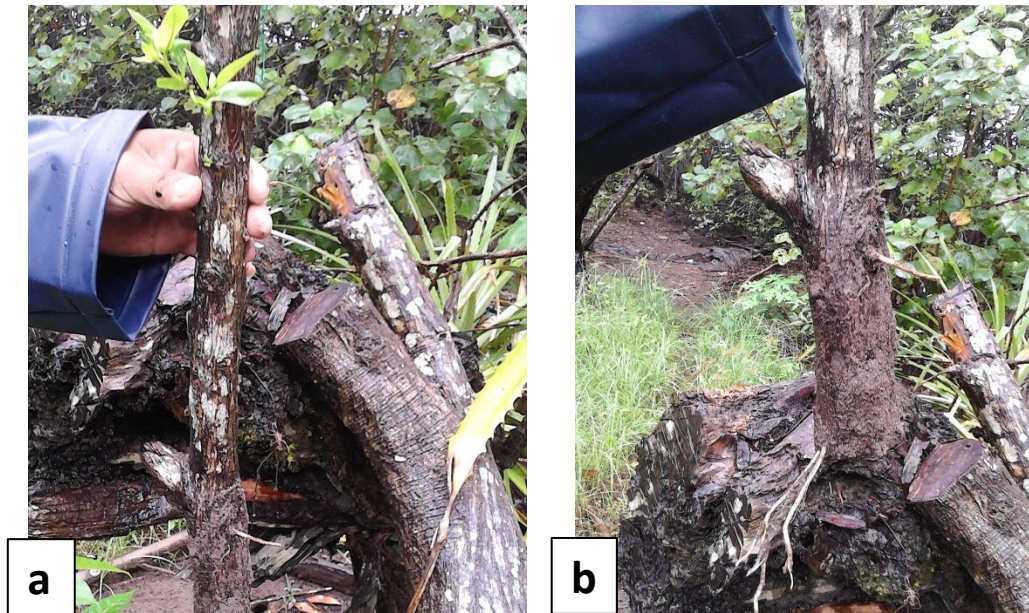


Figura 19. a) y b) Aspecto de las estacas con raíces adventicias después de 3 meses de haber sido sembradas en la cama de propagación.

Como se observa en la figura 20 el número de brotes apicales fue muy variado, ya que oscilo entre 1 a 18 brotes, el número de raíces adventicias fue muy bajo ya que 10 estacas no presentaron raíces adventicias y 6 estacas produjeron un máximo de 6 raíces adventicias.

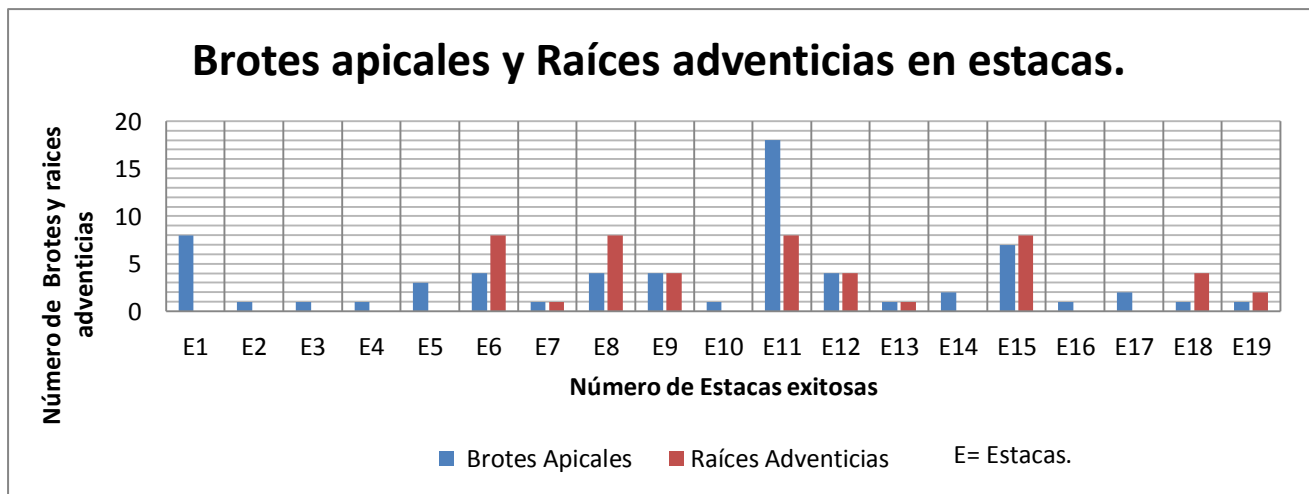


Figura 20. Número de brotes apicales y raíces adventicias en las estacas de *Conocarpus erectus* (L), después de 3 meses de haber sido sembradas en la cama de propagación.

## **Propagación vegetativa por acodos aéreos.**

Los primeros registros de producción de raíces adventicias producidas por los acodos aéreos se observaron a los 15 días, cuando aún estaban en los árboles. Esto se observó solamente en 30 de los 100 acodos aéreos que se montaron (figura 21). Después de un mes estos acodos habían logrado formar hasta 7 raíces adventicias tal como se observa en la figura 22.



**Figura 21.** Se observan las raíces adventicias formadas en los acodos aéreos a los 15 días.



**Figura 22.** Acodos aéreos que presentaron el mayor número de raíces adventicias raíces adventicia después de un mes.

Finalmente a los 3 meses de haber iniciado el experimento, los 30 acodos aéreos enraizados formaron brotes apicales (figura 23).



**Figura 23. a) y b). Acodos aéreos que presentaron el desarrollo de brotes apicales luego de un mes de haber sido sembrados en la cama de propagación.**

El comportamiento de los brotes apicales fue muy variado, algunos presentaron 2 brotes apicales, mientras que otros acodos aéreos presentaron un máximo de 18 brotes apicales, con respecto a las raíces adventicias algunos acodos presentaron una raíz adventicia, mientras que en otros se observó un máximo de 7 raíces adventicias tal como se muestra en la figura 24.

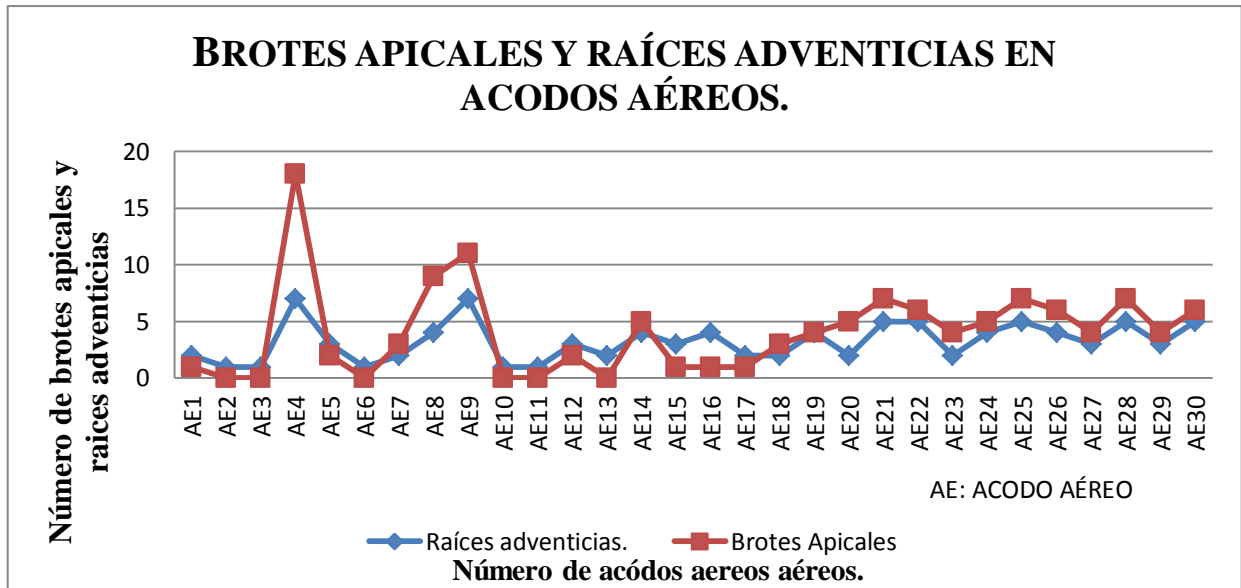


Figura 24. Número de brotes apicales y raíces adventicias en los acodos aéreos de *Conocarpus erectus* (L).

Durante los meses que duró la investigación se pudo observar que 54 acodos aéreos lograron formar callosidad pero no raíces adventicias (figura 25), ya que volvieron a regenerar la corteza. También se observó que 16 acodos aéreos nunca mostraron desarrollo de raíces.

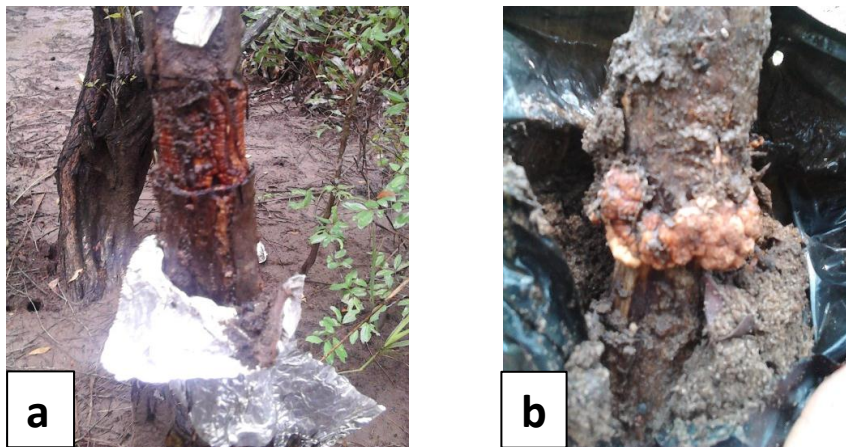


Figura 25. a) Callos formados a los 15 días de haber aplicado Kelpak b) Desarrollo de los callos luego de 2 meses.

## Germinación de semillas.

En el tratamiento 1 que consistió en sembrar las semillas en suelo de manglar se obtuvo un total de 107 semillas germinadas, es decir un porcentaje de 2.14% (figura 26).

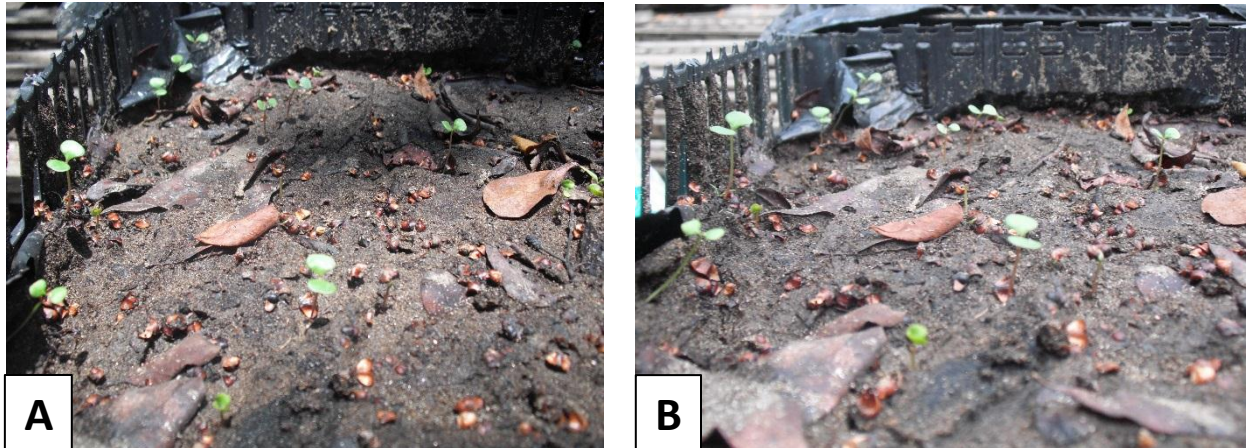


Figura 26. a) y b) Se observan las plántulas de *Conocarpus erectus* (L), germinadas en las cajas con el tratamiento 1.

Con respecto al tratamiento 2 donde se mezcló suelo de manglar con excretas de “cangrejo azul”, se obtuvo un total de 22 semillas germinadas, es decir un 0.44% (Figura 27).

El tiempo en que se tardaron las semillas en germinar para ambos sustratos fue de 34 días, cuando se observaron las primeras plántulas, coincidiendo en el inicio de la época lluviosa.

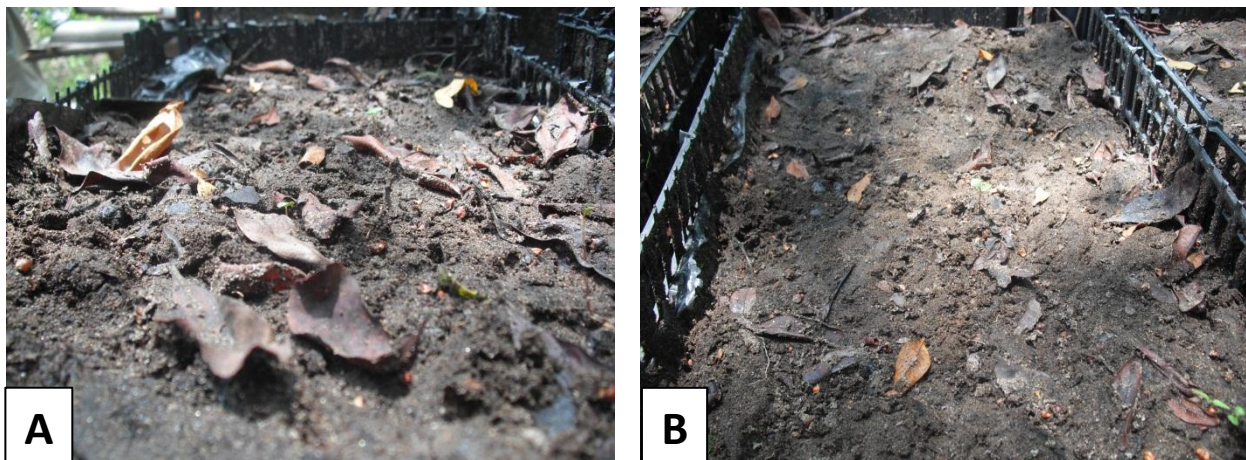
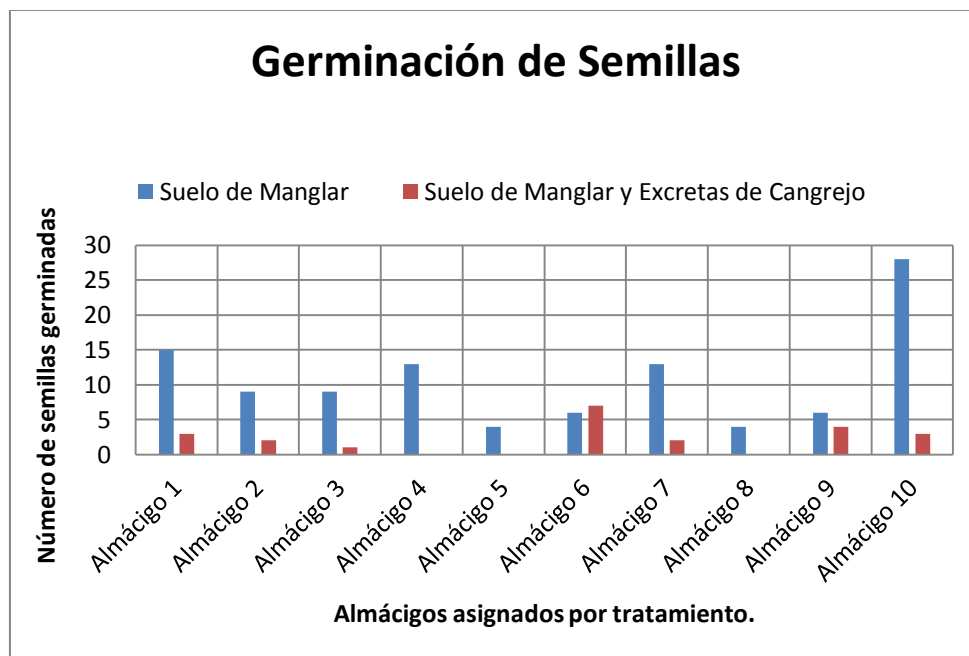


Figura 27. a) y b) Se observa en las cajas con el tratamiento 2 que las semillas de *Conocarpus erectus* (L) no germinaron.

El número de semillas que germinaron por cada caja, tanto en el tratamiento 1 como en el tratamiento 2 se describe en la tabla 1 (Figura 28).

**Tabla 1. Número de semillas germinadas por cada caja asignada en los dos tratamientos utilizados: suelo de manglar y suelo de manglar con excretas de cangrejo.**

Cajas	Tratamiento 1	Tratamiento 2
	Suelo de manglar	Suelo de manglar y excretas de cangrejo
Almácigo 1	15	3
Almácigo 2	9	2
Almácigo 3	9	1
Almácigo 4	13	0
Almácigo 5	4	0
Almácigo 6	6	7
Almácigo 7	13	2
Almácigo 8	4	0
Almácigo 9	6	4
Almácigo 10	28	3
<b>Total</b>	<b>107</b>	<b>22</b>



**Figura 28. Número de semillas germinadas para cada caja de los tratamientos.**

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

### Propagación vegetativa por estacas.

Al comparar el número de brotes con el número de raíces adventicias se aplicó la prueba de correlación de Pearson obteniendo un valor de  $R = 0.773348$  y un valor de  $P = 0.0364$  menor que 0.05, lo que indica que existe una relación muy baja y poco aceptada entre brotes apicales y raíces adventicias con un nivel de confianza del 95.0%, lo cual indica que la técnica de propagación por estacas tienen poca capacidad de adaptación en campo, por tal motivo se acepta la hipótesis nula la cual establecía que la propagación vegetativa a través de estacas no es la más eficiente para regenerar las poblaciones de *C. erectus* (L) (figura 29).

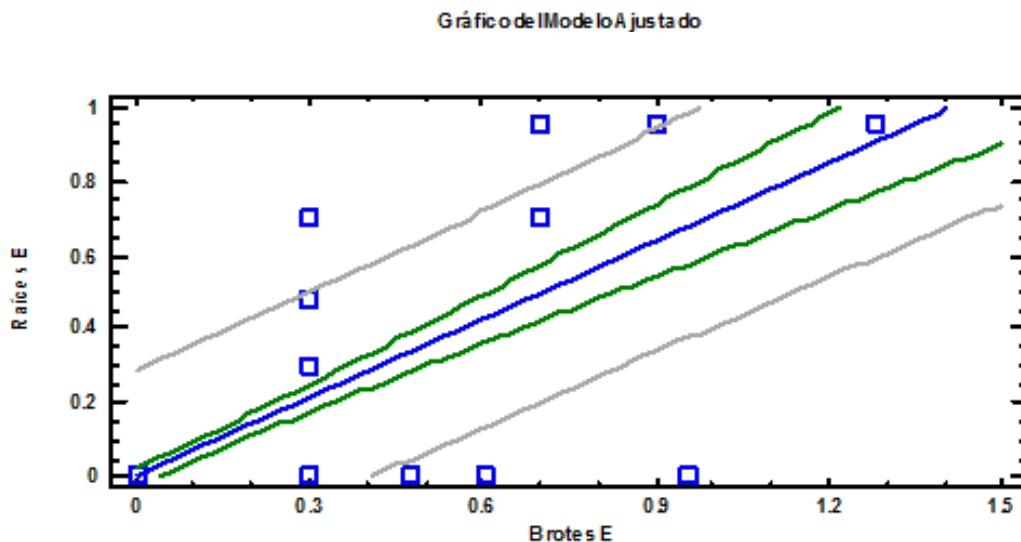


Figura 29. Relación de brotes apicales y raíces adventicias en la técnica de propagación por estacas.

### Propagación vegetativa por acodos aéreos.

Con base a la prueba estadística del coeficiente de correlación de Pearson se obtuvo un valor de  $R = 0.926045$  y un valor de  $P = 0.0000$  menor que 0.05, lo que indica que existe una relación significativamente alta entre brotes apicales y raíces adventicias con un nivel de confianza del 95.0%, en este sentido se demuestra que la plantas obtenidas con la técnica de acodos aéreos tiene mayor capacidad de adaptación en el campo, por tal razón se acepta la hipótesis alternativa la cual



establecía que la propagación vegetativa a través de acodos aéreos es la más eficiente para regenerar las poblaciones de *C. erectus* (L) (figura 30).

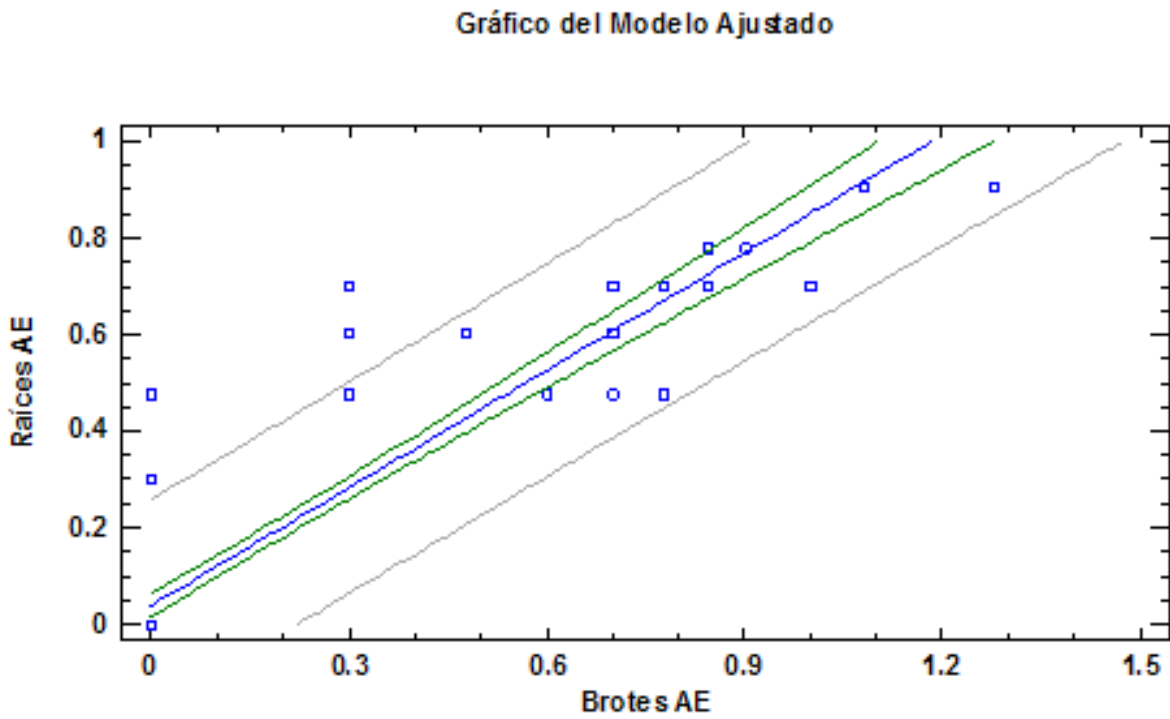


Figura 30. Relación de brotes apicales y raíces adventicias en la técnica de propagación por acodos aéreos.

### Germinación de semillas.

La prueba estadística del **t-student** aplicada a los valores obtenidos en germinación de semillas para ambos sustratos fue de  $t = 3.56478$  y un valor de  $P = 0.002214$ , en la figura 31 se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos; ya que el tratamiento 2: suelo de manglar con excretas de “cangrejo azul” presenta los valores mínimos.

El valor obtenido en la tabla de la  $t$  de Student  $t_{\alpha} = 1.8125$  es menor al valor encontrado en la prueba estadística, por lo tanto se rechaza la hipótesis la cual establecía que la germinación de semillas de *C. erectus* (L) utilizando tierra y excretas de cangrejo no tendrá un porcentaje de germinación elevado.

Gráfico Caja y Bigotes

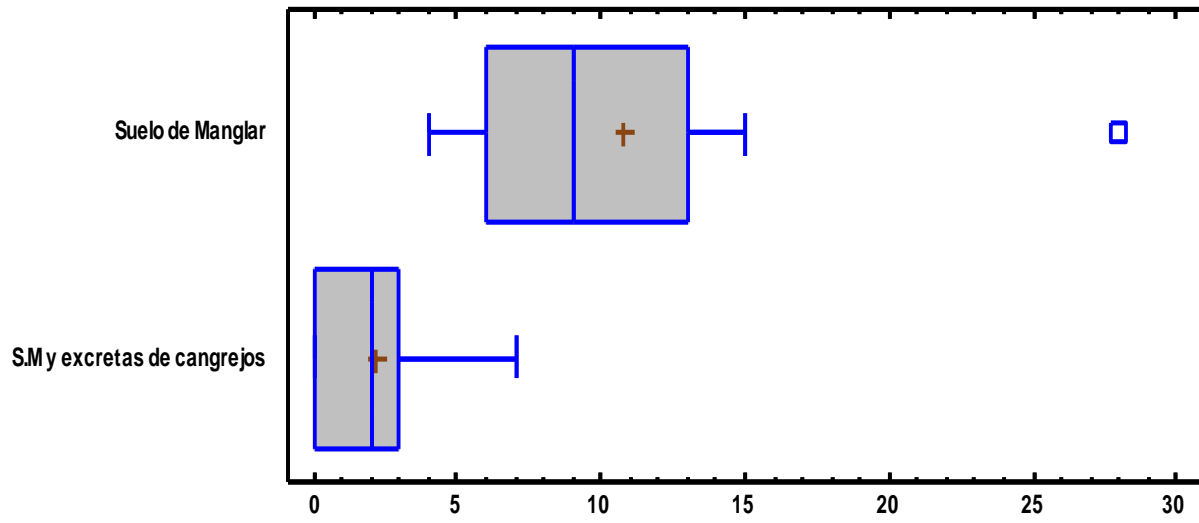


Figura 31. Comparación de medias aritméticas entre los tratamientos suelo de manglar y suelo de manglar con excretas de cangrejo azul.

## VI. DISCUSIÓN

Los árboles de *Conocarpus erectus* (L), “mangle botoncillo” forman parte de la vegetación asociada a los manglares del Pacífico centroamericano, distribuidos principalmente en las zonas internas de los bosques de manglar, las cuales se ven afectadas por actividades agrícolas y ganaderas (Jiménez 1994). De acuerdo con Molina (1988), en la Barra de Santiago estos árboles ocupan la última franja del manglar, lo cual les trae dificultades en su regeneración natural, ya que estas zonas no siempre son consideradas parte del bosque salado y se cree que no están interconectados por encontrarse en suelos más consolidados que generalmente son utilizados para la implementación de ganadería, granjas camaroneras y cultivos con aplicación de fertilizantes e insecticidas; lo cual genera un desequilibrio ecológico. En la presente investigación se comprobó que aun cuando el manglar de Barra de Santiago es un área natural protegida, no se encuentra libre de perturbaciones, ya que algunas áreas de la zona interna del bosque han estado sujetas a fuertes perturbaciones de origen antrópicas; es el caso de la extensión de la frontera agrícola, la expansión de las áreas de pastoreo para el ganado y por la extracción de leña y madera para la construcción de viviendas, en consecuencia los árboles de *C. erectus* (L) han comenzado a desaparecer de estas zonas por ser una especie muy valorada por los lugareños por la dureza de su madera.

Cuando los árboles de mangle son talados o sufren daños mecánicos presentan escasa o casi ninguna capacidad de regenerarse vegetativamente de manera natural, debido a que muchas células del tejido no conservan la totipotencialidad de multiplicarse, diferenciarse y de dar origen a diversas estructuras como tallo y raíces (Tomlinson 1986). De acuerdo con la información obtenida por los lugareños y los guardasrecursos del área protegida, la regeneración natural del “mangle botoncillo” es casi nula.

Según Hernández *et. al.* (2012), es posible propagar vegetativamente y de forma masiva a las especies vegetales utilizando las técnicas de estacas y acodos aéreos, obteniendo individuos con mayores dimensiones estructurales en un menor tiempo, si se le compara con la germinación de semillas. Por su parte, Salisbury y Ross (1992); Hartmann y Kester (1995) afirman que para garantizar el éxito en la propagación de estacas y acodos aéreos, es recomendable usar sustancias reguladoras de crecimiento de tipo auxina, en especial ácido indol butírico (AIB) para acelerar la formación de raíces adventicias y uniformizar el enraizamiento. En la presente investigación se

utilizó el regulador de crecimiento Kelpak un producto rico en fitohormonas que contiene auxinas y citoquininas, carbohidratos, aminoácidos y vitaminas, lo que garantiza el éxito de enraizamiento porque estimulan la brotación de meristemas radiculares latentes e incrementa la masa radicular, lo cual favorece a las estacas y acodos aéreos. En el caso específico de las estacas en la Barra de Santiago se logró un 19% de estacas enraizadas después de 3 meses de aplicado el producto, lo cual contrasta con los resultados obtenidos por Cruz *et al.* (2009), quienes informan un 70% de estacas enraizadas luego de dos meses después de aplicado el regulador de crecimiento a base auxinas llamado Raizal. Según estos autores, el éxito de su investigación radicó en que las plantas que crecen en viveros tenían un constante monitoreo y un mejor manejo y control sobre las condiciones climáticas.

Hernández *et al.* (2012) y Eganathan *et al.* (2000) señalan que cualquier técnica de propagación que se utilice directamente en campo, en cualquier época del año, será influenciada por factores bióticos como presencia de plagas, infección micótica y bacteriana. La importancia de mantener las estacas en condiciones controladas de vivero es un factor importante para mantener adecuadas condiciones fitosanitarias en el material vegetal, pues de lo contrario se obtienen resultados negativos al aplicar la técnica de propagación por estacas, lo que se pudo comprobar en la presente investigación, pues en los ensayos preliminares no se esterilizó el sustrato ni se utilizó un anti fúngico y eso causó la infección por hongos y la muerte de las primeras estacas, lo que concuerda con los resultados de Barboza *et al.* (2011), quienes intentaron sin éxito propagar vegetativamente a *C. erectus* (L) a partir de estacas; atribuyendo sus resultados a una infección micótica.

Después de depurar la metodología para la propagación de *C. erectus* en la Barra de Santiago, se tuvo el cuidado de esterilizar la tierra, se aplicó un antifúngico a las estacas manteniéndolas en condiciones de vivero en el campo y se empleó en dos ocasiones el regulador de crecimiento **Kelpak**, sin embargo el valor de 19% de estacas enraizadas, es un porcentaje demasiado bajo si se le compara con los resultados obtenidos por Escobar *et al.* (1991) quienes obtuvieron un 59% de estacas enraizadas, al aplicar el regulador de crecimiento AIB a 500 ppm. Los resultados obtenidos en la presente investigación pudieron deberse a que las condiciones de vivero que se lograron establecer fueron demasiado artesanales dentro de la zona de manglar en la Isla la Chácara y se dificultó el manejo y control sobre las condiciones climáticas.

Al aplicar la prueba estadística de correlación de Pearson a los datos obtenidos en el estudio, se demostró que existe una baja relación entre brotes y raíces adventicias en *C. erectus* (L) con un valor de  $R = 0.773348$ , lo que concuerda con la afirmación de Tomlinson (1994) que al no haber una relación acorde de raíces con las ramas y brotes no responden a las condiciones adversas que caracterizan los manglares y su capacidad de regeneración es muy deficiente. Los resultados obtenidos en esta investigación permiten inferir que la técnica de propagación por estacas no es la más adecuada para restablecer las poblaciones de *C. erectus* (L) en el campo.

Con respecto a la propagación vegetativa por medio de acodos aéreos, en la Barra de Santiago se obtuvo un porcentaje del 30% de acodos aéreos enraizados, en un tiempo de 15 días aplicando el regulador de crecimiento **Kelpak**, dichos resultados contrastan con los resultados obtenidos en la investigación realizada por Benítez *et al.* (2002), quienes en aproximadamente en 2 meses obtuvieron un 90% de acodos aéreos enraizados aplicando 200 mg/l de AIB. En cambio, Barboza *et al.* (2011), informan que los primeros datos de raíces adventicias en un mes, obteniendo un 96% de acodos enraizados con el sustrato de concha de coco y 86% de acodos enraizados para el sustrato suelo del manglar, en el estudio anterior no se describe si usaron o no reguladores de crecimiento para estimular el desarrollo de raíces adventicias.

Con respecto a los factores abióticos humedad y precipitación pluvial, Benítez *et al.* (2002), afirman que la presencia de lluvias, ayudan a mantener húmedo el sustrato por un mayor tiempo favorece de forma indirecta a los acodos aéreos, ya que los árboles padres mejoran su nutrición y su capacidad metabólica, favoreciendo el crecimiento y desarrollo en general de los acodos. Lo anterior se ve reflejado en esta investigación, ya que en la técnica de acodos aéreos fue donde se obtuvieron mejores resultados con un 30% de acodos enraizados en comparación con la técnica de estacas que solo se obtuvo un 19% de estacas establecidas en vivero.

Benítez *et al.* (2002), afirman que en los árboles de las zonas tropicales y subtropicales es recomendable utilizar las ramas de los árboles que están comenzado a madurar, para establecer los acodos aéreos, lo cual se pudo comprobar en la presente investigación ya que la mayoría de acodos aéreos que formaron raíces adventicias se obtuvieron de ramas que aún están en crecimiento.

Aun cuando las estacas y acodos aéreos fueron tratados con el mismo regulador de crecimiento Kelpak el cual se aplicó al inicio del experimento y 14 días después, utilizando suelo de manglar esterilizado en ambos casos, la diferencia en los resultados obtenidos entre las dos técnicas de propagación vegetativa, permite inferir que en el caso de los acodos aéreos el éxito obedeció a que éstos permanecieron todo un mes en el árbol padre, lo que pudo favorecer la fase inicial de la formación de raíces adventicias al encontrarse con un microclima favorable, ya que a la sombra de éstos, los acodos pudieron mantener el sustrato en condiciones más estables de humedad, lo cual no fue posible para las estacas que al estar en contacto directo con el ambiente tuvieron una mayor evaporación debido a la exposición, por lo que el sustrato no mantuvo la humedad adecuada para favorecer el enraizamiento de las estacas.

Otro aspecto muy importante por el cual la técnica de acodos aéreos tiene ventaja sobre la técnica de estacas, es la laceración en forma de anillo que se realiza en la corteza, ya que en esta acción interrumpe la circulación de nutrientes, azúcares y carbohidratos del tejido vascular floema, logrando una acumulación de estos componentes en la laceración favoreciendo de esa forma la formación de raíces adventicias, tal como lo explica Siura (2010), quien afirma que en la técnica de propagación vegetativa por acodos aéreos tiene cierta ventaja por el factor de la nutrición de la planta madre y por los tratamientos que se le realicen al tallo como la laceración en la corteza ya que se hace un bloqueo del floema y se acumulan los carbohidratos en la zona propiciando la emisión de raíces adventicias. Otro aspecto importante es el hecho que los acodos por encontrarse unido a la planta madre y a pesar de realizar la laceración en la corteza el tejido vascular xilema se mantiene intacto y este le proporciona agua y sales minerales a las ramas acodadas, logrando así mejores condiciones fisiológicas del material vegetal para los acodos en comparación con la técnica de estacas.

Con respecto al experimento que se llevó a cabo para evaluar la eficiencia de la germinación de semillas en el presente estudio, en el tratamiento 1 (suelo) de manglar se obtuvo un bajo porcentaje de germinación del 2.14% a los 34 días, lo que coincide con los datos obtenidos por diversos autores, entre ellos Escobar *et al.* (1991), quienes reportaron un número total de 62 semillas germinadas (4.34 %) a los 45 días en un sustrato de granza de arroz; mientras que Cordero y Boshier (2003), reportaron un porcentaje de germinación de 0.1% debido a que las semillas son muy

recalcitrantes; estos valores coinciden con los de Romero *et al.* (2011), quienes reportaron un 2% de germinación de semillas en condiciones de vivero. En la investigación hecha por Yáñez *et al.* (2002), reportaron que de las 2500 semillas ubicadas directamente en el semillero con sustrato compost-suelo ninguna germinó, por lo que los autores establecen que no pudo haber afectado el experimento un nivel de luz y temperatura adecuados para desencadenar el evento germinativo y que a pesar de que el riego fue diario la evaporación también pudo ser importante debido a la exposición directa del suelo al ambiente lo cual incidió en que el sustrato no mantenga una humedad adecuada.

Los datos obtenidos en esta investigación contrastan con los informados por Barboza *et al.* (2011) quienes reportan un porcentaje de germinación menor al 10%; que para los autores sigue siendo bajo y concluyeron que los resultados pudieron deberse a mecanismos endógenos de latencia que impiden el desarrollo embriogénico de las semillas. Por otra parte, Tovilla y De la Lanza (1999) reportaron un porcentaje de germinación del 21% para la época seca y un 78% para época lluviosa.

Con respecto a la germinación de semillas en el tratamiento 2 suelo de manglar con excretas de “cangrejo azul” se obtuvo un porcentaje de germinación de 0.44% mucho más bajo que en el tratamiento 1 que solamente contenía suelo de manglar, lo cual establece relación con lo que afirman Gonzáles *et al.* (2000) y Castro *et al.* (2004), quienes establecen que las heces de los cangrejos contienen una gran cantidad de nitrógeno llevando al sustrato a un estado de eutrofización, lo que significa que hay una abundancia anormal de nutrientes, potencializando así la actividad microbiana tal como lo establece Fanjul (2009), además Cordero y Boshier (2003), Vásquez (1900), mencionan que las semillas *C. erectus* (L), son muy recalcitrantes, es decir que pierden rápidamente la humedad y que cuando pierden más del 50% pierden la capacidad de germinar, esta condición también las hace susceptibles a la actividad microbiana perdiendo así la capacidad para germinar en base a lo anterior esto puede explicar que un exceso de nitrógeno aportado por las excretas está relacionado con un aumento de las bacterias y reduce drásticamente el número de semillas germinadas.

Según los resultados del presente estudio, en el manglar de la Barra de Santiago se observó que la germinación de semillas ocurrió simultáneamente con las primeras lluvias en la primera semana del mes de Junio coincidiendo con lo que explican los autores Sánchez y Muñoz (2006), que

el bajo porcentaje de germinación, debido a las condiciones ambientales extremas en las que se desarrollan estos árboles, ya que las semillas son muy recalcitrantes, es decir que no soportan un ambiente de desecación extrema. En este sentido Vázquez (1990), afirma que las semillas de *C. erectus* (L), presentan siempre cierta tasa respiratoria y es imposible hacer descender la humedad por debajo de ciertos límites sin causar daños irreversibles en las proteínas y lípidos de la estructura celular, por lo que son presa fácil de hongos y otros microorganismos. Sin embargo en el presente estudio no se observó presencia de hongos.

Los resultados obtenidos en esta investigación en relación a la germinación de semillas, demostraron que fue más efectivo el tratamiento 1 con respecto al tratamiento 2; sin embargo, a pesar de los resultados obtenidos, estos coinciden con los autores Escobar *et al.* (1991), Cordero y Boshier (2003), Romero *et al.* (2011), Yáñez *et al.* (2002), en que la tasa de germinación de las semillas de *C. erectus* (L), “mangle botoncillo” suele ser bastante baja, lo que no garantiza que la regeneración natural de las poblaciones de *C. erectus* (L), se lleven a cabo exitosamente en un tiempo relativamente corto.



## VII. CONCLUSIONES.

Cuando se lleva a cabo la propagación vegetativa de árboles de *C. erectus* (L) en condiciones naturales por medio de la técnica de estacas, los resultados podrían ser más exitoso si se cuenta con una adecuada infraestructura de viveros a fin de tener un mayor control en las condiciones ambientales.

En los trabajos de propagación vegetativa In Situ en los bosques de manglar es importante aplicar anti fúngicos para prevenir infecciones micóticas en los cortes del material vegetal.

El uso del regulador de crecimiento Kelpak a base de auxinas, resultó ser muy eficiente en la propagación vegetativa de *C. erectus* (L), también es un producto accesible y fácil de preparar.

La esterilización del suelo de manglar por medio de la técnica de solarización obtuvo excelentes resultados, además es una técnica accesible y muy fácil de implementar por lo que se puede volver a utilizar en futuros trabajos de propagación vegetativa.

Es conveniente que la ubicación de los viveros esté cercana a la zona de estudio ya que de esta forma se involucra directamente a la comunidad para que colabore en los proyectos y aprenda sobre el manejo adecuado del material vegetal en condiciones de vivero.

La semillas de *C. erectus* (L) presentaron una baja tasa de germinación por lo que no se considera el método más adecuado para restablecer las poblaciones *C. erectus* (L).

Se comprobó que las excretas del “cangrejo azul” *Cardisoma crassum* (L) no constituyen un sustrato adecuado y rico en nutrientes para la germinación de semillas.

En los resultados de los ensayos de germinación de semilla y propagación vegetativa se obtuvieron mejores resultados en la propagación vegetativa por medio de la técnica de acodos aéreos.

Los co-manejadores del área natural protegida Barra de Santiago AMBAS, podrán implementar la técnica propagación vegetativa de acodos aéreos In Situ con mayor facilidad y efectividad para restablecer las poblaciones de “mangle botoncillo”, pues solamente requieren esterilizar el sustrato y utilizar adecuadamente el regulador de crecimiento.

## VIII. RECOMENDACIONES.

Es importante dar seguimiento a la situación de las poblaciones de *Conocarpus erectus* (L) en los manglares de El Salvador debido a que son susceptibles a perturbaciones por el uso que las comunidades les dan, ya que podrían convertirse en peligro de extinción por su limitada capacidad de reproducirse por medio de semillas.

Se deben realizar estudios que completen la siguiente etapa de esta investigación para poder obtener datos concretos sobre el crecimiento en el campo de *C. erectus* (L), de esta manera se logrará comprender como se desarrolla esta especie y establecer programas de reforestación que garanticen la conservación de esta importante especie para el manglar de la Barra de Santiago.

Es importante tomar en cuenta que para poder reforestar los bosques de manglar de forma vegetativa se tomen en cuenta a varios individuos de diversos lugares y que estos sean sembrados en lugares dispersos, para no dar origen a rodales biológicamente uniformes y que corran con el riesgo de ser destruidos por ataques de insectos y patógenos.

Con base a lo anterior se recomienda que en futuras investigaciones se prueben otros métodos para la germinación de semillas *C. erectus* (L), con la finalidad que sean más exitosos, ya que es necesario considerar el papel tan importante que juega la diversidad genética, que de manera natural se obtiene por reproducción sexual de los individuos que dan origen a las semillas.

La asociación de mujeres de le Barra de Santiago (AMBAS) debe procurar crear conciencia en la población de la Barra de Santiago, para promover el uso sostenible de los recursos naturales y dar a conocer la importancia de cada una de las investigaciones científicas que ahí se desarrollen, para que ellos puedan apoyar a los investigadores.

Una de las actividades que AMBAS puede realizar para restaurar las poblaciones de *C. erectus* (L) es involucrar a las comunidades locales en la creación de viveros e invernaderos que tengan la infraestructura necesaria para poder llevar a cabo los ensayos de propagación y germinación para poder multiplicar de forma masiva las especies de manglar y obtener mejores resultados en futuras investigaciones de propagación vegetativa de las especies de manglar presentes en la Barra de Santiago.

El uso del regulador de crecimiento Kelpak es recomendable debido a su eficiente estimulación de raíces adventicias en la técnica de acodos aéreos ya que se observó raíces adventicias en tiempos relativamente cortos.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Barboza. F.; G. Sthormes. C.; Valbuena, Y. Querales. 2011. Propagación vegetativa del mangle botoncillo *Conocarpus erectus* (L). Departamento de Biología, Facultad Experimental de Ciencias. Y departamento de Botánica, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia. Venezuela. En línea. Consultado el: 14 octubre de 2011. Disponible en: [http://www.app.fec.luz.edu.ve/Jornadas\\_FEC\\_2010/Ponencias/Biologia/081\\_Carlos%20Valbuena%20m](http://www.app.fec.luz.edu.ve/Jornadas_FEC_2010/Ponencias/Biologia/081_Carlos%20Valbuena%20m)
- Benítez A. M. 2001. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR). Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) (Documento Borrador no oficial) 4-9 pp.
- Benítez P. D.; F. Flores V; J. I. Valdez H. 2002. Reproducción vegetativa de dos especies Arbóreas en un manglar de la costa norte del Pacífico mexicano. *Madera y Bosques* 8(2):57-71. Artículo de investigación. En línea. Consultado el: 14 octubre de 2011. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=61780205> 57-68 pp
- Castro. F.; X. Chalen; J. Gonzáles; R. Molina; C. Villón. 2004. Manejo sustentable del recurso cangrejo rojo *Ucides Occidentalis* en la zona de manglar concesionada a la asociación de cangrejos 6 de julio fundación ecológica rescate jambelí – corporación de promoción de exportaciones e inversiones. En línea. Consultado el: 31 octubre de 2013. Disponible en: [http://web.ambiente.gob.ec/sites/default/files/users/jloartefls/Manejo\\_sustentable\\_del\\_cangrejo\\_rojo.pdf](http://web.ambiente.gob.ec/sites/default/files/users/jloartefls/Manejo_sustentable_del_cangrejo_rojo.pdf)
- Calderón. C., O. Aburto, E. Ezcurra. 2009. El valor de los manglares CONABIO. *Biodiversitas*. En línea. Consultado el: 8 de julio de 2012. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv82art1.pdf> 1-6 pp
- Castillo Elías. B. 2007. Propuesta de una Unidad de Manejo Ambiental Sustentable para la especie de mangle blanco (*Laguncularia racemosa* (L) Gaertner) en la Laguna de Tres Palos, Municipio de Acapulco, Guerrero. Tesis que para obtener el grado de Maestría en Desarrollo Regional. Universidad autónoma de guerrero unidad de ciencias de desarrollo regional

maestría en desarrollo regional 5ª generación. En línea. Consultado el: 14 octubre. Disponible en: [http://www.ucdr-uagro.net/pdf\\_re/tesis\\_benjamin\\_castillo.pdf](http://www.ucdr-uagro.net/pdf_re/tesis_benjamin_castillo.pdf) 1-6 pp

Cordero J. y D.H. Boshier, 2003. (eds.). Árboles de Centroamérica. Un Manual para extensionistas. Oxford Forestry Institute (OFI) y Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanza (CATIE). Costa Rica.

Cruz R. B.; G. Guevara, L.F.; N. Rodríguez, M.C.; A. Salido, R.T.; T. López, J.; L. Ríos, J.D.; S.Aguilar, E. 2009. Instalación de un vivero de mangle de la especie *Conocarpus erectus* (Mangle botoncillo) dentro de un proyecto residencial en la localidad de Punta De Mita, Nayarit.

Escobar Flores, C.A.; J.O. Guerra Martínez; C. E. Laínez Reyes. 1991. Efecto de cinco sustratos y cuatro dosis de ácido Indol-butírico sobre la germinación y propagación vegetativa del botoncillo *Conocarpuser erectus* (L). Tesis para optar al título de Ingeniero agrónomo. San Salvador; Universidad de el Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. 10-13, 35 pp

Eganathan, P.; C. Srinivasa Rao y Ajith Anand., 2000. "Vegetative propagation of three mangrove tree species by cuttings and air layering". Wet. Ecol.and Man., 8: 281-286. En: Hernández C. S.; Díaz Carmona., G.; C.H. Ávila Bello.; G.D., Mendoza Martínez. 2012. Propagación vegetativa de tres especies de mangle por acodos aéreos en el manglar de Sontecomapan, Catemaco, Veracruz, México Polibotánica (en línea) consultado el: 30 de octubre de 2013] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62124396012>> ISSN 1405-2768

Fanjul. M. E. 2009. Efecto del cangrejo cavador *Neohelice granulata* (*Chasmagnathus granulatus*) en ciclos biogeoquímicos y dinámica de nutrientes en marismas del Atlántico Sudoccidental. Tesis para optar al Título de Doctor en Ciencias (área Biología) Universidad Nacional de Mar del Plata Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Marzo 2009. En línea. Consultado el: 14 agosto de 2013. Disponible en: <http://www.ecologia.mdp.edu.ar/pdf/thesis-fanjul>

Fernández Hinojosa, G.; M. Johnston. 1986. Fisiología vegetal experimental. Serie IV. Serie de libros y materiales educativos N° 58. Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura. San José, Costa Rica. Pág. 398

Fedra. Solano, X. C. 2005. Aspectos pesqueros biológicos y socioeconómicos de la captura de cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) en los manglares del Ecuador. Instituto Nacional de Pesca Investigación de Recursos Bioacuáticos y su Ambiente. Ecuador. En línea. Consultado el: 15 abril de 2012. Disponible en:

<http://www.inp.gob.ec/irba/cangrejo/iespecial/Informe%20de%20cangrejo%20general%20para%20la%20subsecretaria.pdf> Pág. 6.

González. F.S.; B.M. Daranas.; M.C. Mallo. 2006, Manglares, pastos marinos y arrecifes coralinos. Ecosistema de manglar en el Archipiélago Cubano Estudios y experiencias enfocados a su gestión. En línea. Consultado el: 31 octubre de 2013. Disponible en:

[www.ecosis.cu/.../biodiversidadcuba/ecosistemas/manglar\\_cuba.pdf](http://www.ecosis.cu/.../biodiversidadcuba/ecosistemas/manglar_cuba.pdf) Pág. 272

González. R. S.; J. García Lozano; M. Alarcón Rojas. 2004. Propagación asexual de plantas. Conceptos básicos y experiencias con especies amazónicas. En línea. Consultado el: 14 octubre de 2011. Disponible en:

[www.corpoica.org.co/SitioWeb/.../Propagacinasexualdeplantas.pdf](http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/.../Propagacinasexualdeplantas.pdf) 7, 14, 26 pp.

Guerrero. R.; D.A. Guillen Castillo; M.A. Navas, Duran.1992. Determinación de la capacidad de regeneración natural de cuatro especies en el manglar “El Amatal” y prueba de germinación ex-situ del Istaten (*Avicennia bicolor* J.) Tesis para optar al título de Ingeniero agrónomo. San Salvador; Universidad de el Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. 22, 24, 69. pp.

Hartman. H. T. & D.E. Kester. 1975. Propagación de plantas, principios y prácticas. Traducción por Antonio Merino Ambrosio. Segunda edición Continental. México, D. F. México. Original no consultado. 263-323, 375-385. pp.

Hernández. A.H.; G. Carmona-Díaz; J. Pérez-Zetina; R. González Rosas. 2005. *Conocarpus erectus* (L) (mangle botoncillo): una especie a punto de desaparecer en el sur de Veracruz. II taller

sobre la Problemática de los ecosistemas de manglar memorias (resúmenes). En línea. Consultado el: 14 octubre de 2011. Disponible en: [sterodelsalado.org/.../memorias/MEMORIAS\\_II\\_TALLER\\_SOBRE\\_](http://sterodelsalado.org/.../memorias/MEMORIAS_II_TALLER_SOBRE_). Pág. 35.

Hernández C. S.; Díaz Carmona., G.; C.H. Ávila Bello.; G.D., Mendoza Martínez. 2012. Propagación vegetativa de tres especies de mangle por acodos aéreos en el manglar de Sontecomapan, Catemaco, Veracruz, México Polibotánica (en línea) consultado el: 30 de octubre de 2013] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62124396012>> ISSN 1405-2768

Jiménez, J. A. 1994. Manglares del pacífico Centroamericano. Universidad Nacional (UNA). Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio). Pág. 145.

MARN 2002. Ministerio de medio ambiente y recursos naturales. Plan nacional de ordenamiento y desarrollo territorial. Plan especial de protección del medio físico y natural y catálogo de espacios naturales. Consultado en oficinas del MARN. 74-75. pp.

\_\_\_\_\_2006. Ministerio de medio ambiente y recursos naturales. Humedales de la planicie costera. Humedales de la planicie costera occidental. San Salvador, El Salvador. 171-174. pp.

Marín, a. 2009. Plan de proyecto para el desarrollo de la restauración del manglar en isla palo seco, parrita, Puntarenas. Proyecto final de graduación presentado como requisito parcial para optar por el título de máster en administración de proyectos. San José, Costa Rica. Universidad para la cooperación internacional (UCI). En línea. Consultado el: 14 octubre de 2011. Disponible en: <http://www.uci.ac.cr/Biblioteca/Tesis/PFGMAP755.pdf> 31-34. pp.

Mizrachi, D.; R. Pannier. 1978. Estudio de algunas características en las estrategias e implantación de *Conocarpus erectus* (L). En memorias del seminario sobre el estudio e impacto humano en el ecosistema de manglares (1980). Seminario Montevideo, Uruguay. UNESCO. Original no consultado. Resumen en: Escobar Flores, C.A.; J.O. Guerra Martínez; C. E. Laínez Reyes. 1991. 285-294. pp.



- Mizrachi *et al.* (1980). Estudio de algunas características de las estrategias de propagación e implantación de *Conocarpus erectus* (L). Seminario sobre el estudio científico e impacto humano en el ecosistema de manglar, Montevideo. Original no consultado. Resumen en: Sánchez J. A.; Muñoz. B. C. 2006.
- Molina Lara. O. A. 1988. Análisis sinecológico del manglar de la Barra de Santiago departamento de Ahuachapán. Tesis para optar al grado de Licenciado en Biología. San Salvador; Universidad de el Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. Pág. 46.
- Muñoz, B.; R. Orta y E. Calvo (1994). Potencial germinativo de semillas de *Conocarpus erectus* (L). Efecto de la salinidad y temperatura del sustrato. *Ciencias Biológicas*, 26: Original no consultado. Resumen en: Sánchez J. A.; Muñoz. B. C. 2006. 88-94. pp.
- Pagaza. Calderón. E.; R. Navas. 2005. La familia Combretaceae en la cuenca en la cuenca del rio Balsas, México. *Polibotánica*, agosto, numero 019. Instituto politécnico Nacional. Distrito Federal, México. En línea. Consultado el: 14 julio. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/621/62101905.pdf> Pág. 24.
- Rivera. C. G. 2008. Estructura y composición del complejo manglar estuario del sector occidental de la Bahía de Jiquilisco. Universidad de El Salvador Proyecto Académico Especial Instituto De Ciencias Del Mar Y Limnología De El Salvador Icmars/UES Pág. 14.
- Romero. D.; Pozo. J., Timaure. C.; Corro. Y. 2011. Germinación y crecimiento de Mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) y Mangle rojo (*Rhizophora mangle*) en condiciones de vivero, con fines de reforestación. Revista Investigaciones Científicas UNERMB (NE) Volumen 2, N° 1 y N° 2, 2011, 38/46. En línea. Consultado el: 21 septiembre de 2012. Disponible en: [http://ricunermb.com.ve/Art/Art\\_03\\_vol2.pdf](http://ricunermb.com.ve/Art/Art_03_vol2.pdf)
- Ryugo, K. 1993. Fruticultura, Ciencia y Arte. Traducción al español de J. Rodríguez A. Editorial AGT EDITOR S. A. 460 p. En: Benítez P. D.; F. Flores V; J. I. Valdez H. 2002. Reproducción vegetativa de dos especies Arbóreas en un manglar de la costa norte del Pacífico mexicano.

Madera y Bosques 8(2):57-71. Artículo de investigación. En línea. Consultado el: 14 octubre de 2011. Disponible en:

<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=61780205> 57-68 pp

Salisbury, B.F. y C.W. Ross. 1992. Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica. Trad. Virgilio González Velásquez. Universidad Nacional Autónoma de México. 759 p. En: Benítez P. D.; F. Flores V; J. I. Valdez H. 2002. Reproducción vegetativa de dos especies Arbóreas en un manglar de la costa norte del Pacífico mexicano. Madera y Bosques 8(2):57-71. Artículo de investigación. En línea. Consultado el: 14 octubre de 2011. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=61780205> 57-68 pp

Sánchez. J. A.; Muñoz. B. C. 2006. Efectos de la variación seminal y la salinidad sobre la germinación de *Conocarpus erectus* (L). En: Menéndez Carrera. L.; Guzmán Menéndez J.M. Ecosistema de manglar en el Archipiélago Cubano Estudios y experiencias enfocados a su gestión. En línea. Consultado el: 14 octubre de 2011. Disponible en: [www.ecosis.cu/.../biodiversidadcuba/ecosistemas/manglar\\_cuba.pdf](http://www.ecosis.cu/.../biodiversidadcuba/ecosistemas/manglar_cuba.pdf) Pág. 134.

Siura, Sagay. 2010. “Acodos y propagación vegetativa natural” Guiones de clases del curso de principios de propagación de plantas. En línea. Consultado el 2 noviembre de 2013. Disponible en: <http://www.lamolina.edu.pe/pruebas1/2010/agronomia/dhorticultura/html/apuntesdeclase/PP.ACODOS.PP.VV.NN.pdf>

Snedaker, S.; Getter. G. 1985. Costas. 2 ed. Research Planning Institute, Inc. Columbia, South Carolina. 285 pp

Tomlinson, P, B. 1986. The Botany of Mangroves. United States of America. Cambridge University Press. Pág.73

Tomlinson, P.B. 1994. The botany of mangroves. Harvard University. Harvard Forest. Petersham, Mass. 419 p. En Benítez P. D.; F. Flores V; J. I. Valdez H. 2002. Reproducción vegetativa de dos especies Arbóreas en un manglar de la costa norte del Pacífico mexicano. Madera y

Bosques 8(2):57-71. Artículo de investigación. En línea. Consultado el: 14 octubre de 2011.  
Disponible en:

<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=61780205> 57-68 pp

Tovilla H., C. y G. de la Lanza E., 1999. Ecología, producción y aprovechamiento del mangle *Conocarpus erectus* (L), en Barra de Tecoanapa, Guerrero, México. **BIOTROPICA** 31 (1):121-134. En línea. Consultado el: 21 septiembre de 2012. Disponible en:

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1744-7429.1999.tb00123.x/abstract> Pág. 125.

Trejos, Castillo. N. 2007. Diagnóstico del estado actual de los manglares, su manejo y su relación con la pesquería en panamá (primera etapa). En línea. Consultado el: 14 octubre de 2011.  
Disponible en:

<http://cpps.dyndns.info/cppsdocsweb/planaccion/biblioteca/pordinario/097.Diagnostico%20Bosque%20de%20Manglar%20Golfo%20de%20Chiriqui.pdf> Pág. 8.

Vázquez Y., C. 1990. Ecología y conservación de semillas. In: Ciencias Revista de difusión No. 4 especial. Facultad de Ciencias-Centro de Ecología. UNAM. México D. F. 112 p. En: Benítez P. D.; F. Flores V; J. I. Valdez H. 2002. Reproducción vegetativa de dos especies Arbóreas en un manglar de la costa norte del Pacífico mexicano. *Madera y Bosques* 8(2):57-71. Artículo de investigación. En línea. Consultado el: 14 octubre de 2011. Disponible en:  
<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=61780205> 57-68 pp

Yáñez Aldaz, I. y D. Bermeo, 2002. “Producción ex situ de mangle botón (*Conocarpus erectus* L.)”. En la isla de Santa Cruz, Galápagos, Departamento de Botánica de la estación científica Charles Darwin. Galápagos Ecuador. 12 pp. En línea. Consultado el: 7 agosto de 2013.  
Disponible en:

[http://www.researchgate.net/publication/237089237\\_Exsitu\\_seedlings\\_production\\_of\\_mangle\\_botn\\_\(Conocarpus\\_erectus\\_L.\)\\_Santa\\_Cruz\\_Island\\_Galpagos.\\_PRODUCCIN\\_EX-SITU\\_DE\\_PLNTULAS\\_DE\\_MANGLE\\_BOTN\\_\(Conocarpus\\_erectus\\_L.\)\\_EN\\_LA\\_ISLA\\_SANTA\\_CRUZ\\_GALPAGOS/file/5046351b73c13aa80d.pdf](http://www.researchgate.net/publication/237089237_Exsitu_seedlings_production_of_mangle_botn_(Conocarpus_erectus_L.)_Santa_Cruz_Island_Galpagos._PRODUCCIN_EX-SITU_DE_PLNTULAS_DE_MANGLE_BOTN_(Conocarpus_erectus_L.)_EN_LA_ISLA_SANTA_CRUZ_GALPAGOS/file/5046351b73c13aa80d.pdf)

Zamora Trejos; P. Capítulo III Manglares. En Nielsen Muñoz, V; Quesada Alpízar. M. A. 2006. INFORME TÉCNICO Ambientes Marino Costeros de Costa Rica. En línea. Consultado el: 14 octubre de 2011. Disponible en:  
[http://www.mespinozamen.com/uploads/4/5/7/6/4576162/infome\\_tecnico\\_ambientes\\_marinos\\_cr-czee\\_2006.pdf](http://www.mespinozamen.com/uploads/4/5/7/6/4576162/infome_tecnico_ambientes_marinos_cr-czee_2006.pdf) Pág. 23.

## X. ANEXOS.



Anexo 1. a) Conidios de color negro en el género *Periconia* sp. b) conidios ramificados del género *Penicillium* sp.



Anexo 2. Semillas de *Conocarpus erectus* (L), encontradas en las cuevas de los “cangrejos azules”.