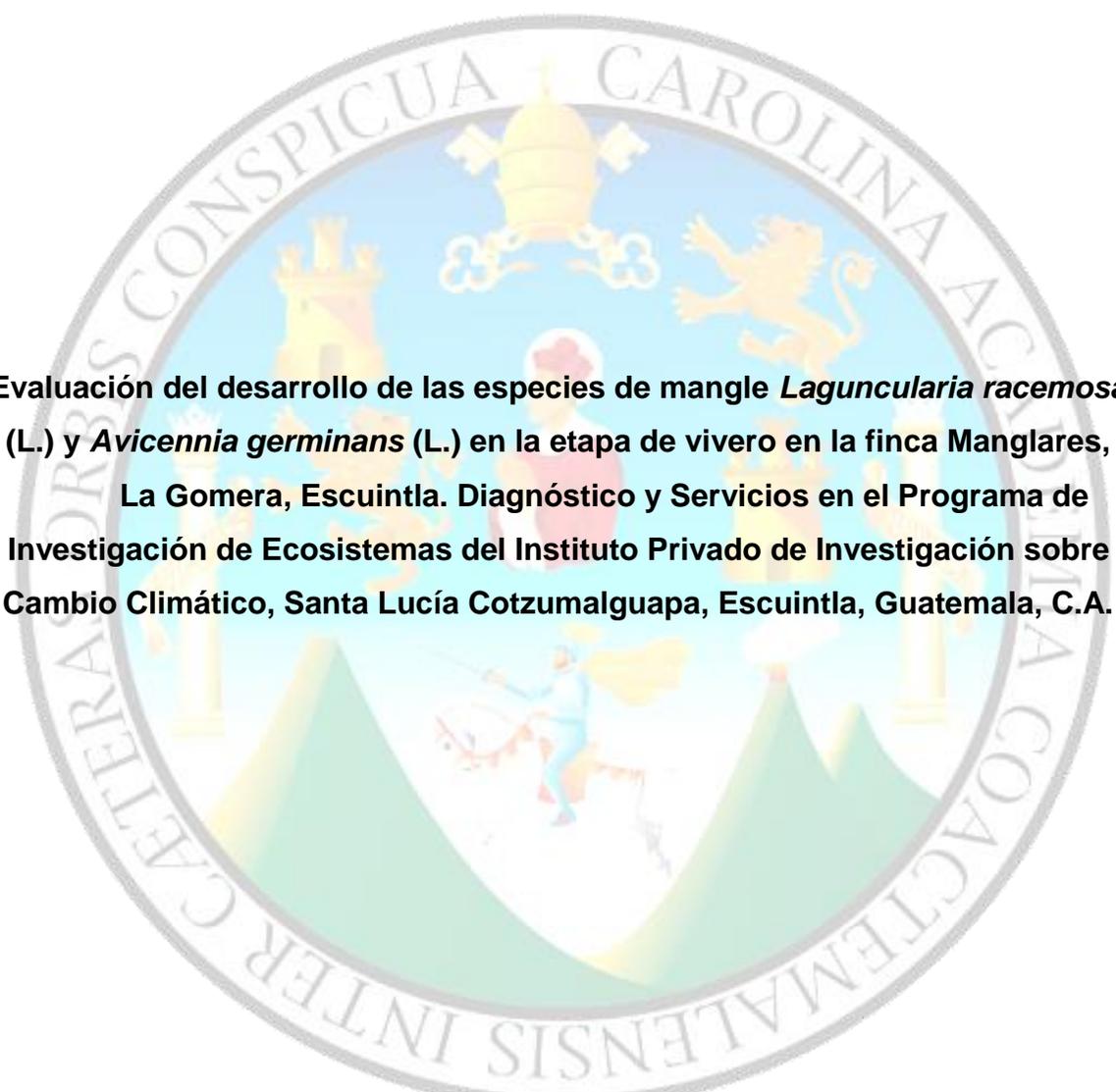


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a figure on horseback, a castle, and a lion. The shield is surrounded by a blue border with the Latin motto "CAETERA ORBS CONSPICUA CAROLINA ACCIPIA COACTEMALENSIS INTER".

Evaluación del desarrollo de las especies de mangle *Laguncularia racemosa* (L.) y *Avicennia germinans* (L.) en la etapa de vivero en la finca Manglares, La Gomera, Escuintla. Diagnóstico y Servicios en el Programa de Investigación de Ecosistemas del Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala, C.A.

MARÍA ALEJANDRA ROSALES MAYORGA

GUATEMALA, AGOSTO 2013

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

Evaluación del desarrollo de las especies de mangle *Laguncularia racemosa* (L.) y *Avicennia germinans* (L.) en la etapa de vivero en la finca Manglares, La Gomera, Escuintla. Diagnóstico y Servicios en el Programa de Investigación de Ecosistemas del Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala, C.A.

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

MARÍA ALEJANDRA ROSALES MAYORGA

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

EN EL GRADO ACADEMICO DE LICENCIADO

Guatemala, agosto de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR MAGNÍFICO

Dr. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez
VOCAL PRIMERO	Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. MSc. Marino Barrientos García
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. MSc. Oscar René Leiva Ruano
VOCAL CUARTO	P. Forestal. Sindy Benita Simon Mendoza
VOCAL QUINTO	Br. Camilo José Wolford Ramírez
SECRETARIO	Ing. Agr. Carlos Roberto Echeverría Escobedo

Guatemala, agosto 2013

Guatemala, agosto 2013

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación:

Evaluación del desarrollo de las especies de mangle *Laguncularia racemosa* (L.) y *Avicennia germinans* (L.) en la etapa de vivero en la finca Manglares, La Gomera, Escuintla. Diagnóstico y Servicios en el Programa de Investigación de Ecosistemas del Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala, C.A.

Como requisito previo a optar al título de ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

María Alejandra Rosales Mayorga

ACTO QUE DEDICO

A:

Dios

Por darme fortaleza y perseverancia.

Mi madre

Por enseñarme a luchar para alcanzar mis sueños y apoyarme en todo momento.

Mi familia

Alejandro Rosales, María José, María Fernanda, Elisita y Juliancito, por brindarme su cariño y ser parte de las motivaciones de mi vida.

Hermanos y Hermanas

De la vida he aprendido que los hermanos no se hacen de una relación de parentesco, se hacen de la solidaridad, fidelidad, respeto y amor, gracias: Gabriela Guzmán, Angelita Montejo, Adrian Gálvez, Victoria Mansilla.

Al amor de mi vida

Juanito gracias por tu apoyo incondicional, amistad y amor sincero.

Amigos

A todos mis amigos y amigas por formar parte de mi historia de vida.

AGRADECIMIENTOS

A

Mis asesores Ing. Agro. Anibal Sácbaja, Ph D Marvin Salguero por su paciencia y apoyo durante el desarrollo del ejercicio profesional supervisado.

ICC Al Instituto Privado de Investigación Sobre Cambio Climático, por haber permitido la realización del EPS en el programa de investigación de Ecosistemas. En especial agradezco a la coordinadora Inga. For. Alejandra Hernández por su apoyo invaluable durante dicho ejercicio.

Finca Manglares Por el apoyo en la implementación de las diferentes practicas dentro del ecosistema.

FAUSAC, USAC A todos mis profesores de la Facultad de Agronomía, por haberme brindado su conocimientos y consejos durante el desarrollo de la carrera y la realización del EPS.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
1 CAPITULO I DIAGNÓSTICO GENERAL DEL ECOSISTEMA MANGLAR EN LA FINCA MANGLARES, EN EL MUNICIPIO DE LA GOMERA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA.....	1
1.1 PRESENTACIÓN.....	2
1.1.1 Marco referencial	3
1.1.2 Instituto Privado de Investigación Sobre Cambio Climático, ICC.....	3
1.1.3 Descripción biofísica	8
1.1.4 Cambio de Uso de la Tierra	12
1.1.5 Demografía y nivel de escolaridad.....	15
1.1.6 Acceso a la educación	15
1.1.7 Condiciones de vivienda	16
1.2 OBJETIVOS.....	16
1.2.1 General	16
1.2.2 Específicos.....	16
1.2.3 Factores que condicionan el desarrollo del Bosque manglar.....	17
1.3 ANÁLISIS SITUACIÓN ACTUAL.....	20
1.3.1 Análisis FODA.....	20
1.3.2 Estrategias de mitigación	24
2 CAPITULO II EVALUACIÓN DEL DESARROLLO DE LAS ESPECIES DE MANGLE LAGUNCULARIA RACEMOSA (L.) Y AVICENNIA GERMINANS (L.) EN LA ETAPA DE VIVERO EN LA FINCA MANGLARES, LA GOMERA, ESCUINTLA, GUATEMALA C.A.....	26
2.1 PRESENTACIÓN.....	27
2.2 MARCO TEÓRICO.....	29
2.2.1 Generalidades del ecosistema manglar	29
2.2.2 Experiencias documentadas de investigación del manejo de viveros artificiales de mangle	34
2.2.3 Legislación del mangle en Guatemala	35
2.2.4 Reglamento del aprovechamiento de mangle en Guatemala	35
2.2.5 Nuevas tecnologías en vivero	36
2.2.6 Materiales experimentales	39
2.3 MARCO REFERENCIAL	41
2.3.1 Ubicación	41
2.4 OBJETIVOS.....	42
2.4.1 General	42
2.4.2 Específicos.....	42

	Página
2.5 HIPÓTESIS	42
2.6 METODOLOGÍA	42
2.6.1 Diseño y análisis del experimento.....	43
2.7 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	50
2.7.1 Análisis de varianza (Andeva).....	50
2.7.2 Pruebas de comparación múltiples de medias.....	50
2.8 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	51
2.8.1 Variable altura.....	54
2.8.2 Diámetro	56
2.8.3 Número de hojas y nudos	57
2.8.4 Peso seco foliar	58
2.8.5 Largo de raíz y peso seco radicular	58
2.9 CONCLUSIONES.....	60
2.10 RECOMENDACIONES	60
2.11 APENDICE	61
2.11.1 Análisis de varianza y pruebas de comparación múltiple de medias (Tukey) 61	
2.11.2 Costos de la Investigación.....	78
2.12 BIBLIOGRAFIA	79
3 CAPITULO III INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS EN APOYO A LAS ACTIVIDADES DEL PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN EN ECOSISTEMAS DEL INSTITUTO PRIVADO DE INVESTIGACIÓN SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO (ICC).....	82
3.1 PRESENTACIÓN.....	83
3.2 MARCO REFERENCIAL	84
3.2.1 Ubicación geográfica de la Finca Manglares	84
3.3 SERVICIOS.....	86
3.3.1 SERVICIO 1 Establecimiento de Parcelas Permanentes de Monitoreo Forestal en mangle.	86
3.3.2 SERVICIO 2 Establecimiento de ensayos para observar la respuesta del desarrollo de las especies Avicennia germinans y Laguncularia racemosa en concentraciones de 5000 ppm y 15000 ppm de NaCl... 100	
3.3.3 SERVICIO 3 Monitoreo del crecimiento en altura del Rhizophora mangle	114
3.3.4 SERVICIO 4 Elaboración del mapa de Uso 2011, finca Manglares, La Gomera Escuintla.	119
3.3.5 SERVICIO 5 Elaboración de la propuesta de áreas de restauración con mangle en el municipio de La Gomera, Escuintla.	123
3.3.6 SERVICIO 6 Digitalización del mapa de cobertura y uso del departamento de Suchitepéquez 2011.	126

3.3.6.4 CONCLUSIÓN.....	130
3.3.6.5 BIBLIOGRAFÍAS GENERALES.....	130

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 2 Organigrama del Instituto Privado de Investigación Sobre Cambio Climático, ICC.....	4
Figura 3 Mapa de ubicación de la finca Manglares	6
Figura 4 Regeneración natural mangle rojo	8
Figura 5 Reforestaciones	8
Figura 6 Vivero temporal	9
Figura 7 Vivero permanente	10
Figura 8 A) Huellas de mamíferos B) Huellas de aves C) Crustáceos D) Hongos	11
Figura 9 Areas salitrosas.....	12
Figura 10 Ganadería	12
Figura 11 Lagunas temporales.....	13
Figura 12 Reforestaciones con mangle negro y blanco	13
Figura 13 Paso de vacas dentro del manglar	14
Figura 14 Paso de vacas dentro del manglar	15
Figura 15 Escuela Manglares.....	15
Figura 16 Niños y niñas con acceso a la educación.....	15
Figura 17 Condiciones de vivienda	16
Figura 18 Ríos y amplitud de la marea, finca Manglares, La Gomera, Escuintla.	19
Figura 19 mangle rojo Agosto 2011.	31
Figura 20 Semilla de mangle botoncillo Agosto 2011. (Foto: Alejandra Rosales)	32
Figura 21 Semilla de mangle blanco Agosto 2011. (Foto: Alejandra Rosales).....	32
Figura 22 Semilla de mangle negro Agosto 2011. (Foto: Alejandra Rosales)	33
Figura 23 Bandeja rígida de 530 cc.....	38
Figura 24 Bandeja rígida de 160 cc.....	38
Figura 25 Mapa de ubicación de la finca Manglares	41
Figura 26 Combinación de tratamientos cc	45
Figura 27 Representación de la toma de muestra.....	48
Figura 28 Respuesta de la variable altura en la interacción especie por tubete...	54
Figura 29 Monitoreo del crecimiento en altura y ecuaciones de crecimiento.	55
Figura 30 Monitoreo del crecimiento en altura y ecuaciones de crecimiento.	56
Figura 31 Pilón de mangle negro (530cc) . (Foto: Alejandra Rosales)	59
Figura 32 Respuesta de la variable altura en la Interacción Especie*tubete.....	63
Figura 33 Altura promedio por tratamiento a los 134 días.....	72
Figura 34 Monitoreo del crecimiento en altura para <i>Laguncularia racemosa</i>	73

Figura 35	Monitoreo del crecimiento en altura para <i>Avicennia germinans</i>	74
Figura 36	Mapa de ubicación de la Finca Manglares	84
Figura 37	Tamaño y forma de la parcela.....	87
Figura 38	Trazo de esquinas.....	88
Figura 39	Marcas en árboles.....	89
Figura 40	Medición de altura comercial.....	90
Figura 41	Vista aérea de coordenadas georeferenciadas de las PPMF	95
Figura 42	Área basal de bosque natural	96
Figura 43	Resumen de volumen de las parcelas de bosque natural.	98
Figura 44	Marcas en árboles (anillo, número y placa) en bosque natural de mangle rojo en Finca Manglares, La Gomera, Escuintla	100
Figura 45	Siembra en bandeja de 160 cc.....	102
Figura 46	Selección de semilla de <i>Laguncularia racemosa</i>	102
Figura 47	Preparación de soluciones salinas de 5000 y 15000 ppm.	103
Figura 48	Preparación de las bandejas.....	103
Figura 49	Curvas generadas a concentraciones de 0 a 35000 partes por millón (ppm), utilizando densímetro Baumé	105
Figura 50	Curvas generadas a concentraciones de 0 a 35000 partes por millón (ppm), utilizando densímetro °Brix.....	106
Figura 51	<i>Avicennia germinans</i> y <i>Laguncularia racemosa</i> en soluciones de salinidad de 5000 ppm.....	107
Figura 52	<i>Avicennia germinans</i> y <i>Laguncularia racemosa</i> en salinidad e 15000 ppm.....	108
Figura 53	Exudados de sal en hojas de <i>Avicennia germinans</i>	109
Figura 54	Comparación de crecimientos en dos concentraciones de salinidad.	110
Figura 55	Crecimiento de mangle negro y blanco en concentración de 15000 ppm de salinidad en el agua	111
Figura 56	Selección de semillas de <i>Rhizophora mangle</i>	115
Figura 57	<i>Rhizophora mangle</i> en las piletas.	116
Figura 58	<i>Rhizophora mangle</i> en piletas con recipientes de PVC.....	116
Figura 59	Propágulos de <i>Rhizophora mangle</i> en recipientes PET.....	116
Figura 60	Mapa de uso de la tierra 2011, Finca Privada Manglares, La Gomera, Escuintla.	121
Figura 61	Mapa propuesta de áreas potenciales para restauración.....	125
Figura 62	Mapa de cobertura y uso de la tierra año 2010, del departamento de Suchitepéquez.	129

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
Cuadro 2 Variables meteorológicas, estación Bougambilia	7
Cuadro 3 Descripción de tratamientos	45
Cuadro 4 Resumen de resultados del análisis de varianza.....	52
Cuadro 5 Resumen de los resultados de la prueba de Tukey.....	53
Cuadro 6 Análisis de varianza para la variable altura	61
Cuadro 7 Pos-Andeva: Prueba de Tukey para especie.	62
Cuadro 8 Pos-Andeva: Prueba de Tukey para tubete.....	62
Cuadro 9 Pos-Andeva: Prueba de Tukey para Especie por tubete	62
Cuadro 10 Análisis de varianza para la variable diámetro	63
Cuadro 11 Pos-Andeva: Prueba de Tukey para especie	64
Cuadro 12 Pos-Andeva: Prueba de Tukey para tubete.....	64
Cuadro 13 Pos-Andeva: Prueba de Tukey para Especie*tubete.....	64
Cuadro 14 Análisis de varianza para la variable hoja.....	65
Cuadro 15 Pos-Andeva: Prueba de Tukey para tubete.....	65
Cuadro 16 Análisis de varianza para la variable nudos.....	66
Cuadro 17 Pos-Andeva: Prueba de Tukey para sustrato	66
Cuadro 18 Pos-Andeva: Prueba de Tukey para tubete.....	67
Cuadro 19 Pos-Andeva: Prueba de Tukey para Especie*tubete.....	67
Cuadro 20 Análisis de varianza para la variable raíz principal	68
Cuadro 21 Pos-Andeva: Prueba de Tukey para tubete.....	68
Cuadro 22 Análisis de varianza para la peso foliar	69
Cuadro 23 Pos-Andeva: Prueba de Tukey para especie	69
Cuadro 24 Prueba de Tukey para tubete	70
Cuadro 25 Pos-Andeva: Prueba de Tukey para Especie*tubete.....	70
Cuadro 26 Análisis de varianza para el peso radicular	71
Cuadro 27 Pos-Andeva: Prueba de Tukey para especie	71
Cuadro 28 Pos-Andeva: Prueba de Tukey para tubete.....	72
Cuadro 29 Registro de alturas en durante el periodo de evaluación, por tratamiento.....	75
Cuadro 30 Resultados de Análisis Químico y Físico del Suelo.....	76
Cuadro 31 Resultados de Análisis Químico y Físico del Suelo.....	77
Cuadro 32 Costos de la investigación.....	78
Cuadro 33 Clasificación de regeneración.....	92
Cuadro 34 Coordenadas de referencia de las parcelas	95
Cuadro 35 Número de arboles por hectárea en bosque natural.....	96
Cuadro 36 Área basal de las parcelas de bosque natural.....	97
Cuadro 37 Resumen de volumen/Ha en parcelas de bosque natural	98

Cuadro 38	Resumen de variables dasométricas de las parcelas de plantación...	99
Cuadro 39	Lectura de datos de calibración de densímetros	104
Cuadro 40	Ensayos de concentración de salinidad.....	112
Cuadro 41	Crecimiento de mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i>) utilizando como sustrato agua	117
Cuadro 42	Crecimiento de mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i>) utilizando como sustrato suelo saturado.....	118

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Apoyo en el Desarrollo de las actividades de investigación e implementación sobre el ecosistema manglar para el del programa de investigación de ecosistemas del Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático en conjunto con finca Manglares en La Gomera, Escuintla.

RESUMEN GENERAL

La importancia del ecosistema manglar radica en su biodiversidad. Los factores ambientales; físicos químicos, edáficos son los que establecen y condicionan la diversidad de flora y fauna. La distribución y desarrollo estructural de las especies de mangle es influenciado directamente por el hidroperíodo superficial y subterráneo que repercute en la dinámica de la salinidad; en condiciones con salinidades superiores a 50g/kg la especie dominante será *Avicennia germinans* y en salinidades inferiores a 30 g/kg se encuentran las especies de *Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa*. (Zaldivar et al. 2010). El 28 de agosto de 1982, los bosques de mangle fueron reconocidos por la Asamblea General de las Naciones Unidas como ecosistemas de elevada importancia ecológica (Field, 1999).

Para Guatemala se reportan las especies de *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*. Cada una importante dentro del ecosistema, sin embargo, la inclinación social observada es de *Rhizophora mangle* por sus beneficios maderables.

Las actividades realizadas durante la realización del Ejercicio Profesional Supervisado fueron un aporte a la investigación e implementación sobre el ecosistema manglar. Esto se realizó con el apoyo del representante legal de la finca Manglares ubicada en el municipio de la Gomera, Escuintla, en conjunto con el programa de Investigación de Ecosistemas del Instituto Privado de Investigación sobre el Cambio Climático. Enfocándose básicamente en actividades que maximicen las fortalezas y oportunidades encontradas a la fecha en el ecosistema manglar.

La investigación desarrollada durante este ejercicio permitió evaluar el desarrollo *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* durante la fase de vivero. Como resultado se obtuvo un desarrollo diferente durante esta fase en cuanto las variables evaluadas *Avicennia germinans* mostro un desarrollo superior en altura, diámetro y largo de raíz principal. Además, se demostró estadísticamente que para esta misma especie sí influye significativamente el volumen del sustrato donde se desarrolle la plántula. Sin embargo no se encontraron relaciones directas con el medio de anclaje utilizado.

Se logró el establecimiento de cuatro parcelas permanentes de monitoreo forestal en el ecosistema manglar en finca Manglares. Así mismo, se apoyo en el revisiones y correcciones de dicha metodología en conjunto con Instituto Nacional de Bosques (INAB), se establecieron ensayos para observar el comportamiento de las especies de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* en concentraciones de 50000 ppm y 15000ppm de salinidad. Además se documentó el *desarrollo de Rhizophora* mangle en etapa de vivero, entre otras actividades de importancia.

Se espera que la información generada permita la continuidad de investigaciones y actividades de implementación en pro del manejo y conservación del ecosistema manglar en Guatemala.



**CAPÍTULO I DIAGNÓSTICO GENERAL DEL ECOSISTEMA MANGLAR EN
LA FINCA MANGLARES, EN EL MUNICIPIO DE LA GOMERA,
DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA.**

1.1 PRESENTACIÓN

Los manglares, habitan la zona de transición entre el agua dulce y el agua salada, únicos por sus modificaciones morfológicas principalmente en raíces y hojas. Las principales especies reportadas y encontradas en el área son: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*. Estos bosques son valiosos debido a su importancia ecológica y su relación con el desarrollo socioeconómico de las comunidades cercanas. Ecosistemas subvalorados y sobre explotados. Son sitios susceptibles a cambios topográficos hidrológicos y actividades antropogénicas. Las causas principales de deterioro observadas en la zona son las talas ilícitas, cambios de uso de la tierra por actividades agrícolas, ganadería, salineras y camaronerías. El presente documento trata sobre el diagnóstico general del bosque manglar en La Finca Privada Manglares Ubicada en el municipio de la Gomera, Escuintla que cuenta con un área total de 518 has, y solo el 31.45% del área es cobertura de bosque manglar.

El diagnóstico permitió observar de forma general la cobertura y uso de la tierra en la finca manglares, la descripción de los componentes naturales, sociales y las interacciones con el bosque manglar. Se dice por lo observado que se realizan algunas actividades de manejo a las cuales no se les ha dado el acompañamiento necesario para ser sistematizadas, por lo que a través de esta información se generó un análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas referentes al manejo del ecosistema manglar para la Finca Privada Manglares. Así mismo plantear estrategias que minimicen las debilidades y amenazas, a través de maximizar las fortalezas y oportunidades. En actividades encaminadas hacia un manejo sostenible del ecosistema manglar.

El desarrollo de este diagnóstico se realizó con la asesoría de la Coordinadora del Programa de Investigación de Ecosistemas del Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, ICC.

1.1.1 Marco referencial

1.1.2 Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, ICC.

El Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC), fue creado por iniciativa de la agroindustria azucarera de Guatemala en el año 2010. El objetivo de la institución es el “desarrollo de programas de investigación y promoción de proyectos que contribuyan con la reducción de la vulnerabilidad, la mitigación y la adaptación al cambio climático en las comunidades, los sistemas productivos y la infraestructura de la región de influencia de sus miembros”.

La agroindustria azucarera se comprometió con aportes financieros para los primeros cuatro años de trabajo de la institución. Sin embargo, el ICC debe buscar vincularse con otros gremios del sector privado nacional así como generar alianzas estratégicas con entidades extranjeras para continuar trabajando en los 3 ejes de cambio climático (reducción de la vulnerabilidad actual y futura, mitigación y adaptación). Se esperaba ampliar el área de acción actual de las cuencas de la Vertiente del Pacífico hacia otras áreas de influencia de sus miembros.

En Guatemala existen tres vertientes: la del Golfo de México, la del Atlántico y la del Pacífico, esta última, con 18 cuencas que ocupan el 22% del territorio nacional, y es donde el instituto se está desarrollando actualmente, debido a que el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) se encuentra localizado principalmente en esa parte del país (aproximadamente 230,000 ha). De acuerdo al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2011), en dicha vertiente existe una disponibilidad de agua de 23810 millones de metros cúbicos. De las 18 cuencas presentes en la Vertiente, se seleccionaron cuatro cuencas prioritarias: las cuencas de los ríos Acomé, Achiguate, Coyolate y María Linda. Sin embargo, se efectúan acciones en la mayor parte de las cuencas.

El instituto Privado de Investigación Sobre Cambio Climático se encuentra organizado según el organigrama se representa en la figura 1 fuente ICC

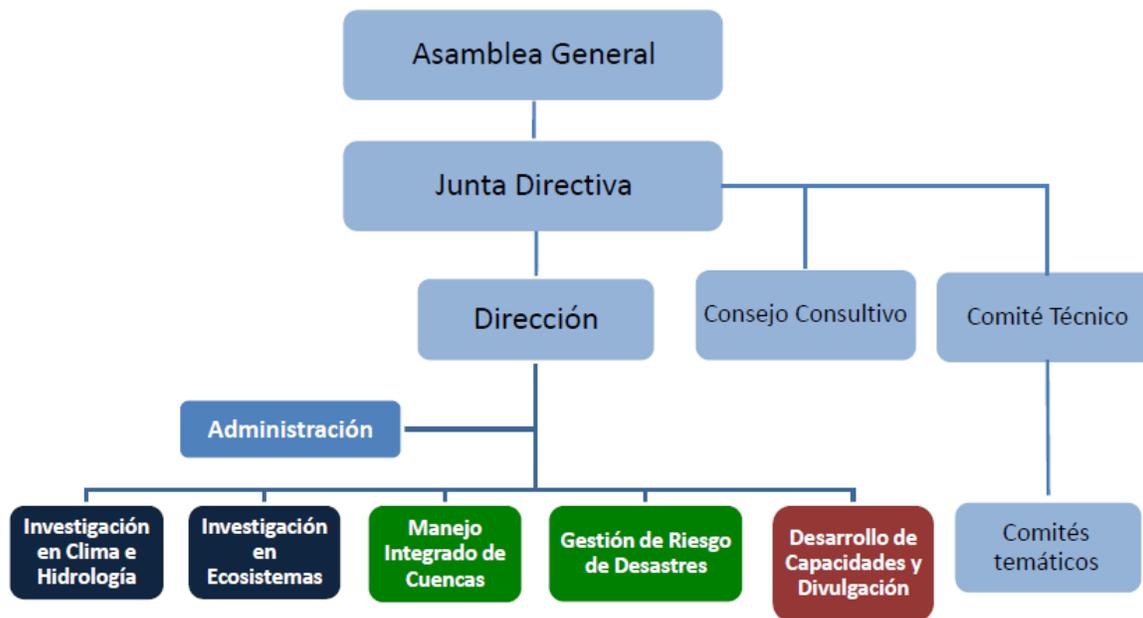


Figura 01 Organigrama del Instituto Privado de Investigación Sobre Cambio Climático, ICC.

A continuación se detallan los objetivos de cada programa.

1.1.2.1 Programa de Clima e Hidrología

- Generar información y análisis sobre el clima y los recursos hídricos que contribuyan al bienestar de la población y a la sostenibilidad de los sistemas productivos.
- Adaptar los sistemas productivos al cambio climático para que no se vean afectados por eventos extremos y los cambios que se puedan dar a futuro.

1.1.2.2 Programa de Ecosistemas

- Generar y validar conocimiento que contribuya a mantener los servicios que los bosques y otros ecosistemas prestan a la sociedad.
- Mantener sostenimiento de medios de vida, la regulación del ciclo del agua, la fijación de carbono, la conservación de la diversidad biológica y la protección de suelos.

1.1.2.3 Programa de Manejo Integrado de Cuencas

- Recopilar y generar información básica de las cuencas y establecer la línea base.
- Fomentar y acompañar procesos de organización social para el manejo de cuencas.
- Incidir en el manejo y protección de bosques.
- Apoyar el manejo integrado del agua.
- Contribuir en la protección de suelos

1.1.2.4 Programa de Gestión de Riesgos

- Influir en la reducción del riesgo de desastres impulsando acciones con base en el análisis de factores naturales y sociales.
- Identificar las principales amenazas climáticas con el fin de hacer aportes para su comprensión y vigilancia a través del tiempo.
- Realizar análisis de vulnerabilidad de poblados, infraestructura y sistemas de producción, para identificar los puntos débiles y priorizar acciones para reducir el riesgo.

1.1.2.5 Programa de Desarrollo de Capacidades y Divulgación

- Divulgar información pertinente utilizando medios escritos y digitales.
- Ejecutar programas de educación y concientización a través de la organización de eventos.
- Brindar asesoría y acompañamiento a las instituciones y empresas miembros del instituto.
- Coordinar la capacitación y actualización constante del personal del ICC para poder desempeñar su labor de la manera más profesional posible.

1.1.2.6 Ubicación de la Finca Privada Manglares

El área total de la Finca Manglares es de 518.03 hectáreas. Se encuentra en el municipio de La Gomera, departamento de Escuintla. Las coordenadas de ubicación son Zona 15, latitud 13°51'47" y longitud 91°02'47".

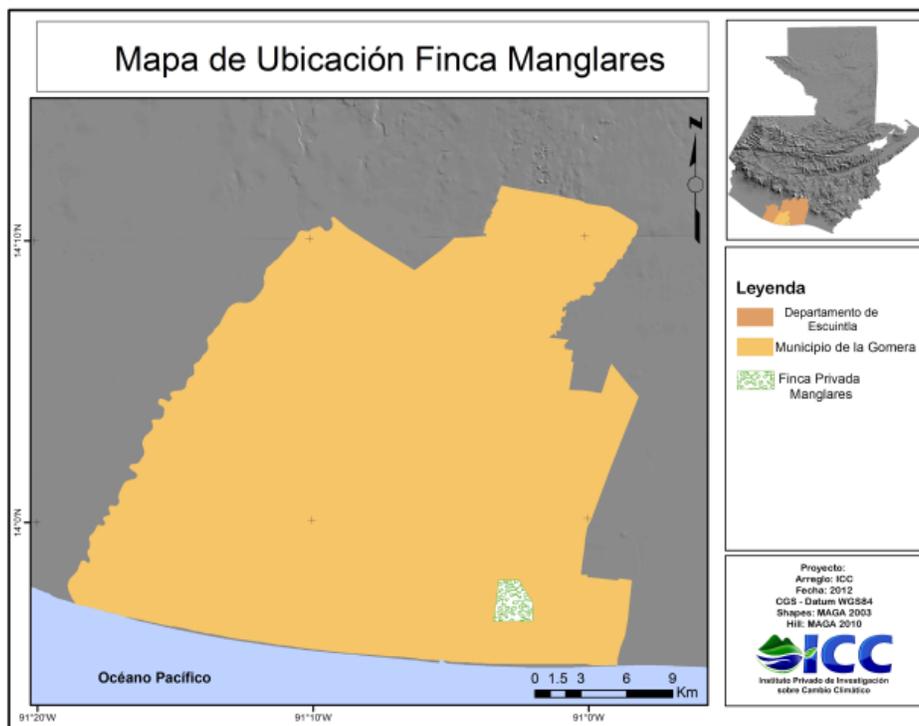


Figura 02 Mapa de ubicación de la finca Manglares

1.1.2.7 Vías de Acceso

Se recorrer la carretera principal que conduce de Siquinalá a La Gomera, continuando con la carretera que conduce a Sipacate. Finca Manglares se localiza a una distancia de 13 kilómetros, Saliendo de la Gomera a un cruce de aproximadamente 2 km, este camino es de terracería. (Fuente propia)

1.1.2.8 Topografía

Posee una topografía plana con pendientes de 0 a 5%.(Fuente propia)

1.1.2.9 Climas y Zonas de Vida

La finca Manglares se encuentra en la zona de vida del Bosque muy Húmedo subtropical cálido según la clasificación de Holdridge.

Tomando como base los datos recolectados por una estación meteorológica cercana (manejada anteriormente por CENGICANA y, a partir de marzo de 2011, por el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC), el promedio anual de los últimos 5 años en cuanto a temperatura oscilan entre 21.01°C la mínima y 47.13 °C la máxima. El dato para la humedad relativa se encuentra entre 47.13% la mínima y 72.5% la máxima y una velocidad del viento promedio de 6.43 km/h. El aporte de agua de lluvia anual es de 1855.34 mm.

Cuadro 1 Variables meteorológicas, estación Bougambilia

Año	T° Mínima (°C)	T° Máxima (°C)	HR Mínima (%)	HR Media (%)	Viento Media (Km/h)	Lluvia mm
2007	20.97	34.48	47.80	72.51	5.06	1507.60
2008	21.30	34.25	45.78	70.94	5.61	1939.30
2009	20.91	34.13	46.04	71.75	8.04	1379.20
2010	21.08	33.68	49.04	73.23	7.06	2460.60
2011	20.76	33.87	47.01	72.80	6.37	1990.00

Fuente: ICC (2011)

1.1.2.10 Hidrología

Según lo observado en campo la finca cuenta con canales de agua dulce cercanos a las áreas de los manglares, además de poseer canales artificiales utilizados para la irrigación del cultivo de caña de azúcar. Existen también lagunas que son alimentadas por los altos niveles de escorrentía sub-superficial en época lluviosa. Las familias utilizan el agua dulce de pozos perforados en el casco central de la finca para consumo doméstico. Según las observaciones realizadas durante el desarrollo de la investigación.

1.1.3 Descripción biofísica

1.1.3.1 Cobertura y uso de la Tierra en finca Manglares

- Cultivo de Caña de Azúcar
- Ganadería
- Bosque Manglar
- Áreas reforestadas con mangle
- Casco de la Finca

1.1.3.2 Descripción de la cobertura manglar

La cobertura de mangle dentro de la finca manglares está constituida por tres especies nativas principalmente: Mangle Rojo (*Rhizophora Mangle*), Mangle Blanco (*Laguncularia racemosa*), y Mangle Negro (*Avicennia germinans*). El área aproximada de cobertura manglar es de 199 hectáreas donde predomina el mangle rojo debido a las condiciones de inundación.

a. Regeneración Natural

La regeneración natural se presenta en espacios con entradas de luz dentro del dosel. Los aportes de agua dulce, salada, temperaturas, horas luz, aportes nutricionales y la competencia, condicionan el desarrollo de la plántulas. En las imágenes se presentan espacios con regeneración natural de mangle rojo. Debido a la oportunidad presente en el área.

b. Regeneración Artificial

Se llevan a cabo reforestaciones como compromiso de manejo silvicultural, con mangle rojo, mangle blanco y



Figura 3 Regeneración natural mangle rojo



Figura 4 Reforestaciones

mangle negro. Estas son distribuidas espacialmente de acuerdo con las exigencias de cada especie (según experiencia de los trabajadores). Se reforestan en mayor porcentaje el mangle rojo debido al valor comercial que este representa para el propietario. En las imágenes se muestran los diferentes distanciamientos que son utilizados para dicha actividad; 1m x 1m, 1m x 2m y 3m x3m. En las imágenes también puede observarse el cambio de uso al que fueron sometidas estas áreas y en la actualidad se están restaurando a través de regeneración artificial.

La última imagen muestra árboles de 4 años de haber sido plantados con un distanciamiento de 1 m por 1m. Muestra el comportamiento característico de *Rhizophora mangle*; el entrelace de las raíces tipo zancos como mecanismo de anclaje y adaptación a suelos fangosos y permanentemente inundados. En esta etapa aún no se practica ningún tratamiento silvicultural.

c. Viveros Temporales

Los viveros temporales se establecen en áreas cercanas a la reforestación ó bosque manglar. Evitando el arrastre de la semilla por efectos del agua. Estos viveros se establecen sin darles manejo técnico continuo, ya que las plantas no permanecen demasiado tiempo bajo estas condiciones, únicamente la germinación y elongación del tallo en un máximo de 30 días. Los materiales utilizados son bolsas de polietileno negro de tipo comercial y como sustrato se utiliza el suelo del área a reforestar.



Figura 5 Vivero temporal

d. Vivero permanente

El vivero podría categorizarse como rustico o informal debido a que no se controla adecuadamente las condiciones dentro del vivero. Los materiales y equipo con los que cuenta el vivero son principalmente de reciclados como tales como botellas de plástico, y botes utilizados en otra actividad dentro de la finca. Las especies de mayor interés son mangle rojo para la cual se crearon pequeñas piletas llenadas con agua del manglar que dan la apariencia de estar trabajando con un cultivo en hidroponía. El manejo del vivero no está establecido, se trabaja bajo el concepto de prueba y error.



Figura 6 Vivero permanente

Foto: Alejandra Rosales

e. Otras especies arbóreas

Estas otras especies nativas son utilizadas para reforestación en cercos al ser propagados de forma vegetativa y ser utilizados como poste los cuales posteriormente retoñan y conforman franjas de vegetación en las orillas de los caminos, estos también son utilizados para reforestar en áreas arenosas y de alta concentración de salinidad debido a su resistencia a tales condiciones.

- Pumpo
- Guachimol
- Chaperno

f. DIVERSIDAD BIOLÓGICA

El ecosistema manglar es un refugio de vida silvestre debido a la producción de alimentos por descomposición de la materia orgánica, alimento para animales que serán fuente de alimento para otros animales. Hábitad de especies diversidad de peces, crustáceos, anfibios, reptiles, insectos, arácnidos, aves acuáticas y mamíferos. Algunos. Las imágenes de la izquierda son la evidencia de la abundancia de la biodiversidad biológica que resguarda el bosque manglar en la Finca Manglares, La Gomera Escuintla.



Figura 7 A) Huellas de mamíferos B) Huellas de aves C) Crustáceos D) Hongos

1.1.4 Cambio de Uso de la Tierra

1.1.4.1 Areas Salitrosas

La finca cuenta con áreas arenosas las cuales con anterioridad se manejaban para la producción de sal denominadas "Salinas". Actualmente se están promoviendo actividades de repoblación con mangle negro y blanco. Estas no permanecen inundadas pero el nivel del agua sub superficial se encuentra a 30 cm de profundidad.

En estas áreas el nivel del manto freático en época lluviosa se encontró a menos de 30 centímetros de profundidad. Esto se debe a la textura arenosa del suelo que hace favorece a la infiltración rápida del agua.

Estas áreas presenta mayor salinidad debido a la deposición de sales atribuidos al movimiento de agua por efecto de la capilaridad y evaporación de agua las sales se quedan dentro material geológico. Beneficiando el desarrollo de algunas especies tal es el caso del mangle negro y botoncillo.

1.1.4.2 Ganadería

El cambio de uso de la tierra principalmente la ganadería es una de las actividades que perturba el paisaje florístico del ecosistema manglar.



Figura 8 Areas salitrosas



1.1.4.3 Lagunas Temporales

Debido a los efectos de la precipitación pluvial y las características del suelo en época lluviosa se crean lagunas temporales que son utilizadas para consumo animal.

Áreas anegadas que fueron afectadas por el cambio de uso y que actualmente son utilizadas para pastoreo, se observó que son fácilmente inundables y debido a su condición presentan una cobertura pobre de pastos naturales. Sin embargo se deberá realizar un diagnóstico detallado para evaluar la capacidad para ser restauradas con mangle.



Figura 10 Lagunas temporales

Áreas reforestadas con mangle negro y blanco. Temporalmente inundables.

En la última imagen se presentan áreas que están siendo reforestadas con mangle blanco. Dicha plantación se está llevando a cabo por registro de inundaciones del área. Bajo ninguna asesoría técnica sobre el manejo de los manglares.



Figura 11 Reforestaciones con mangle negro y blanco

1.1.4.4 Problemáticas

Posterior a la época lluviosa se realizó un recorrido en campo para identificar áreas de regeneración natural del mangle negro y blanco principalmente. Áreas que quedan completamente inundadas durante la época lluviosa a inicio de época seca han quedado sin agua superficial, pero el nivel Frático se encuentra a menos de 30m cm y aún se conserva humedad en el suelo.

En la siguiente fotografía se identificaron caminos inténenos, en áreas cubiertas por mangle negro. Estos son habilitados para el pastoreo de las vacas. Las vacas con el pisoteo eliminan los propágulos además de ser un fuente de alimento para estas.

La carga animal realiza cambios en la micro topografía del terreno, perjudiciales para la salud del manglar.



Figura 12 Paso de vacas dentro del manglar



 Mangle de referencia
  Regeneración natural
  Camino de vacas

Figura 13 Paso de vacas dentro del manglar

1.1.5 Demografía y nivel de escolaridad

1.1.6 Acceso a la educación

La finca Manglares ofrece a sus colaboradores una escuela con nivel pre primario y primario para niños y niñas. Cuenta con dos educadores; durante la mañana se imparten los grados de 3ro a 6to primaria, mientras que por las tardes los grados de párvulos hasta 2do primaria. Esto favorece grandemente debido a la dificultad de que tendrían estas personas para enviar a sus hijos al poblado más cercano (La Gomera, Escuintla) a 13 kilómetros de terracería. Y el costo que representaría para estas familias.



Figura 14 Niños y niñas con acceso a la educación

1.1.7 Condiciones de vivienda

Las condiciones de vivienda son facilitadas por el propietario de la finca así como de los ingenios que contratan a las personas para laborar dentro en áreas aledañas de la finca. Únicamente cuentan con el servicio de agua potable. Los pobladores realizan compran sus alimentos y canasta básica del pueblo de la Gomera, Escuintla.



Figura 16 Condiciones de vivienda

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 General

Realizar un diagnóstico general de las condiciones del bosque manglar

1.2.2 Específicos

- Describir las condiciones generales del bosque manglar dentro del perímetro de la Finca Privada Manglares.
- Realizar un Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas generales para las condiciones del bosque manglar de la Finca Manglares, La Gomera, Escuintla.
- Propuestas para mitigar las Debilidades y amenazas y maximizar las Fortalezas y Oportunidades.

1.2.3 Factores que condicionan el desarrollo del Bosque manglar

1.2.3.1 Temperatura

En las costas del pacifico de Guatemala las temperaturas de las costas mantienen entre 25°C y 35°C.

1.2.3.2 Sedimentos Aluviales.

El área bajo análisis se presenta geológicamente en la categoría de Aluviales cuaternarios, dentro de la zona fisiográfica de Marismas, cabe mencionar que el área se encuentra bajo un relieve topográfico de planicie a una altura promedio de 3 metros sobre el nivel del mar. (Ver mapa de ríos y amplitud de marea).

1.2.3.3 Nutrientes

Los aportes de nutrientes a la planta son indispensables para su desarrollo tanto macronutrientes como micronutrientes. Aportados por el arrastre de sedimentos atreves de corrientes superficiales (ríos ó canales) ó por producción del mismo bosque manglar por descomposición de la materia orgánica. (No existe registro de estos datos en la zona)

1.2.3.4 Amplitud de las Mareas

Las costas del pacifico en Guatemala tienen una influencia de maneras de: Marea Alta y Marea Baja. Esto se debe al efecto que la luna tiene sobre el mar, mantienen la movilidad del agua salada por efecto de las gradientes de concentración Observe en mapa de ríos y amplitud de mareas que topográficamente la intrusión salina tiene alcance hasta el área cubierta por mangle por medio cause del rio por efecto de la gradiente de concentración, de esta forma se realizan los aportes de salinidad al bosque ideales para desarrollo.

1.2.3.5 Aportes de Agua Dulce

Los aportes de agua dulce principalmente de los aportes de las corrientes de la cuenca del río Acomé y la precipitación de la zona que en promedio es de 1855.34 mm anuales (fuente ICC).

1.2.3.6 Salinidad

Existen 2 tipos de aporte de salinidad para el manglar: 1era es a partir de los movimientos de las mareas alta y baja que hacen mover el agua salada de un gradiente mayor a una menor mencionado anteriormente en la amplitud de las mareas y para el caso de las zonas temporalmente inundadas por efecto de la salinidad intersticial debido a la evaporación del agua.

1.2.3.7 Luminosidad

Para Guatemala los aportes de luminosidad en el día son en promedio 12 horas por lo que no es una limitante para el desarrollo del manglar en las costas del pacífico de Guatemala.

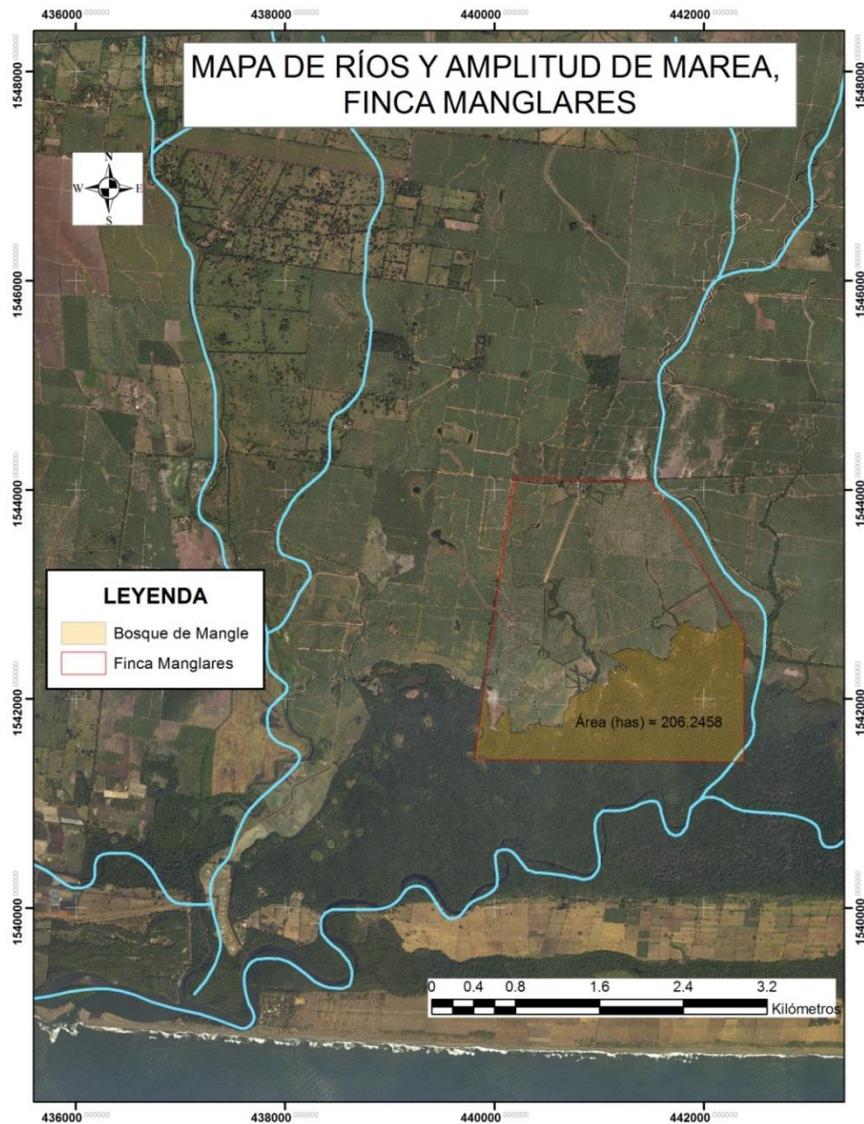


Figura 17 Ríos y amplitud de la marea, finca Manglares, La Gomera, Escurintla.

En el mapa se muestran los principales aportes de agua dulce, provenientes de las corrientes de la cuenca del río Acomé. Estos acarrearán sedimentos y minerales hasta estos estratos. También se logra observar que existe una barrera entre el manglar y el agua de mar esto se debe a que topográficamente el manglar se encuentra a una cota de 3 metros más baja comparada a la barrera de cultivos que se encuentra a una cota de 9 metros. Por tal razón las mareas deben ser capaces de entrar el agua salada a través del río. Según informes del insivumen las mareas altas pueden llegar en promedio hasta 5 metros.

1.3 ANÁLISIS SITUACIÓN ACTUAL

1.3.1 Análisis FODA

1.3.1.1 Fortalezas

- Los factores edáficos y climáticos de las costas del Pacífico de Guatemala favorecen el desarrollo de los manglares.
- El ecosistema manglar presta bienes, servicios ambientales y sociales. Tales como maderables y no maderables, fuente de germoplasma de las especies de flora y fauna. Fijación de CO₂, contribuye a la sedimentación de partículas de suelo. Aporte de materia orgánica, hábitad de especies de flora y fauna marina, Barreras de protección, ante el choque de las mareas. Permite realizar pesca de camarones, peces y cangrejos, fuente de alimento para los habitantes del alrededor.
- El ecosistema manglar logra fijar hasta 17 Toneladas de CO₂/ ha. Este ecosistema una herramienta ambiental para la reducción de las emisiones de este gas de efecto invernadero.

1.3.1.2 Oportunidades

- Interés institucional para el desarrollo de investigaciones sobre el manejo sostenible del ecosistema mangle. El instituto de Investigación Sobre Cambio Climático, reconoce el papel fundamental que juega el Ecosistema manglar como herramienta frente al cambio climático. Catalogándolo como ecosistema prioritario. En su programa de Investigación, ha iniciado sus primeras investigaciones en temas referentes al comportamiento de las especies en fase de vivero, además trabaja en el monitoreo de características estructurales a través de la implementación de Parcela Permanentes de Monitoreo Forestal.
- Se inicia como compromiso adquirido por parte de Propietario de la Finca Privada Manglares la disponibilidad de financiamiento para realizar investigaciones que generen información útil para el manejo sostenible del ecosistema.
- El ecosistema manglar representa un potencial económico social y ambiental. Ya que a través de su aprovechamiento se logran múltiples beneficios

1.3.1.3 Debilidades

- Institucionalmente se tiene desconocimiento quizá no en su totalidad, de la dinámica del desarrollo estructural del ecosistema manglar en la Finca Manglares, La Gomera, Escuintla. Esto implica que muchas de las acciones para manejos silviculturales no poseen una base científica, si no son adaptaciones para otros ecosistemas tropicales. Esto perjudica también en temas como monitoreo de las actividades post aprovechamiento.
- Actualmente no existe un ente encargado del monitoreo de los factores climáticos y edáficos que condicionan el desarrollo del ecosistema manglar.
- Se desconoce los efectos del cambio climático en la dinámica estructural de ecosistema manglar.
- Las plantaciones que actualmente se encuentran establecidas dentro de la finca no están siendo manejadas con ningún tratamiento silvicultural que favorezca su desarrollo.
- Poco interés en la realización en las actividades de manejo y mantenimiento por parte de los encargados del vivero.
- No se están promoviendo actividades de divulgación sobre la importancia del ecosistema manglar. Sobre todo charlas educativas en escuelas para crear conciencia desde ya a los niños y jóvenes locales.

1.3.1.4 Amenazas

- Desinterés de las localidades sobre el de la importancia de la conservación y manejo sostenible del ecosistema.
- Considerar los productos maderables como el único beneficio económico que brinda el ecosistema mangle. Las características propias del ecosistema como olores característicos fétidos debido a la descomposición de la materia orgánica, y la cantidad de mosquitos, esto hace que las personas no tengan interés por el ecosistema manglar.
- A pesar de los esfuerzos de los comunitarios organizados, se continúan presentando casos de talas ilícitas, degradándose así grandes extensiones de áreas de mangle.
- Las instituciones como el INAB encargados de aprobar las licencias para aprovechamiento, no tienen la suficiente capacidad para realizar actividades de monitoreo, por lo existen muchas quejas por parte de los comunitarios de extracciones sin justificaciones, el INAB discute que son copas las licencias que son aprobadas.
- El cambio de uso de la tierra, principalmente para áreas de pastoreo, agricultura, salinas, complejos habitacionales, degradan constantemente áreas de las costas que forman parte del ecosistema manglar.
- Los bosques de mangle están siendo subvalorados y sobreexplotados, principalmente por actividades humanas.
- El incumplimiento de leyes y reglamentos, así como también el incumplimiento de los responsables de la aplicación las mismas.

- Los manglares son demasiado frágiles, su pérdida puede deberse a cambios en el flujo hídrico, micro topográfico de origen antropogénicos o naturales.

1.3.2 Estrategias de mitigación

1.3.2.1 Estrategias para maximizar fortalezas y oportunidades

- Registro y monitoreo de factores climáticos y edáficos, para evaluar la dinámica del desarrollo del bosque manglar.
- Elaboración y ejecución de propuestas de investigación enfocadas en el manejo y conservación de bosque manglar.
- Valoración económica del ecosistema manglar.
- Promoción del Ecosistema manglar como ecosistemas fijadores de CO₂ para mitigar los efectos del cambio climático.
- Creación de un sistema de monitoreo y medición forestal en el ecosistema manglar, a través del establecimiento de parcelas permanentes.

1.3.2.2 Estrategias para minimizar debilidades y Amenazas

- A través del monitoreo de la dinámica estructural del bosque manglar, se podrán elaborar estrategias con bases científicas para el aprovechamiento y mantenimiento del ecosistema manglar, interrelacionando a los pobladores y sobre todo rigiéndose de acuerdo a la ley.
- Establecer mesas de diálogos institucionales y comunitarios para propuestas de restauración de áreas con mangle.
- Proyectos de educación ambiental enfocada para nivel primario y Secundario de dentro del área de trabajo. Promover actividades con adultos para la sensibilización sobre la importancia del ecosistema manglar.

- Creación de un perímetro con acciones específicas para minimizar las talas ilícitas.
- A nivel de la Finca Privada Manglares, realizar diferentes tratamientos silviculturales en las plantaciones, sistematizar dichas actividades.
- Implementar proyectos de reforestación con especies alternativas para el consumo familiar (leña y madera) enfocados a minimizar la presión hacia el bosque manglar.



CAPÍTULO II Evaluación del desarrollo de las especies de Mangle *Laguncularia racemosa* (L.) y *Avicennia germinans* (L.) en la etapa de vivero en la Finca Manglares, La Gomera, Escuintla, Guatemala C.A.

2.1 PRESENTACIÓN

Los manglares son uno de los ecosistemas costeros más diversos y productivos del mundo. Éstos desempeñan funciones importantes desde el suministro de productos forestales madereros y no madereros hasta la protección de las costas y la conservación de la diversidad biológica. En Guatemala, los manglares se concentran en lagunas a lo largo de las costas del Pacífico. El área más extensa se sitúa alrededor de las lagunas, estuarios y deltas de la zona occidental, cerca de la frontera con México y el río Ocosito. En dirección este, se encuentran espacios importantes de manglar en el estuario del río Acomé, las lagunas de Monterrico y el estuario del río Paz. En la costa del Caribe existen pocos sitios, a lo largo de la Bahía de Amatique y del delta del Río Chocón (FAO 2005).

La conservación de los manglares tiene múltiples impactos benéficos, tanto para la biodiversidad, servicios económicos sociales además de reducir en gran medida las emisiones de CO₂ contribuyendo en la reducción de consecuencias peligrosas del calentamiento global. El 28 de agosto de 1982, los bosques de mangle fueron reconocidos por la Asamblea General de las Naciones Unidas como ecosistemas de elevada importancia ecológica y social por lo antes mencionado (Field, 1999). Estos bosques representaban el 0.5% de la cobertura forestal (INAB 1998). Además se declaró de interés nacional la protección y conservación de los bosques manglares del país (artículo 21) de la Ley forestal vigente 1996. (INAB 1998).

En la actualidad el ecosistema continúa siendo alterado principalmente por el cambio de uso de la tierra (bosques naturales convertidos en áreas para cultivos agrícolas, camaroneras, salineras y espacios para la ganadería) además, de las talas ilícitas, principales problemáticas observadas in situ. Estas acciones desencadenan múltiples condiciones desfavorables para el ecosistema, específicamente por el relleno y desecamiento de las áreas, cambios hidrológicos y así la reducción de hábitats.

Uno de los pilares de la convención sobre los humedales (RAMSAR) es el uso racional de los mismos, el gran desafío es encaminado a tomar medidas para

conservar y restaurar hábitats de tal manera que se conserve la biodiversidad y el bienestar de los seres humanos. En acciones encaminadas a esto se crea la iniciativa para la restauración de áreas a través de los beneficios de la creación de viveros para la producción de plántulas.

Las observaciones en campo muestran que, durante los meses de julio a octubre, estas especies producen semilla, época en la que se realiza la dispersión. Mismo en la que se estableció el vivero. Los resultados de esta investigación evidencian un crecimiento de entre 0.20-0.30 m para *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*, en 134 días por lo que se podría esperar que durante el período de lluvias, el vivero sirva para el desarrollo de plantas de mangle como una estrategia de restauración de áreas.

La necesidad de conocer el comportamiento de dichas especies así como de desarrollar estrategias para actividades antes mencionadas, crea interrogantes que se plantean en el presente trabajo como fase inicial: la evaluación de los medios de anclaje (sustratos) y el volumen de los recipientes a utilizar. Esta investigación se realizó en el vivero de la finca privada Manglares, ubicada en el municipio de La Gomera, en el departamento de Escuintla. En el ensayo, se evaluó la interacción de los siguientes factores: 1) medios de anclaje (suelo del manglar, peat moss y una mezcla de suelo y peat moss con una relación 1:1); 2) volumen de tubetes (530 y 160cc); y 3) dos especies de mangle: *Laguncularia racemosa* (L.) (mangle blanco) y *Avicennia germinans* (L.) (mangle negro). Dicho ensayo fue evaluado en un período de 134 días. Se llevó un registro periódico del incremento en altura a cada 15 días y al finalizar la investigación se tomaron las variables descritas en la metodología.

Según los resultados registrados, *Avicennia germinans* presentó mayor desarrollo morfológico, comparado con *Laguncularia racemosa*. Ambas especies forman parte del complejo biológico del manglar, es decir que, a pesar de que exista diferencia estadísticamente significativa en el desarrollo de ambas especies, ésta no será la mejor forma de discriminar alguna, porque las dos son de importancia ecológica.

El volumen del tubete o contenedor, en la presente evaluación, fue el principal factor de influencia en el desarrollo morfológico de las plantas de mangle negro y blanco durante esta fase.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Generalidades del ecosistema manglar

2.2.1.1 Manglar

Es un ecosistema costero compuesto por una comunidad de plantas siempre verde, formada por árboles y/o arbustos halófitos, distribuidos en esteros, lagunas costeras y desembocaduras de ríos. Por lo general dichos hábitats se encuentran en zonas donde la influencia de la marea inunda la zona de forma periódica (INAB, 1998).

2.2.1.2 Mangle

Son especies vegetales, típicamente arbóreas, halófitas facultativas. Presentan adaptaciones fisiológicas estructurales que les permiten adaptarse a un sistema dinámico sujeto al efecto de las mareas (INAB, 1998).

Los manglares poseen características terrestres y acuáticas, son generalmente vivíparos, es decir que las semillas germinan en el árbol y reciben el nombre de propágulos. Toleran condiciones de extrema salinidad, inundación permanente o temporal, falta de oxígeno en el suelo y de suelos inestables. Éstas son adaptaciones que ha desarrollado cada especie en sus raíces, hojas y tallos por lo que cada una tendrá la capacidad de encontrarse en un lugar específico; a esto se le denomina zonación (Benítez 2007). La zonación o la distribución de los manglares depende básicamente de factores como: salinidad, micro topografía del terreno, luminosidad, oxígeno disuelto, así mismo dependerá los de los mecanismos de resistencia de cada especie. Chapman (1994), Thom (1967) y Mizrachi y Pannier (1980), en (Pannier y Fraino, 1989).

2.2.1.3 Factores ecológicos y su influencia sobre los manglares

Tomlinson (1994) destaca que el establecimiento de los manglares depende del grado de salinidad, que permite la distribución de las especies según su tolerancia. Por su parte, la FAO (1994) menciona que la hipersalinidad afecta gravemente a los manglares y puede evidenciarse a partir de que sobrepasa los niveles encontrados en el mar, manifestándose en manglares de tipo matorral y una composición florística escasa.

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

Los manglares crecen en sustratos cuya composición varía desde arenosos, lodosos, rocosos y calcáreos (corales). El manglar se instala donde existe una mayor sedimentación, preferentemente en deltas y en islas de coral, con baja energía de oleaje y pendientes suaves (Furukawa y Wolanski 1996).

También cuentan con un metabolismo C3, es decir, son plantas que requieren mayor cantidad de agua y luz para llevar a cabo una eficiente fotosíntesis. Sin embargo, presentan un uso eficiente del agua y la luz solar muy parecido a las plantas C4 (Ball, 1988).

La distribución y desarrollo estructural de las especies de mangle es influenciado directamente por el hidroperíodo superficial y subterráneo que repercute en la dinámica de la salinidad, en condiciones con salinidades superiores a 50g/kg las especies dominante será *Avicennia germinas* y en salinidades inferiores a 30 g/kg se encuentran las especies de *Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa*. (Zaldivar et al. 2010).

2.2.1.4 Fauna de los manglares

Los manglares son hábitat de una amplia diversidad de fauna y flora silvestre, desde especies migratorias de aves hasta reptiles y especies marinas. Es principalmente un territorio con funciones de apareamiento, cría y alimentación para muchos peces, moluscos y toda una gama de otras formas de vida silvestre.

La singularidad de este hábitat condiciona a la de sus habitantes que, por su lado, se mueven entre el medio terrestre y marino y, por otro, se aprovechan de la humedad y protección de los manglares frente al sol ardiente. Muchos crustáceos se distribuyen a lo largo del manglar según su tolerancia al aumento del agua por efecto de la marea (Flores, *et al* 2008).

2.2.1.5 Especies de Mangle en el Litoral Pacífico

Para Guatemala se encuentran identificadas 4 especies: *Rhizophora mangle*, *Conocarpus erecta*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erecta* las (CONAP 2008).

Las especies de mangle encontradas en la finca Manglares, en el municipio de la Gomera, departamento de Escuintla, ubicada dentro del litoral Pacífico de Guatemala son: mangle rojo o mangle colorado (*Rhizophora mangle*) de mayor abundancia en áreas permanentemente inundadas, mangle negro (*Avicennia germinans*) y mangle blanco (*Laguncularia racemosa*).

2.2.1.6 Descripción de las especies de mangle en Guatemala

Nombre Común: Mangle rojo

Nombre Científico: *Rhizophora mangle*

Descripción:

Las modificaciones de las raíces de estos árboles en forma de zancos, permite que el árbol pueda desarrollarse en un medio fangoso e inestable. El mangle rojo en el litoral del pacífico es una de las especies de mayor abundancia, debido a los aportes de las corrientes principales de los ríos y canales.

Es un árbol o arbusto perennifolio, halófito de 1.5 m 15 m (hasta 30 m) de altura con un diámetro a la altura del pecho de hasta 50 cm. Esta especie es utilizada



Figura 18 mangle rojo Agosto 2011.
(Foto: Alejandra Rosales)

para la construcción y principalmente para leña y construcción de ranchos. (CONABIO)

Nombre Común: Mangle Botoncillo

Nombre Científico: *Conocarpus*

Descripción:

Árbol o arbusto de hasta 13 m de altura de tronco recto, presenta abundantes ramificaciones. Las flores se dan en los extremos de las ramas y en las axilas de la hoja los frutos son múltiples y redondeados de 10 a 12 mm de diámetro.

Se utiliza principalmente para construcciones rústicas y para cercas vivas (Zamora et al. 2000).



Figura 19 Semilla de mangle botoncillo Agosto 2011. (Foto: Alejandra Rosales)

Nombre Común: Mangle blanco

Nombre Científico: *Laguncularia racemosa*

Descripción:

Se distingue porque sus troncos son rectos y largos, sus raíces son aéreas pero no cuelgan de las ramas, nacen de la base del tronco. Los propágulos tienen forma ovalada y aplanada. Producen flores pequeñas, de forma espigada y color blanco-verdoso, generalmente de junio a agosto.

El mangle blanco es un árbol cripto-vivíparo

se refiere a que se desarrolla en el árbol pero no germina en él y crece en zonas inundadas. Requiere aportes periódicos de agua dulce. Su madera no es muy durable, se utiliza para varas, soleras para construcciones temporales como ramadas.



Figura 20 Semilla de mangle blanco Agosto 2011. (Foto: Alejandra Rosales)

Las raíces pueden servir como refugio de larvas, camarones, cangrejos, peces, cocodrilos e iguanas. Su follaje es utilizado como refugio para aves en temporada de anidación. (Escalona 2009).

Nombre Común Mangle negro

Nombre Científico *Avicennia germinans*

Descripción

El mangle negro se conoce como madre sal o palo de sal. También es una especie cripto-vivípara, aunque se distingue de los demás por varias características. Sus hojas son alargadas y angostas, verde brillante en el haz y el envés es de color gris claro. Posee un sistema de raíces



pneumatóforos. Se desarrolla en lugares altas, a diferencia del mangle rojo y el blanco. La sal que absorbe del suelo y agua la expulsa por las hojas, generalmente por las mañanas, de ahí su nombre común. Las flores son blancas, pequeñas y en racimos, y se pueden apreciar entre los meses de mayo y junio.

Es un árbol melífero, por lo que en los bosques de mangle negro se pueden encontrar muchas colmenas. Su madera es poco aprovechada para construcción, pero es muy buena para leña.

Los troncos huecos del mangle negro son refugios de iguanas, cangrejos, culebras, tejones y mapaches, pero especialmente de las abejas (Escalona 2009).

Figura 21 Semilla de mangle negro
Agosto 2011. (Foto: Alejandra

2.2.2 Experiencias documentadas de investigación del manejo de viveros artificiales de mangle

Los viveros de manglar son una alternativa que ayuda a la restauración artificial de áreas ocupadas por manglares degradados, con la ventaja indirecta de mayor porcentaje de supervivencia en campo definitivo. Esto puede contribuir a las estrategias de aprovechamiento múltiple que se realizan en la región costera (Peré y Fraga, 1994).

En México continuamente trabajan en la producción de plántulas en vivero, uno de los datos reportados son los resultados obtenidos por Sánchez P. *et al.*(2000) fueron los siguientes:

Para *Avicennia germinans*: En 126 días de vivero, se registró un crecimiento de 22.35 cm, a una tasa acumulada de 1.773 mm/día y las plántulas poseían un promedio de 4.7 nudos.

Para *Laguncularia racemosa*: Se registró un crecimiento de 11.33 cm en 126 días, a una tasa de 0.896 mm/día y con un promedio de 6.52 nudos.

Bojorquez (2002) trabajó sobre el crecimiento de las plantas de las especies *R. mangle* y *A. germinans* en el estero de Urias, Mazatlán, Sinaloa, obteniendo como resultado que aquellas que fueron manejadas en viveros presentaron una tasa de crecimiento de 4.34 y 0.51 cm por mes respectivamente, mientras que en su medio natural, la tasa de crecimiento es de aproximadamente 0.62 cm por mes en *R. mangle* y 0.6 cm por mes para *A. germinans*.

Por otro lado, Agraz-Hernández (1999) menciona que las plantas desarrolladas en vivero ofrecen garantía de mayor éxito en la forestación. Asimismo, cita tres formas importantes de reforestación en manglares las cuales fueron llevadas a cabo con buenos resultados en un manglar del Pacífico norte mexicano: reforestación directa con propágulos, trasplante de plántulas y trasplante con plantas de vivero. A pesar de que las plantas de vivero incrementan los costos de reforestación y restauración de manglares, son necesarias en situaciones especiales, donde no es posible la siembra directa de propágulos (Reyes y Tovilla,

2002). Estas quizá podrían ser específicas del área por ejemplo zonas completamente inundadas desprovistas de vegetación, en las que se necesite una altura y crecimiento radicular desarrollado, que aseguren la supervivencia de la planta bajo estas condiciones.

2.2.3 Legislación del mangle en Guatemala

Los bosques de mangles fueron reconocidos por la Asamblea General de las Naciones Unidas (28 de agosto de 1982) como ecosistemas de elevada importancia ecológica, económica y social (Field, 1999).

Las áreas marinas costeras protegidas reconocidas en el litoral de Caribe y Pacífico guatemalteco tienen una extensión de 194,148.00 hectáreas, que representan el 5.56% de extensión SIGAP.

La extensión de los manglares para el periodo comprendido entre el año 2006-2007 era de 26,169.70 has, sin embargo se estima que para el año 1950 la extensión de los manglares

2.2.4 Reglamento del aprovechamiento de mangle en Guatemala

El reglamento de la ley Forestal (Acuerdo Gubernativo No. 961-90) fue adoptado en 1990. En el Artículo 28 especifica que el aprovechamiento de bosques de mangle se autoriza únicamente para consumo familiar y no deberá exceder de 5 m³ por hectárea por año. La persona que viva en el lugar y compruebe ser propietario o arrendatario podrá aprovechar el mangle.

La Ley Forestal vigente hasta 1996 (Decreto 70-89) “declara de interés nacional la protección y conservación de los bosques manglares del país...” (Artículo 21) y exige la promulgación de una reglamentación especial dedicada al aprovechamiento de árboles de estos ecosistemas. Este artículo también prohíbe el cambio de uso de la tierra en estos ecosistemas y destaca la importancia de la repoblación artificial con mangle.

Es de interés nacional la protección, conservación y restauración de los ecosistemas de manglar y el aprovechamiento de árboles de estos ecosistemas debe ser objeto de una reglamentación especial, según lo establecido por la Ley Forestal en el artículo 35 del Decreto Legislativo 101-96.

Según Capítulo II del Artículo 4 la Autoridad administrativa encargada de la aplicación del presente reglamento es el INAB y según el artículo 5 las Municipalidades ayudaran a la aplicación de este. Sin embargo el INAB carece de poder institucional, presupuesto. En mi opinión no es la institución si no los interés personales los que debilitan este poder institucional.

Las leyes que existen relacionadas con el manglar se caracterizan por ser legislación positiva no vigente, pues su cumplimiento es irregular por no tener bases firmes de la realidad socioeconómica del país. (Pineda 2005).

2.2.5 Nuevas tecnologías en vivero

Los materiales utilizados en el establecimiento del vivero siguen un concepto de tecnología moderna, puesto que se ocuparon bandejas rígidas de polietileno negro, que brindan mayores ventajas comparadas con los recipientes tradicionales de bolsa. La utilización de envases o contenedores surge a principios de la década de 1970. Desde entonces se han realizado notables avances en cuanto a la producción de envases para plántulas de varias especies considerando: el diseño de envases, las operaciones dentro de los invernaderos, la manipulación del material y la evaluación de su respuesta en el campo (Tinus et al., 1974 citado por Daniel et al., 1982). Entre las razones a las que obedece este cambio o interés por reforestar con plántulas producidas en envases están (Stein et al., 1975; citado por Daniel et al., 1982):

- Los mejores índices de supervivencia y de desarrollo de las plántulas cuyo sistema radicular no se daña durante la operación de plantado.
- La respuesta más positiva de algunas especies.
- La prolongación de la etapa de plantado.

- Una mayor producción y eficiencia en el plantado.

Según Pampev internacional (2003), la utilización de bandejas mejora el desarrollo de las raíces de las plantas en vivero, evitando el enrollamiento de las raíces. La característica principal de las cavidades de una bandeja es tener líneas dentro de la cavidad que inducen el arraigamiento de las raíces y previene su enrollamiento.

2.2.5.1 Criterios para selección de la bandeja

De acuerdo a lo que expone Pampev Internacional (2003), para los viveristas es aconsejable seleccionar bien el tipo de bandeja para su vivero, y especialmente el volumen de las cavidades. Se tienen que considerar las especies y características de crecimiento de los árboles a producir y algunos factores como:

- • El tiempo de crecimiento de las plantas en vivero;
- • La profundidad y volumen del sistema radicular producido en vivero;
- • El tamaño de la planta a entregar al cliente y la relación del tallo / raíz deseada;
- • Las condiciones que prevalecen en el sitio de la plantación (competencias con malezas, época de siembra, sequía, viento, etc.);
- • El costo de las plantas y precio de venta.

Pampev Internacional (2003), menciona que si se producen especies latifoliadas es preferible utilizar cavidades más amplias para permitir un buen desarrollo de las plantas a fin de obtener una buena relación de diámetro/altura.

Los viveros tecnificados utilizan bandejas rígidas de polietileno debido a que presentan las siguientes ventajas:

a. Ventajas

- Llenado de bandejas en menos tiempo puede realizarse de forma manual o con máquina.
- Mayor número de plantas por unidad de área
- Menor cantidad de sustrato debido al volumen de las celdas
- Ahorro de agua en el riego
- Se transporta un mayor número de plantas debido al tamaño, número de celdas y peso.
- Fácil manejo de las bandejas para la siembra, menor contacto y efecto de estrés a la plántula (Sweca,S.A.).



Figura 22 Bandeja rígida de 530



Figura 23 Bandeja rígida de 160

b. Calidad de plántulas en vivero

Duryea (1985) la define como aquella que es capaz de alcanzar un desarrollo (supervivencia y crecimiento) óptimo en un medio determinado y, por tanto, cumplir los objetivos establecidos en una restauración. La calidad de una planta cambia en el tiempo, variando con su estado fenológico y, probablemente, con su edad. Así, la resistencia a situaciones de estrés de una planta no es la misma durante el periodo de reposo vegetativo que al producirse la elongación de los tallos (Burr, 1990). La exigencia de planta de calidad es mayor cuanto más limitante sea el medio donde se ejecute la restauración

Las características de los contenedores también ejercen un papel muy importante en la calidad final de la planta (Domínguez Lerena et al., 2000). Existe una relación directa entre el volumen del envase y las dimensiones de la plántula.

Otro aspecto importante de los envases es la presencia de estructuras que prevengan el crecimiento en espiral y deformación de las raíces. Los sustratos son otro elemento fundamental del cultivo ya que determinan la cantidad de nutrientes, agua y aire disponible para las raíces de las plantas y en consecuencia las características funcionales de las plantas (Ghuel et al., 1989; Landis et al., 1990).

2.2.6 Materiales experimentales

2.2.6.1 Pindstrup substrate

Este es el nombre comercial Pindstrup substrate de la Turba de *Sphagnum*, planta que se acumula en las turberas pantanosas para formar una masa que se asemeja al musgo se encuentra en agua muy ácida, con un pH de 4.00, poco oxigenada y con bajo contenido de minerales nutritivos.

Este es utilizado como sustrato para pilones debido a su porosidad al aire, excelente retención de agua y buena absorción de materiales nutritivos. Estas características favorecen el desarrollo de raíces. No es completamente estéril pero las cantidades de semillas de malezas son muy bajas y es muy raro encontrar los organismos patógenos susceptibles de ser nocivos para los cultivos de invernadero. Si se esteriliza, se disminuye el riesgo de la presencia de patógenos. Debido a que el material presenta una textura fibrosa, este sustrato presta un densidad aparente de 0.10 gr/cc.

2.2.6.2 Suelo

El suelo utilizado consistió en material disponible en el área, es de textura franco arcillosa y con una densidad de 1.12 gr/cc.

2.2.6.3 Mezcla 1:1

La mezcla se realizó en proporción 1:1 en función de volumen. Ésta presentó una textura franca y de densidad de 0.62 gr/cc.

2.2.6.4 Bandejas rígidas de polietileno

Las bandejas rígidas de polietileno están siendo utilizadas como contenedores para tecnificar los viveros comerciales debido a que ofrece diferentes ventajas como la preparación, facilidad de llenado y maximiza el espacio del vivero para la producción de plantas. Las distribuyen dependiendo de las necesidades del comprador. Para el caso particular de esta investigación se utilizó un volumen de 530 cc y 160 cc.

2.3 MARCO REFERENCIAL

2.3.1 Ubicación

La investigación fue realizada en la finca Manglares ubicada en el municipio de La Gomera, departamento de Escurintla. Las coordenadas de ubicación son Zona 15, latitud $13^{\circ}51'47''$ y longitud $91^{\circ}02'47''$.

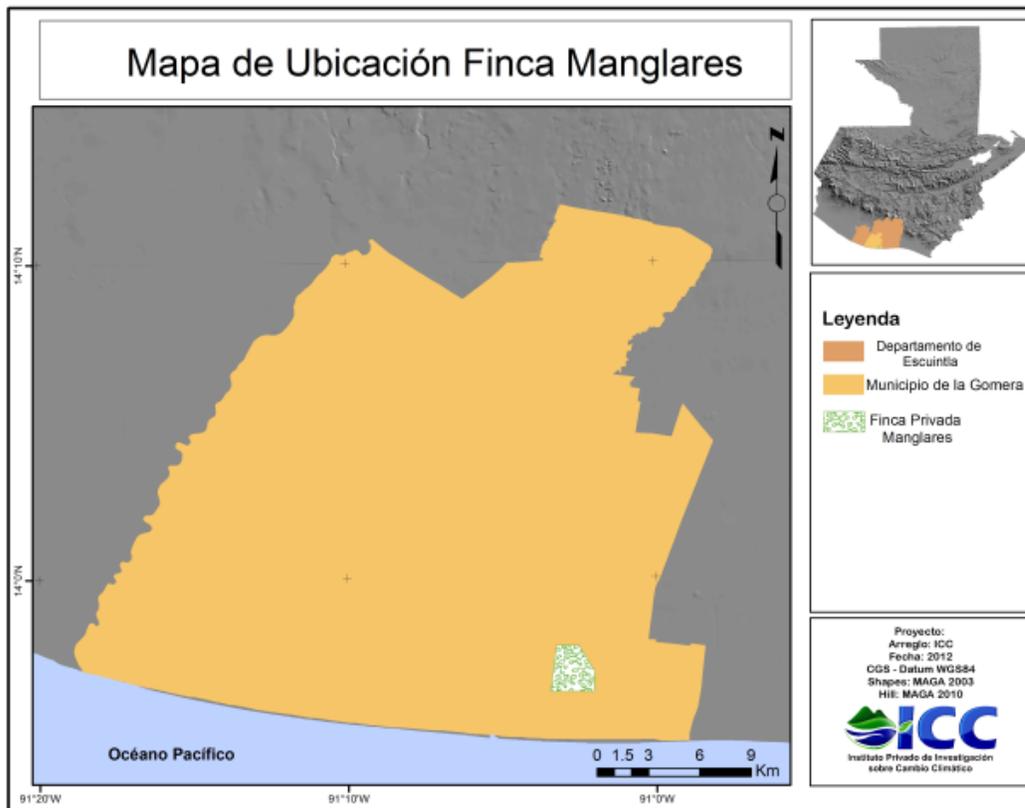


Figura 24 Mapa de ubicación de la finca Manglares

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 General

Evaluar el desarrollo de las especies de mangle (*Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*) bajo condiciones controladas de vivero en la finca Manglares, La Gomera, Escuintla.

2.4.2 Específicos

- Determinar la influencia de los sustratos en el desarrollo; altura, diámetro, número de hojas, número de nudos, largo de raíz principal, biomasa radical seca, biomasa foliar expresada en peso seco de las especies de mangle (*Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*)
- Determinar la influencia de volumen de 530 cc y 160cc de los tubetes en el desarrollo; altura, diámetro, número de hojas, número de nudos, largo de raíz principal, biomasa radical seca, biomasa foliar expresada en peso seco de las especies (*Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*).

2.5 HIPÓTESIS

Alguno de los factores o interacción entre factores evaluados influirá de manera positiva en el desarrollo de las especies evaluadas.

2.6 METODOLOGÍA

Se evaluó el desarrollo de las especies de mangle en la fase de vivero. Esto con el propósito de observar su comportamiento y medir sus resultados. Los factores evaluados fueron: especies de mangle (*Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa*), sustratos (suelo del área, peat moss mezcla 1:1) y dos cavidades de bandejas rígidas de polietileno negro de 530 cc y 160 cc. Se trabajó con un diseño experimental completamente al azar bajo el arreglo combinatorio factorial es decir se combinaron los diferentes niveles de los factores. El vivero presento las condiciones de infraestructura mínimas principalmente, utilizando un Sarán de 50% para regular la entrada de luz, así mismo el impacto de la lluvia sobre las plantas

2.6.1 Diseño y análisis del experimento

2.6.1.1 Diseño Experimental

Las condiciones donde se estableció el experimento no presentó gradientes de variación considerables por lo tanto se utilizó el diseño experimental completamente al azar. Se evaluó la combinación los diferentes niveles de los factores debido a su simetría corresponde a la fórmula siguiente $2 \times 2 \times 3 = 12$ combinaciones o tratamientos. En general se denomina diseño experimental completamente al azar con arreglo trifactorial combinatorio.

a. Factores

Especies de Mangle evaluados

Las especies evaluadas fueron las siguientes:

$A_1 = \textit{Laguncularia racemosa}$

$A_2 = \textit{Avicenniagerminans}$

b. Medios de anclaje

Los medios de anclaje utilizados fueron:

B₁= Suelo Manglar¹(provenientes de areas salitrosas de reforestación)

B₂= Peat moss²

B₃= Mezcla de Suelo Manglar y Peat moss, relación 1:1

c. Volumen de las celdas

De acuerdo a la anatomía de las planta, se consideran útiles las bandejas rígidas utilizadas comúnmente en viveros forestales y de venta comercial ya que presentan diferentes ventajas en su manejo. Se desconoce el comportamiento del sistema radicular de dichas especies. El tiempo de permanencia de las plantas en vivero es un factor a considerar para la elección del volumen del tubete. Por lo que se planteó el uso de 2 tipos de tubete y de esta manera se comparó el comportamiento de las dos especies para un periodo de tiempo de 134 días.

C₁= Bandeja rígida de polietileno de 24 celdas³ 160cc

C₂= Bandeja rígida de polietileno de 15 celdas⁴530cc

d. Número de combinaciones o tratamientos

Se calculó con base en todas las combinaciones posibles entre los niveles de los factores a evaluar.

No. de Tratamientos: $2 \times 2 \times 3 = 12$

¹ El suelo a utilizar fue de areas salitrosas reforestadas con *A. germinans* y *L. racemosa*

² El peat moss: paca comercial sin aditivos nutricionales

³ Dimensiones de tubetes pequeños (D=5.16 cm ; d=3.02 cm ; h= 11.5 cm)

⁴ Dimensiones de tubetes grandes (D=7cm ; d=5.03cm ; h= 20cm)

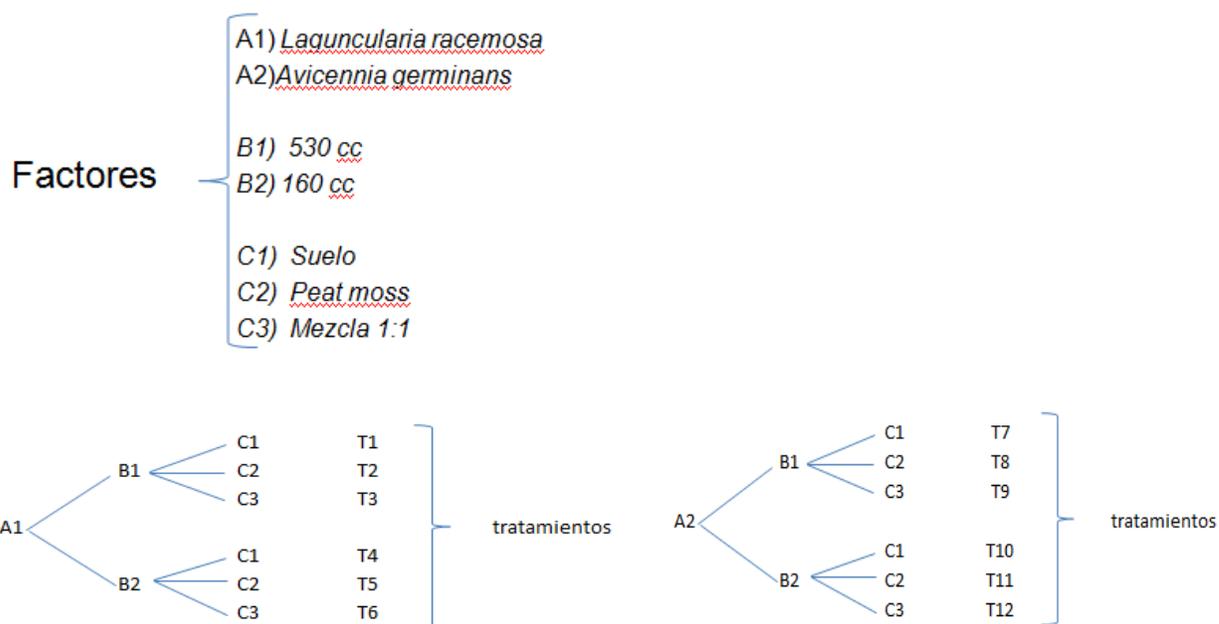


Figura 25 Combinación de tratamientos

Resumen de Combinaciones o tratamientos

Cuadro 2 Descripción de tratamientos

Especie	<i>Laguncularia racemosa</i>
T1	Suelo, volumen 530 cc
T2	Peat moss, Volumen 530 cc
T3	Mezcla 1:1, volumen 530 cc
T4	Suelo, volumen 160 cc
T5	Peat moss, Volumen 160 cc
T6	Mezcla 1:1, volumen 160 cc

Especie	<i>Avicennia germinans</i>
T7	Suelo, volumen 530 cc
T8	Peat moss, Volumen 530 cc
T9	Mezcla 1:1, volumen 530 cc
T10	Suelo, volumen 160 cc
T11	Peat moss, Volumen 160 cc
T12	Mezcla 1:1, volumen 160 cc

e. Modelo estadístico

El modelo que se describe a continuación corresponde a un experimento trifactorial, en arreglo combinatorio dispuesto en un diseño completamente al azar.

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varphi_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\beta\varphi)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

Y_{ijkl} = Variable de respuesta observada o medida en la $ijkl$ -ésima unidad experimental

μ = Media general

α_i = efecto del i -ésimo nivel del factor "A"

β_j = Efecto del j -ésimo nivel del factor "B"

φ_k = Efecto del k -ésimo nivel del factor "C"

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre i -ésimo nivel del factor "A" y el j -ésimo nivel del factor B

$(\alpha\beta\varphi)_{ijk}$ = Efecto de la interacción de i -ésimo nivel del factor "A", el j -ésimo nivel del factor "B" y el k -ésimo nivel del factor "C".

ε_{ijkl} = Error experimental asociado a la $ijkl$ -ésima unidad experimental.

Número de repeticiones

El número de repeticiones sale a partir de la siguiente fórmula $GLE = T(R-1)$

$$GLE = T(R-1);$$

$$r = \frac{GLE}{T} + 1$$

$$r = \frac{12}{12} + 1$$

REPETICIONES CALCULADAS = 2

REPETICIONES A UTILIZAR = 3

Se trabajó con 3 repeticiones por cada uno de los tratamientos considerados tomando en consideración las recomendaciones del investigador Ing. Agr. Ovidio Pérez de CENGICAÑA.

f. Unidades experimentales

Se llamó unidad experimental a cada bandeja. En total se trabajó con 36 unidades experimentales.

$$\text{Unidades experimentales} = t * r$$

$$\text{Unidades experimentales} = 12 * 3 = 36$$

g. Variables de respuesta

- Medición de Alturas

Se utilizó una cinta métrica para medir la altura, correspondiente al largo del tallo, desde la base del tallo hasta el meristemo apical, llevando a cabo mediciones periódicas a cada 15 días hasta finalizar los 134 días.

- Medición de Diámetro

Se utilizó un vernier electrónico. La medición se realizó a un centímetro por arriba del cuello del tallo para estandarizar la toma de esta variable. A los 134 días.

- Largo de la raíz principal

Únicamente se tomó el largo de la raíz principal. Utilizando una cinta métrica. A los 134 días

- Biomasa radical seca

Se sacaron las muestras procurando no dañar las raíces al extraerse, se lavaron cuidadosamente. Se procedió a dividir desde la base del tallo y se colocó en un sobre manila previamente identificado para ser secada a temperatura ambiente durante 3 días. Para concluir el secado se colocó en un horno secador durante 6 horas a una temperatura de 70°C. Luego de este procedimiento se midió el peso en gramos para cada muestra utilizando una balanza analítica.

- Número de Hojas

Se contabilizaron el número de hojas por muestra. A los 134 días.

- Número de Nudos

Se contabilizaron el número de nudos por muestra. A los 134 días.

- Biomasa foliar expresada en peso seco

El procedimiento para obtener la el peso seco de la muestra fue el mismo que se describe en el peso radicular, (tallos y hojas a los 134 días).

h. Metodología para toma de datos

Se tomó una planta al azar de zona de muestreo marcada con el cuadro rojo de cada unidad experimental, como se muestra en la figura 6 a los 134 días. También se registró el crecimiento de las plantas cada 15 días, para los cuales se midieron 3 plantas por unidad experimental como se muestra en la figura 27.

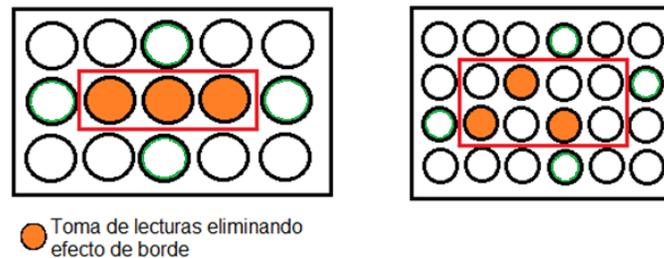


Figura 26 Representación de la toma de muestra.

2.6.1.2 Manejo del vivero

a. Tratamiento pre-germinativo

El tratamiento pre-germinativo que se le dio a la semilla de las especies de mangle fue inmersión en agua a temperatura ambiente durante 24 horas. Esto se realizó con el fin de estimular el proceso metabólico y enzimático del embrión y observar el hinchamiento de la semilla por la imbibición del agua y la diferenciación de células de donde saldrá la radícula. La germinación se logró en un tiempo de 5-7 días siendo de 98-100%

b. Siembra de semilla

El hinchamiento de las células permitió inferir la posición de siembra de la semilla. La siembra se realizó un día después de la aplicación del tratamiento pre-germinativo. La siembra de cada semilla se realizó cuidadosamente evitando dejar espacios vacíos y dejando descubierta la mitad de la semilla. (Según experiencia de Felix trabajador de la Finca).

c. Preparación de sustratos

Cernido, y desinfección del suelo se cernió el suelo con un mesh de 2 mm. Se eliminaron restos vegetales, piedras u otros objetos perjudiciales para el desarrollo radicular de las plántulas dentro del tubete.

Posterior al llenado de las bandejas se realizó la desinfección con agua caliente para la eliminación insectos y algunos patógenos que pudieron haber impedido la germinación de la semilla. Este procedimiento se le aplicó a las 36 bandejas o unidades experimentales.

d. Suelo: Peat moss

La mezcla se realizó en relación 1:1. El volumen fue el indicador de la mezcla colocando una cubeta llena de suelo y una cubeta llena de peat moss en un área donde ambos sustratos se mezclaron hasta quedar homogenizados.

e. Colocación de bandejas

Cada tratamiento y sus respectivas repeticiones fueron aleatorizados con la función Randomize #. De esta manera fueron ordenados en el espacio a ocupar dentro del vivero.

f. Identificación de bandejas

Se colocó una etiqueta de identificación en cada bandeja con el número del tratamiento así como el número de la repetición por ejemplo: T1 R1 (Tratamiento 1 Repetición 1), T1 R2, T1R3, Tn Rn...T12R3.

g. Riego

El agua que fue utilizada en los riegos del vivero durante todo el período de evaluación fue colectada del bosque manglar. Esta actividad se realizó cuando fue necesario. El agua no se cuantificó, simplemente se regaba hasta conseguir la saturación del sustrato.

h. Sombra

Se utilizó sarán 50% para regular la entrada de luz y reducir el tamaño de las gotas de lluvia, a pesar que la infraestructura en el vivero fue rústica se brindó las condiciones necesarias.

2.7 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

2.7.1 Análisis de varianza (Andeva)

Se realizó un análisis de varianza utilizando el software Statistics versión 9.0 para cada variable de respuesta planteada, donde se determinó bajo qué factores o interacción de factores, las medias de cada variable, presentaban diferencias estadísticamente significativas. Posteriormente se utilizó la prueba de comparación múltiple de medias.

2.7.2 Pruebas de comparación múltiples de medias

2.7.2.1 Prueba de Tukey

Se utilizaron pruebas de comparación múltiples de media para conocer la homogeneidad de los grupos de medias, bajo las condiciones dadas en este experimento. Se efectuó dicha prueba como complemento al andeva.

2.8 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variables de respuestas planteadas para el análisis de la investigación fueron: altura (cm), diámetro (mm), largo de raíz (cm), biomasa foliar expresada en peso seco (gr), biomasa radical seca (gr), número de hojas y número de nudos. Se procedió a evaluar los efectos de los distintos tratamientos para cada una de las variables antes mencionadas, mediante un análisis de varianza con un nivel de confianza del 95%. Además, se utilizó el método de comparación múltiple de medias a través de la prueba de Tukey para aquellas a las que se les comprobara una diferencia estadísticamente significativa. También se determinó cuál de los factores o interacción de factores fue la principal fuente de variación para cada variable estudiada. El programa estadístico utilizado fue: Statistics versión 9.0.

Cuadro 3 Resumen de resultados del análisis de varianza.

Fuentes de variación	Variables de respuesta						
	Altura	Diámetro	Número de hojas	Número de Nudos	Largo de raíz principal	Biomasa foliar seca	Biomasa radical seca
	Diferencia significativa						
Especie	0.0039	0.0000	NS	NS	NS	0.0173	0.0012
Sustrato	NS	NS	NS	0.0205	NS	NS	NS
Tubete	0.0000	0.0016	0.0001	0.0005	0.0000	0.0000	0.0135
Especie*sustrato	NS						
Especie*Tubete	0.0249	0.0354	NS	0.0295	NS	0.0373	NS
Sustrato*Tubete	NS						
Especie*sustrato*Tubete	NS						

*NS: Diferencia estadística significativa

Cuadro 4 Resumen de los resultados de la prueba de Tukey

Prueba de Tukey											
Variable de Respuesta	Especie		Sustrato			Tubete		Especie*Tubete			
	<i>Avicennia germinans</i>	<i>Laguncularia racemosa</i>	Suelo	Peat moss	Mezcla	Volumen 530cc	Volumen 160 cc	<i>Avicennia germinans</i>		<i>Laguncularia racemosa</i>	
								Volumen 530 cc	Volumen 160 cc	Volumen 530 cc	Volumen 160 cc
Altura (cm)	21.83 A	16.117B				22.04 A	16.84 B	26.367A	17.297B	17.711B	16.230B
Diámetro (mm)	3.411 A	2.555 B				3.182A	2.78B	3.732 A	3.0897 B	2.632 C	2.477 C
Número de hojas						8.77A	5.84B				
Nudos			4.67 A	4AB	3.833B	4.67A	3.67B	5A	3.44 B	4.33AB	3.89B
Largo de raíz (cm)						18.63 A	10.34 B				
Peso foliar (gr)	0.758 A	0.585 B				0.885 A	0.454B	1.047 A	0.4697B C	0.724 B	0.4452C
Peso radicular (gr)	0.215 A	0.124 B				0.203 A	0.1369B				

Clasificación por grupos homogéneos en orden descendente (A);(AB);(B);(BC);(C).

2.8.1 Variable altura

La altura es una de las variables de interés en la producción de plantas forestales, la cual está definida por las condiciones o situaciones a las que las plantas estén expuestas en campo definitivo hasta lograr su supervivencia.

El vivero se estableció en el mes de septiembre durante el tiempo de producción de semilla. De septiembre a enero 134 días. Durante el análisis de varianza realizado se logró determinar que uno de los factores que limitaron el desarrollo de las plantas de mangle fue el volumen del sustrato o volumen de la cavidad o tubete. El análisis de varianza indica que existe una respuesta significativa por parte de las especies al cambio del volumen del sustrato o volumen del tubete. Tal como se muestra en la figura 28.

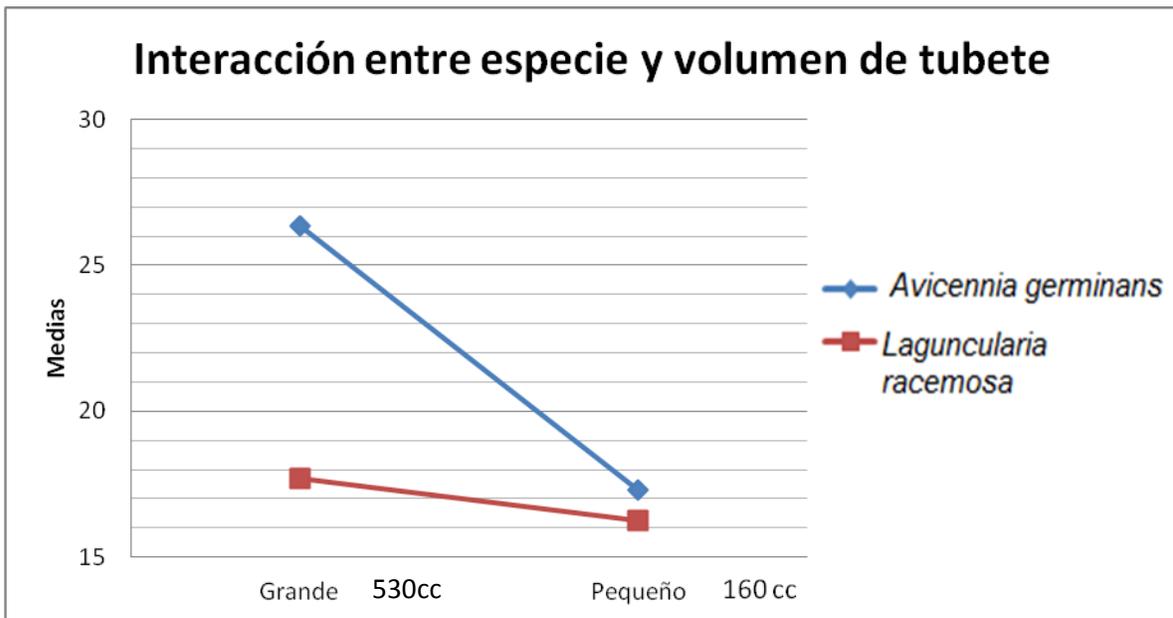


Figura 27 Respuesta de la variable altura en la interacción especie por tubete

Observe la interacción entre la especie y el volumen del tubete, *Avicennia germinans* cambia su respuesta en cuanto a altura al pasar de un volumen de 530 cc a 160 cc, existió una diferencia de 9 cm. También Observe que la respuesta de *Laguncularia racemosa* es menos evidente, a través del análisis de varianza se determinó que *Laguncularia racemosa* no presenta diferencia estadísticamente significativa en cuanto a las medias de altura.

La evaluación se llevo a cabo en un periodo de 134 días en las que se demuestra que *Avicennia germinans* presentó un desarrollo superior comparado con *Laguncularia racemosa*. Sánchez P et al. (2000) registra alturas de 22.35 cm y 11.3 cm para *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* para un periodo de 126 días. Se presentaron crecimiento bastante parecidos.

Para *Avicennia germinans*, los resultados de las medias de altura fueron 26.371 cm y 17.297 para los tubetes de 530 y 160 cc respectivamente. Mientras que en el caso de *Laguncularia racemosa*, los resultados fueron 17.711 cm y 16.23 cm en tubetes de 530 cc y 160 cc respectivamente. Esto indica que existe una relación directa entre el volumen del envase o contenedor y la altura de las plántulas, significativamente para el caso de *Avicennia germinans*.

Durante la evaluación se registró el crecimiento en altura de *Laguncularia racemosa* (ver anexos cuadro 28), estos datos permitieron generar una tendencia de crecimiento. A partir de esto generar una ecuación de crecimiento por volumen y predecir el crecimiento de la especie a diferentes tiempos.

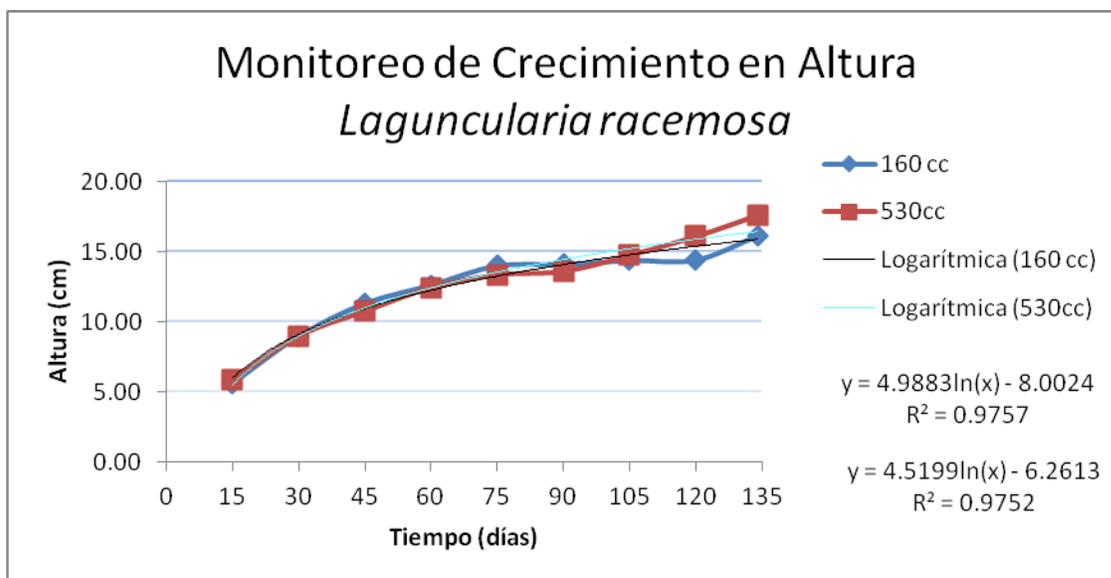


Figura 28 Monitoreo del crecimiento en altura y ecuaciones de crecimiento.

A partir del registro de crecimiento en altura (ver anexos cuadro 28). Se logró generar ecuaciones de crecimiento de acuerdo al volumen de tubete utilizado. De esta manera inferir la altura a x tiempo durante la fase de vivero. Es importante mencionar que si se utiliza el volumen de 530 cc para un tiempo superior al

evaluado (134 días) pueda limitarse el crecimiento en altura de la especie *Avicennia germinans* partir de los 75 días como muestra la figura 30.

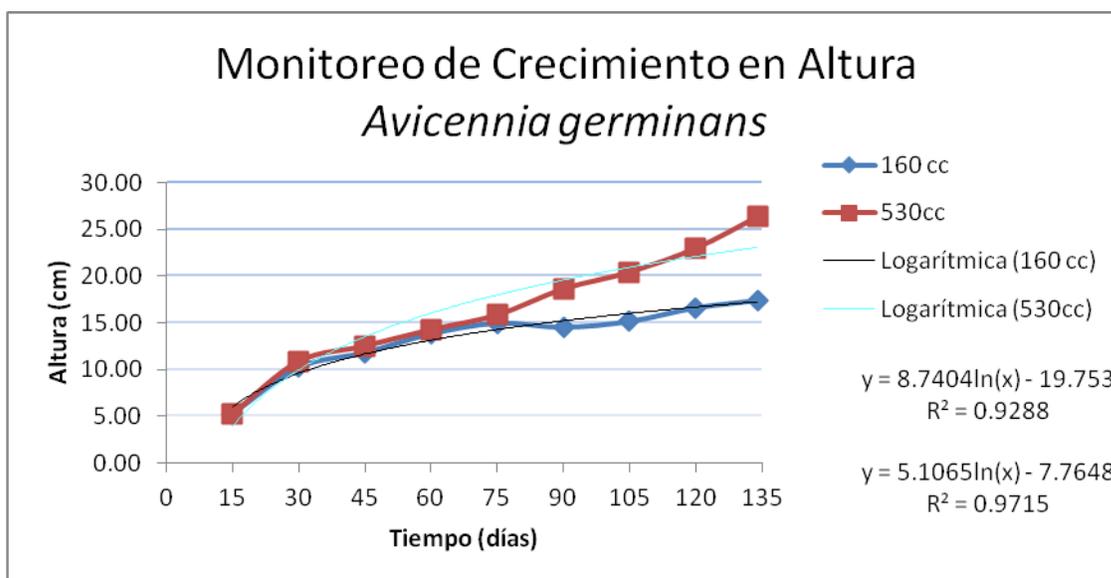


Figura 29 Monitoreo del crecimiento en altura y ecuaciones de crecimiento.

2.8.2 Diámetro

El diámetro es un parámetro morfológico considerado en el control de calidad de plantas producidas en vivero, al igual que la altura y otros que son discutidos en este documento. El diámetro da una aproximación de la sección transversal de transporte de agua, de la resistencia mecánica y la capacidad relativa para tolerar altas temperaturas en la superficie del suelo (Cleary, Greaves, 1977). En algunos casos, está correlacionado con la supervivencia de la especie como *Pinus halepensis* (Cortina et al., 1997).

Debe considerarse de importancia en la resistencia mecánica para el caso del transporte y manipulación en la siembra. La investigación muestra que las especies son significativamente diferentes en cuanto a su desarrollo morfológico. *Avicennia germinans* presenta mayor desarrollo comparado con *Laguncularia racemosa*. Los diámetros registrados fueron de 3.1822 mm y 2.7836 mm respectivamente. La prueba de Tukey los ubica en los grupos A y B, definiendo al tubete de 530 cc como mayor, comparado con el tubete de 160cc.

2.8.3 Número de hojas y nudos

Las plantas de mangle evaluadas poseen hojas simples dispuestas en forma opuesta en el tallo. El número de hojas por plántula según los resultados del análisis de varianza mostraron diferencias estadísticamente significativas según el volumen del tubete. El número de hojas fue de 9 en 530 cc y 6 en el de 160 cc cabe mencionar que el número de hojas tiene una relación directa con el número de nudos.

De acuerdo al número de nudos, el número de hojas se duplicaba, es decir se observaron 2 hojas por nudos. Las excepciones se dieron sólo en aquellos casos en los que por algún daño mecánico o cualquier otro factor, existió caída de hojas. La observación de campo realizada durante los primeros cuatro meses de edad, reveló que las plántulas no prestaron desarrollo de ramas.

Por si solos estas dos características serían confusas de interpretar. Lo valioso de esta información es conocer el contenido de masa foliar que estará complementado por el tallo, ramas y hojas. Sin embargo, estas variables pueden ser de ayuda para observar el estado sanitario de la plantas decir si se observaran daños en las hojas por alguna sintomatología patológica o deficiencia nutricional, la apariencia de la planta físicamente nos ayudaría a conocer cuál de las plantas será capaz de adaptarse a las condiciones de campo natural.

2.8.4 Peso seco foliar

Esta variable no fue medida directamente en campo, debido a que fue necesario someter las plantas a secado inicialmente al aire bajo sombra y posteriormente se sometieron al horno a una temperatura de 70 °C durante 6 horas. La biomasa foliar hace referencia al peso del tallo y hojas. Esta variable únicamente reforzó el resultado de las características morfológicas independientes, es decir aquellas plantas que obtuvieron mejores alturas, diámetros y mayor número de hojas son las que se identificaron como de mayor peso seco foliar. El análisis de varianza confirmó que existió diferencia estadísticamente significativa entre las medias del peso foliar según el volumen de tubete y en la relación de la especie y el tubete. Es decir que *Avicennia germinans* obtuvo un mayor peso foliar comparado con *Laguncularia racemosa*. Los resultados de peso seco fueron: 1.05 y 0.47 gramos para *Avicennia germinans* en tubete de 530 cc y 160 cc respectivamente. 0.72 y 0.45 gramos para *Laguncularia racemosa* en tubete de 530 cc y 160 cc respectivamente

2.8.5 Largo de raíz y peso seco radicular

Existe una tendencia entre los profesionales de la restauración a valorar positivamente el que las plantas destinadas a repoblaciones, sobre todo a las de zonas secas, tengan más desarrollado el sistema radical que la parte aérea. Existen evidencias de que las plantas con menor parte aérea/parte radicular pueden mantener un mejor estado hídrico con un consumo más moderado de agua en situaciones de deficiencia hídrica (Stewart y Briener 1995; Leiva y Fernández-Alés, 1998).

Según el análisis de varianza, el largo de las raíces fue afectado directamente por el volumen del tubete o contenedor. En el tubete de 530 cc, se obtuvo un largo promedio de 18.63 cm y para el tubete de 160 cc, 10.34 cm. Ambos datos son las medias de los tratamientos según el tubete.

Los resultados del peso seco radicular fueron: 0.215 gr para *Avicennia germinans* y 0.124 gr para *Laguncularia racemosa*. El peso presentó diferencia estadística entre el volumen de tubete 0.20 gr en 530 cc y tubete pequeño 0.14cc. .

No se encontró diferencia estadísticamente significativa en el tratamiento según la influencia de los medios de anclaje sin embargo se debe mencionar algunas de las características físicas de estos. El suelo y la mezcla 1:1 presentan una textura franco arcilloso de densidades aparentes equivalentes a 1.12 gr/cc y 0.62 gr/cc respectivamente. Al peat moss no se le pudo determinar la textura en el laboratorio debido a la naturaleza fibrosa de este. Vale la pena mencionar que el suelo utilizado fue tomado de áreas salitrosas. A pesar que no se cuantificó se menciona porque esta característica en el suelo responde el fenómeno que se observó constantemente en



Figura 30 Pilón de mangle negro (530cc) . (Foto: Alejandra Rosales)

el vivero; la disminución de la permeabilidad en los contenedores con el 100% de suelo. Esto se debe a que el ión sodio en el suelo dispersa la arcilla y materia orgánica destruyendo los agregados del suelo disminuyendo la permeabilidad y afectando en la penetración de las raíces. Observe en la figura el amarre de las raíces en toda la cavidad esta condición únicamente se logró en los tratamientos de 100% peat moss.

2.9 CONCLUSIONES

- Se determinó que no existe diferencia estadística significativa en el uso de los sustratos evaluados en relación a las variables altura, número de hojas, número de nudos, largo de raíz principal, biomasa radical seca, biomasa foliar expresada en peso seco de las especies de mangle (de *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*) durante el periodo de evaluación de 134 días.
- Se determinó que en el volumen de tubete de 530 cc la especie *Avicennia germinans* presentó superior desarrollo comparado con el volumen de 160 cc de la misma especie. Así mismo para la especie *Laguncularia racemosa* no se presentó diferencia estadística significativa en cuanto al uso del volumen de 530cc y 160 cc.

2.10 RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar el volumen de 530 cc para la producción de plántulas de *Avicennia germinans* para un periodo de tiempo no mayor de 134 días. Para el caso de *Laguncularia racemosa* puede utilizarse cualquier volumen de preferencia el de 160 cc por ser más económico.
- A pesar que no se presentó diferencia estadísticamente significativa en el comportamiento de las especies dentro de la interacción de los medios de anclaje se recomienda hacer uso de sustratos que por sus características sean poco densos, con alta porosidad para mejorar las condiciones de disponibilidad de agua, aireación y fácil penetración de las raíces tanto verticalmente como horizontalmente.

2.11 APENDICE

2.11.1 Análisis de varianza y pruebas de comparación múltiple de medias (Tukey)

2.11.1.1 Variable altura

Cuadro 5 Análisis de varianza para la variable altura

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Probabilidad
Especie	1	202.646	202.646	44.53	0.0039
Sustrato	2	39.148	19.574	4.30	0.4894
Tubete	1	221.047	221.047	48.58	0.0000
Especie*Sustrato	2	0.09200	0.046	0.01	0.6036
Especie*Tubete	1	114.75900	114.759	25.22	0.0249
Sustrato*Tubete	2	27.97400	13.987	3.07	0.0897
Especie*Sustrato*Tubete	2	10.92	5.460	1.20	0.4078
Repeticiones	2	6.519	3.260		
Error	20	91.007	4.550		
Total	33				

Nota: La sumatoria de cuadrados es marginal (Tipo III). Promedio 19.440
Coeficiente de variación 10.97

Cuadro 6 Pos-Andeva: Prueba de Tukey para especie.

Especies	Mean	Grupos homogéneos
<i>Avicennia germinans</i>	21.832	A
<i>Laguncularia racemosa</i>	16.117	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.7401 valor Critical Q Value 2.951
 Critical Value for Comparison 1.5445 Error term used:
 Rep*Especie*Sustrato*Tubete, 20 GL

Cuadro 7 Pos-Andeva: Prueba de Tukey para tubete

Tubete	Mean	Grupos Homogéneos
Grande	22.039	A
Pequeño	16.841	B

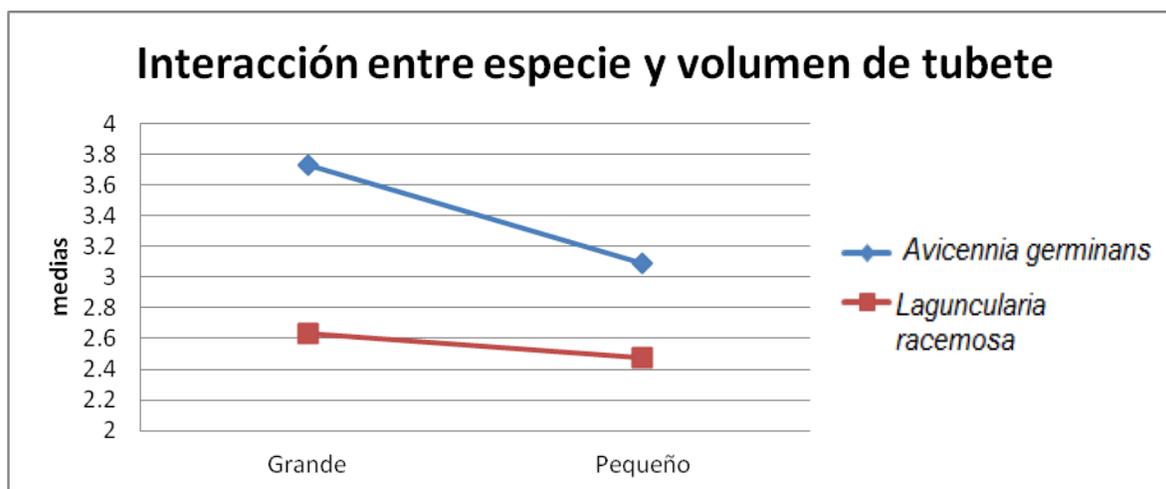
Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.7458 Critical Q Value 2.951 Critical
 Value for Comparison 1.5564 Error term used: Rep*Especie*Sustrato*Tubete, 20
 GL

Cuadro 8 Pos-Andeva: Prueba de Tukey para Especie por tubete

Especies	Tubete	Mean	Grupos Homogéneos
<i>Avicennia germinans</i>	Grande	26.367	A
<i>Laguncularia racemosa</i>	Grande	17.711	B
<i>Avicennia germinans</i>	Pequeño	17.297	B
<i>Laguncularia racemosa</i>	Pequeño	16.230	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.0056 TO 1.0862 Critical Q Value 3.959 Critical Value for Comparison 2.8152 TO 3.0407 Error term used: Rep*Especie*Sustrato*Tubete, 20 GL

Figura 31 Respuesta de la variable altura en la Interacción Especie*tubete



2.11.1.2 Variable diámetro (mm)

Cuadro 9 Análisis de varianza para la variable diámetro

Fuente de variación	GL	SS	MS	F	P
Especie	1	6.08893	6.088930	62.76	0.0000
Sustrato	2	0.13643	0.068215	0.70	0.5069
Tubete	1	1.30002	1.300020	13.40	0.0016
Especie*Sustrato	2	0.04167	0.020835	0.21	0.8086
Especie*Tubete	1	0.49416	0.494160	5.09	0.0354
Sustrato*Tubete	2	0.56531	0.282655	2.91	0.0775
Especie*Sustrato*Tubete	2	0.02397	0.011985	0.12	0.8844
Repeticiones	2	0.16105	0.080525		
Error	20	1.94025	0.097013		
Total	33				

Nota: sumatoria de medias (tipo III)

Promedio 2,9829

Coeficiente de Variación 10.44

Cuadro 10 Pos-Andeva: Prueba de Tukey para especie

Especies	Mean	Grupos homogéneos
<i>Avicennia germinans</i>	3.411	A
<i>Laguncularia racemosa</i>	2.5549	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.1081

Critical Q Value 2.951 Critical Value for Comparison 0.2255

Error term used: Repetición por Especie por Sustrato por Tubete, 20 GL

Cuadro 11 Pos-Andeva: Prueba de Tukey para tubete

Tubete	Mean	Grupos Homogéneos
Grande	3.1822	A
Pequeño	2.7836	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.1089

Critical Q Value 2.951 Critical Value for Comparison 0.2273

Error term used: Repetición por especie por sustrato por tubete, 20 GL

Cuadro 12 Pos-Andeva: Prueba de Tukey para Especie*tubete

Especie	Tubete	Mean	Grupos Homogéneos
<i>Avicennia germinans</i>	Grande	3.7322	A
<i>Avicennia germinans</i>	Pequeño	3.0897	B
<i>Laguncularia racemosa</i>	Grande	2.6322	C
<i>Laguncularia racemosa</i>	Pequeño	2.4775	C

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.1468 TO 0.1586

Critical Q Value 3.959 Critical Value for Comparison 0.4111 TO 0.4440 Error term used: Rep*Especie*Sustrato*Tubete, 20 GL

2.11.1.3 Variable Hojas

Cuadro 13 Análisis de varianza para la variable hoja

Fuente de variación	GL	SS	MS	F	P
Especie	1	8.3077	8.30770	2.82	0.1087
Sustrato	2	2.2224	1.11120	0.38	0.6907
Tubete	1	70.6669	70.66690	23.98	0.0001
Especie*Sustrato	2	5.2508	2.62540	0.89	0.4260
Especie*Tubete	1	12.4103	12.41030	4.21	0.0535
Sustrato*Tubete	2	10.8890	5.44450	1.85	0.1836
Especie*Sustrato*Tubete	2	2.2746	1.13730	0.39	0.6848
Repeticiones	2	3.0583	1.52915		
Error	20	58.9417	2.94709		
Total	33				

Nota: Sumatoria de medias es marginal (Tipo III)

Promedio 7.3083

Coefficiente de Variación 23.499

Cuadro 14 Pos-Andeva: Prueba de Tukey para tubete

Tubete	Mean	Grupos Homogéneos
Grande	8.7778	A
Pequeño	5.8389	B

Alpha

0.05

Standard

Error for Comparison 0.6002 Critical Q Value 2.951 Critical Value for Comparison

1.2525 Error term used: Rep*Especie*Sustrato*Tubete, 20 GL

2.11.1.4 Variable nudos

Cuadro 15 Análisis de varianza para la variable nudos

Fuente de variación	GL	SS	MS	F	P
Especie	1	0.10256	0.10256	0.22	0.6443
Sustrato	2	4.43386	2.21693	4.75	0.0205
Tubete	1	8.18182	8.18182	17.53	0.0005
Especie*Sustrato	2	0.85333	0.42667	0.91	0.4169
Especie*Tubete	1	2.56410	2.56410	5.49	0.0295
Sustrato*Tubete	2	2.37037	1.18519	2.54	0.1040
Especie*Sustrato*Tubete	2	1.47826	0.73913	1.58	0.2299
Repeticiones	2	2.148E-31	1.073E-31		
Error	20	9.33333	0.46667		
Total	33				

Nota: Sumatoria de cuadrados marginal (Tipo III)

Promedio Medias 4.1667

Coefficiente de Variación 16.40

Cuadro 16 Pos-Andeva: Prueba de Tukey para sustrato

Sustrato	Mean	Grupos homogéneos
Suelo	4.6667	A
Peat moss	4.0000	AB
Mezcla	3.8333	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.2883 TO 0.2958

Critical Q Value 3.579 Critical Value for Comparison 0.7297 TO 0.7486 Error term used: Rep*Especie*Sustrato*Tubete, 20 GL

Cuadro 17 Pos-Andeva: Prueba de Tukey para tubete

Tubete	Mean	Grupos Homogéneos
Grande	4.6667	A
Pequeño	3.6667	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.2388 Critical Q Value 2.951 Critical Value for Comparison 0.4984 Error term used: Rep*Especie*Sustrato*Tubete, 20 GL

Cuadro 18 Pos-Andeva: Prueba de Tukey para Especie*tubete

Especies	tubete	Medias	Grupos homogéneos
<i>Avicennia germinans</i>	Grande	5	A
<i>Laguncularia racemosa</i>	Grande	4.3333	AB
<i>Laguncularia racemosa</i>	Pequeño	3.8889	B
<i>Avicennia germinans</i>	Pequeño	3.4444	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.3220 TO 0.3478 Critical Q Value 3.959 Critical Value for Comparison 0.9015 TO 0.9738 Error term used: Rep*Especie*Sustrato*Tubete, 20 GL

2.11.1.5 Variable largo de raíz principal

Cuadro 19 Análisis de varianza para la variable raíz principal

Fuente de variación	GL	SS	MS	F	P
Especie	1	0.066	0.06600	0.01	0.9328
Sustrato	2	30.673	15.33650	1.70	0.2074
Tubete	1	562.967	562.96700	62.54	0.0000
Especie*Sustrato	2	2.483	1.24150	0.14	0.8720
Especie*Tubete	1	3.943	3.94300	0.44	0.5157
Sustrato*Tubete	2	16.8970	8.44850	0.94	0.4078
Especie*Sustrato*Tubete	2	2.922	1.46100	0.16	0.8513
Repeticiones	2	37.361	18.68050		
Error	20	180.033	9.00165		
Total	33				

Nota. Sumatoria de cuadrados (Tipo III)

Promedio de medias 14.486

Coefficiente de variación 20.71

Cuadro 20 Pos-Andeva: Prueba de Tukey para tubete

Tubete	Mean	Grupos Homogéneos
Grande	18.633	A
Pequeño	10.338	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.0489 Critical Q Value 2.951 Critical Value for Comparison 2.1890 Error term used: Rep*Especie*Sustrato*Tubete, 20 GL

2.11.1.6 Biomasa foliar expresada en peso seco

Cuadro 21 Análisis de varianza para la peso foliar

Fuente de variación	GL	SS	MS	F	P
Especie	1	0.2496	0.24960	6.74	0.0173
Sustrato	2	0.04046	0.02023	0.55	0.5874
Tubete	1	1.49956	1.49956	40.50	0.0000
Especie*Sustrato	2	0.03174	0.01587	0.43	0.6572
Especie*Tubete	1	0.18416	0.18416	4.97	0.0373
Sustrato*Tubete	2	0.13784	0.06892	1.86	0.1814
Especie*Sustrato*Tubete	2	0.05049	0.02525	0.68	0.5171
Repeticiones	2	0.04914	0.02457		
Error	20	0.74046	0.03702		
Total	33				

Nota: Sumatoria de Cuadrados (Tipo III)

Promedio 0.6715

Coefficiente de Variación 28.65

Cuadro 22 Pos-Andeva: Prueba de Tukey para especie

Especies	Mean	Grupos homogéneos
<i>Avicennia germinans</i>	0.7582	A
<i>Laguncularia racemosa</i>	0.5848	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.0668 Critical Q Value 2.951 Critical Value for Comparison 0.1393 Error term used: Rep*Especie*Sustrato*Tubete, 20 GL

Cuadro 23 Prueba de Tukey para tubete

Tubete	Mean	Grupos Homogéneos
Grande	0.8856	A
Pequeño	0.4574	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.0673 Critical Q Value 2.951 Critical Value for Comparison 0.1404 Error term used: Rep*Especie*Sustrato*Tubete, 20 GL All 2 means are significantly different from one another.

Cuadro 24 Pos-Andeva: Prueba de Tukey para Especie*tubete

Especies	Tubete	Mean	Grupos Homogéneos
<i>Avicennia germinans</i>	Grande	1.0467	A
<i>Laguncularia racemosa</i>	Grande	0.7244	B
<i>Avicennia germinans</i>	Pequeño	0.4697	BC
<i>Laguncularia racemosa</i>	Pequeño	0.4452	C

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.0907 TO 0.0980 Critical Q Value 3.959 Critical Value for Comparison 0.2539 TO 0.2743 Error term used: Rep*Especie*Sustrato*Tubete, 20 GL

2.11.1.7 Biomasa radical seca

Cuadro 25 Análisis de varianza para el peso radicular

Fuente de variación	GL	SS	MS	F	P
Especie	1	0.06896	0.06896	14.24	0.0012
Sustrato	2	0.00694	0.00347	0.72	0.5005
Tubete	1	0.03552	0.03552	7.33	0.0135
Especie*Sustrato	2	0.00384	0.00192	0.40	0.6776
Especie*Tubete	1	0.01896	0.01896	3.91	0.0618
Sustrato*Tubete	2	0.03127	0.01564	3.23	0.0609
Especie*Sustrato*Tubete	2	0.01874	0.00937	1.93	0.1705
Repeticiones	2	0.00194	0.00097		
Error	20	0.09686	0.00484		
Total	33				

Nota: Sumatoria de cuadrados (tipo III)

Promedio de medias 0.1698

Coefficiente de Variación: 40.98

Cuadro 26 Pos-Andeva: Prueba de Tukey para especie

Especies	Mean	Grupos homogéneos
<i>Avicennia germinans</i>	0.2154	A
<i>Laguncularia racemosa</i>	0.1243	B

Alfa 0.05 Standard Error for Comparison 0.0241 Critical Q Value 2.951 Critical Value for Comparison 0.0504 Error term used: Rep*Especie*Sustrato*Tubete, 20 GL

Cuadro 27 Pos-Andeva: Prueba de Tukey para tubete

Tubete	Mean	Grupos Homogéneos
Grande	0.2028	A
Pequeño	0.1369	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.0243 Critical Q Value 2.951
 Critical Value for Comparison 0.0508 Error term used: Rep por Especie por
 Sustrato*Tubete, 20 GL

Monitoreo de altura por tratamiento de las especies *Avicennia germinans* y
Laguncularia racemosa

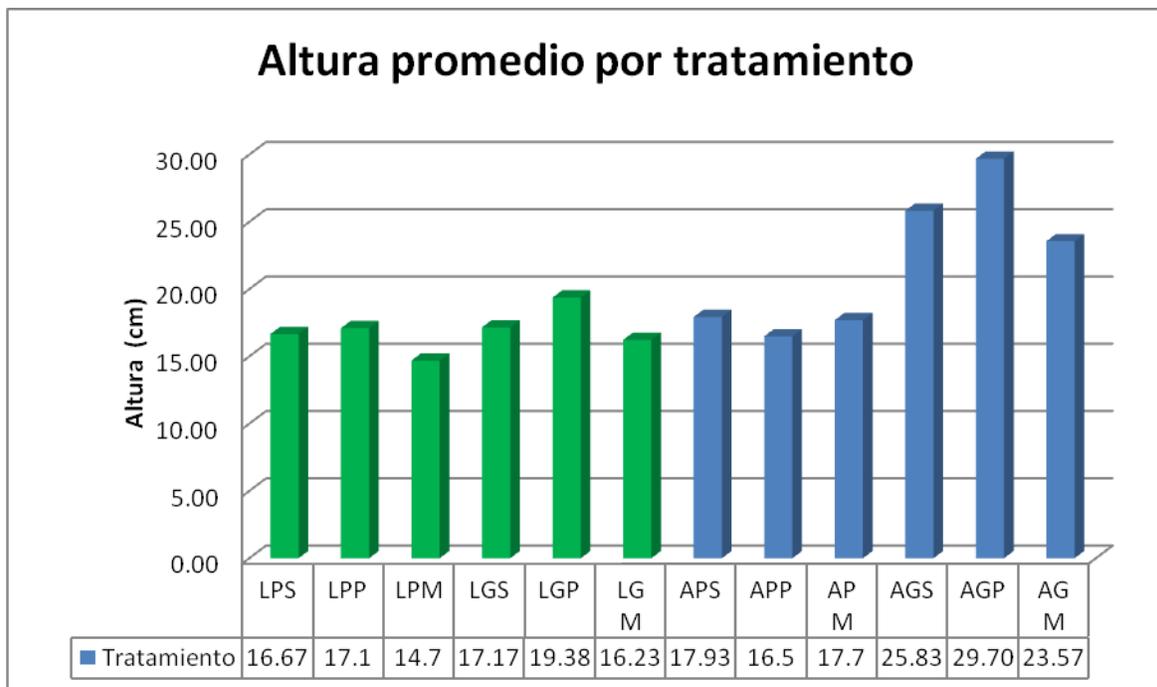
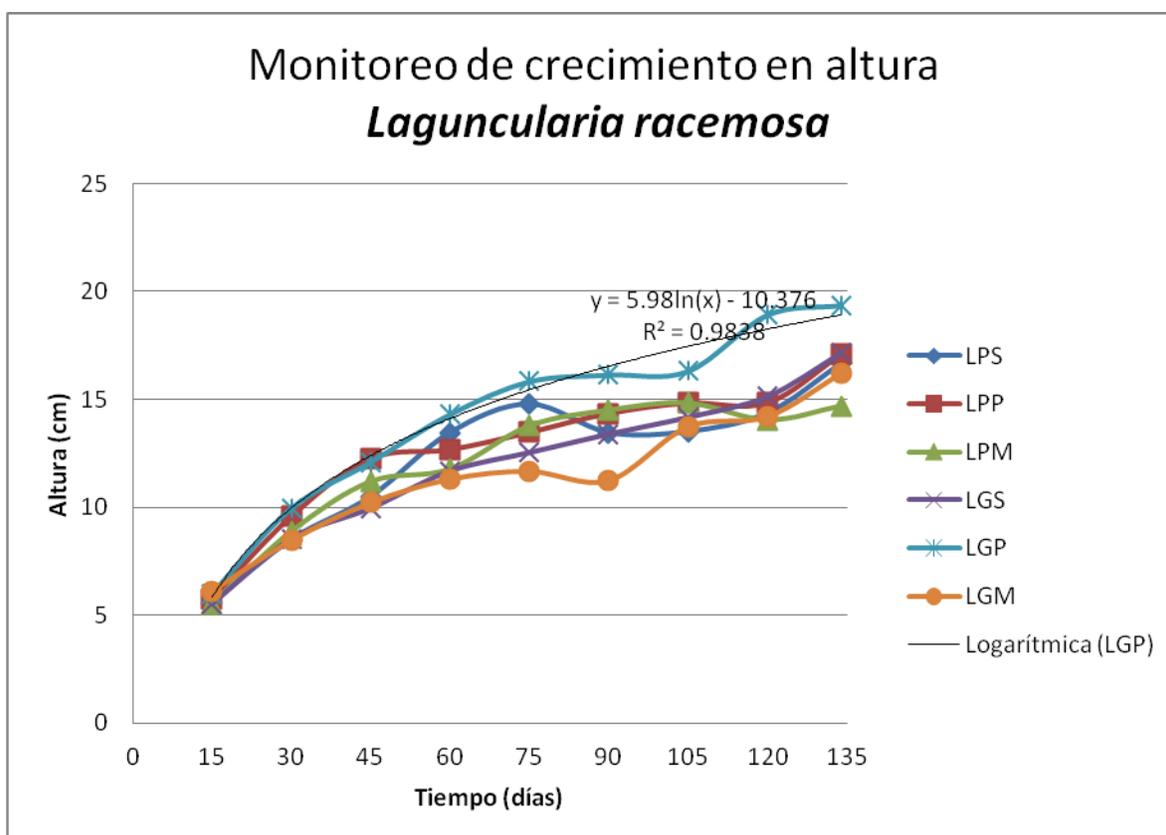


Figura 32 Altura promedio por tratamiento a los 134 días.

Especie: *Laguncularia racemosa* (L) *Avicennia germinans* (A) Tubete: Grande (G); Pequeño (P) Sustrato: Suelo (S); Peat moss (P) Mezcla (M).

La figura anterior muestra la altura promedio por tratamiento obtenido durante un periodo de tiempo de 134 días. Se logró observar que *Avicennia germinans* presentó una altura mayor de 20 cm en el tubete de 530 cc indistintamente de los sustratos evaluados. Estas diferencias no fueron estadísticamente significativas según el análisis de varianza. Se observó también que las plantas de *Laguncularia racemosa* presentaron un ligero aumento en la altura comparando los tubetes de 530 cc con los de 160 cc.

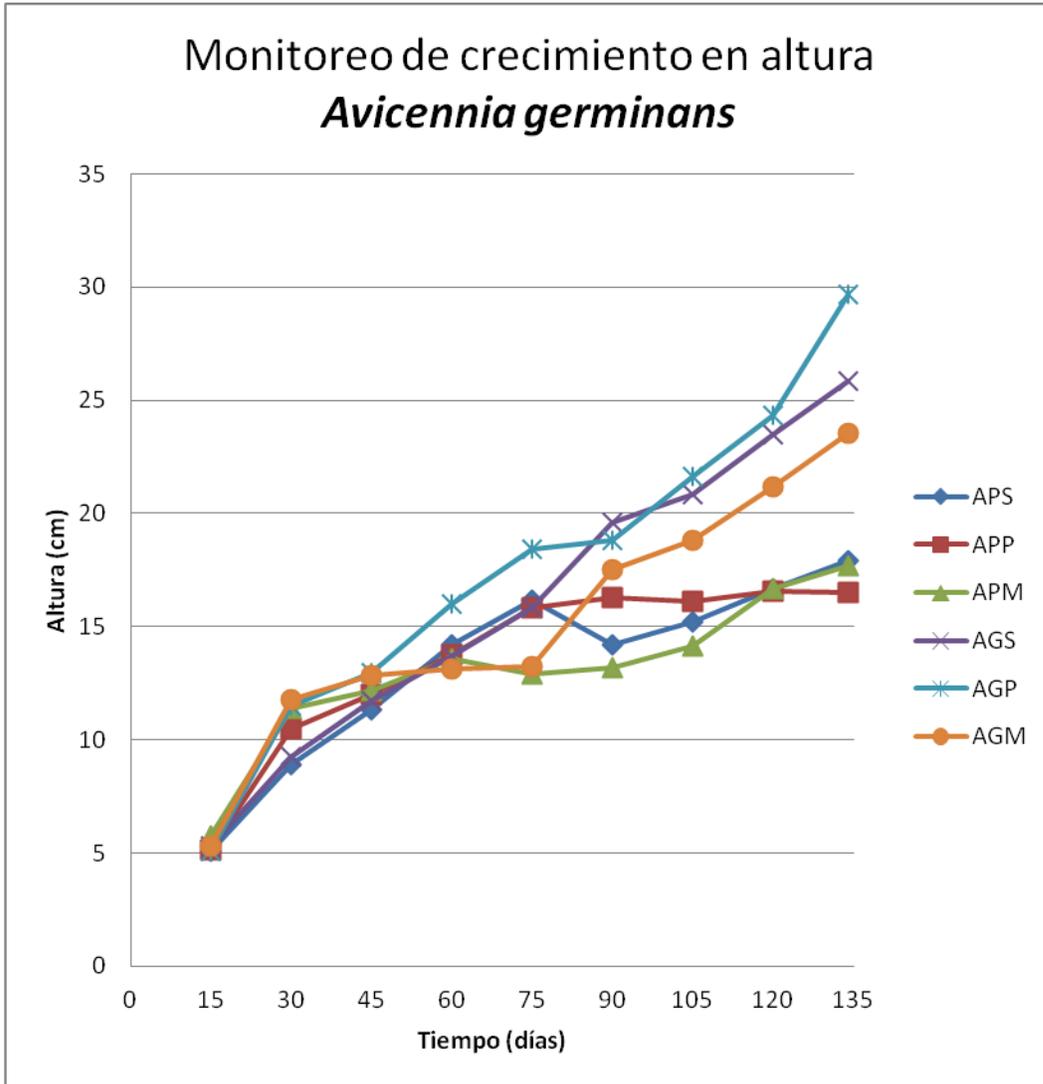


Especie: *Laguncularia racemosa* (L) *Avicennia germinans* (A) Tubete: Grande (G); Pequeño (P) Sustrato: Suelo (S); Peat moss (P) Mezcla (M).

Figura 33 Monitoreo del crecimiento en altura para *Laguncularia racemosa*

En la figura anterior, se muestra el monitoreo del crecimiento promedio *Laguncularia racemosa*. No se observó mayor variación en el crecimiento indistintamente de los sustratos, a excepción del tratamiento de tubete de 530 cc

con sustrato peat moss. Sin embargo, el crecimiento de esta especie no superó los 20 cm durante el periodo de 135 días encontrándose en un rango de 15 a 20 cm. Esta especie mostró un ataque selectivo por insecto que ocasionó daños en las hojas (cortaduras en forma de círculos en las hojas) únicamente se presentó en esta especie.



Especie: *Laguncularia racemosa* (L) *Avicennia germinans* (A) Tubete: Grande (G); Pequeño (P) Sustrato: Suelo (S); Peat moss (P) Mezcla (M).

Figura 34 Monitoreo del crecimiento en altura para *Avicennia germinans*

En la figura anterior se muestra el monitoreo del crecimiento de *Avicennia germinans* en intervalos de 15 días. Aquí se reflejan datos promedio por unidad experimental. Algunos datos disminuyeron repentinamente, situación ocasionada

principalmente por casos de mortalidad debido a marchitamientos del tallo y ataque de insectos. En general, se notó que entre los 60-75 días su crecimiento aumentó más, lo cual se ve favorecido por el volumen de tubete sobrepasando los 20 cm de altura indistintamente del medio de anclaje utilizado.

Cuadro 28 Registro de alturas en durante el periodo de evaluación, por tratamiento.

Tiempo acumulado (días)	Altura por tratamiento (cm)											
	LPS	LPP	LPM	LGS	LGP	LGM	APS	APP	APM	AGS	AGP	AGM
15	5.59	5.75	5.52	5.49	5.98	6.11	5.09	5.11	5.75	5.32	5.07	5.3
30	8.52	9.57	8.88	8.52	9.94	8.47	8.93	10.47	11.38	9.23	11.51	11.8
45	10.5	12.26	11.19	9.95	12.08	10.22	11.33	11.99	12.19	11.71	12.96	12.83
60	13.46	12.67	11.77	11.67	14.3	11.31	14.22	13.75	13.55	13.68	16	13.13
75	14.78	13.47	13.77	12.53	15.83	11.68	16.18	15.83	12.89	15.84	18.42	13.24
90	13.46	14.35	14.5	13.39	16.14	11.25	14.17	16.28	13.17	19.58	18.8	17.5
105	13.51	14.83	14.83	14.17	16.31	13.75	15.21	16.13	14.14	20.83	21.61	18.83
120	14.37	14.84	14.05	15.13	18.92	14.22	16.65	16.54	16.65	23.47	24.31	21.17
134	16.67	17.1	14.7	17.17	19.38	16.23	17.93	16.5	17.7	25.83	29.70	23.57

Fuente Elaboración: propia

Especie: *Laguncularia racemosa* (L) *Avicennia germinans* (A) Tubete: Grande (G); Pequeño (P) Sustrato: Suelo (S); Peat moss (P) Mezcla (M).



Cuadro 29 Resultados de Análisis Químico y Físico del Suelo
 Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar
 Laboratorio Agronómico

Fecha	Finca	CE	pH	Materia Orgánica	Ca	Mg	K	Na	CIC	P	Cu	Zn	Fe	Mn	Arcilla	Limo	Arena	tipo de Textura
		(dS m ⁻¹)	1:2.5	%	Meq/100g Intercambiables						(ppm)				%	%	%	
19/09/2011	Sustrato Peat Moss 1	0.07	6.31	59.50	77.02	5.52	0.94	1.60	26.29	0.67	0.32	10.00	147.04	21.94	por la naturaleza de la muestra no se puede analizar textura			
19/09/2011	Sustrato Suelo	0.00	5.82	0.83	4.24	12.59	1.83	13.47	22.29	2.45	1.89	1.86	16.26	66.00	9.79	32.63	57.58	Franco Arenoso
19/09/2011	Sustrato Mezcla 1:1	0.00	6.25	6.15	12.28	12.37	1.48	11.71	30.86	9.94	1.15	12.26	73.53	120.08	12.13	22.61	65.26	Franco Arenoso

Métodos de Análisis: Conductividad Eléctrica (CE): en agua relación 1:4, pH en Agua relación 1:2.5, Materia Orgánica: Walkey-Black; Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y Bases Intercambiables: extracción con acetato de amonio 1 normal; Micronutrientes y Fósforo: extracción con solución de Carolina del Norte, lectura por absorción atómica y espectrofotometría visible, respectivamente.

Textura: método de Bouyoucos; Retención de Humedad: a 1/3 y 15 atmósferas; Densidad Aparente: método de la probeta; Humedad Gravimétrica: consultar metodología en el laboratorio

Cuadro 30 Resultados de Análisis Químico y Físico del Suelo

Finca	15	1/3	D.AP.
	ATM.	ATM.	
	% H	% H	g/cc
Sustrato Peat Moss 1	213.82	233.73	0.10
Sustrato Suelo	13.63	28.90	1.12
Sustrato Mezcla 1:1	30.20	39.61	0.62

2.11.2 Costos de la Investigación

Cuadro 31 Costos de la investigación

Insumos			
Descripción	Unidades	costo unitario	costos
Bandeja 530 cc	18	Q112.00	Q2,016.00
bandeja 160 cc	18	Q32.00	Q576.00
Peat moss (300lt)	1	Q325.00	Q325.00
Banrot	1	Q145.00	Q145.00
Regadera	1	Q60.00	Q60.00
Atomizador	1	Q15.00	15
Suelo	1	Q100.00	Q100.00
Mano de obra			
Descripción	Unidades	costo unitario	costos
Instalación	2	Q60.00	Q240.00
Mantenimiento	4	Q60.00	Q240.00
recolección de semilla	1	Q60.00	Q60.00
Materiales			
Descripción	Unidades	costo unitario	costos
Materiales para rotulación	varios	Q33.50	Q33.50
Hojas bond 80 gr	1	Q15.00	Q15.00
tijeras	1	Q12.00	Q12.00
vernier	1	Q370.00	Q370.00
cinta métrica	1	Q75.70	Q75.70
TOTAL			Q4,283.20
Precio/planta			Q6.10

2.12 BIBLIOGRAFÍA

1. Ammour, T *et al.* 1999. Manejo productivos de los manglares en América Central. Costa Rica, CATIE. 364 p.
2. Benítez, D. 2007. Forestación artificial con mangles en isletas de dragados en una región semiárida de México. México, Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. 123 p.
3. Carrillo, MA. 2004. Evaluación de diferentes sustratos en la aclimatación de vitroplantas de banano (*Musa spp.*) en la fase de vivero, bajo condiciones de sombreador. Guatemala, USAC, Editorial Universitaria. 60 p.
4. Chávez, R. 2006. El papel de los manglares en la producción de las comunidades acuáticas de bahía Magdalena. Tesis PhD. México, Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. 139 p.
5. Choudhury, JK. 2011. La ordenación sostenible de los manglares costeros, desarrollo y necesidades sociales. Bangladesh, India, Forest Department Government of Bangladesh. p. 273-298.
6. Decarli, N. 1999. El potencial de crecimiento radicular como predictor del comportamiento inicial de plantas de *Eucalyptus nitens* en terreno. Santiago, Chile, UNIFOR. 27 p.
7. Escalona, I; Franco, P; Cortéz, B; Ruiz, M; Polumbo, J; López, C. 2009. La reforestación de los manglares en la costa de Oaxaca. México, Comisión Nacional Forestal. 65 p.
8. FAO, IT. 2005. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2005: estudio temático sobre manglares. Italia. 7 p.
9. Flores, V; Agraz, C; Benítez, D. 2008. Ecosistemas acuáticos costeros: importancia, retos y prioridades para su conservación. México, Instituto Nacional de Ecología. 21 p.
10. Furukawa, K; Wolanski, E. 1996. Sedimentation in mangrove forests. *Mangrove and Salt Marshes* 1:3-10.
11. García, JF. 2007. Modificaciones y adaptaciones de la raíz. Valencia, España, Universidad Politécnico de Valencia. 28 p.
12. Greenpeace, ES. 1998. Manglares los bosques salados. España. 6 p.

13. Gutiérrez, JV; Olvera, M. 2011. Calidad de agua en los viveros de México. Tesis Ing. Forestal. México, Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencias Forestales. 72 p
14. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 1998. Reglamento para el aprovechamiento del mangle, resolución no. 01.25.98. Guatemala. 6 p.
15. López, E. 2004. Estadística aplicada a la producción agrícola. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 125 p.
16. López-Selva, M; Jolón Morales, M; López López, JL. 2008. Biodiversidad acuática (en línea). Guatemala, CHM. Documento Técnico 67. Consultado 11 ago 2012. Disponible en <http://www.chmguatemala.gob.gt/informacion/libro-biodiversidad-de-guatemala/Capitulo%207.pdf>
17. Morales, MV. 2000. Estudio de algunos factores que determinan la población y distribución del mangle en el área comprendida entre Puerto Viejo (Iztapa, Escuintla) y Zunzo (Taxisco, Santa Rosa). Informe Graduación Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 142 p.
18. Pannier, F; Fraino, R. 1989. La zonación de manglares y sus causas (en línea). Venezuela, Petroleos de Venezuela, Lagoven. (Serie de Cuadernos Lagoven 1976-1997). Consultado 3 mar 2012. Disponible en <http://www.costadevenezuela.org/?p=7297>
19. Pineda, M. 2005. Positividad de la legislación guatemalteca con relación a a la conservación del bosque salado o manglar. Tesis Licda. CC. JJ. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales. 59 p.
20. Rose, WR; Royo, A; Pardos, M. 1998. La planta ideal, revisión del concepto, parámetros, definatorios e implementación practica. Forest Systems 7(1 y 2):121.
21. Sánchez, P; Ulloa, D; Álvarez, L. 2000. Hacia la recuperación de los manglares de Colombia. Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. 236 p.
22. Smufit Kappa, CO. 2008. La calidad de la planta forestal (en línea). In Seminario de reforestación (3, 2008, CO). Colombia. p. 1-43. Consultado 3 mar 2012. Disponible en http://www.elsemillero.net/pdf_memorias/calidad_de plantas_y_reforestacion_bogota08.pdf

23. Vázquez-Yanes, C; Batis Muñoz, AI; Alcocer Silva, MI; Gual Díaz, M; Sánchez Dirzo, C. 1999. *Rhizophora mangle* (en línea). In Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación: reporte técnico del proyecto J084 (en línea). México, CONABIO / Instituto de Ecología / UNAM. p. 219-223. Consultado 23 set 2012. Disponible en http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/58-rhizo1m.pdf
24. Villar, P. 2003. Importancia de la calidad de planta en los proyectos de revegetación. España, Universidad de Alcalá/ Asociación Española de Ecología Terrestre. 80 p Consultado 2 mar 2012. Disponible en <http://www2.uah.es/pedrovillar/PDF/Texto%20publicado.pdf>
25. Zaldívar-Jiménez, MA; Herrera-Silveira, JA; Teutli-Hernández, C; Comín, FA; Andrade, JL; Coronado Molina, C; Pérez Ceballos, R. 2010. Conceptual framework for mangrove restoration in the Yucatán peninsula (en línea). *Ecological Restoration* 28(3):333-342. Consultado 20 ago 2012. Disponible en <http://er.uwpress.org/content/28/3/333.abstract>
26. Zamora, N; González, J; Ocampo, M. 2000. *Conocarpus erectus* L. (mangle botón, botón, botoncillo) (en línea). Costa Rica, INBIO. Consultado 23 set 2012. Disponible en <http://darnis.inbio.ac.cr/FMPro?-DB=UBIpub.fp3&-lay=WebAll&-Format=/ubi/detail.html&-Op=bw&id=1344&-Find>



CAPÍTULO III INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS EN APOYO A LAS ACTIVIDADES DEL PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN EN ECOSISTEMAS DEL INSTITUTO PRIVADO DE INVESTIGACIÓN SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO (ICC).

3.1 PRESENTACIÓN

En apoyo a las actividades realizadas por el Programa de Investigación en Ecosistemas del Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC), se trabajó específicamente con uno de los ecosistemas marino-costeros estratégicos. Contribuyendo en la generación y sistematización de información sobre el Ecosistema Manglar. Los temas generales tratados fueron; Desarrollo de las especies *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* en fase de vivero como una estrategia para la repoblación y restauración de áreas degradadas de mangle. Establecimiento de Parcelas Permanentes de Monitoreo Forestal (PPMF en mangle), para el monitoreo de variables Dasométricas que permitan conocer el comportamiento del desarrollo del Bosque manglar a través del tiempo. La realización de un mapa propuesta de áreas potenciales para la restauración con mangle para la costa del municipio de La Gomera, Escuintla. En la realización de estas actividades se contó con el apoyo de La Finca Privada Manglares en la cual se llevaron a cabo los ensayos de vivero y el establecimiento de las primeras 4 parcelas PPMF que en un futuro prometedor formaran parte de la red de parcelas permanentes en el monitoreo del bosque manglar para la costa del Pacífico de Guatemala. Además se realizó un mapa de uso 2011 para la Finca Privada Manglares donde se logró observar las diferentes ocupaciones del área. Al poseer más de 200 hectáreas de Bosque manglar, y realizar actividades de repoblación en áreas aprovechadas. Lo que permitió generar información útil para el manejo de este ecosistema. Además de interactuar y conocer con algunos de los problemas que día con día ponen en riesgo el equilibrio del ecosistema, siendo estos principalmente; Las talas ilícitas, el cambio de uso de la tierra por actividades agrícolas, camaroneras y salineras. A pesar de esto existen ya iniciativas institucionales privadas como el ICC que trabaja en formar parte de las actividades relevantes en pro al desarrollo del Ecosistema manglar. Entre otras de las actividades realizadas durante el Ejercicio profesional supervisado se trabajó en la digitalización del mapa actualizado del departamento de Suchitepéquez en apoyo institucional al Departamento de Información Geográfica del MAGA. Todas las labores realizadas contribuyeron a la formación profesional, como complemento a los conocimientos adquiridos durante la formación académica de la carrera de Recursos Naturales Renovables en la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 Ubicación geográfica de la Finca Manglares

Según el Registro de la Propiedad, el área total de la finca Manglares es de 518.03 hectáreas. Se encuentra ubicada en el municipio de La Gomera, departamento de Escuintla, siendo sus coordenadas las siguientes: Zona 15 latitud $13^{\circ}51'47''$ y Longitud $91^{\circ}02'47''$.

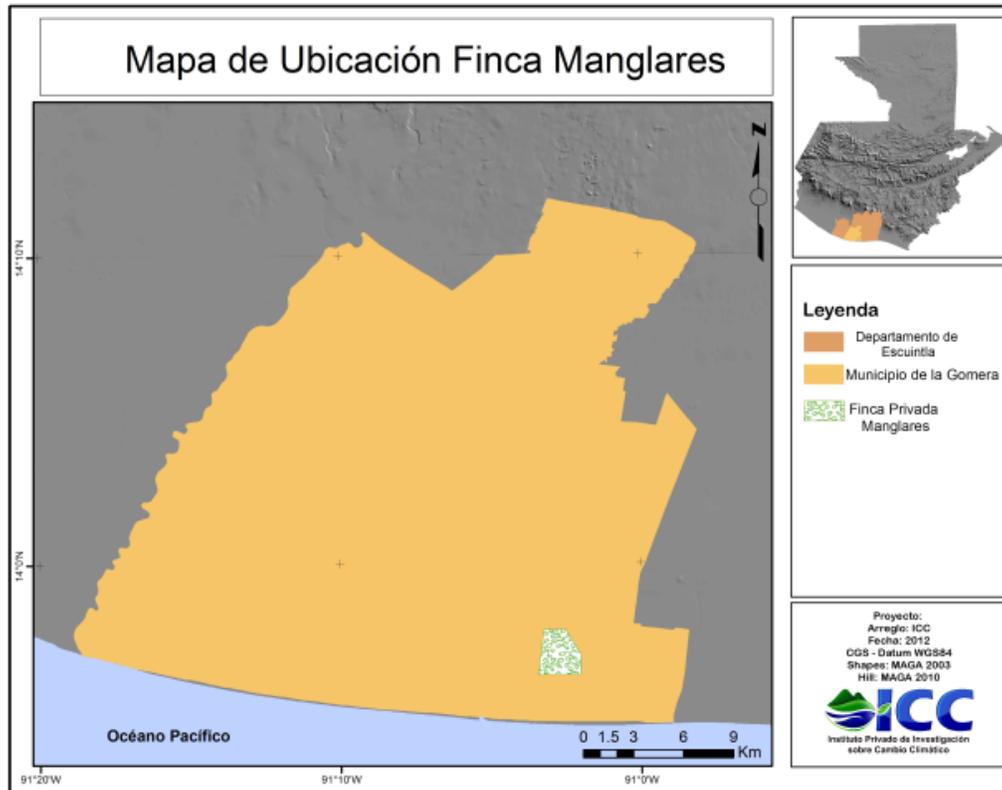


Figura 35 Mapa de ubicación de la Finca Manglares

La finca Manglares jurisdicción municipal de La Gomera, se encuentra debidamente inscrita en el registro de la propiedad bajo el número de la finca 143 folio 143 del libro 400 de Escuintla y finca No. 9,978 folio 11 libro 77 de Escuintla, posesión que acredito con certificación correspondiente, con una extensión superficial de 518 has.

El área forestal ha sido aprovechada bajo licencias aprobadas por el Instituto nacional de bosques (INAB).

La primera licencia fue aprobada por la junta directiva del Instituto Nacional de Bosques – INAB- en reunión ordinaria de fecha 11de noviembre de 1988, Resolución No. 01.25.98: En el

plan de aprovechamiento se describe que el método silvicultural a realizar será el de la tala raza en fajas de 15 metros de ancho un área de 3.49 has, dejando una faja de 45 metros sin tocar como área de investigación y el resto de área que es de 10.5 has por el método de entresaque dirigido al 25% del volumen existente, donde se talaron los arboles vencidos, torcidos, mal formados, indeseables y a los arboles maduros se les realizaron podas de formación y de liberación dirigido a ramas para crear espacios luminosos y ayudar en el procesos de la regeneración natural.

Destino de los productos que se extraen de la Finca Manglares: El volumen que fue extraído del aprovechamiento Forestal, será utilizado para la construcción de viviendas y ranchos diversos como fin prioritario, en diferentes lugares del País, y como sub productos a obtener del desecho del árbol: Leña, postes para cercos, carbón y otros.

Compromisos Inducir el bosque a la regeneración natural y en los bosques donde no se logre adecuadamente deberán plantarse las que sean necesarias para enriquecer el bosque con mangle rojo (*Rhizophora mangle*) a un distanciamiento de 2*2 metros al cuadro y posteriormente se realizaran raleos en el que se seleccionen los arboles. El propietario queda comprometido para velar porque esta sea adecuada y no exista vandalismo o talas ilícitas dentro del manglar propiedad de la Finca Manglares, durante el año de establecimiento más tres de mantenimiento.

Las especies aprovechadas fueron mangle colorado, mangle negro, mangle blanco, pumpo, guachimol, chaperno.

Uno de las experiencias adquiridas en el aprovechamiento, por el propietario fue que al realizar las fajas de 15 metros; los arboles que quedaban en los bordes sufrían desequilibrio, presentándose la caída de algunos árboles por efecto del viento. Por lo que se vieron en la necesidad de reducir las fajas a 7 metros por 45 metros de largo. Los manglares por efecto de la maraña de sus raíces se estabilizan unos con otros. Algo que se aprendió durante esta actividad por los trabajadores y propietario de la finca Manglares.

3.3 SERVICIOS

3.3.1 SERVICIO 1 Establecimiento de Parcelas Permanentes de Monitoreo Forestal en mangle.

El establecimiento de Parcelas Permanentes de Monitoreo Forestal (PPMF) en mangle permitirá la creación de una base de datos dasométrica útil para el análisis del desarrollo y dinámica del bosque manglar. Al coleccionar información por mayor tiempo, se espera tener las suficientes bases para generar planes de manejo que aseguren la permanencia del recurso. El presente servicio consistió en apoyar la creación de la metodología para el establecimiento de PPMF en mangle y crear la primera base de datos a partir de las PPMF establecidas en la finca privada Manglares en el municipio de La Gomera, Escuintla.

3.3.1.1 OBJETIVOS

a. General:

Establecimiento de parcelas permanentes de monitoreo forestal en la finca privada Manglares, La Gomera, Escuintla.

b. Específicos:

- Establecer cuatro parcelas permanentes de monitoreo forestal en la finca Manglares.
- Crear una base de datos
- Realizar una descripción general de la condiciones de bosque manglar en función de los datos obtenidos.

3.3.1.2 METODOLOGÍA

La metodología que fue utilizada para el establecimiento de PPMF en la finca Manglares de describe a continuación

a. Distribución de las parcelas

Las parcelas fueron distribuidas al azar de acuerdo a reconocimientos de campo. Se codificaron como Bosque Natural y Plantaciones.

b. Número de parcelas

El número de parcelas establecidas fueron 4, 2 en bosque natural y 2 plantaciones.

c. Tamaño y forma de las parcelas

Se realizó un ejercicio previo al establecimiento y se evaluó el tiempo y la facilidad del establecimiento de parcelas rectangulares y circulares. Con base en los resultados del ejercicio (mencionar las razones por las que se tomó la decisión), se decidió establecerlas de forma rectangular, en un área de 300 m^2 ($10\text{m} \times 30\text{m}$), con una orientación de sur a norte. (CONABIO, 2009).

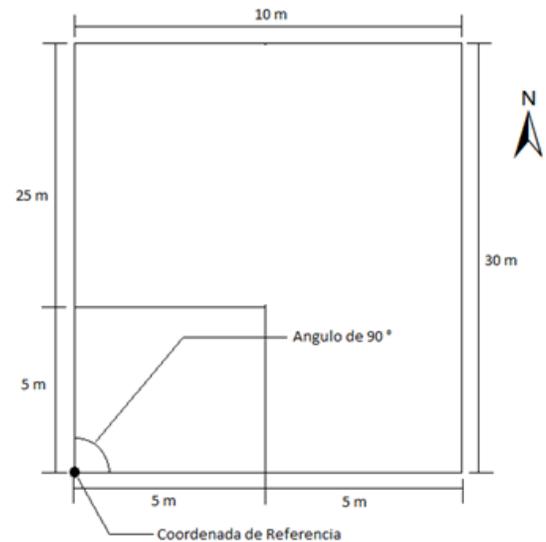


Figura 36 Tamaño y forma de la parcela

La parcela cuenta con una subdivisión de 25 m^2 (5×5 metros). La ubicación de la sub-parcela Ver figura 36. Esta subdivisión fue utilizada para contabilizar y tipificar la regeneración natural.

Zona de amortiguamiento

Se estableció una faja de borde de 50 metros como zona de amortiguamiento, para evitar interferencias o perturbaciones dentro de la parcela.

d. Establecimiento y primera medición de las PPMF en mangle

El procedimiento metodológico descrito a continuación, corresponde a una serie de adaptaciones de la metodología empleada para el establecimiento de PPMF en bosques latifoliados de Guatemala, una revisión de literatura (CONABIO 2009) y, por último, una validación en campo en el mes de octubre por un grupo conformado por personal técnico del ICC, estudiantes de EPS de la FAUSAC así como de la Escuela Técnica Forestal y personal técnico del INAB en octubre 2011.

e. Instalación de la parcela

Para el establecimiento de las parcelas se realizaron los siguientes pasos:

Paso 1. Delimitación de la Parcela Permanente de Monitoreo Forestal (PPMF)

Se utilizó el método 3:4:5 para formar líneas perpendiculares. A partir de la coordenada de referencia o eje central, se midieron 4 metros hacia el este y 3 metros hacia el Norte. Se verificó que estas dos líneas fueran perpendiculares, asegurándose de que la distancia entre estos puntos fuera de 5 metros. Una vez establecidas las guías, se extendió la distancia de 30 metros hacia el Norte y 10 metros hacia el Este. Durante este procedimiento, se utilizó la brújula con mira óptica (tipo militar) para darle mayor precisión.

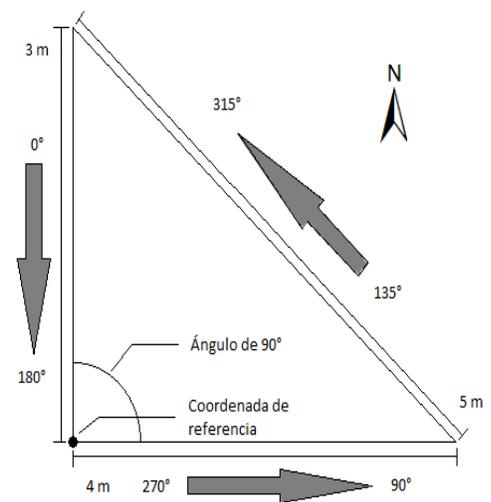


Figura 37 Trazo de esquinas

Paso 2 Posicionamiento geográfico de la PPMF

Es el posicionamiento o localización espacial de la PPMF. Se utilizó un GPS Garmin y las coordenadas fueron tomadas con Datum WGS84 y transformadas a GTM. Se aceptó una

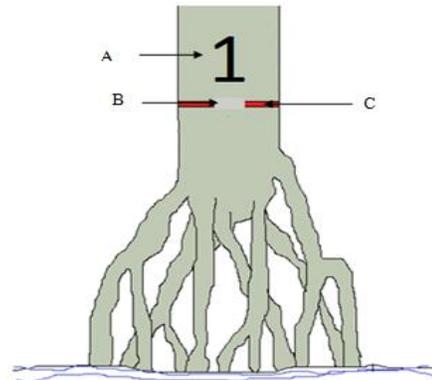
precisión menor a 10 m. Además se hizo uso de una libreta de campo para realizar un croquis y poder así verificarlo.

Paso 3 Trazo de la sub-parcela

Se marcó una sub-parcela de 5m*5m (ver Figura 37) orientada de Sur a Norte en la esquina inferior izquierda. En esta sección se tomó información acerca de la regeneración natural.

Paso 2. Marcado de árboles

- Anillo de toma del Diámetro a la Altura del Pecho (DAP)
- Número correlativo (con pintura de aerosol)
- Placa de aluminio



A: Número de árbol, B: Placa de aluminio, C: Anillado de toma de diámetro

Figura 38 Marcas en árboles

Esta actividad se llevó a cabo de forma ordenada, escribiendo números grandes y legibles sobre los árboles medidos. La numeración fue orientada hacia canales o entradas principales de la parcela, con el objetivo de reubicarlos rápidamente en futuras ocasiones. Se identificó cada árbol dentro de la parcela con un número correlativo (con pintura de aerosol). Se escribía el mismo número en la placa de aluminio. Además, se le colocaba el número de la parcela. Se marcó el anillo de toma de DAP 30 cm arriba de la última raíz aérea para el caso del mangle rojo (*Rhizophora mangle*). Para las otras especies encontradas dentro de la parcela, se consideró el criterio de una altura de 1.30 metros desde el suelo. El anillado fue marcado de esa forma debido al comportamiento irregular de las raíces fúlcreas. Para evitar variación en los criterios de toma de este dato, se dejó la marca donde fue tomado el DAP del árbol para efectuarse en el mismo sitio en posteriores mediciones.

Paso 3. Toma de datos dasométricos

Los datos dasométricos registrados dentro de cada PPMF en mangle fueron:

- Diámetro

Para el caso del mangle rojo (*Rhizophora mangle*), se tomó este dato 30 cm arriba de la última raíz aérea. En la mayoría de ocasiones, la toma de esta variable se dificulta debido al tipo de desarrollo de la especie, por lo que el criterio puede variar. Por tal motivo, se planteó en esta metodología, la marca del anillo en el árbol para reubicar la altura a la que fue tomada la lectura. Para otras especies de mangle que no presentan este tipo de raíz con forma de zanco, se procedió a tomar la lectura a una distancia de 1.30 metros arriba del suelo.

- Altura Total

Es la medida desde la base del árbol hasta la copa. Para este procedimiento, se utilizó un hipsómetro suunto.

- Altura comercial

La altura comercial se denomina a aquella altura hasta donde puede ser aprovechada la troza. Para este procedimiento, se utilizó un hipsómetro suunto.

- Altura de raíz

Para las especies que presenten raíces aéreas o fúlcreas, se debe tomar la altura de raíces desde el suelo hasta donde inicia la troza aprovechable del árbol. En el caso de los neumatóforos, se procedió a medir la altura utilizando cinta métrica.

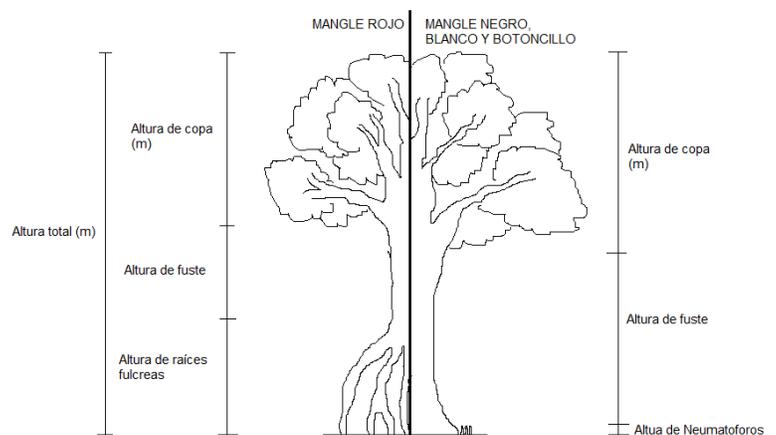


Figura 39 Medición de altura comercial

- Estado físico del árbol

Se registró el estado físico, caracterizando cada árbol como: recto, torcido bifurcado, quebrado o inclinado.

- Estado fitosanitario

Se registró si el individuo estaba enfermo, muerto, con plagas o sano, determinándose a través de la observación directa.

- Diámetro de copa

Esta lectura se tomó del centro del árbol en sentido de los 4 puntos cardinales, para tener una lectura promedio del diámetro de copa.

- Árboles aprovechados

Se anotó en las boletas el diámetro de cada árbol que fue aprovechado ilegalmente (se asume que fue así puesto que la normativa establece que para extraer se debe contar con permiso por parte del INAB. Además de que los trabajadores de la finca aseguraron no ser parte de lo aprovechado con la licencia otorgada por el INAB. Este dato podría ser utilizado en análisis posteriores sobre talas ilícitas de estas especies entre otros.

- Medición en la sub-parcela de 5*5 m

Dentro de esta sub-parcela, se registró la regeneración natural, por lo que únicamente se contarán los individuos de mangle rojo según la clasificación propuesta en la metodología utilizada por Tovilla (1998), la cual aparece descrita a continuación:

Tipo A: Plántulas que presentan únicamente hojas, éstas son las de aproximadamente 1 año.

Tipo B: Plántulas que presentan hojas y sus primeras ramas

Tipo C: Plántulas con hojas, ramas y que presentan raíces aéreas.

Nota: En el caso de las otras especies, se registraron los términos de regeneración natural brinzales y latizales.

Cuadro 32 Clasificación de regeneración

Categoría	Dimensiones del individuo
Plántula	0.1 m \geq altura < 0.3m
Brinzal	0.3 m \geq altura < 1.5m
Latizal bajo	Altura \geq 1.5 m y diámetro < 5 m
Latizal alto	5.0 cm > 10m de diámetro

Fuente INAB

f. Monitoreo de las PPMF

Se recomienda establecer las PPMF durante la época seca para tener mayor facilidad en el acceso a dichas áreas, así como en la toma de datos. Si la actividad se lleva a cabo de esta manera, se esperaría que no existiera la necesidad de remarcar los datos de las parcelas. De no cumplirse con esto, será necesaria la supervisión de las parcelas por lo menos 1 vez al año para realizar mantenimiento remarcando los números con pintura, con el fin de evitar la pérdida de su identificación por efectos del agua. Además, durante esa visita de mantenimiento, se supervisaría la necesidad de poner de nuevo placas de aluminio que hayan sido retiradas.

g. Procesamiento de la información

- Variables calculadas

Las variables calculadas, generadas a partir de los datos tomados en campo, tienen por objetivo interpretar el estado estructural y ecológico del bosque manglar.

- Densidad

Es el número de árboles por unidad de área y se expresa en términos de árboles por hectárea (**árb./ha**). Se calculó con base en el número de individuos registrados al interior de la PPMF y el área de las mismas.

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de árboles (n)} * 10000}{\text{Area PPC}} = \text{árb./ha}$$

- Área Basal

Está definida como el área de la sección (expresada en m²) ocupada por todos los troncos de los árboles presentes en el bosque en una superficie determinada. Es un índice que permite conocer el grado de desarrollo de un bosque, ya que está íntimamente ligado con el volumen de madera y la biomasa del bosque (Schaeffer-Novelli y Cintron-Molero, 1986).

$$\frac{\square}{4 * \text{Area PPMF}} \sum_{i=1}^n (\text{DAP}_i^2)$$

- Volumen

Para calcular el volumen total fueron utilizadas las siguientes formulas, de acuerdo a cada especie:

- *Laguncularia racemosa*: (Valdez Hernández , Nayarit México 2004)

$$V=0.00543946 + 0.00003622 *(DAP^2 *H)$$

- *Rhizophora mangle*: (Guerrero Flores, Guatemala 2001.)

$$-0.008198 + 0.000007504 DH^2 + 0.00563 D^2$$

h. Materiales y equipo

- GPS
- Brújula de preferencia con mira óptica
- Hipsómetro
- Cinta métrica
- Tubos de PVC con acoples y escala numérica
- Pintura de aerosol color rojo
- cinta diamétrica
- 2 lazos de 10 metros, 2 lazos de 30 metros, marcados y 2 lazos de 5 metros, dejando 1.5 metros en cada extremo.
- Boletas de toma de datos
- Clavos de aluminio (con cabeza de lámina)
- Placas de aluminio

3.3.1.3 RESULTADOS

Se establecieron 4 parcelas permanentes de monitoreo forestal en la Finca Manglares, en La Gomera, Escuintla. A continuación se presenta un cuadro resumen de los puntos de posicionamiento geográfico-e las PPMF en mangle.

Cuadro 33 Coordenadas de referencia de las parcelas

No. Parcela	Descripción	Coordenada de referencia		Fecha de instalación
1	Bosque natural sin intervención	13°56'37.03" N	91°2'02.94"O	25/10/2012
2	Bosque natural con intervención	13°56'50.21" N	91°2'11.44"O	25/10/2012
3	Plantación	13°56'42.40" N	91°2'11.62"O	26/10/2012
4	Plantación	13°56'41.39" N	91°2'12.48"O	26/10/2012

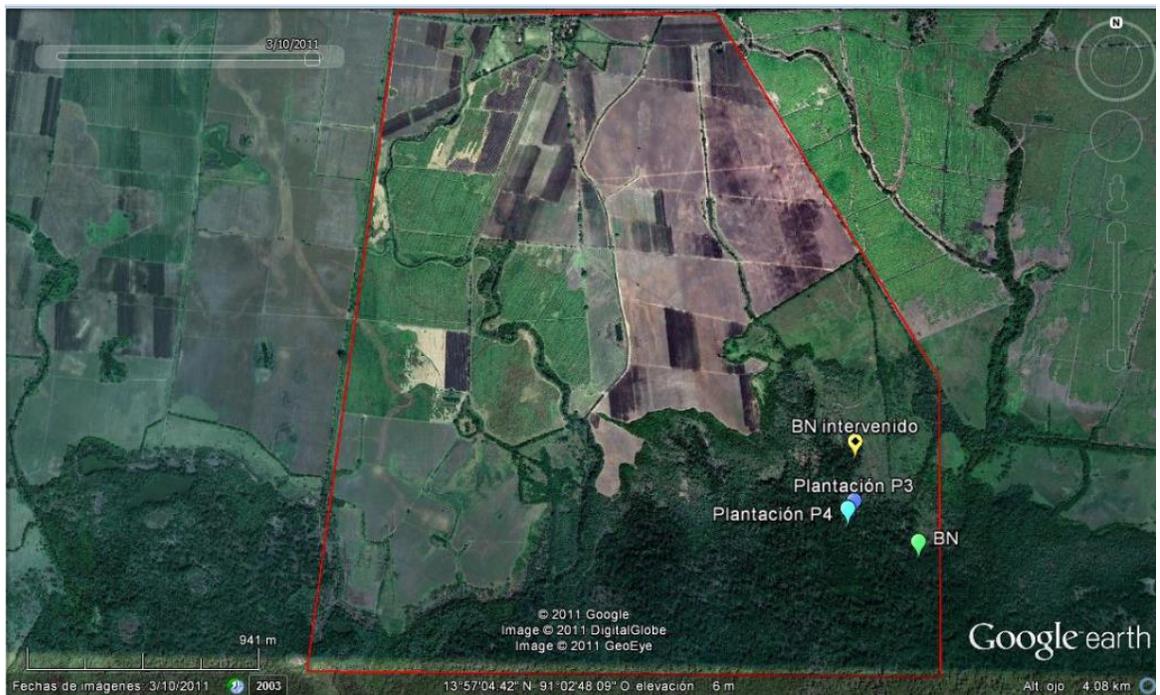


Figura 40 Vista aérea de coordenadas georeferenciadas de las PPMF

En la imagen se muestra el perímetro de la Finca Manglares y una vista de planta de la ubicación de las PPMF en mangle. El área bajo cobertura del bosque manglar en la Finca Manglares es de 206 hectáreas. Fueron ubicadas 4 parcelas de 300 m² haciendo un total de 1200 m².

3.3.1.4 Resumen General de datos en las parcelas establecidas

Cuadro 34 Número de arboles por hectárea en bosque natural

Árboles/Ha	
Mangle Blanco	33
Mangle Rojo	367
Total general	400

Para el caso de las parcelas en bosque natural es clara la dominancia de la especie de *Rhizophora mangle* en un 91%. Clasificándolo como un bosque natural de mangle rojo puro con un 9% de presencia del *Laguncularia racemosa*.

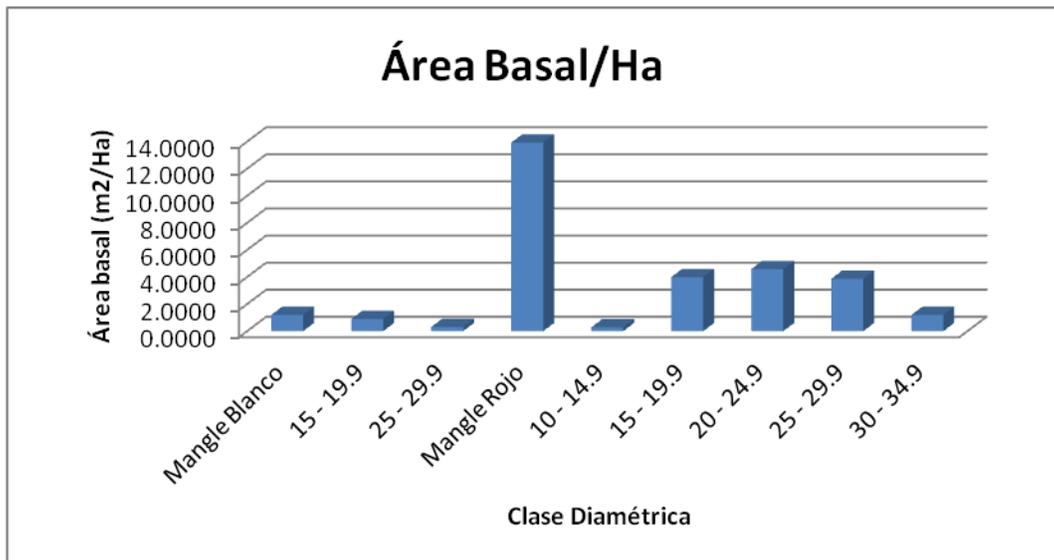


Figura 41 Área basal de bosque natural

En la figura anterior se resume los resultados del área basal de dos parcelas establecidas en bosque natural en la finca Manglares. *Laguncularia racemosay Rhizophora mangle* así mismo la gráfica indica existe mayor variabilidad diamétrica para la especie de *Rhizophora mangle* la cual es de mayor abundancia así mismo el área basal se concentra en las clases deametricas desde 15 a 29.9.cm Para ambas especies.

El cuadro anterior muestra numéricamente que la mayor área basal la compone la especie de mangle rojo y así mismo esta se distribuye entre las clases diametricas de 15 a 29.9 cm

Cuadro 35 Área basal de las parcelas de bosque natural

Área Basal/Ha m2	
Mangle Blanco	1.1974
15 - 19.9	0.8918
25 - 29.9	0.3056
Mangle Rojo	13.9282
10 - 14.9	0.2806
15 - 19.9	3.9931
20 - 24.9	4.5856
25 - 29.9	3.8719
30 - 34.9	1.1970
Total general	15.1256

El volumen de bosque natural se encuentra concentrado en las clases diamétricas de 15 a 29.9 en la especie de *Rhizophora mangle*.

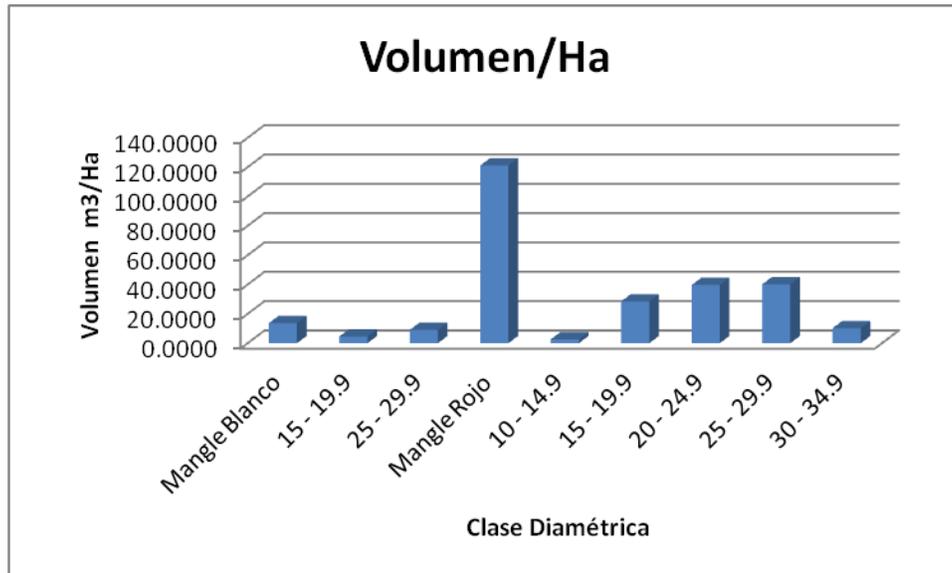


Figura 42 Resumen de volumen de las parcelas de bosque natural.

Cuadro 36 Resumen de volumen/Ha en parcelas de bosque natural

Volumen/ m³/Ha	
Mangle Blanco	13.6523
15 - 19.9	4.5955
25 - 29.9	9.0568
Mangle Rojo	121.0854
10 - 14.9	2.6046
15 - 19.9	28.4711
20 - 24.9	39.6715
25 - 29.9	40.1125
30 - 34.9	10.2257
Total general	134.7377

El cuadro muestra numéricamente la distribución del volumen por clase diamétrica por especie siendo de 134 m³ por hectárea para la especie abundante y de 13 m³ para *Laguncularia Racemosa*.

Cuadro 37 Resumen de variables dasométricas de las parcelas de plantación

Resumen Plantación	
Árboles/Ha	
5 <	4050
AB/ m²/Ha	
5 <	5.1327
Vol/m³/Ha	
5 <	36.2714

Las parcelas establecidas en plantación presentan un diámetro menor 10 cm según los datos de los encargados del área esta plantación tenía 4 años en la toma de los datos y la densidad inicial fue de 1m x 1m igual a 10,000 plantas por hectárea. Con una sobrevivencia del 40.5 %.

3.3.1.5 CONCLUSIÓN

- Se logró el establecimiento de 4 parcelas permanentes de monitoreo en la Finca Manglares distribuidas en dos estrados Bosque Natural y Plantaciones.
- Se creó la base de datos, incluyendo fórmulas para cálculos dasométricos.
- El bosque manglar en la zona de estudio corresponde a una dominancia en la presencia de la Especie de *Rhizophora mangle* en un 91.75% el porcentaje restante corresponde a la presencia de las especie de *Laguncularia racemosa*.

En cuando a la distribución de las especies por clase diamétrica la mayor parte se encuentran en un rango de 15 a 29.9 cm. El volumen según estas clases se distribuye en un total de 13.65 m³/Ha *Laguncularia racemosa* y 121 m³/Ha para *Rhizophora mangle* estos resultados corresponden al comportamiento del bosque natural de mangle.

Para el caso de las parcelas en Plantaciones que corresponden a la especie: *Rhizophora mangle* esta cuenta con una edad de 4 años para el 2011 y en general la clase diamétrica se encuentra menor que 5 cm con un volumen por de 36.27 m³. Es necesario mencionar que no se ha realizado ningún tipo de manejo silvicultural para mejorar el desarrollo en diámetro de los arboles.

3.3.1.6 ANEXOS



Figura 43 Marcas en árboles (anillo, número y placa) en bosque natural de mangle rojo en Finca Manglares, La Gomera, Escuintla

3.3.2 SERVICIO 2 Establecimiento de ensayos para observar la respuesta del desarrollo de las especies *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* en concentraciones de 5000 ppm y 15000 ppm de NaCl

Los manglares habitan en áreas marino-costeras con influencia de aguas salinas por efecto de las mareas y agua dulce por efecto de los ríos que en su mayoría se debe a los canales naturales corrientes permanentes o temporales creadas por la hidrología del área. Debido al hábitat específicos de los manglares se replicaron las condiciones salinas del agua del durante la fase de vivero, se conoce que los manglares habitan en condiciones de salinidad de 0-75 partes por mil (ppt). Por recomendaciones del Doctor Cristian Tovilla (Ecosur México) de trabajar con una salinidad de 5 ppt durante la etapa de vivero se considero observar el desarrollo de las plántulas bajo esta concentración y evaluarlo también en una concentración de 15 ppt. El observar el comportamiento de las plantas nos ayudara a definir las concentraciones de la salinidad del agua a utilizar la fase de vivero.

3.3.2.1 OBJETIVOS

a. General:

- Evaluar el comportamiento de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* bajo dos concentraciones de salinidad: 5000 ppm y 15000 ppm.

b. Específicos:

- Proponer conclusiones preliminares sobre el comportamiento en desarrollo de plántulas de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* frente a dos diferentes concentraciones de salinidad.
- Proponer un método para la medición en campo de diferentes concentraciones de salinidad a utilizar.

3.3.2.2 METODOLOGÍA

a. Fase I

Durante esta fase, se procedió a la calibración de los dos densímetros escala Bahumé y °Brix. A partir de los resultados, se generó una curva de lectura de concentraciones que pudiera ser fácilmente manejada por los trabajadores del área para monitorear las concentraciones utilizadas en los ensayos (ver figuras 21 y 22).

b. Fase II

Preparación de soluciones salinas

Se procedió a preparar soluciones salinas con Na Cl, utilizando 5, 10, 15, 20, 25, 30 y 35 gramos por litro de agua destilada. Esta actividad se realizó en el laboratorio de CENGICAÑA,

bajo la asesoría del personal de laboratorio. Las lecturas fueron tomadas a una temperatura de 20 °C, con un refractómetro, un densímetro en escala Baumé y un densímetro en grados Brix.

Instalación de ensayos

Se rellenaron ocho bandejas de forma manual con suelo al 100% y peat moss al 100%. Las bandejas utilizadas poseían 24 celdas con un volumen de 160 cc por cada celda. El suelo y el peat moss fueron desinfectados con agua hirviendo, previo a realizar la siembra.

Se seleccionó la semilla, eliminando aquella dañada por insectos, manchas o por daños mecánicos. La semilla utilizada poseía apariencia sana y libre de cualquier daño. Fue colocada en agua por 24 horas para estimular el crecimiento celular.

La siembra se realizó directamente ubicando una semilla por celda. Al momento de la siembra, ésta se colocó verticalmente cubriendo un 50% de la misma.

Se prepararon dos soluciones de salinidad de 5000 ppm y 15000 ppm de NaCl (sal común). Se capacitó al encargado del vivero para poder utilizar del densímetro °Brix y monitorear la salinidad del agua. Semanalmente se verificó el nivel del agua manteniéndolo a 50% de la altura de las bandejas.



Figura 45 Selección de semilla de *Laguncularia racemosa*



Figura 44 Siembra en bandeja de 160 cc



Figura 47 Preparación de las bandejas



Figura 46 Preparación de soluciones salinas de 5000 y 15000 ppm.

3.3.2.3 RESULTADOS

a. Calibración de equipo para medir salinidad del agua

El cuadro siguiente muestra las lecturas que se obtuvieron con los dos densímetros a diferentes escalas (°Brix y Baumé). A partir de la realización de este ejercicio, se logró observar que utilizar el densímetro baumé dificulta la lectura en concentraciones bajas de salinidad. El densímetro °Brix permitió la toma de lecturas con facilidad. Con estos datos, se generaron curvas las cuales podrían ser posteriormente utilizadas en campo para monitorear de manera práctica la salinidad del agua utilizada. En campo fue utilizado el densímetro °Brix.

Cuadro 38 Lectura de datos de calibración de densímetros

Concentración	Lectura a 20 °C	
	Escala Baumé	Grados Brix
0	0	0
5000	0	1
10000	0.5	1.5
15000	1	2.5
20000	2	3
25000	2.5	4
30000	3	5
35000	3.5	6

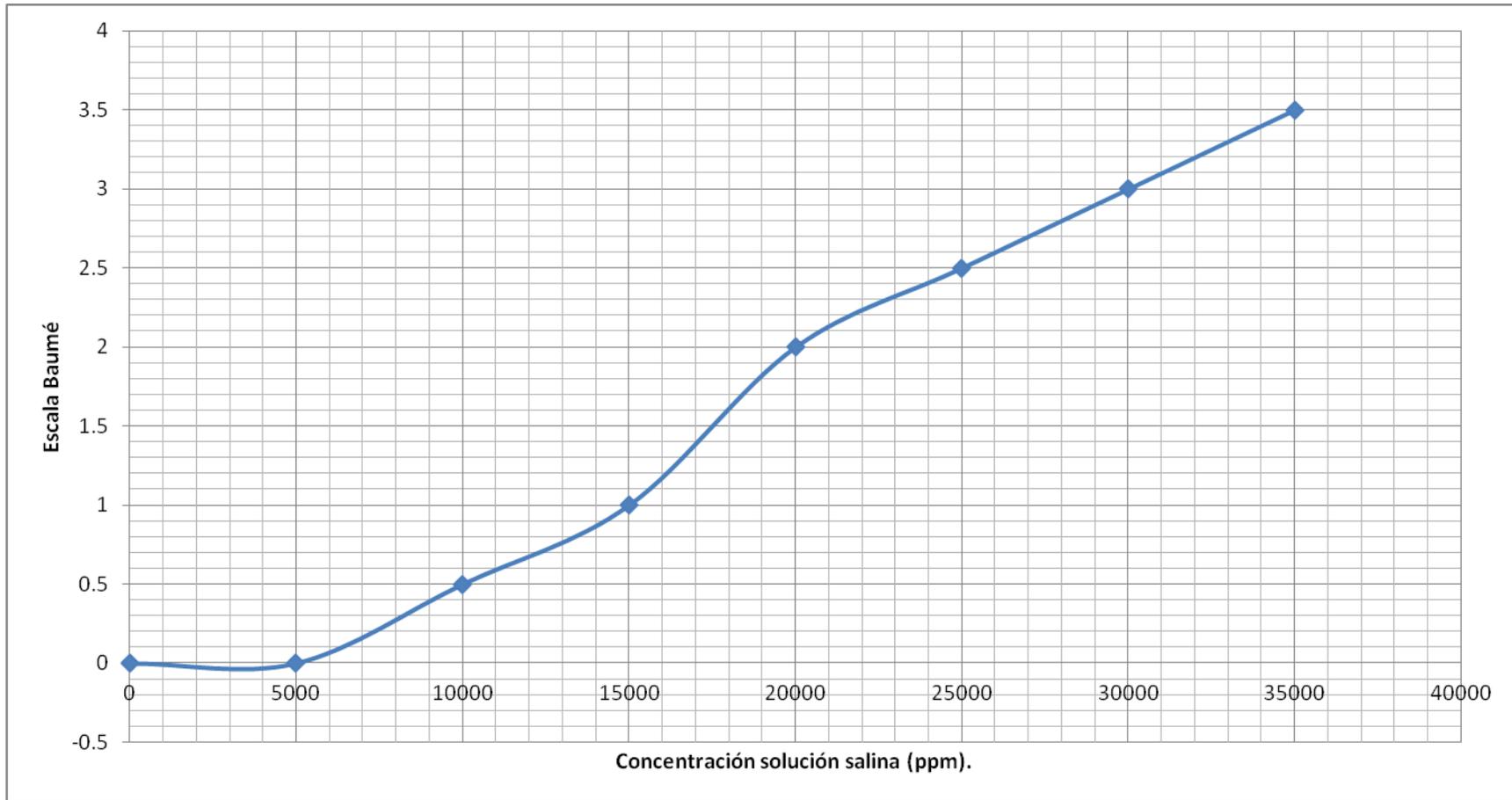


Figura 48 Curvas generadas a concentraciones de 0 a 35000 partes por millón (ppm), utilizando densímetro Baumé

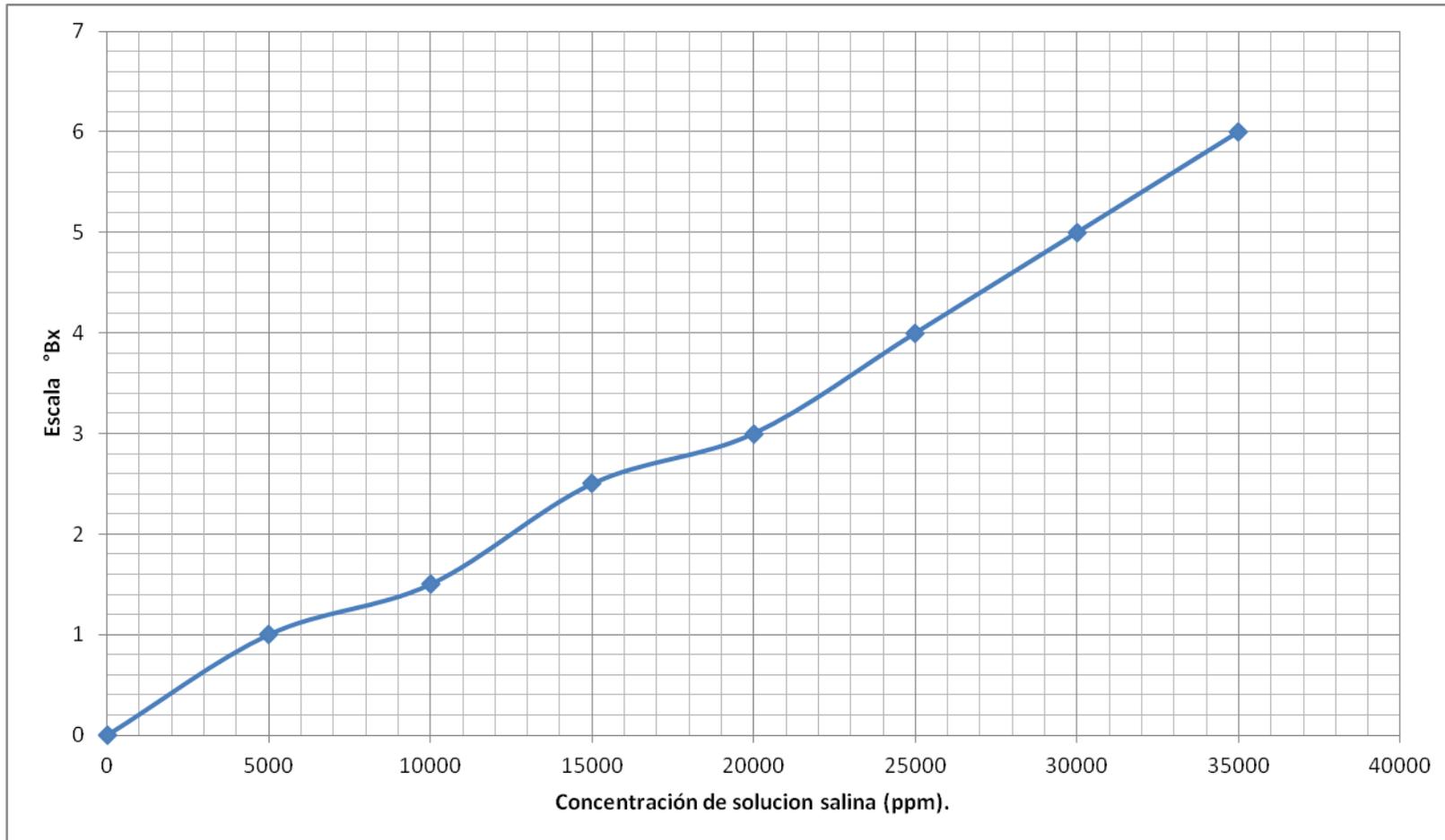


Figura 49 Curvas generadas a concentraciones de 0 a 35000 partes por millón (ppm), utilizando densímetro °Brix

b. Respuesta de las especies a la salinidad

Las plántulas de las especies de mangle blanco y negro se mantuvieron sumergidas en concentraciones de 5000 ppm y 15000 ppm por un período de 104 días. Según lo observado en campo, las dos especies de mangle sobrevivieron en las dos concentraciones propuestas. Sin embargo, presentaron una respuesta diferente en cuanto a crecimiento. Observe en la figura 52, que en la concentración de 5000 ppm, las especies muestran un crecimiento en altura bastante homogéneo.



Figura 50 *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* en soluciones de salinidad de 5000 ppm.

Observe en la figura 53 que *Avicennia germinans* en concentración de 15000ppm mantiene la densidad inicial, comparado con *Laguncularia racemosa* para la cual se ve afectada la vigorosidad de las plántulas. Vale la pena recordar que estas especies, a pesar de ser halófitos⁵, se distribuyen dentro del ecosistema siguiendo un efecto de zonación. Algunos autores hacen referencia a la microtopografía y salinidad como factores influyentes en dicha zonación. También se sabe que *Avicennia germinans* presenta un mecanismo anatómico que le permite eliminar el exceso de sales por medio de las hojas. Observe en la figura 25 los microcubos de sal producto de los exudados. Una de las principales ventajas de incrementar la salinidad en el agua es que se disminuye la incidencia de plagas por insectos. En los ensayos realizados de manera tradicional, *Laguncularia racemosa* fue atacada por un insecto que realiza cortes circulares en las hojas tiernas. Bajo estas condiciones de presencia de solución salina, no se presentaron daños similares. Se esperaría que al mantener las plántulas en la etapa de vivero bajo concentraciones de salinidad, se produzca un estrés mínimo al ser llevadas a campo, ya que estas plantas serán trasplantados en suelos con influencia de agua salina.



Figura 51 *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* en salinidad e 15000 ppm

⁵ Halófitos: Plantas tolerantes a la salinidad.



Figura 52 Exudados de sal en hojas de *Avicennia germinans*

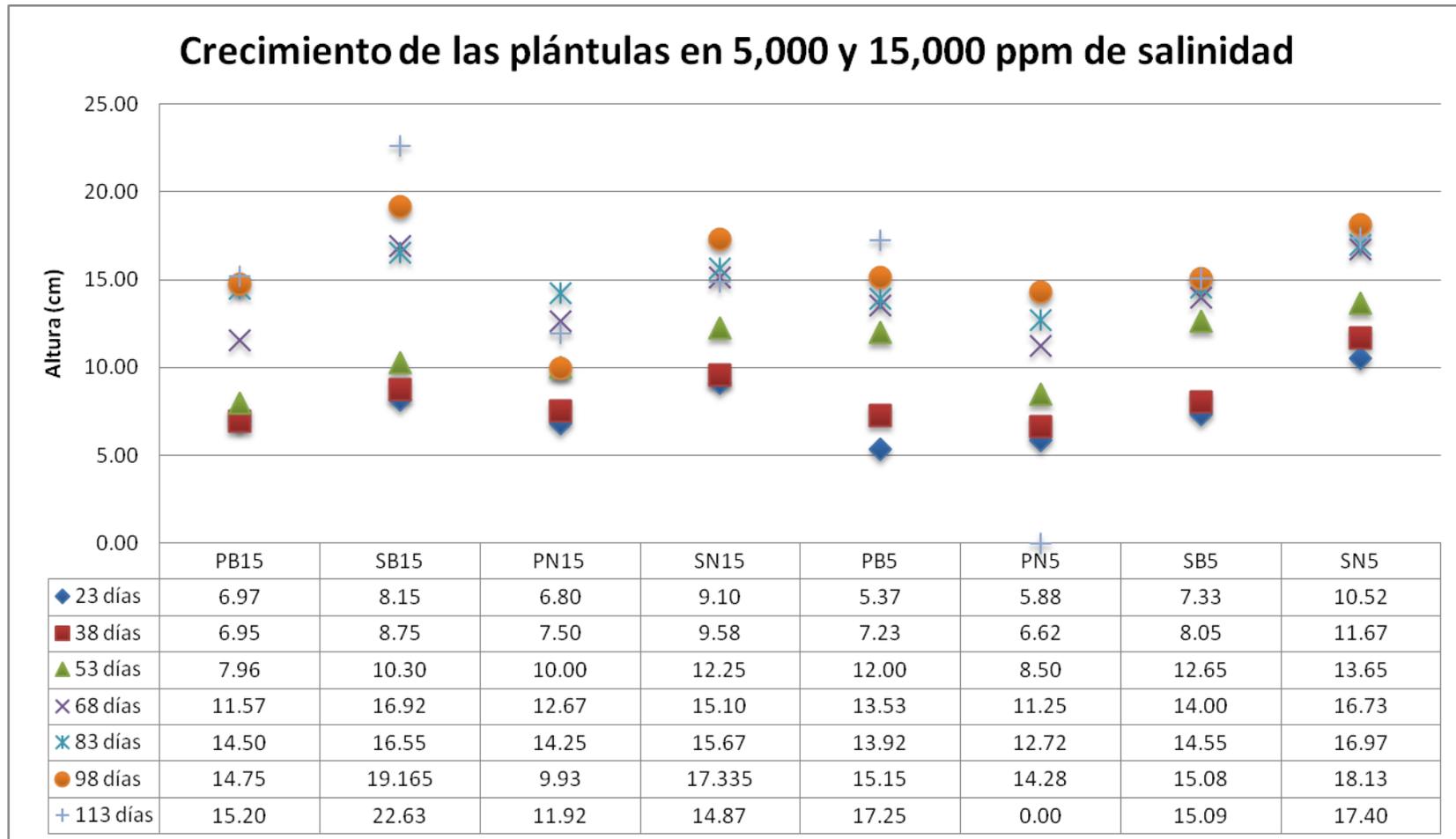


Figura 53 Comparación de crecimientos en dos concentraciones de salinidad.

Sustratos; Peat moss (P) y suelo (S); Especie: Mangle Blanco (B), Mangle Negro (N); Concentración de salinidad; 5000 ppm (5) y 15000 ppm (15)

Las observaciones al utilizar este método en campo fueron las siguientes: 1) las plantas soportan preferentemente una salinidad baja (5000 ppm); 2) las dos especies crecieron de forma homogénea; y 3) debido a que el mantenimiento de humedad fue continuo, se redujo el trabajo de riego.

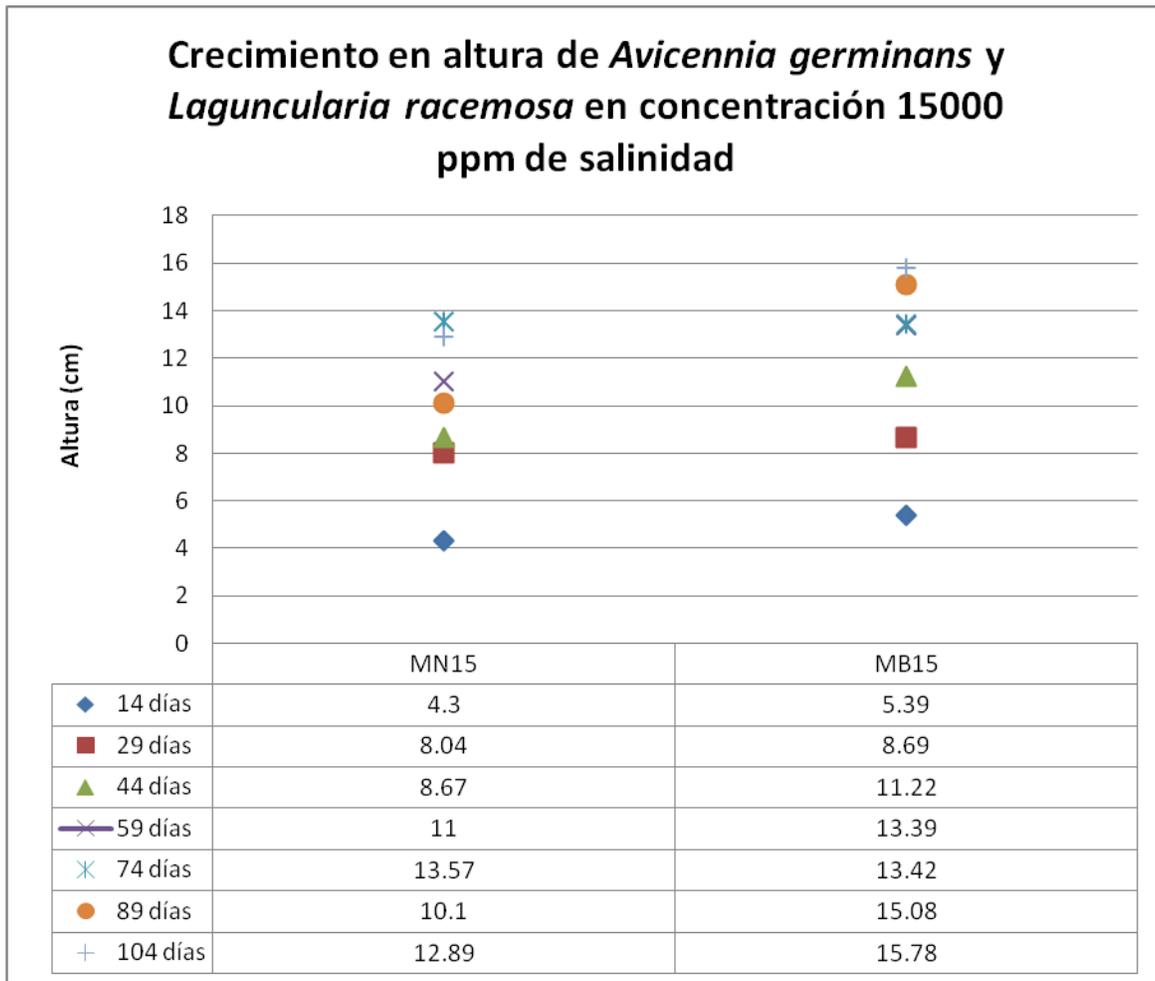


Figura 54 Crecimiento de mangle negro y blanco en concentración de 15000 ppm de salinidad en el agua

Sustrato: Mezcla 1:1 (M), Especies: Mangle Negro (N); Concentración 15000ppm (15).

Cuadro 39 Ensayos de concentración de salinidad

Salinidad	Tratamiento	Número de plantas vivas	Totales por bandeja	Porcentaje de sobrevivencia
PB15	T1R1	12	24	50
PB15	T1R2	9	24	38
SB15	T2R1	19	24	79
SB15	T2R2	17	24	71
PN15	T3R1	1	24	4
PN15	T3R2	0	24	0
SN15	T4R2	9	24	38
SN15	T4R1	4	24	17
PB5	T5R1	22	24	92
PB5	T5R2	22	24	92
PN5	T6R1	22	24	92
PN5	T6R2	17	24	71
SB5	T7R2	14	24	58
SB5	T7R1	12	24	50
SN5	T8R2	8	24	33
SN5	T8R1	3	24	13
MN15	T9R6	1	24	4
MN15	T9R5	6	24	25
MN15	T9R4	0	24	0
MB15	T9R3	20	24	83
MB15	T9R2	23	24	96
MB15	T9R1	19	24	79

Sustratos; Peat moss (P), Suelo (S), Mezcla 1:1 (M); Especie: Mangle Blanco (B), Mangle Negro (N); Concentración de salinidad; 5000 ppm (5) y 15000 ppm (15). Tiempo acumulado de 113 días.

3.3.2.4 CONCLUSIONES

- Las especies de mangle *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* toleraron concentraciones de salinidad de 5000 ppm y 15000 ppm.
- Se observó un crecimiento más homogéneo en las plantas de las dos especies de mangle en concentraciones de salinidad de 5000 ppm
- Se observó que, bajo la influencia de las concentraciones de salinidad, disminuyó el ataque de insecto, principalmente los que provocan daños en hojas.

3.3.3 SERVICIO 3 Monitoreo del crecimiento en altura del *Rhizophora mangle*

Rhizophora mangle (mangle rojo) pertenece al complejo de biota del ecosistema manglar, esta especie es de fácil identificación pues se caracteriza por sus raíces tipo zanco o aéreas muy vistosas en forma de marañas, cuya función específica es de soporte y estabilidad. Además de ser un mecanismo de adaptación ya que posee membranas que permiten entradas de agua con bajas cantidades de sal, realizando filtraciones. Esta especie es la más abundante debido a sus características anatómicas y morfológicas logran poblar áreas inestables y pueden adoptar fácilmente la falta de oxígeno. Es una especie con alto potencial para carbón, pero en nuestro medio no aún no ha sido manejada para esta actividad, comúnmente se utiliza para la construcción. La característica especial de los manglares es que el hábitat y su nicho ecológico son insustituibles. Se pretende la utilización de viveros como una herramienta para la repoblación de áreas degradadas, esto con el fin de agilizar el proceso, por lo que era necesario conocer el comportamiento y requerimientos mínimos de dicha especie en esta etapa.

3.3.3.1 OBJETIVOS

a. General

Generar experiencia en el establecimiento de viveros de *Rhizophora mangle* bajo dos diferentes condiciones de anclaje

b. Específicos

- Monitorear el crecimiento en altura del mangle rojo (*Rhizophora mangle*) durante la fase de vivero.
- Definir las principales ventajas y desventajas de los medios de anclaje utilizados para el desarrollo de mangle rojo en etapa de vivero.

3.3.3.2 METODOLOGÍA

Se montaron 2 ensayos con la especie de mangle rojo (*Rhizophora mangle*). Para su establecimiento, se procedió a seleccionar los propágulos libres de daños y quemaduras para posteriormente colocarlos en los contenedores.



Figura 55 Selección de semillas de *Rhizophora mangle*.

Agua como medio de anclaje

Se utilizaron tubos de PVC como contenedores del agua. Se introdujo 1 propágulo de mangle rojo por tubo de PVC. Se acomodaron en una estructura tipo pileta como se muestra en las figuras 30 y 31. Se insertó un círculo de nylon negro en el propágulo para mantenerlo en forma vertical. Se extrajo el agua utilizada de áreas cercanas al mangle y de agua de pozo.



Figura 56 *Rhizophora mangle* en las piletas.



Figura 57 *Rhizophora mangle* en piletas con recipientes de PVC

Suelo saturado como medio de anclaje

Se utilizaron botellas PET de ≥ 3 litros. Se realizó un corte transversal para rellenar la botella con suelo. Luego se insertó 1 propágulo por botella. Las botellas no cuentan con poros para drenar. Por lo que se llenaron de agua hasta saturar el suelo. Ver figura 58



Figura 58 Propágulos de *Rhizophora mangle* en recipientes PET.

3.3.3.3 RESULTADOS

a. Ensayo en agua:

Una de las principales ventajas de este método es su rápido crecimiento radicular, el cual podría tornarse en un aspecto negativo para el desarrollo de las plántulas por el espacio del recipiente: las raíces tienden a enrollarse (raíz cola de coche). Esto puede provocar estrés en la planta y reducir su incremento diario. Note que en promedio las plantas continuaron su crecimiento en altura hasta 34.05 centímetros. Vale la pena mencionar que en esta altura no se toma en cuenta el largo de propágulo. Según las observaciones de campo, posiblemente el desarrollo de las plantas se verá limitado por el espacio entre plantas.

Cuadro 40 Crecimiento de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) utilizando como sustrato agua

Tiempo acumulado	Mangle Rojo solo agua					
	45 días	59 días	74 días	89 días	104 días	129 días
Altura (cm)	6.42	14.02	20.93	25.01	29.46	34.05
Incremento en (mm/día)				2.81	2.83	2.64

b. Ensayo con botellas PET y suelo como medio de anclaje:

Las observaciones de campo muestran un desarrollo óptimo de las plantas de mangle rojo producidas bajo este sistema. Una de las principales ventajas de esta técnica es que disminuye la mano de obra de riego, ya que los recipientes de plásticos permiten que el suelo se mantenga saturado y que la planta aproveche el recurso según su requerimiento. Hasta el final del ensayo. No se presentó ningún inconveniente. Se ha observado que el crecimiento radicular está siendo favorecido por el suelo y se espera que, bajo esta condición, las plantas sufran menos estrés en el momento del transporte y trasplante. Por la altura de la planta se esta planta estaría apta para el trasplante por lo que se recomienda se aclimate; reduciendo la sombra y también el exceso de agua para facilidad del manejo.

Cuadro 41 Crecimiento de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) utilizando como sustrato suelo saturado.

Tiempo acumulado	Mangle Rojo botellas plásticas					
	37 días	51 días	66 días	81 días	96	111 días
Altura (cm)	4.53	9.36	17.79	21.28	26.05	30.5
Incremento en (mm/día)				2.63	2.71	2.75

3.3.3.4 CONCLUSIÓN

- El incremento promedio en altura para las plántulas en agua fue de 2.8 mm/día y en suelo saturado fue de 2.7 mm/día. Por lo que se concluye que no existe diferencia entre ambos métodos.
- A criterio propio y según las discusiones con el personal de campo la principal desventaja del de las plántulas en agua se da en el transporte y transplante de la plántula ya que requiere mayor tiempo y cuidado para no dañar las raíces y ocasionar estrés a la planta. Sin embargo la principal ventaja es la inversión de menor tiempo de manejo y el transporte de un mayor número de plantas por persona en menor tiempo a campo definitivo.

Se considera que el suelo saturado simula las condiciones naturales de la planta y según lo observado las raíces presentan un aspecto más sano en comparación a las que se desarrollaron en agua. Las principales desventajas es el menor número de plantas por área, requiere más recursos (suelo, recipiente etc.) y es mucho más dificultoso el transporte de las plántulas a campo definitivo.

3.3.4 SERVICIO 4 Elaboración del mapa de Uso 2011, finca Manglares, La Gomera Escuintla.

Se elaboró un mapa de uso de la tierra 2011 para la Finca Privada Manglares, ubicada en el municipio de la Gomera, Escuintla. En este mapa se ve reflejado el trabajo a corto plazo del propietario de la finca por el manejo del recurso forestal, específicamente en el bosque manglar de acuerdo a las licencias de aprovechamiento dadas por el INAB y los compromisos de reforestación cumplidos por el propietario ya que posee 15 has de reforestaciones.

3.3.4.1 OBJETIVOS

- Conocer los diferentes usos actuales de la tierra en la finca privada Manglares
- Elaboración del mapa de cobertura y uso 2012 de la finca Manglares en La Gomera, Escuintla.

3.3.4.2 METODOLOGÍA

Para la elaboración del mapa de uso 2011 de la finca Manglares, fueron utilizados las siguientes herramientas y/o materiales:

- GPS (Garmin)
- Mapsource
- Arc View
- Libreta de campo
- Fotos de Google Earth 2011

a. Fase de Campo

Se realizó un levantamiento de datos para delimitar áreas de reforestación con mangle, haciendo uso de GPS navegador marca (Garmin). Se apoyó con una libreta de campo para realizar el croquis de las áreas con el objetivo de crear los polígonos en la fase de gabinete.

La visita de campo también sirvió para confirmar los diferentes usos observados a través de las fotografías aéreas de Google Earth 2011.

b. Fase de Gabinete

Se procedió a descargar los puntos en el programa Mapsource utilizando coordenadas UTM Datum WGS84. Posteriormente fueron cargados en el programa Arcgis para crear un shape file de polígono y ser complementado con la digitalización de las áreas utilizando la fotografía de Google Earth 2010. Finalmente se calculó el área y se identificaron los usos. Por último, se creó una presentación para su impresión.

3.3.4.3 RESULTADOS

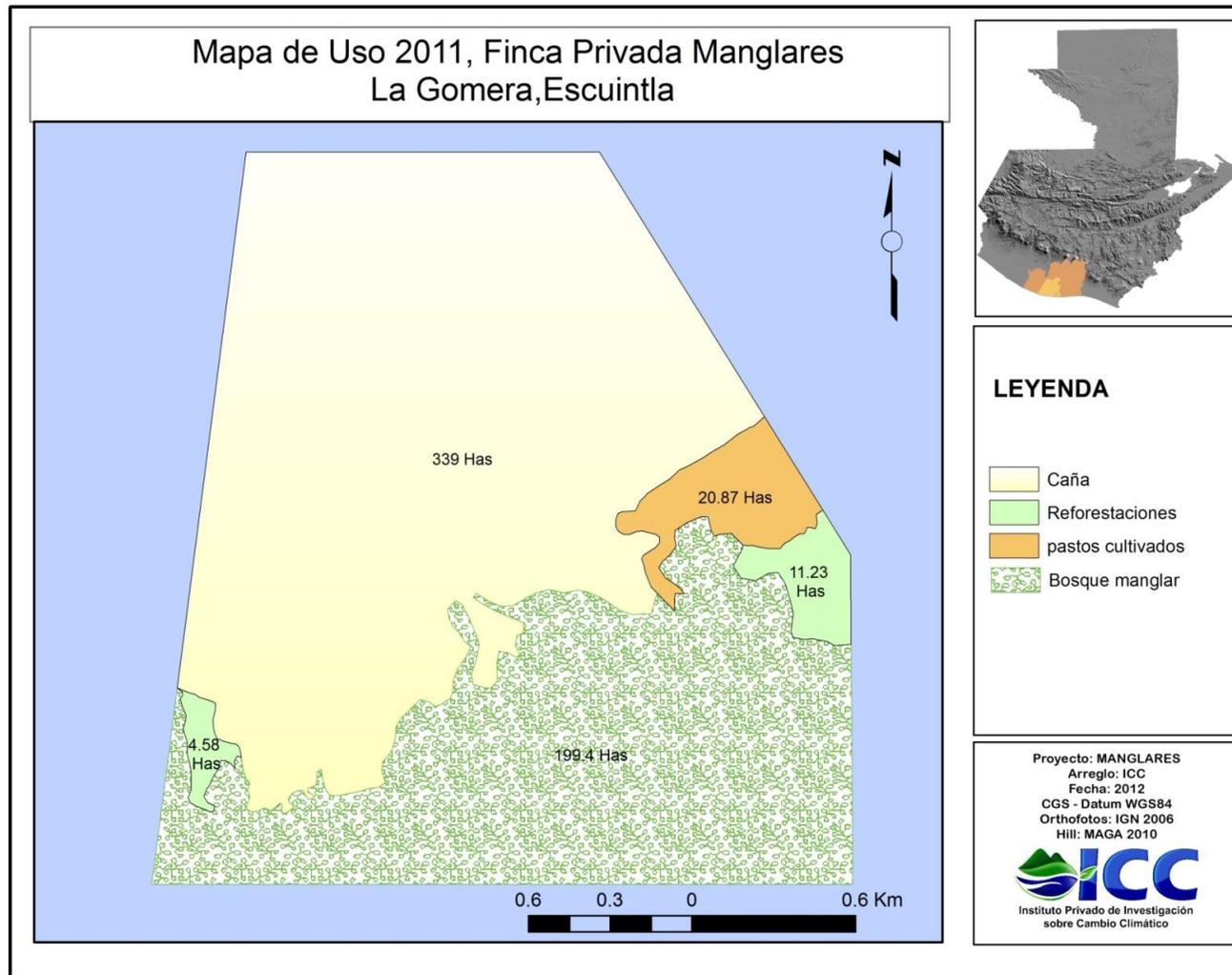


Figura 59 Mapa de uso de la tierra 2011, Finca Privada Manglares, La Gomera, Escuintla.

La ocupación de las tierras dentro de la Finca Manglares correspondió principalmente a los siguientes usos:

- Caña
- Pastos cultivados
- Áreas de reforestaciones mixtas con mangle (Mangle rojo, negro y blanco)
- Áreas de Bosque manglar

3.3.4.4 CONCLUSIONES

Se logró determinar a través de fotointerpretación y visitas de campo, las diferentes actividades productivas dentro de la finca Privada Manglares. Principalmente el monocultivo de la caña de azúcar que representa el 58.94% del área total de la finca, El bosque manglar representa el 34.67%, Pastos cultivados el 3.63% y las actividades de reforestación con diferentes especies entre las cuales están especies de mangle y eucalipto que conforman en 2.75% del total.

3.3.5 SERVICIO 5 Elaboración de la propuesta de áreas de restauración con mangle en el municipio de La Gomera, Escuintla.

El ecosistema manglar presenta múltiples beneficios ambientales, sociales y económicos. Según Trópico verde (2006)⁶, en Guatemala los estresores del ecosistema manglar son de origen humano, principalmente, los relacionados con los cambios de uso de la tierra. El grado de la degradación dependerá del tipo de estresores y la permanencia de éstos⁷. Previo a este ejercicio, se detectó con ayuda de imágenes raster (fotografías aéreas) aquellas áreas donde la cobertura vegetal fue disminuyendo notoriamente. Estas áreas fueron consideradas como “degradadas”. Partiendo de esta información, se continuará con el ejercicio de caracterización y tipificación de áreas a escala local, para lograr la delimitación a detalle de áreas potenciales para la restauración ecológica. Posteriormente se convocará a las instituciones locales y regionales para validar dicho mapa y buscar lineamientos de acción, tanto de investigación como de implementación. Como parte del EPS crearon bases para dirigir dicha actividad.

3.3.5.1 OBJETIVOS

a. General

Elaborar un mapa de propuesta de áreas potenciales para la restauración con mangle, para el Municipio de la Gomera, Escuintla.

⁶Trópico verde 2006. El manglar sigue amenazado. http://www.tropicoverde.org/Proyecto_TV/doc_pdf/Boletin%20El%20Manglar.pdf

⁷ Principios de SER (Society for Ecological Restoration International) 2004 www.ser.org

3.3.5.2 METODOLOGÍA

Se colocaron puntos de control en las fotografías utilizadas de Google Earth 2011, dentro del perímetro del municipio de La Gomera, Escuintla. Cada fotografía en formato JPG fue convertida a formato tif para ser cargadas en el ArcGis y posteriormente todas ellas fueron georeferenciadas.

Gracias a este procedimiento, se logró interpretar las fotografías de Google Earth 2011 y crear un shapefile de las áreas degradadas a la fecha. Los criterios utilizados para la digitalización de las áreas potenciales para restauración son:

- Aquellas áreas donde existió mangle
- Áreas afectadas por incendios o cortas ilegales

3.3.5.3 RESULTADO

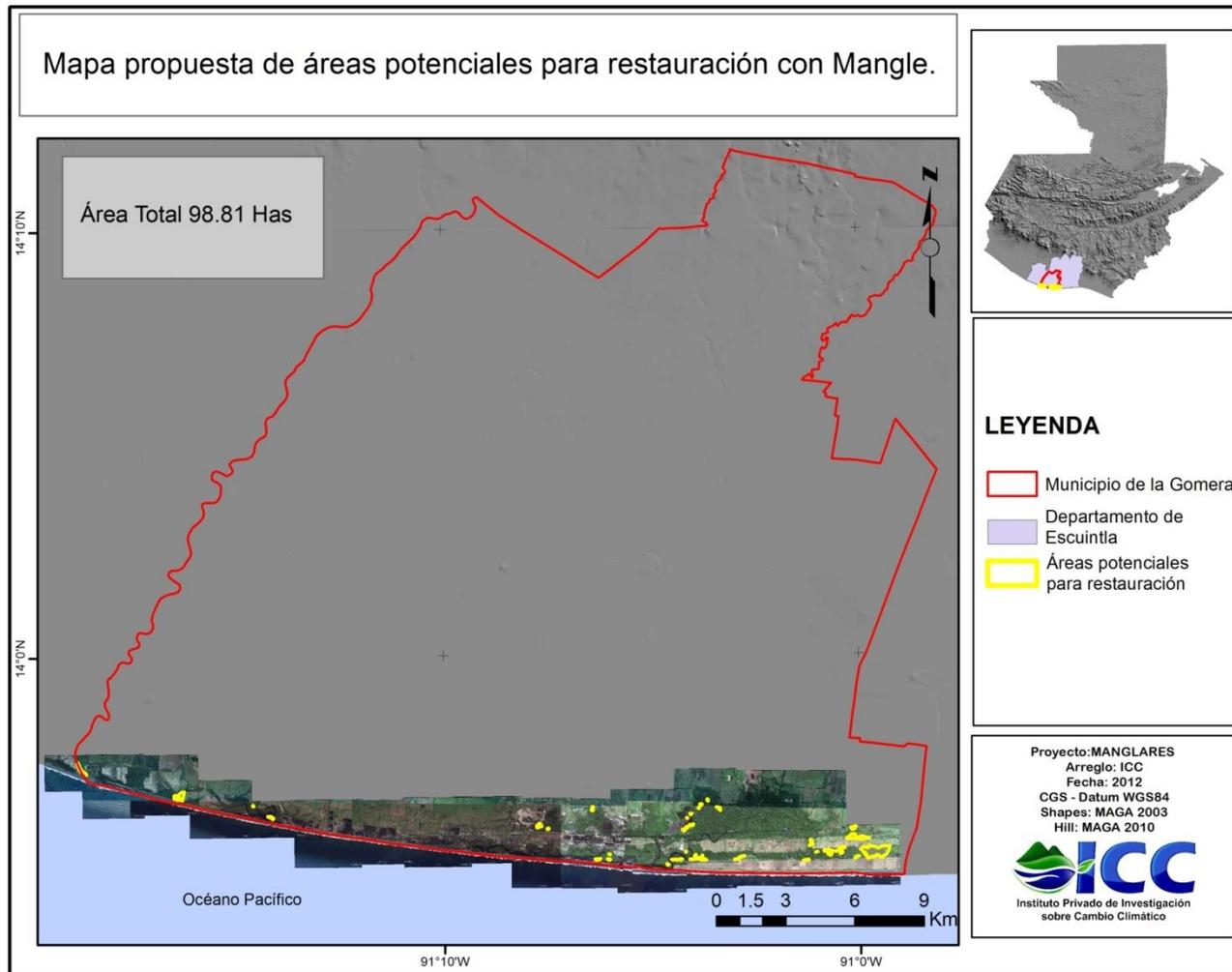


Figura 60 Mapa propuesta de áreas potenciales para restauración.

3.3.5.4 CONCLUSIÓN

- Se logró elaborar un mapa propuesta de áreas potenciales para la restauración con mangle, para el municipio de la Gomera, Escuintla. El total de áreas identificadas donde considera que se perdió cobertura del bosque manglar es de aproximadamente 98 Has. Esta primera fase será utilizada para la verificación en campo de las condiciones de degradación y futuros planes de restauración.

3.3.6 SERVICIO 6 Digitalización del mapa de cobertura y uso del departamento de Suchitepéquez 2011.

En apoyo a la actualización del mapa de cobertura y uso del Departamento de Suchitepéquez, como parte de compromisos institucionales entre el Instituto de Investigación sobre Cambio Climático ICC y el departamento del Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo (UPGGR). Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). Los cuales proporcionaron los requerimientos mínimos para realizar el trabajo. Esta actividad será la base para los talleres de validación de acuerdo a las actividades de trabajo, el ICC trabajo como prioridad la digitalización a detalle de la zona cañera.

3.3.6.1 OBJETIVO

- Actualizar la capa de cobertura y uso 2011 del departamento de Suchitepéquez

3.3.6.2 METODOLOGÍA

a. Materiales

- El material necesario para detallar la cobertura vegetal y uso de la tierra al año 2008, del o los departamentos correspondientes, es el siguiente:
- Capa de ocupación del suelo -OCS- derivada de la Base Cartográfica Nacional 1:50,000 y editada a nivel nacional por el Laboratorio SIG-MAGA 2008;
- Ortofotos RGB a nivel nacional en formato comprimido *.ecw elaborado en el Laboratorio SIG-MAGA
- Mosaico de imágenes de hojas cartográficas en formato *.ecw editado en el Laboratorio SIG-MAGA
- Mosaicos de imágenes ASTER al año 2010
- Capa de cobertura y uso de la tierra año 2003
- Leyenda Corine Land Cover adaptada a Guatemala
- Capa de caña de azúcar 2008 (proporcionada por el departamento de SIG de CENGICAÑA)
- El material ha sido proporcionado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), a través de la Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo (UPGGR).
- Computadora (Proporcionada por la oficina del ICC) con licencia de Arc gis

b. Digitalización a detalle para la obtención de la capa PRE-USOT-2010 del Departamento de Suchitepéquez

Se efectuaron las delineaciones de la cobertura vegetal y los usos de la tierra, tomando como referencia la capa OCS actualizada al año 2008 y la que ha sido editada a nivel nacional en el Laboratorio SIG-MAGA.

Con la referencia de las delineaciones que ofrece la capa de OCS 2008 y sobre las ortofotos del año 2006, se procedió a visualizar en pantalla acercamientos a escalas 1:10,000 y 1:15,000 que permitieron establecer las diferencias entre los usos (principalmente textura y color). Una vez identificadas las diferencias, se realizó otro acercamiento a 1:5,000 para efectuar la digitalización de la unión o separación entre coberturas vegetales o usos de la

tierra similares o diferentes, mismas que se codificaron en base a la Leyenda Corine Land Cover. Como elementos de apoyo para definir las diferentes categorías de cobertura vegetal y usos de la tierra, se cuenta con la capa a escala 1:50,000 del año 2003, así como el mosaico de imágenes de las hojas cartográficas 1:50,000 del año 2008 elaborado en el Laboratorio SIG-MAGA.

c. Revisiones

Se llevaron a cabo revisiones por parte del Coordinador del Programa de Investigación en Clima e Hidrología y el encargado del departamento de SIG del Instituto Privado de Investigación de Cambio Climático (ICC). Se realizaron las respectivas correcciones. Posteriormente fue revisado por actores de la Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo (UPGGR) y se incorporaron sus observaciones a las correcciones finales.

3.3.6.3 RESULTADOS

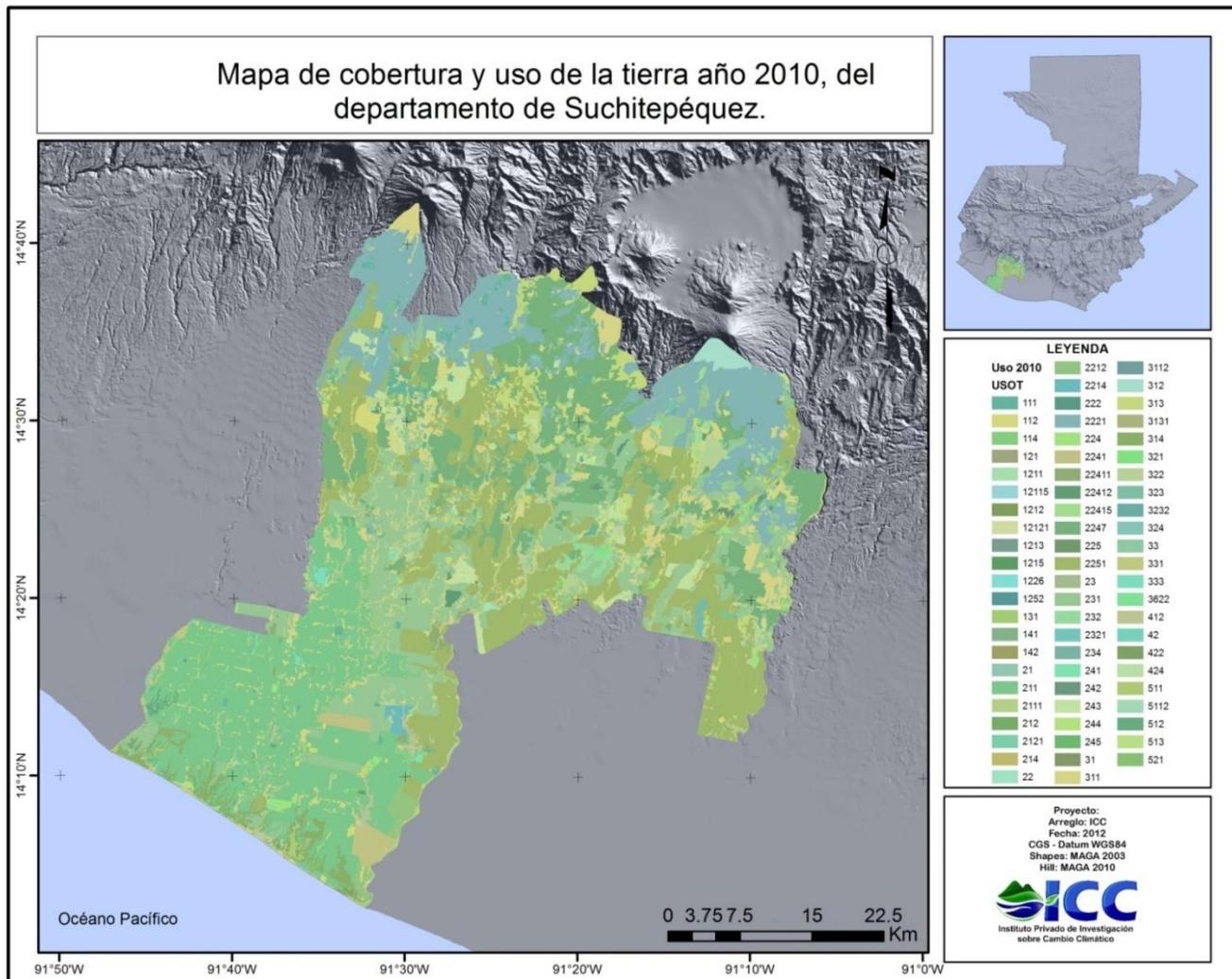


Figura 61 Mapa de cobertura y uso de la tierra año 2010, del departamento de Suchitepéquez.

3.3.6.4 CONCLUSIÓN

- Se logró realizar la actualización de la capa de cobertura y uso 2,011 del departamento de Suchitepéquez, en apoyo a los compromisos del ICC con el departamento de Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo (UPGGR), MAGA. Esta versión fue utilizada para la realización de talleres de validación que serán publicados por la UPGGR.

3.3.6.5 BIBLIOGRAFÍAS GENERALES

1. INAB (Instituto Nacional de Bosques, Junta Directiva, GT). 1997. Ley forestal y su reglamento. Guatemala. 77 p.
2. Sánchez-Páez, H; Ulloa-Delgado, GA; Álvarez-León, R. 2000. Hacia la recuperación de los manglares del Caribe de Colombia. Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. 237 p.
3. SER International (Society for Ecological Restoration, Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas, US). 2004. Principios de SER Internacional sobre la restauración ecológica (on line). Trad. Por Carolina Murcia. Consultado 20 oct 2012. Disponible <http://ns.ser.org/content/spanishprimer.asp>
4. Tovilla, C; Ovalle F; Prensa, J De la; Gonzales, D. 2009. Inventario y monitoreo del estado de los bosques de manglar de Chiapas Oaxaca. México, ECOSUR. 89 p.
5. Universidad Rafael Landívar, GT. 2006. Síntesis del perfil ambiental de Guatemala. Guatemala, ServiPrensa. 114 p.