

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS**

**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)**



**INGENIERO AGRÓNOMO
EN
RECURSOS NATURALES RENOVABLES
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO**

GUATEMALA, AGOSTO DE 2000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Ing. Agr. EFRAÍN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO

Ing. Agr. EDGAR OSWALDO FRANCO RIVERA

VOCAL I

Ing. Agr. WALTER ESTUARDO GARCÍA TELLO

VOCAL II

Ing. Agr. WILLIAM ROBERTO ESCOBAR LÓPEZ

VOCAL III

Ing. Agr. ALEJANDRO ARNOLDO HERNÁNDEZ FIGUEROA

VOCAL IV

M.E.P.U. JACOBO BOLVITO RAMOS

VOCAL V

Br. JOSÉ BALDOMERO SANDOVAL ARRIAZA

SECRETARIO

Ing. Agr. EDIL RENÉ RODRÍGUEZ QUEZADA

Guatemala, agosto de 2000.

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

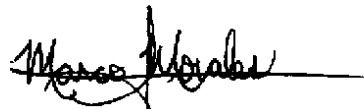
Señores miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración, el trabajo de tesis titulado:

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).

Presentado como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado.

Atentamente,



Marco Vinicio Morales de la Cruz

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

Gracias Padre Bueno por la vida y por todas esas cosas en las que descubro tu Divina Providencia. Procuraré caminar siempre adelante y arriba para un día poder estar contigo.

NUESTRA MADRE

Gracias Virgencita María, por ser nuestro modelo y auxilio, porque así, en el silencio, nos acompañas y nos brindas tu amor de madre.

MIS PADRES

Gracias por todo lo que han hecho de mi. Que el Señor les bendiga y les guarde que haga resplandecer su faz sobre ustedes y les otorgue su gracia, que vuelva hacia ustedes sus ojos misericordiosos y les brinde su paz.

DON BOSCO .

Gracias Padre y Maestro de la Juventud, porque con tu amistad me has enseñado el camino del buen cristiano y del honrado ciudadano.

JUAN PABLO II

Gracias a ti "Papa joven" por tu ejemplo de fortaleza y entrega a Dios, y porque con tu rostro de bondad me has recordado que la santidad consiste en estar siempre alegres.

TESIS QUE DEDICO

A:

DIOS

Gracias por ese inmenso amor que nos tienes y que nos muestras en la naturaleza, en la gente y en todo aquello que lleva tu soplo de vida.

MIS PADRES

Papa Milo y Mama Pelan, porque hoy esta realidad es posible gracias a ustedes.

MI HERMANA

Gracias Mariña por tu ejemplo de madurez y fortaleza. Cuida mucho a Arturo.

MI SOBRINITO

Emilio Javier deseando que en tu vida encuentres a Dios y le sigas.

MI FAMILIA

Familias Alfaro Uclés, Méndez Alfaro, Navas, De León y Chuy por su cariño, apoyo y sincera compañía.

MIS ABUELITOS

Esperando que todos gocen de la presencia de Dios. En especial a 'mamita' como muestra del amor que le profeso.

MIS MEJORES AMIGOS

Por compartir todos esos momentos de mi formación. Del colegio Don Bosco, en especial a Jorge Nolasco, Jaime, Charly, Aguilar, Mosco, Walter, Figue, Rómulo Gallegos, Mario Ríos y Juan Carlos Flores. De la Facultad de Agronomía, en especial a Yves, Mario López, Chendy, Gustavo Jacinto, Estuardo Lira y Ana Mercedes. De EPJ, en especial a mi ECO (Gustavo, Carlos, Richard, Raúl, Guille, Giovanni, Víctor, Marco, Juanjo), al Equipo 97 y de Acoplamiento 102. De Proyecto Manglares, en especial a don Marco Tulio y a José Luis. Y a los amigos de siempre, en especial a Paola, Pitín, Armando González y los buenos 'plumas'.

MIS SEGUNDOS
HOGARES

Colegio Marisol, colegio Salesiano Don Bosco y Facultad de Agronomía de la USAC.

AMIGOS DE
'EL GUAYABO'

Gracias por su cariño de familia y por toda su ayuda en el final de mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTOS

A:

MIS EDUCADORES

Gracias por compartir conmigo sus conocimientos y hacerlo de esa forma memorable. Señoritas Rosita, Vilma, Eva y María Teresa. Salesianos: Cruz Munguía, Antonio Rodenas, Carlos Cabrera, Jorge Nolasco, Herminio Paniagua, Mario Ríos, Mario Castillo, Julio Gómez, Gervazio Acomazzi (Q.E.P.D.), Fernando Soler, Rómulo Gallegos. Universitarios: César Castañeda, Negli Gallardo, María Eugenia Wholers, Luis Ortíz (Q.E.P.D.) y Hugo Tobías.

MI ASESOR DE TESIS

Ingeniero Hugo Tobías porque con toda disponibilidad y altruismo ha sabido guiarme y enseñarme a investigar con criterio.

COLABORADORES DE LA TESIS

Ing. Guillermo Santos, por su apoyo en el trabajo de edición de mapas. Dr. Jorge Jiménez e Ing. Negli Gallardo, por sus aportes para esta tesis.

PROYECTO MANGLARES

En especial a José Luis González y Marco Tulio Martínez por su invaluable apoyo en campo y amistad para conmigo. Dante Batres y Blanca Aragón, por su apoyo.

MI PUEBLO DE GUATEMALA

Gracias por la oportunidad que me ha dado de estudiar en la "U". Hoy procuraré servirles con todas mis fuerzas.

El "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)", fue desarrollado con el apoyo del Proyecto "Aprovechamiento sostenible de los recursos asociados a los manglares del Pacífico de Guatemala" INAB-UICN-UE. La información generada es propiedad de las instituciones que conforman este proyecto y se publica con autorización de las mismas.



ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
Índice de cuadros	iv
Índice de figuras	v
RESUMEN	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3. MARCO TEÓRICO	3
3.1 MARCO CONCEPTUAL	3
3.1.1 Definición de los manglares	3
3.1.2 Composición florística	4
3.1.3 Aspectos taxonómicos de los manglares	4
3.1.4 Distribución geográfica de los manglares en el mundo	5
3.1.5 Ecología de los manglares	5
3.1.5.1 Clima	6
3.1.5.2 Factores edáficos	8
3.1.6 Adaptaciones de los manglares a su ambiente	17
3.1.7 Vegetación de los manglares	18
3.1.7.1 Zonificación del manglar	18
3.1.7.2 Clasificación de las comunidades de mangle	19
3.1.8 Funciones ecológicas del manglar	22
3.1.8.1 En cuanto a recursos pesqueros	22
3.1.8.2 Productividad	22
3.1.8.3 Estabilización de la zona costera	23
3.1.8.4 Prevención de la contaminación	23
3.1.8.5 Ecoturismo	23
3.1.8.6 Producción de miel	23
3.1.9 Aspectos socioeconómicos del manglar	24
3.1.9.1 Uso del mangle	24
3.1.10 Problemática de los manglares del Pacífico	25
3.1.11 Utilización de fotografía aérea en los manglares	27
3.1.11.1 Características técnicas de la fotografía aérea	27
3.1.11.2 Métodos de fotointerpretación	28
3.1.11.3 Aplicación de la fotografía aérea a las áreas de manglar	29
3.2 MARCO REFERENCIAL	31
3.2.1 Aspectos biofísicos del área	31
3.2.1.1 Descripción general de las costas del Pacífico guatemalteco	31
3.2.1.2 Características generales del área de estudio	31
3.2.1.3 Los manglares de la costa del Pacífico guatemalteco	38
3.2.2 Antecedentes de estudios en el área	44
4. OBJETIVOS	46
4.1 GENERAL	46
4.2 ESPECÍFICOS	46
5. METODOLOGÍA	47
5.1 ACTIVIDADES DESARROLLADAS	47
5.1.1 Primera fase de gabinete	47
5.1.1.1 Revisión y análisis de información del área	47
5.1.1.2 Elaboración de mapa base	47

5.1.1.3 Elaboración de mapas preliminares	47
5.1.2 Primera fase de campo	48
5.1.2.1 Reconocimiento preliminar del área de estudio	48
5.1.2.2 Comprobación de información biofísica recabada	49
5.1.3 Segunda fase de gabinete	50
5.1.3.1 Mapas corregidos	50
5.1.3.2 Trabajo de mapas en Sistemas de Información Geográfica (SIG)	50
5.1.3.3 Planificación de segunda fase de campo	55
5.1.4 Segunda fase de campo	55
5.1.4.1 Muestreo de suelo en unidades	55
5.1.4.2 Muestreo de agua	55
5.1.5 Fase de laboratorio	57
5.1.5.1 Análisis de agua	57
5.1.5.2 Análisis de suelo	57
5.1.6 Fase final de gabinete	59
5.1.6.1 Edición final de mapas con el auxilio del módulo Corel Draw versión 5.0 ©	59
5.1.6.2 Análisis de información recabada	59
5.1.6.3 Elaboración y presentación final del estudio	61
5.2 SÍNTESIS DEL PROCESO	61
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	62
6.1 FISIOGRAFÍA	62
6.1.1 Playa de mar	62
6.1.2 Duna costera	62
6.1.3 Depresión	62
6.1.4 Terraza 1 y terraza 2	64
6.1.5 Terraza 3	64
6.2 HIDROGRAFÍA	65
6.2.1 Río María Linda	65
6.2.2 Zanjón El Chile	67
6.2.3 Laguneta Majagüal	67
6.2.4 Océano Pacífico y boca barra de Iztapa	68
6.2.5 Canal Magarín y vericuetes	68
6.2.6 Laguna El Pimiento y sistema de lagunas	69
6.2.7 Zanjón El Tercerón	70
6.2.8 Canal de la Zona Doce	70
6.2.9 Canal de Chiquimulilla	70
6.3 ANÁLISIS DE LA SALINIDAD DE CUERPOS DE AGUA	71
6.3.1 Boca barra de Iztapa	74
6.3.2 Las Morenas (río María Linda)	74
6.3.3 Canal de Chiquimulilla	74
6.3.4 Canal de la Zona Doce	75
6.4 USO DE LA TIERRA	76
6.4.1 Centros poblados	76
6.4.2 Cuerpos de agua	78
6.4.3 Tierras con cultivos anuales	78
6.4.4 Tierras con pastos naturales	79
6.4.5 Industria/infraestructura	79
6.4.6 Tierras con bosque de manglar	79

6.4.7 Tierras con bosque latifoliado no adaptado a condiciones de salinidad	80
6.4.8 Pantano/tular	81
6.4.9 Arena de mar	81
6.5 UNIDADES POR CLASE DE MANGLE	82
6.5.1 Unidad de mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i> L.)	84
6.5.2 Unidad de mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i> Gaertn.)	84
6.5.3 Unidad de mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i> L.) y mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i> Gaertn.)	85
6.5.4 Unidad de mangle negro (<i>Avicennia germinans</i> (L.)L.) y mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i> Gaertn.)	86
6.5.5 Unidad de mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i> L.), mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i> Gaertn.) y pumpo (<i>Pachira acuatica</i> Aubl.)	86
6.6 DESCRIPCIÓN DE UNIDADES CON DIFERENTE COMPORTAMIENTO DE FISIOGRAFÍA, HIDROGRAFÍA Y COBERTURA DE MANGLE	87
6.7 ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO DE UNIDADES CON DISTINTOS COMPORTAMIENTO DE FISIOGRAFÍA, HIDROGRAFÍA Y COBERTURA DE MANGLE	91
6.7.1 Características físicas del suelo del manglar	92
6.7.1.1 Unidades de mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i> L.)	92
6.7.1.2 Unidades de mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i> Gaertn.)	93
6.7.1.3 Unidades mixtas	95
6.7.2 Características químicas del suelo del manglar	97
6.7.2.1 Unidades de mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i> L.)	98
6.7.2.2 Unidades de mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i> Gaertn.)	100
6.7.2.3 Unidades mixtas	103
6.8 ANÁLISIS DE LA COBERTURA DE MANGLAR EN LA ZONA EN DISTINTAS ÉPOCAS	107
6.8.1 Período de 1954 a 1985	107
6.8.2 Período de 1985 a 1999	111
6.9 SÍNTESIS DE LOS FACTORES QUE DETERMINAN LA POBLACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL MANGLAR DEL ÁREA DE ESTUDIO	115
6.9.1 Mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i> L.)	115
6.9.1.1 Superficie ocupada y ubicación	115
6.9.1.2 Características físicas del suelo	115
6.9.1.3 Características químicas del suelo	115
6.9.1.4 Usos detectados	116
6.9.1.5 Peligros detectados para la especie	116
6.9.2 Mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i> Gaertn.)	116
6.9.2.1 Superficie ocupada y ubicación	116
6.9.2.2 Características físicas del suelo	117
6.9.2.3 Características químicas del suelo	117
6.9.2.4 Usos detectados	118
6.9.2.5 Peligros detectados para la especie	118
6.9.3 Mangle negro (<i>Avicennia germinans</i> (L.)L.)	119
6.9.3.1 Superficie ocupada y ubicación	119
6.9.3.2 Características físicas del suelo	119
6.9.3.3 Características químicas del suelo	119
6.9.3.4 Usos detectados	119
6.9.3.5 Peligros detectados para la especie	119

7. CONCLUSIONES	120
8. RECOMENDACIONES	121
8.1 GENERALES	121
8.2 ESPECÍFICAS	121
9. BIBLIOGRAFÍA	122

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
1	Localización geográfica y características generales de las comunidades ubicadas en el área de estudio	32
2	Datos de precipitación pluvial [mm] para el área de estudio, de enero a diciembre de 1999.	35
3	Metodología para el análisis de factores de las muestras de suelo y agua	58
4	Valores de conductividad eléctrica [microSiemens/cm] para los puntos de los cuerpos de agua muestreados en la zona de estudio en los meses de septiembre a noviembre de 1999.	72
5	Clasificación del uso de la tierra del área de estudio, año 1999.	76
6	Características generales de las "unidades por clase de mangle", año 1999.	82
7	Características fisiográficas, hidrográficas y de cobertura de mangle, de las unidades del área de estudio, año 1999.	87
8	Características físicas del suelo de las unidades de mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i> L.)	92
9	Características físicas del suelo de las unidades de mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i> Gaertn.)	93
10	Características físicas del suelo de las unidades mixtas de manglar	95
11	Valores de salinidad intersticial y salinidad del suelo de las unidades de mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i> L.)	98
12	Características químicas del suelo de las unidades de mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i> L.)	99
13	Valores de salinidad intersticial y salinidad del suelo de las unidades de mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i> Gaertn.)	100
14	Características químicas del suelo de las unidades de mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i> Gaertn.)	102
15	Valores de salinidad intersticial y salinidad del suelo de las unidades mixtas de manglar	103
16	Características químicas del suelo de las unidades mixtas de manglar	105
17	Cobertura de manglar para la zona comprendida entre Puerto Viejo (Iztapa, Escuintla) y Zunzo (Taxisco, Santa Rosa), para los años 1954, 1985 y 1999	107

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
1	Ubicación del área de estudio.	33
2	Gráfico del comportamiento de la precipitación pluvial [mm] para el año 1999.	35
3	Comportamiento estacional de la altura de la lámina de agua en el Canal de Chiquimulilla.	36
4	Fisiografía del área comprendida entre Puerto Viejo (Iztapa, Escuintla) y Zunzo (Taxisco, Santa Rosa).	63
5	Hidrografía del área comprendida entre Puerto Viejo (Iztapa, Escuintla) y Zunzo (Taxisco, Santa Rosa).	66
6	Comportamiento de los valores de conductividad eléctrica para los puntos de los cuerpos de agua muestreados en la zona, en los meses de septiembre a noviembre de 1999.	72
7	Ubicación de los cuerpos de agua muestreados para análisis de salinidad.	73
8	Uso de la tierra año 1999.	77
9	Unidades por clase de mangle, año 1999.	83
10	Unidades con diferente comportamiento de fisiografía, hidrografía y cobertura de mangle	88
11	Gráficos de distribución de partículas del suelo a diferentes profundidades, Unidades de mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i> L.)	92
12	Gráficos de distribución de partículas del suelo a diferentes profundidades, Unidades de mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i> Gaertn.)	94
13	Gráficos de distribución de partículas del suelo a diferentes profundidades, Unidades mixtas de mangle	96
14	Gráfico de variación de la superficie de cobertura de mangle respecto al tiempo	107
15	Cobertura de manglar de 1954	108
16	Cobertura de manglar de 1985	109
17	Cobertura de manglar de 1999	112

**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).
Study of some factors that determine the population and distribution of mangrove in the area between Puerto Viejo (Iztapa, Escuintla) and Zunzo (Taxisco, Santa Rosa).**

RESUMEN

Esta investigación surge ante la necesidad de la información actualizada e integrada, en tiempo y espacio, indispensable como fundamento de estrategias de preservación del manglar. Así se trabajó en la determinación de las condiciones naturales, especialmente de agua y suelo, presentes en áreas con diferente comportamiento de cobertura arbórea de mangle, fisiografía e hidrografía y en el análisis histórico de la cobertura de manglar del área. El trabajo contó con el apoyo del "Programa Centroamericano para el aprovechamiento sostenible de los recursos asociados a los manglares del Pacífico Guatemalteco".

La investigación tuvo como primer paso el reconocimiento preliminar, en puntos estratégicos del área de estudio (superficie aproximada de 42 km²). Posteriormente, para el estudio hidrológico y edáfico del manglar, se realizó la fotointerpretación de material aerofotográfico para la creación de mapas temáticos preliminares, y después de revisados con una comprobación de campo, se digitalizaron con el apoyo de "sistemas de información geográfico (SIG)". Con ese trabajo se crearon unidades para el muestreo de suelo y agua intersticial del suelo, en función de la fisiografía, hidrografía y cobertura de mangle, y se señalaron los puntos de muestreo de cuerpos de agua.

El muestreo del suelo y agua del suelo del manglar se realizó, en cada unidad cartográfica. El muestreo de agua se realizó en aquellos cuerpos con influencia más directa sobre el manglar. El análisis de las muestras abarcó: a) Salinidad de cuerpos de agua y agua intersticial. b) Análisis fisicoquímico para suelo. Con el apoyo de SIG, se generaron los mapas siguientes a escala 1:60,000: Fisiografía, Hidrografía, Uso de la tierra año 1999, Unidades por clase de mangle, Unidades de muestreo, Cobertura de mangle de los años 1954, 1985 y 1999. Tomando como base estos mapas y con la información de campo y de gabinete generada, se analizó cada variable por separado y luego en conjunto, siempre con referencia en el manglar.

En el área de estudio, según análisis de *fisiografía*, existen seis unidades que son: playa de mar, duna costera, depresión y tres terrazas de inundación. Al analizar la *hidrografía* del área se observa que destacan los siguientes cuerpos de agua: Océano Pacífico, Río María Linda, Canal de Chiquimulilla y Canal de la Zona Doce. Existen para 1999, nueve categorías de *uso de la tierra* de la zona, entre las que sobresalen: tierras con bosque de mangle; tierras con pastos naturales; tierras con cultivos anuales; pantano/tular. Existe un gradiente de variación horizontal de la salinidad hacia adentro del canal de Chiquimulilla, lo que determina en gran medida, el intercambio de sales con el manglar.

La superficie de tierras con bosque de manglar, para 1999, es de 854.54 hectáreas. Cada una de las especies de mangle del área se ubican de la siguiente forma: El mangle rojo (*Rhizophora mangle*) está distribuido en la zona externa asociada a canal. El mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) es la especie arbórea más distribuida dentro del manglar y su presencia está más ligada a zonas con menor dinámica de flujo por mareas que la zonas externas del manglar. El mangle negro (*Avicennia germinans*) está ubicado en el borde interno del bosque.

Para el área de estudio el mangle rojo (*R. mangle*) crece en suelos profundos de drenaje regular y que tienen gran dinámica química. El mangle blanco (*L. racemosa*), a diferencia del mangle rojo no crece en un determinado tipo de suelo, al contrario crece en una amplia variedad de condiciones físicas y químicas del mismo. El mangle negro (*A. germinans*) por su parte crece en un suelo de mucho drenaje y aireación pero con poca dinámica química.

El análisis histórico de la cobertura de manglar refleja la pérdida de 737.46 hectáreas de mangle de 1954 a 1999, a una tasa de pérdida de 16.39 ha/año. Las causas de la reducción de superficie de mangle tienen que ver con el uso sustitutivo del mismo ante el avance de la frontera agropecuaria y en menor grado a la industria de cultivo de camarón; asimismo el uso extractivo del recurso ha ejercido una fuerte presión sobre el mismo, para satisfacer la demanda de madera para fines domésticos, agropecuarios e industriales, entre otros. La disminución de la cobertura de mangle es más evidente en zonas cercanas a centros poblados que en áreas despobladas, siendo esto una muestra del papel del hombre sobre este ecosistema.

1. INTRODUCCIÓN

El manglar es un recurso natural de la zona costera que se encuentra distribuido en la faja climática comprendida entre los trópicos de Cáncer y de Capricornio. A nivel nacional, este ecosistema está presente en las costas del Pacífico y del Atlántico, pero mostrando mayor diversidad en el Pacífico.

El manglar tiene mucha importancia en la prevención de contaminación, estabilización de la zona costera, inicio de la cadena alimenticia de recursos pesqueros, fuente de ecoturismo, producción de madera, entre otros. Al crecer, la civilización ha aumentado el uso de áreas costeras tropicales del mundo con fines de expansión urbanística, industrial y turística. Así, el manglar, pese a sus múltiples funciones ecológicas y socioeconómicas, es un ecosistema que corre peligro.

En Centroamérica, esta tendencia de explotación del recurso es especialmente marcada, en el litoral del Pacífico. En zonas de mangle del Pacífico guatemalteco personas de comunidades aledañas utilizan el recurso (sin técnica ni control alguno) para satisfacer las necesidades de construcción, de leña, usos industriales o en el avance de la frontera agropecuaria. Tal problemática debe afrontarse (como señalan FAO (21) y Jiménez (31)) con estrategias de manejo, basadas en criterios surgidos del conocimiento integral del ecosistema.

De mucho interés local, pero de un gran potencial nacional, es el manglar de la zona comprendida entre Puerto Viejo (del municipio de Iztapa, Escuintla) y Zunzo (del municipio de Taxisco, Santa Rosa), claro ejemplo de la explotación del recurso en el país. Por ello, con el apoyo de Proyecto Manglares (INAB/UE/UICN), se realiza esta investigación para aportar información cuantitativa y cualitativa (la situación actual del manglar, las condiciones naturales de influencia sobre el mismo —especialmente hidrológicas y edáficas— y el comportamiento de la cobertura a través del tiempo), como base del establecimiento de estrategias de conservación y manejo del recurso y para sentar un precedente para futuras actividades a favor de la preservación del mangle.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Resulta difícil comprender el peligro creciente que corren los manglares a nivel mundial, así como a nivel nacional, si se tiene en mente su importancia ecológica (en cuanto a recursos pesqueros, prevención de contaminación, estabilización de la zona costera, etc.) y socioeconómica (ecoturismo, producción de madera, etc.). Por ello la problemática del manglar debe entenderse pensando un poco en el desorden de ocupación territorial en Guatemala y en las condiciones socioeconómicas de pobladores de zonas aledañas al ecosistema, que en su demanda del recurso o de las tierras que éste ocupa, han ejercido una fuerte presión sobre el mismo.

Ante la presión sobre el manglar, autores como FAO (21), Jiménez (31) y Suman (63) coinciden en señalar la necesidad de estrategias de manejo de los manglares, basadas en criterios surgidos del conocimiento integral del ecosistema, entre ellos, la información de análisis histórico del uso del recurso y variables ecológicas como la distribución y extensión de las áreas de manglar, la composición del bosque y factores ecológicos que condicionan la dinámica de los manglares.

Dentro de los manglares del Pacífico guatemalteco, la parte central del litoral, en los departamentos de Escuintla y Santa Rosa, se encuentra sometida a una gran presión de uso, puesto que se localizan centros de desarrollo socioeconómico (comercio), como los puertos Quetzal y San José. Además, el área es un importante espacio que sufre alta extracción del recurso y la demanda de turismo y recreación por pobladores de diversas zonas del país.

Dada la fuerte explotación del manglar comprendido entre Puerto Viejo y Zunzo, y ante la escasez de información actualizada e integrada en tiempo y espacio, es indispensable obtener la información cuantitativa y cualitativa (la situación actual del manglar, las condiciones naturales de influencia sobre el mismo (especialmente hidrológicas y edáficas) y el comportamiento de la cobertura a través del tiempo), para establecer una estrategia de preservación y manejo del recurso y sentar un precedente para futuras actividades a favor de la conservación del mangle.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 DEFINICIÓN DE LOS MANGLARES

Existen muchos textos que proporcionan la definición del término mangle. Estas formaciones vegetales han sido descritas de diversas formas como "terrenos costeros arbolados", "bosques de marismas" y "manglar" (FAO (17)).

El término *mangle*, dice Dawes (14), deriva de una combinación de la palabra portuguesa árbol ("mangue") y la palabra inglesa utilizada para referirse a una zona de árboles ("arboleda"); así, continúa el autor (14), dicho término es ecológico y se utiliza para incluir los arbustos y árboles (dicotiledóneas y monocotiledóneas) que viven en las zonas intermareal y submareal somera de las marismas de marea tropicales y subtropicales. "Un bosque de mangle se conoce como *manglar*" (14).

FAO (17), por su parte, dice que los manglares son formaciones vegetales litorales características de las zonas costeras, tropicales y subtropicales, abrigadas que se desarrollan por debajo del nivel de pleamar de las mareas vivas. Las adaptaciones de este tipo de bosque, como señalan Cintrón y Schaeffer (11), les permiten vivir en terrenos inundados, donde se mezcla el agua dulce con el agua salada.

A diferencia del idioma inglés (en donde sólo existe el término inglés *mangle*, con dos sentidos, uno plural y otro singular), en el idioma español existen dos términos que se refieren a conceptos distintos, de ellos, "mangle" y "manglar", es necesario indicar la diferencia. Dawes(14) indica que el término *mangle* que se aplica para designar árboles y arbustos individuales y el término *manglar* se refiere a la comunidad de estos árboles; sin embargo coincide con Barth (4), al señalar que se suele usar el término mangle indistintamente pues el sentido queda claro en el contexto.

Haciendo referencia a la región centroamericana, Suman (63) dice que "el manglar es un bosque que marca la transición entre mar y tierra y conforma la zona costera en muchas regiones de la Costa Pacífica y Atlántica de América Central".

3.1.2 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

Barth (4), FAO (17) y Jiménez (30) indican que la vegetación del manglar está compuesta por una mezcla de árboles, helechos y lianas adaptadas al ambiente del manglar y que se diferencian de los bosques de tierra firme porque ciertas especies se mezclan prácticamente sin distinción en áreas extensas (este hecho hace difícil dibujar el borde entre el mangle y comunidades vegetales cercanas).

No obstante, FAO (17) y Dawes (14) señalan que en el ambiente de manglar existe una pobreza relativa de especies, debido a las condiciones peculiares de su existencia en fango salino y con inundación frecuente con agua de mar.

En el continente Americano, la formación de manglares está compuesta por cinco géneros principales y sus especies respectivas: *Rhizophora* (con tres especies), *Avicennia* (con cuatro especies), *Laguncularia* (con una especie), *Conocarpus* (con una especie) y *Pelliceria* (con una especie) (21).

"La flora de los manglares del Pacífico Centroamericano está compuesta principalmente por árboles del género *Rhizophora* (Rhizophoraceae). Se ha reportado la existencia de *R. mangle* L., *R. racemosa* G.F.W. Meyer y *R. harrisonii* . . . el género *Avicennia* (Avicenniaceae) está representada por *A. bicolor* que domina en áreas de estación seca con alta escurrentía, y por *A. germinans* que es más abundante en áreas de suelos con alta salinidad. En áreas lluviosas, *A. germinans* es la única especie de este género. *Laguncularia racemosa* Gaertn. y *Conocarpus erecta* L. (Combretaceae) están presentes en la mayoría de los sitios, aunque no en forma abundante" (Jiménez (30)).

3.1.3 ASPECTOS TAXONÓMICOS DE LOS MANGLARES

Según Arrecis (1), a pesar de la gran cantidad de estudios florísticos sobre los manglares, el total de las especies que componen su vegetación es controversial. Como señala FAO (17), diversos autores, en función del concepto de manglares y de la definición de su hábitat, han señalado números de especies que varían de forma importante. En función de esto, Jiménez y Soto (34) han dicho que los criterios empleados en la definición y delimitación de los hábitats de manglar se deben normalizar.

De los documentos consultados, fue el de Dawes (14) el que contenía un número aproximado de especies en el mundo, señalando únicamente que "el mayor número de especies de mangle está al sudeste de Asia (65 especies), mientras que casi 11 especies se encuentran en América y el Caribe".

3.1.4 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LOS MANGLARES EN EL MUNDO

La distribución geográfica mundial de los manglares, como indican FAO (17) y Pannier & Pannier (48), está enmarcada por la faja climática comprendida entre los trópicos de Cáncer y de Capricornio, es decir, que esta distribución general corresponde a la de los bosques tropicales, pero extendiéndose más hacia el norte y el sur del Ecuador, y, a veces, más allá de los trópicos, aunque de forma reducida; este desplazamiento del área de trópicos se ha atribuido a la incidencia de las corrientes oceánicas sobre el clima costero continental. A esto, Dawes (14) añade que el número y distribución de los manglares, a nivel mundial, es algo ambigua.

Según Barth (4) puede hacerse una división de las áreas con mangle del mundo, en dos grupos principales de distribución que son: las especies del Indo-Pacífico o "mangle oriental" (las costas de el Pacífico y el Atlántico Americano son parte de este grupo) y las del Atlántico o "mangle occidental" (el Cabo de Buena Esperanza en África del Sur podría ser una fuerte barrera entre estas dos áreas de distribución).

3.1.5 ECOLOGÍA DE LOS MANGLARES

Según Blasco (6) "la amplitud ecológica de las especies de mangle es fascinante y a menudo desconcertante. Hasta hace poco, ha sido dificultoso o imposible el determinar con certeza el clima, factores edáficos e hídricos, principalmente porque estos factores son usualmente interdependientes. Es, sin embargo, bien sabido que el mejor desarrollo del mangle se da en estuarios (desembocaduras de ríos) tropicales que reciben gran cantidad de lluvia uniformemente distribuida a lo largo del año, donde lo árido es un factor limitante en muchas regiones del mundo".

De las condiciones ecológicas de un área para el mejor desarrollo del mangle, Martín Meléndez (42) indica las siguientes: temperaturas cálidas, sustratos aluviales, resguardo del oleaje y fuertes marejadas, presencia de agua salada, gran amplitud de marea y alta precipitación y escorrentía. FAO (17) añade que para el desarrollo óptimo, los manglares requieren la influencia de agua dulce y un flujo de marea adecuado, y que, por ello, las mejores masas están situadas a lo largo de los cursos de agua.

Dawes (14) hace referencia a algunas condiciones ambientales en que suele encontrarse los manglares, indicando su presencia en lagunas salinas, y con más frecuencia en estuarios, como los producidos por los ríos tropicales; además, indica que los manglares no están limitados a condiciones estuarinas puesto que son también típicos de áreas de alta salinidad estable como las lagunas protegidas de islas y atolones". Por su parte, Schaeffer-Novelli & Cintrón (55) indican que la distribución espacial de las especies y los tipos de estructura del bosque de manglar están determinadas por variaciones de los patrones topográficos, de tipos de sedimentos, e hidroperíodos (período estacional de inundaciones de agua dulce/agua salada), así como por patrones de salinidad.

Como señala Marín Meléndez (42), "al ser el manglar un ecosistema abierto en relación al flujo de energía y materia (de los cuales depende), éste reacciona ante cualquier influencia anormal externa". A esto FAO (17) añade lo complicado de los procesos de interacción ambiente y ecosistema, con lo que se expresa la necesidad de realizar investigaciones de carácter multidisciplinario para obtener un conocimiento completo de la dinámica del sistema; esto con la finalidad de comprender mejor y prever los cambios probables que se producirán cuando los ecosistemas estén sometidos a tensiones y manipulaciones. A estas consideraciones añade que en la práctica es difícil realizar un análisis total de este ecosistema, considerando los recursos humanos y financieros disponibles.

En realidad existe mucha divergencia de opiniones respecto al papel de los factores abióticos en la distribución del mangle. A continuación se presentan aquellos factores abióticos que se consideran, generalmente, como los de mayor influencia para el manglar.

3.1.5.1 Clima

Pannier y Fraino (47) resumieron de forma general los actuales conocimientos sobre la distribución de los manglares en relación con las regiones climáticas.

A. Temperatura

Pannier y Fraino (47), indican que la temperatura como factor fitogeográfico limitante para la extensión de manglares ha sido efectivamente reconocida. En 1974, estos autores(47) junto a Walsh (67) indican que para el desarrollo amplio de los bosques de mangle, las temperaturas promedio de los meses más fríos serían mayores de los 20°C y el límite estacional de temperatura no excedería de los 5°C.

Según lo señalado por Cintrón y Schaeffer (12) y Jiménez (33), la temperatura influye en la regeneración del manglar. La temperatura es un factor que determina la evapotranspiración de este ecosistema, lo que da un efecto de tensión fisiológica en el mangle por la combinación de alta temperatura y viento según señalan Jiménez & Lugo (33) y Lugo, Cintrón & Goenaga (38).

B. Vientos y tormentas

Cintrón y Schaeffer (12) señalan que los manglares son particularmente vulnerables a las tormentas de mar, por su situación expuesta, su sistema radical poco profundo, y la pobre cohesión de la mayoría de suelos de manglar. Por esa razón, los manglares generalmente se encuentran en condiciones un tanto abrigadas a las tormentas. A su vez, las tormentas fuertes (ciclones/huracanes) afectan a las olas, marejadas, mareas de tormenta y al sistema de corrientes, y también al volumen y ritmo de descarga del agua dulce procedente de tierra (14).

C. Precipitaciones

La importancia de las altas precipitaciones en el mantenimiento y funcionamiento de los ecosistemas de manglares, ha sido señalada por Chapman (10), Pannier y Fraino (47), al concordar en que los mayores desarrollos de manglar se dan en climas con mayor cantidad de precipitaciones.

Otro criterio es el indicado por Chapman (10), quien dice que los manglares no dependen totalmente de las lluvias para su supervivencia porque pueden extraer agua dulce a partir del mar mediante sus glándulas excretoras de sal. Sin embargo, el autor reconoce el papel importante de la lluvia en el ecosistema de manglar.

Tanto Chapman (10) como FAO (17) coinciden en indicar que la precipitación tienen su influencia en el manglar en la medida en que regula la salinidad en la zona intermareal, y que dado el papel de la precipitación sobre el bosque de mangle, la distribución de este fenómeno en el tiempo es de gran significancia. Asimismo, la alteración de las tierras altas puede afectar a aquellos manglares que requieren la recarga de agua dulce, al afectar el ciclo hidrológico.

La precipitación es un factor que también influye en la estructura y zonación de las especies, pues según Jiménez (30), los bosques de las regiones húmedas del Pacífico muestran una alta diversidad florística; por otro lado, en áreas de estación seca el desarrollo estructural es usualmente reducido y un claro patrón de zonación puede ser observado donde las especies de *Rhizophora* dominan la parte del bosque dirigido hacia el mar y *A. germinans*, las partes tierra adentro.

3.1.5.2 Factores edáficos

Según Morales Calderón (43), "la existencia o ausencia del manglar en una determinada localidad depende principalmente de las condiciones edáficas locales; así, las condiciones extremas no permiten el desarrollo de plantas, con excepción de aquellas que disponen de adaptaciones verdaderamente ingeniosas y defensas específicas, las cuales les hacen posible sobrevivir y prosperar en medio tan hostil".

A. Geomorfología de los manglares

a. Hidrología

Como señala UICN (65), la disponibilidad de agua para las plantas y animales del manglar depende de tres eventos:

- la frecuencia y volumen del intercambio mareal.
- la frecuencia y volumen del suministro de agua dulce y
- la demanda evaporativa de la atmósfera.

Por su parte, FAO (17) indica que la cantidad de agua dulce que va a los manglares depende del tamaño de la cuenca hidrográfica, del clima, de las características del caudal del río y de la desviación del agua para otros usos de los terrenos. Sánchez Peña (53) y Snedaker & Snedaker (59), acerca del papel del agua dulce sobre el manglar, señalan las siguientes funciones: como disolvente del agua salada; en la modificación de la temperatura del agua; como vehículo de los principales nutrientes y de eliminación de desperdicios metabólicos; como moderador de las reacciones en agua salada dependientes de la concentración; en el aporte de sedimentos a los estuarios en función de la precipitación, el drenaje y la topografía. Además, señala Sánchez Peña (53) que en los ecosistemas de manglares, el aporte de agua dulce, de manera similar a la salinidad, ha sido uno de los aspectos más estudiados, lo cual confirma la estrecha relación existente entre ambos aspectos.

Como indican Cintrón & Schaeffer (11) "la canalización y la desviación de los flujos de agua son tensores inducidos por el hombre que causan trastornos en los ecosistemas de manglares". Para Lugo, Sell & Snedaker (39), en los manglares del Sur de Florida, "la concentración de elementos en el agua, tanto dentro del bosque como en las bahías, fue más diluida durante la estación lluviosa, en comparación con la estación seca; esta baja concentración de elementos en el agua durante la estación lluviosa, es el reflejo de la entrada de agua dulce en forma de escorrentía.

i. *Mangle rojo (Rhizophora mangle)*: Como señala Chapman (10), esta especie crece bajo la influencia de agua salada o salobre, y en áreas protegidas de corrientes oceánicas pero asociadas a abundante flujo de agua dulce y precipitaciones, aunque ha sido observada en áreas con o sin flujo de agua dulce.

ii. *Mangle blanco (Laguncularia racemosa)*: Dawes (14) y Jiménez (28) señalan que la presencia de esta especie está ligada a áreas en donde las inundaciones son menos frecuentes e intensas, debido a que esta especie no tolera largos períodos de inundación. Como señala Jiménez (28), *Laguncularia racemosa* crece bajo una variedad grande de condiciones. Generalmente se encuentra en el borde interno de los manglares, en suelos elevados, donde las inundaciones por marea son menos frecuentes e intensas; también donde las inundaciones por marea son limitadas.

iii. *Mangle negro (Avicennia germinans)*: Según Lugo & Snedaker (40) esta especie, además de crecer en áreas de marea con agua salobre o salada, también crece en las porciones del manglar en que existe el flujo de agua es poco frecuente, es decir, justo al margen de la parte interna y en bosques riverinos. Cuando se da inundación para esta especie, se caracteriza porque es sólo de pocos centímetros de agua estancada o es una inundación que se da pocas veces a lo largo del año.

b. Carga de sedimentos y turbidez

Morales Calderón (44) indica que los ríos llevan hacia el mar, durante todo el año, grandes cantidades de agua cargada con partículas finas de suelo, materia orgánica, etc., formando así continuamente grandes extensiones de suelos cenagosos, muy aptos para el establecimiento de los manglares. "La cantidad de material en suspensión transportado por un río depende de su velocidad. A mayor velocidad es mayor la capacidad de carga de acarreo y tamaño de partículas, lo cual afecta al manglar por cuanto afecta la disposición de los depósitos estuarinos" (17).

c. Acrecentamiento y erosión

El manglar forma parte de un proceso fuertemente dinámico de erosión y acrecentamiento (acumulación de sedimentos) continuos que son fundamentales para su existencia ya que esto mantiene el nivel general de la formación dentro del ámbito latitudinal de la asociación de manglar. Así, cuando los ríos pierden capacidad de carga de sedimentos, los depositan, sobre todo en las desembocaduras de los ríos. Este acrecentamiento puede provocar cambios en la extensión superficial de una estación o cambios de niveles que pueden alterar el movimiento del agua. Por otro lado, la erosión puede motivar la destrucción de un área de manglar por lavado. Asimismo, ciertas actividades humanas (transportes acuáticos a alta velocidad, cría de camarón, cultivo de arroz, etc.) desvían el curso de los ríos disminuyendo el flujo de agua hacia los marismas y la deposición de nutrientes (17).

"Los desarrollos de mangle más extensos ocurren en áreas de riberas protegidas dentro de estuarios o detrás de islas, ya que la acción de las olas (incluso por los botes en los canales) arranca las plántulas y erosiona los sedimentos blandos" (14).

d. Mareas y corrientes

Como indica FAO (17) *"la marea es el ascenso y descenso periódico del nivel del mar, ocasionado por la atracción de la gravedad entre la luna, el sol y otros cuerpos celestes que actúan sobre la rotación de la tierra. El ascenso y descenso vertical se denomina marea o marea astronómica; los movimientos horizontales del agua se denominan corrientes mareales"*. Para Cintrón & Schaeffer (11), *"la marea, constituye el principal mecanismo que causa la incursión de agua salada en el interior de las costas; por tal razón es considerado el agente que hace adecuado el sustrato para la colonización del manglar"*

Las mareas son importantes en el desarrollo del manglar por funciones como las siguientes: a) aporte de nutrientes al sistema y a su vez actúa en el transporte y reciclaje de estos hacia aguas abajo, a los sistemas estuarinos; b) transporte de oxígeno disuelto en el agua, a los sistemas radicales de los vegetales; c) extracción del dióxido de carbono acumulado, los desechos sulfurosos tóxicos; d) colabora en la dispersión, distribución y establecimiento con éxito de los propágulos; e) reduce el contenido de sal del agua presente en el suelo, manteniendo sus niveles de sal; f) regula la distribución de materia orgánica (17,53).

Según Dawes(14): "el amplio límite de marea horizontal se considera un factor importante debido a que con un gradiente moderado, el sustrato no se erosiona durante los cambios de marea". Benessalah (5) indica por su parte, que la actividad de mareas depende también de la fisiografía local, la que es diferente en donde se tienen costas protegidas, grandes desembocaduras de ríos o pequeños ríos.

B. Salinidad

De acuerdo con Guevara *et al.* (25) la salinidad del agua en el suelo ha sido reconocida desde hace mucho tiempo como un factor importante en la regulación del crecimiento, la altura, la supervivencia y la zonación de los manglares. Sin embargo, existe mucha discrepancia sobre el papel de la salinidad en los manglares, pues como señala Sánchez Peña (53), a pesar de los tantos estudios que se han realizado sobre la salinidad y su importancia en el funcionamiento de los ecosistemas de manglares, dicho aspecto representa uno de los temas más controversiales en el campo de la ecofisiología y zonación de los manglares.

Según Jiménez (31), los suelos del manglar sufren variaciones importantes en el contenido de sales, las cuales están reguladas por la evapotranspiración, el suministro de agua de mar y el suministro de agua dulce, ya sea por lluvia, descarga fluvial o por escorrentía superficial. En áreas de clima estacional, las concentraciones de salinidad tienden a incrementarse hacia las partes internas del bosque: conforme la elevación del terreno y la distancia de los canales mareales aumenta, disminuye la frecuencia e intensidad de las inundaciones, provocando que las sales se acumulen en el suelo producto de procesos de evapotranspiración y por ende puede llegar a producir patrones de salinidad tan altos que impidan el crecimiento del manglar en la parte interna del bosque.

Pannier y Fraino (47) indican que: "siendo el manglar un ecosistema propio de aguas salinas y hasta salobres, se comprende que el foco de la atención investigativa se haya centrado sobre el problema de la adaptación de estas plantas a la salinidad", sin embargo, señalan, que no están del todo de acuerdo en que este sea un factor objetivo que influya en la zonación del manglar, por argumentos contundentes al respecto, surgidos de sus estudios.

Sin embargo, según Jiménez (30) se producen variaciones estructurales muy marcadas, dentro y fuera de un sitio, como resultado de cambios de salinidad en el sustrato.

Jiménez (30) junto con FAO (17), presentan resultados de variables del mangle que muestran una relación directa con la salinidad del suelo, pero ambos autores consideran que sus resultados son válidos en casos en que no se llegue a extremos altos de salinidad. FAO (17) dice: "la zonificación de las especies está influida en parte por la salinidad, aunque la importancia de su influencia depende de factores locales, climático y edáficos,... la eficacia con que cada especie afronta las fuertes salinidades del suelo, determina en gran medida su situación en la zona intermareal".

Ball (3) es claro al señalar que la salinidad en el ambiente de manglar se debe mayormente al cloruro de sodio (NaCl) y a cambios, en tiempo y espacio, desde áreas con salinidad diluida por agua dulce hasta condiciones hipersalinas. En cuanto a la salinidad de cuerpos de agua, Ball (3) indica que la concentración de sal en agua de mar es aproximadamente de 35 gramos por litro (partes por mil), que en solución incluye 483 mM Na⁺ y 558 mM Cl⁻. Por su parte, Guevara *et al.* (25) señala que "las aguas salobres costeras se forman en aquellos lugares donde las aguas del mar se mezclan con las aguas dulces de los ríos. Se suelen considerar aguas salobres las que presentan salinidades entre 0.5 y 30‰".

Como dicen Snedaker & Getter (58), la salinidad exige un costo metabólico por parte de los manglares, pero también sirve para eliminar la competencia presentada por las especies de plantas no halófitas. Pannier & Pannier (48) indicaron que la salinidad es un factor que ha sido sobre estimado al tratarlo de manera aislada, y es además un aspecto subjetivo al ser utilizado como único fundamento para explicar la zonación y distribución de los manglares. Dicha sobre estimación se debe a que las especies poseen un amplio ámbito de tolerancia a la salinidad y a que esa tolerancia puede ser afectada por otros factores, por ejemplo la intensidad de luz.

Así, Ball (3), FAO (17) y Jiménez (30) señalan que existe un margen de salinidad óptima para el crecimiento máximo de las especies de manglar pese a que exhiben un gran espectro de crecimiento en respuesta a la salinidad, que muestra tolerancia amplia a valores diversos de salinidad (vinculados posiblemente a la variación estacional de la salinidad del agua de mar). Estos autores dejan claro que a niveles extremos de salinidad (hipersalinidad) las especies de manglar sufren daños e incluso mortalidad, pues este fenómeno natural es un causante de estrés crónico bajo condiciones de severo déficit de agua.

Como indican Cintrón & Schaeffer (12) y FAO (17), se considera que una estación determinada es hipersalina cuando la salinidad (a nivel superficial o intersticial del suelo) sobrepasa la existente en el mar, que en la mayoría de las zonas es como promedio de 35 partes por mil.

“En la forestación en que se necesitan especies que se ajusten a la estación, el margen de salinidad necesario para el desarrollo óptimo de las plantas y la regeneración de una determinada especie, es más útil que los límites más amplios de supervivencia ecológica... Sin embargo, es importante la información sobre los límites de tolerancia ecológica para predecir la continuidad o el desplazamiento de especies que se desarrollan en hábitats alterados o sujetos a fuertes tensiones” (FAO (17)).

C. Suelo

Según Chapman (10), en términos generales, las especies de manglares presentan una amplia tolerancia a diversas condiciones de suelos. Como dice Sánchez Peña (53), dichas condiciones varían desde suelos con mucha arena, suelos arcillosos, compactos, azulosos y con poca materia orgánica, hasta suelos de tierra firme, caracterizados por ser negros, friables, con granos de cuarzo y de alto contenido de materia orgánica; no obstante desarrollo óptimo de manglares coincide con la existencia de suelos profundos y bien aireados, ricos en materia orgánica, y con poca arena y bajas salinidades, mientras que en las zonas con suelos de arcilla compacta y cubierta por un horizonte delgado de limo y humus, el desarrollo de los manglares es sólo satisfactorio.

Dawes (14) respecto al mejor desarrollo del mangle, señala las siguientes características del suelo: blando, consta de limo fino, arcilla y materia orgánica; suelos de origen volcánico (a esto añade que los terrenos aluviales de granito y cuarzo no son propicios para el desarrollo del mangle).

FAO (17), le da la importancia a características del suelo como profundidad, aireación, textura y a un buen contenido de materia orgánica e indica que “la extensión de los manglares hacia el interior depende de la morfología del suelo y de los factores mencionados, pudiendo variar los bosques de tamaño desde unos pocos grupos de pequeños árboles o arbustos, hasta extensas áreas de masas arbóreas bien desarrolladas”.

Cintrón & Schaeffer (11) dicen que: "en los manglares, los suelos se caracterizan por presentar alto contenido de agua, cantidades variables de sal y bajos niveles de oxígeno. Dichos suelos son poco consolidados, semifluidos y exhiben colores grises o negros lo cual revela un alto contenido de ácido sulfhídrico. En cuanto a textura, los suelos de manglares poseen una preponderancia de arcilla y limo, presentando además, los tipos de texturas arcillo arenosos, franco arcillo arenosos y arenosos".

Señala Sánchez Peña (53) que la textura del suelo parece controlar algunas variables fisicoquímicas, pues, por ejemplo, se ha encontrado que *Avicennia germinas* y *Laguncularia racemosa*, en suelos arcillosos, sobreviven en condiciones de hipersalinidad, mientras que en suelos arenosos su tolerancia a la salinidad disminuye. Se presume que tal tolerancia a la salinidad en suelos arcillosos se debe a un mayor intercambio catiónico de sodio e hidrógeno, lo cual aminora la concentración salina.

De las características físicas del suelo también habla Guevara *et al.* (25) al señalar que "la aireación del suelo es importante en los ambientes de manglar, porque permite el suministro de oxígeno para la respiración de las raíces, y este aspecto tiene una relación directa con el drenaje del suelo, por lo tanto es altamente variable y dependiente de la textura". Respecto a características químicas del suelo, Sánchez Peña (53) señala que se han encontrado valores de capacidad de intercambio de cationes entre 35.5 y 77.9 meq/100 g de suelo. Indica que en zonas de muy baja precipitación en suelos donde crece *Rhizophora*, el pH alcanza valores de hasta 8.1.

Según FAO (17) "los suelos de manglar suelen ser aluviales y no tienen normalmente rasgos característicos, son hidromórficos con un nivel variable de 'gley' en los horizontes del subsuelo. . . el color negro de muchos fangos de manglar lo producen bacterias anaeróbicas que reducen los sulfatos a sulfuros".

Según Sánchez Cruz (52), las particularidades del suelo del manglar plantean problemas fisiológicos que actúan como factores de selección, entre los que destacan la poca firmeza del sustrato, la carencia de nutrientes, la falta de oxigenación en las raíces y las variantes del potencial redox. Así, dado que la mayoría de los suelos de los bosques manglares permanecen total o parcialmente inundados, la descomposición de los detritus que se acumulan sobre ellos es por vía anaeróbica; esto permite la acumulación de sulfatos que a su vez disminuyen valores de pH.

Jiménez (31) explica la acidez de los suelos de manglar al referirse a la acumulación de piritita (resultado de la interacción de materia orgánica de las raíces e iones sulfato del agua de mar, el hierro acarreado por el río y la presencia de condiciones anaeróbicas) y señala que cuando estos suelos son perturbados se desencadenan, rápidamente, reacciones químicas que elevan su acidez (por liberación de ácido sulfúrico).

Según FAO (17) "las características del suelo afectan a la regeneración natural y artificial. Las especies vegetales que prosperan en la zona entre mareas están expuestas a muchas tensiones. En primer lugar la salinidad elevada (y sus fluctuaciones) crea tensión fisiológica. En segundo lugar, los suelos anegados tienen un bajo contenido de oxígeno intersticial. Tales condiciones anaeróbicas obligan a las plantas a conseguir oxígeno ya sea del aire o de la capa superior del suelo. En tercer término, la fluidez del sustrato del suelo es otra limitación adicional importante especialmente para las especies arbóreas".

a. Características del suelo donde está presente mangle rojo (*Rhizophora mangle*)

Según Jiménez (29) tiene un buen crecimiento en suelos profundos. *Rhizophora mangle* responde fuertemente a cambios en microtopografía y a cambios en factores como el nivel de inundación, el drenaje y salinidad del suelo. El mejor crecimiento de esta especie se ha observado donde el agua siempre está en movimiento, y en suelos con un alto grado de saturación de agua y alta frecuencia e intensidad de inundaciones por marea.

Chapman (10) indica que esta especie crece desde área inundada la mayor parte del año con agua dulce, hasta áreas con salinidades del suelo mayores a 60 ‰. Para Cintrón y Schaeffer (12) un valor de 10 ‰ de salinidad intersticial del suelo es un valor óptimo para el buen desarrollo y crecimiento de *Rhizophora* sp. Guevara *et al.* (25), señala que para *Rhizophora* spp. el valor de salinidad intersticial óptima es de 39 ± 1.3 ‰, tolerando un máximo de 60 a 65 ‰.

Hesse (27) señala que los suelos formados bajo *Rhizophora* sp. se caracterizan, algunas veces, por un pH alto, gran relación carbono/nitrógeno, y altos contenidos de sulfuro oxidable, nitrógeno, fósforo y carbono, en comparación con los suelos donde crece *Avicennia* sp.

b. Características del suelo donde está presente mangle blanco (*Laguncularia racemosa*)

Jiménez (28) señala que se le ha encontrado en un amplio rango de condiciones de suelo, desde suelos arenosos a depósitos de sedimentos o arcilla. Ha sido observado en barro suelto enriquecido con detritos orgánicos y sobre turbas fibrosas con un poco de arcillas oxidadas (turbas de hasta 70 cm de profundidad). Asimismo, el autor (28) indica que esta especie crece mejor en suelos bien drenados y puede ocupar depresiones donde las inundaciones son frecuentes (de 4 a 213 mareas por año) y que en bosques riverinos, el mangle blanco crece en puntos de depósito de sedimentos, generalmente asociado con el mangle rojo (*Rhizophora mangle*).

“En áreas donde la salinidad promedio del suelo va de 30 a 40 partes por mil, el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) puede estar asociado con mangle negro (*Avicennia germinans*). Pero en condiciones de baja salinidad, el mangle blanco es dominante. El mangle blanco tolera de 0 a 90 partes por mil de salinidad de suelo, pero prefiere suelos concentraciones de sal entre 15 y 20 partes por mil; en suelos con alta concentración salina (más de 50 partes por mil), el crecimiento de la especie es reducido” (Jiménez (28)).

c. Características del suelo donde está presente mangle negro (*Avicennia germinans*)

Jiménez y Lugo (33) indican que los suelos donde se desarrolla son de tipo arenosos, sedimentarios o arcillosos (regularmente se encuentran arcillas fuertemente oxidadas o con concentraciones significantes de piritita). Los contenidos de materia orgánica en el suelo van de 2 a 25% con un extremo de hasta 58%.

Según Hesse (27) el contenido de Nitrógeno en suelos dominados por *Avicennia* es aproximadamente 0.4%. La distribución de *Avicennia germinans* L. es fuertemente influenciada por cambios en microtopografía y cambios en salinidad e inundación del suelo. Se le encuentra usualmente en áreas bajas, tierra adentro del borde del bosque de mangle y/o en áreas ligeramente elevadas, donde la inundación por marea es menos frecuente. Esto último tiene que ver con que, en promedio, los suelos en donde se desarrolla, sean cubiertos continuamente por unos pocos centímetros de agua al año, o con inundaciones poco frecuentes (213 a 432 mareas por año o 152 a 158 mareas anuales). “Las plántulas de mangle negro pueden establecerse en terrenos inundados y su establecimiento se limita a áreas superiores al nivel de las mareas bajas” (33).

Según Lugo & Snedaker (40) el mangle negro crece bien en bosques de cuenca dentro de un alto rango de salinidad del suelo. Como indican Jiménez y Lugo (33), la salinidad tolerada por *Avicennia germinans* va de 0 a 100 partes por mil. Por encima de los límites altos de salinidad, el desarrollo de estructural de la especie es suprimido.

“En manglares con salinidades de suelo alrededor de 30 a 40 partes por mil, el mangle negro crece con el blanco (*L. racemosa*). Si el suelo posee salinidad mayor a 50 partes por mil, el mangle negro es dominante” (33). A esto Jiménez (30) agrega que esta especie es más abundante en áreas de suelos con alta salinidad y establece la relación de que a menor salinidad, mayor altura y área basal, hacia tierra adentro.

3.1.6 ADAPTACIONES DE LOS MANGLARES A SU AMBIENTE

Ball (3) y FAO (17) indican que los manglares son plantas que naturalmente completan sus ciclos de vida en condiciones salinas, pero se consideran como *halófitos facultativos*, es decir, que pueden con frecuencia sobrevivir aunque no necesariamente prosperar en hábitats no salinos. Así, según Dawes (14), la salinidad del agua no es un requerimiento para el desarrollo de los mangles, sin embargo, la eliminación de la competencia de las plantas de agua dulce es un factor crítico; por ello los manglares se encuentran en ambientes tanto estuarinos como de salinidad alta y estable.

El mangle se ha adaptado de muy diversas formas a su ambiente, aunque según Mainardi (41), la adaptación más llamativa es su sistema radical. Este tipo de adaptación está relacionada con la naturaleza anaeróbica del sustrato y su función es proporcionar oxígeno a la planta y a la zona del sustrato influenciada por su raíz, a partir del oxígeno atmosférico; además, en el sistema radical de los mangles se distinguen estructuras de sostén (que se expanden conforme al crecimiento del árbol), cuya función es mantener erguida a la planta sobre los sustratos poco consolidados.

Continúa Mainardi (41) señalando que: “otras interesantes adaptaciones de los mangles a su ambiente son las reproductivas. Los frutos de varias especies muestran viviparidad: el fruto no produce semillas sino que el embrión germina prematuramente, mientras el fruto está unido aún a la planta madre. La función de la viviparidad es la de permitir que la planta sobreviva en sus primeros estadios de vida - muy susceptibles a la presencia de sales- independientemente de la concentración salina del sustrato”.

“Los mangles muestran también adaptaciones fisiológicas a las altas concentraciones de sales en sus sistemas vasculares y celulares. Estas comprenden a) la capacidad de disolver las sales en el protoplasma celular; b) la resistencia del protoplasma a las altas concentraciones de iones sodio e iones cloruro que crean un ambiente ‘árido’ en el citoplasma impidiendo los procesos metabólicos de alto consumo de agua; c) mecanismos que permiten la acumulación diferencial de ciertos iones en las células; d) succulencia (presencia de tejidos capaces de almacenar gran cantidad de jugos celulares) y e) la presencia de glándulas especializadas en la expulsión de sales de los tejidos foliares” (Mainardi (41)).

3.1.7 VEGETACIÓN DE LOS MANGLARES

3.1.7.1 Zonificación del manglar

Este es un tema de mucha controversia entre los científicos que han realizado trabajos de investigación en mangle, pues los criterios son muy variados y difíciles de manejar para llegar a un consenso. Se encuentran reportadas variables tan diversas como las que indican FAO (17) y Benessalah (5): temperatura; balance hídrico; frecuencia y grado de inundaciones de las mareas; salinidad del agua del suelo; anegamiento del suelo; naturaleza y salinidad del suelo; geomorfología y tipo de suelo.

Blasco (6), respecto a la zonación y sucesión de la vegetación en un ecosistema de mangle, indica que en general se acepta que esto se debe a un conjunto complejo de factores locales donde la hidrología y el clima son dominantes, particularmente porque la habilidad competitiva de cada especie se relaciona con sus requerimientos climático; además, considera que la lluvia generalmente condiciona la distribución y zonificación del mangle a lo largo de muchas costas no montañosas.

Según FAO (17), las clasificaciones más usadas para zonificar manglares abarcan otra serie de variables como salinidad del suelo, inundación por mareas, árboles dominantes, entre otras. Johnstone y Frodin (35) de su trabajo de 1982, presentan los siguientes seis tipos de causas probables que contribuyen a la zonificación: la inundación y profundidad del agua; la acción del oleaje; el drenaje; el régimen de salinidad y agua dulce; el sustrato; la biota y las interacciones bióticas.

3.1.7.2 Clasificación de las comunidades de mangle

Como indica Budowski (7), "aún cuando se ha dicho que la vegetación refleja directamente todos los factores que ejercen influencia sobre determinado sitio, parece que hay tantos factores que miles de combinaciones de estos se hacen posibles y pueden surgir muchas imágenes diferentes".

A. Clasificación según Lugo y Snedaker, 1974 (40)

Lugo y Snedaker (40) en 1974, identificaron y clasificaron los manglares de acuerdo con seis tipos de comunidades basados en la apariencia del bosque y relacionados con los procesos geológicos e hidrológicos. Cada tipo con su propia serie característica de variables ambientales como el tipo de suelo y su profundidad, la variación de salinidad del suelo y la intensidad de lavado.

B. Clasificación según Jiménez y Soto, 1985 (34)

Jiménez y Soto (34) han distinguido tres zonas de manglar a lo largo de la Costa del Pacífico de Costa Rica. La vegetación se agrupa en tres tipos, de acuerdo con su distribución, las características biológicas, la salinidad del suelo y la intensidad de la inundación, de la forma siguiente:

a. Vegetación nuclear

Las cinco especies más importantes son *Rhizophora mangle* L., *Rhizophora harrisonii* Leechman, *Pelliceria rhizophorae* Triana y Planchon, *Avicennia germinans* L. y *Laguncularia racemosa* L. Gaertn." (34).

b. Vegetación marginal

"Las especies están corrientemente asociadas con los manglares en la franja del lado de tierra, en las áreas pantanosas estacionales de agua dulce, playas y hábitats marginales del manglar. Sobresale aquí *Conocarpus erecta*." (34).

c. Vegetación marginal accidental

"Este tipo de vegetación está fuertemente modificado debido a desarrollos humanos y es más apropiado para otros usos de las tierras" (34).

C. Clasificación según Dawes, 1986 (14)

Dawes (14) explica que en los manglares del Caribe el mangle rojo se encuentra hacia el margen exterior, seguido por los mangles negros (desde la zona intermareal inferior a las zonas intermareal media o superior); por último, los mangles blancos se localizan desde la región intermareal media hasta el margen intermareal superior, de hojarasca o de depósito de las olas del pantano.

D. Clasificación según FAO, 1994 (17)

FAO (17) indica que para la división del área de comunidades forestales, se utilizan los nombres de las especies arbóreas predominantes de la comunidad, para clasificar los bosques en *tipos forestales*. Así, por ejemplo un "tipo forestal *Rhizophora*" está caracterizado por el dominio de especies de *Rhizophora* con lo cual es factible asociar esto con la idea de un rodal de árboles con raíces de sostén o aéreas y propágulos pendulares alargados. Como señala FAO (17), esta clasificación puede lograrse utilizando fotografía aérea de escala media (1:10000-1:30000) en combinación con comprobaciones de campo limitadas, para identificar los tipos de vegetación y evaluar sus características gráficas; a esto, añade que en regiones en que hay pocas especies de árboles forestales, las fotografías aéreas en blanco y negro pueden resultar satisfactorias y que en la descripción de la composición del bosque, se pueden utilizar los géneros cuando no sea posible distinguir las especies individuales del manglar. Esto también es recomendado por Jiménez¹ para estratificación de áreas de manglar.

Con respecto a la distinción de tipos forestales en los manglares, un elemento principal de la clasificación suele ser el valor comercial potencial de la madera de construcción y otros productos madereros. La separación entre los bosques productivos y los no productivos se traducirá en un empleo más racional de los medios utilizados en el estudio. Por ejemplo, en áreas con escaso potencial de producción de madera, puede ser suficiente una descripción visual de la vegetación, mientras que en masas productivas se necesitará un inventario forestal más detallado que incluya información sobre la composición por especies.

El uso de la fotografía aérea en zonas de mangle, como han demostrado diversos autores (Benessalah (5), Rollet (50), Jiménez (31), Jiménez¹, FAO (17)) es un precedente para la validación de la metodología de clasificación propuesta por FAO, 1994 (17).

E. Clasificación según Jiménez, 1994 (31)

Jiménez (31) en 1994, propone simplificar el análisis de las variaciones estructurales y funcionales observadas en el componente vegetal de los manglares, a través de la diferenciación de dos zonas típicas en un área de manglar: a) una zona externa; y b) una zona interna.

¹ JIMÉNEZ, J. 1999. Consulta en aspectos varios de la presente investigación. San Pedro, Costa Rica, Organización para Estudios Tropicales. (Comunicación personal)

a. Zona externa de manglar

La **zona externa** incluye no solo aquellas áreas expuestas directamente al cuerpo de agua estuarina, sino también aquellas áreas expuestas a los canales y márgenes de los ríos asociados. "Esta zona está dominada por procesos estuarinos y es, por lo tanto, la parte ambientalmente más dinámica del manglar. Las características de la vegetación en la zona externa varían de acuerdo a las condiciones en que crece el manglar. Dos principales condiciones afectan la zona externa tanto en ambientes lagunares como en estuarinos: a) los ríos; y, b) los canales y los playones o bancos de sedimentos. Estos dos ambientes son encontrados tanto en lagunas formadas por barreras arenosas como en estuarios" (31).

"La *zona externa asociada a ríos y canales* está caracterizada porque los ríos y quebradas forman uno de los sustratos sobre los cuales se ubica la parte externa. Esta zona incluye no solo la desembocadura, sino también el borde del canal y, en algunos sitios, varios cientos de metros hacia adentro en lo que se conoce como la zona de desbordamientos. En este lugar, el balance hídrico del sitio está regulado por la masa de agua que resulta de la mezcla entre las mareas semidiurnas y el caudal de los ríos asociados al estuario. Los niveles de agua dentro del estuario bajan durante la estación seca, debido a la reducción en el caudal de los ríos" (31).

b. Zona interna de manglar

La **zona interna** es aquella alejada de los cuerpos de agua, ya sean estuarinos o riverinos. Como señala Jiménez (31), aquí, la inundación por mareas es periódica o estacional y el balance hídrico del sitio está dominado por los patrones de precipitación, evapotranspiración y escorrentía de la región. Durante la época seca, la zona interna del manglar raramente es alcanzada por la inundación mareal, mientras que en la época lluviosa, las inundaciones por aguas estuarinas salobres es más intensa y frecuente. Esta zona, siendo más dependiente de los patrones climáticos e hidrológicos, es la que muestra la mayor variación estructural entre sitios bajo climas lluviosos y sitios bajo climas secos estacionales.

Jiménez (31) a su vez, señala que en esta zona pueden presentarse tres patrones comunes que ayudan a simplificar la gran variedad de respuestas estructurales presentados por el manglar. Esos tres patrones son: la zona interna bajo clima lluvioso, la zona interna bajo clima seco estacional y la zona interna bajo clima seco con escorrentía.

En la *zona interna bajo clima seco estacional* se observa un evidente gradiente en la salinidad del suelo, dado que al alejarse de los canales o esteros, la frecuencia de inundación del sitio por las mareas disminuye. Aquí, durante la estación seca, el agua aportada por marea se evapotranspira rápidamente y durante semanas y aún meses, estas zonas no llegan a ser inundadas por mareas; por ello las sales se acumulan en el suelo (31). Por otro lado, en la *zona interna bajo clima seco* pero con abundante *escorrentía* se observa un mayor desarrollo estructural del manglar.

F. Clasificación según Comisión Nacional del Medio Ambiente de Guatemala, 1997 (21)

Por su parte CONAMA (21) indica que "en Guatemala se reconocen los siguientes tipos de manglares: riverino, de cuenca y de islote. Siendo los manglares riverinos los que se desarrollan en la porción estuarina de los canales, donde se mezcla el agua dulce con la salada (este tipo de manglar está representado por el mangle rojo, siendo éste muy expuesto a depredación, precisamente por las cualidades de su madera). El manglar de cuenca se reproduce donde el agua es estacional y puede permanecer estancada por períodos largos. Aquí crece de manera dominante el mangle negro y el mangle blanco. El manglar de islote es que se produce en costas protegidas donde está en contacto directo con el mar. Este manglar no crece tan frondoso como el de cuenca y el riverino. La especie que se ha adaptado a estas condiciones es el mangle rojo".

3.1.8 FUNCIONES ECOLÓGICAS DEL MANGLAR

3.1.8.1 En cuanto a recursos pesqueros

Las raíces del manglar protegen a los pies de cría de los predadores. A su vez, éstas proporcionan materia orgánica, tanto en partículas, como en forma disuelta, que es utilizada in situ o transportada a ecosistemas vecinos (21).

"Los mangles son importantes productores de detritos que contribuyen a la productividad de mar adentro. Los manglares sirven de hábitat para muchas especies de pequeños peces, invertebrados y varias epiflora y epifauna, así como grandes aves" (14).

3.1.8.2 Productividad

"La descomposición de materia orgánica procedente de la hojarasca y detritus y su enriquecimiento por microorganismos, estimulan la productividad primaria y sostienen complejas cadenas alimenticias de peces, crustáceos, moluscos, quelonios y otros" (21).

Dawes (14) indica que diversos autores han demostrado la existencia de redes alimenticias que dependen de la producción orgánica de los manglares; esto se debe a que el mangle ayuda a la formación del suelo al capturar los detritos, pues, las raíces adventicias y los neumatóforos acumulan sedimentos en sitios protegidos y forman turba de mangle (este proceso ocurre cuando el nivel del mar es estable o disminuye ligeramente).

3.1.8.3 Estabilización de la zona costera

En 1980, Linden y Jernelof (37) han indicado que al mangle se le ha asignado un importante papel en la colonización de tierras del litoral de la costa, donde acumulan cieno y producen sus propios detritos hasta formar gradualmente una capa de tierra firme. FAO (17) añade que el complejo sistema de raíces y el espeso follaje del manglar estabilizan la línea de la costa, la protegen contra la acción erosiva de corrientes, mareas y huracanes.

3.1.8.4 Prevención de la contaminación

“Al extraer y metabolizar materia orgánica y contaminantes provenientes, tanto de la zona marina como del continente, actúan como estabilizadores previniendo la eutroficación y la acumulación de mayores cantidades de agentes contaminantes” (21). “Los manglares filtran el escurrimiento terrestre y remueven la materia orgánica también terrestre” (14).

3.1.8.5 Ecoturismo

La Comisión Nacional del Medio Ambiente de Guatemala (21) dice que: “los manglares son ecosistemas que ofrecen oportunidades novedosas para quienes gustan de los trópicos. Usualmente se identifica este país como destino de sol y playa; sin embargo, la verdadera riqueza de la zona costera aún inexplorada, reside en los paisajes naturales, que combinan especies únicas de flora y fauna y culturas tradicionales; actividades donde se conjuga una rica gama de la flora y fauna que poseen. Los manglares son ecosistemas que ofrecen un inexplorado potencial que debe aprovecharse para actividades de ecoturismo.”

3.1.8.6 Producción de miel

“En Guatemala son pocos los apiarios conocidos y que se hayan instalado en la zona de manglar.

"El aprovechamiento del manglar no debe pasar desapercibido pues sus árboles proveen una fuente de azúcares muy apreciada por las abejas productoras de miel... de gran valor son las fuentes de néctar de las especies *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle* y *Conocarpus erecta*" (21).

3.1.9 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS DEL MANGLAR

3.1.9.1 Uso del mangle

Como señala Jiménez (31), el mangle del Pacífico Centroamericano ha sido utilizado desde tiempos precolombinos (el dato más antiguo reportado es del año 300 d.C.), época en la cual el uso estaba asociado a la extracción de diferentes productos que eran utilizados para consumo interno o como bienes de intercambio con poblados más grandes (en Guatemala, una evidencia de asentamiento indígena en zona adyacente a manglar lo constituyen los alrededores de Manchón). Ya en tiempos coloniales se tuvo un uso relativamente moderado del manglar, sobre todo porque se le consideraba al bosque como insalubre e inhóspito.

Según Jiménez (31) en la época actual el uso del manglar puede catalogarse como extractivo o sustitutivo (cambio del uso de la tierra). Aquí, primero se hará referencia al uso extractivo para desarrollar más adelante el uso sustitutivo.

"Las actividades relacionadas con el uso extractivo han sido muy intensas en toda la región pacífica de Centroamérica. El uso extractivo involucra una gran variedad de productos biológicos encontrados en forma natural en los manglares. Debido a que no implica la sustitución total del área boscosa sino una degradación parcial de la misma y de los recursos asociados, este deterioro no es tan evidente y pasa desapercibido en la mayoría de los casos" (31).

De acuerdo con Jiménez (31) el uso extractivo más extendido en las décadas de los cincuenta y sesenta era la cosecha de corteza de *Rhizophora sp.*, usada en la producción de taninos, dado su alto contenido de este compuesto orgánico, pues este tipo de taninos no es descompuesto por fermentos es adecuado para la tinción de cueros. Este uso comenzó a disminuir en la década de los setenta, por la entrada al mercado de curtientes sintéticos.

Según CONAMA (21), "el uso productivo más importante que se le da al mangle es la obtención de leña. Se estima que el 100% de las poblaciones asentadas en la Costa del Pacífico usan leña para su consumo familiar. En algunas poblaciones se produce sal en hornos. Se ha calculado que se requieren hasta 20 trozos de mangle rojo de dos metros de largo por quince cm. de diámetro para producir un quintal de sal".

La madera de mangle también se utiliza para cocinar y para construir artesonados de casas, para producir carbón en hornos, como vigas y como tutores en agricultura (16, 31).

Además del uso extractivo de madera, según Jiménez (31) la pesca artesanal es típica en Centroamérica, pues, habitantes a zonas aledañas al manglar combinan esta actividad con labores agrícolas, recolección de leña o ganadería; la pesca es, generalmente, estacional y dependiente de la disponibilidad de trabajo en otras actividades y se hace en pequeñas embarcaciones conocidas como cayuco o canoa.

Como señalan FAO (17) y Jiménez (31), la extracción de recursos faunísticos asociados a áreas de manglar es una actividad muy difundida. "Los manglares son hábitat de numerosas especies de peces, crustáceos, moluscos, quelonios, insectos, reptiles y aves. La captura de ellos proporciona gran parte de las necesidades alimenticias de las comunidades costeras" (21).

Cabe hacer mención de actividades camaroneras, salineras y de peces en jaulas en áreas de manglar. A esto se une el atractivo turístico de estos bosques, sobre todo para su visita en lancha, especialmente en zonas guatemaltecas como Monterrico (Taxisco, Santa Rosa) (21).

3.1.10 PROBLEMÁTICA DE LOS MANGLARES DEL PACÍFICO

Según Jiménez (31), la explosión demográfica en los países del istmo centroamericano, especialmente a partir de la década de los cuarenta, repercutió negativamente sobre la conservación de los recursos naturales. Esto redundó en que los manglares se vieron rápidamente afectados por actividades sustitutivas o extracción directa de recursos, como ya se mencionó en párrafos anteriores.

De las *actividades sustitutivas* señala Jiménez (31) que las más importantes durante las últimas décadas han involucrado la expansión de las áreas agropecuarias a expensas del manglar. Esto se explica al observar la adyacencia de grandes áreas de agricultura y ganadería a los bordes internos del manglar, pues la gente ha detectado que tales áreas se prestan para dichas actividades agropecuarias, que en Centroamérica tienen un carácter extensivo (entre ellos destacan cultivos como el ajonjolí, el maíz, el sorgo, el pashte y el pasto de corta); por ello "la demanda por más tierra se ha visto cubierta, en muchos sitios, a expensas de los manglares adyacentes". Añade Jiménez (31) que "debido al uso sustitutivo, la reducción en la cobertura de manglares es poco conocida y, en la mayor parte de los casos, la validez histórica de los datos está limitada por problemas de disponibilidad de fotos aéreas, de las diferentes escalas usadas en la fotointerpretación y de la misma calidad de la fotointerpretación".

Autores como FAO (17), Jiménez (31), Jiménez², Morales Calderón (43), Rodas (49) y Suman (63) reportan datos de la superficie de mangle a nivel guatemalteco, en diferentes épocas. Estos autores concuerdan en señalar que la tendencia de la superficie de manglar es hacia su reducción por presiones de diversa índole. El 1% de la superficie del país, tiene vocación de manglar; sin embargo Suman (63), indica que en 1994 los manglares ocupaban el 0.2% del territorio nacional guatemalteco.

Según CONAMA (21) "el último dato de cobertura de los manglares para el Pacífico es de 1991 y se reportaron 15,433 ha. Las estimaciones más conservadoras reportan una tasa de disminución de ese bosque de unas 400 ha. al año; de acuerdo a comunicación personal con Walter de la Roca (1996), el área de manglares del Pacífico se ha reducido aproximadamente a 12,000 hectáreas".

La más importante causa de degradación de los manglares del Pacífico, como señala CONAMA (21), se debe al desecamiento de zonas sujetas a inundación para la construcción de estanques destinados a la producción de camarón, a la tala del bosque ya sea para extender fincas o para ampliar o construir salineras.

² JIMÉNEZ, J. 1999. Consulta en aspectos varios de la presente investigación. San Pedro, Costa Rica, Organización para Estudios Tropicales. (Comunicación personal)

“Existen alrededor de 21 fincas camaroneras en la Costa Sur, de las cuales sólo algunas están registradas. El uso de leña por las poblaciones costeras también presiona el recurso, tanto para fines domésticos, como para hornos de producción de sal. Aunque la presión de uso familiar de una creciente población es notoria, la tala por este motivo no es del todo significativa. Hay que hacer ver que el crecimiento de la población es más elevado en la zona aledaña a las poblaciones de Puerto de San José e Iztapa y existe mucha presión en la región de Las Lisas y Monterrico” (21).

La zona de manglar se ve afectada por problemas naturales potenciales actualmente, como lo es el calentamiento global, en vista de que este fenómeno puede producir un incremento del nivel del mar a raíz del descongelamiento de masas polares; por ejemplo, *Rhizophora mangle* tiende a reemplazar al mangle negro cuando sube el nivel del mar, y esto ocasionaría formación de bosques homogéneos (21).

3.1.11 UTILIZACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA EN LOS MANGLARES

Según Benessalah (5), FAO (17), Marín Meléndez (42), Schaeffer - Novelli & Cintrón(55), entre otros, el uso de la fotografía aérea en zonas de manglar permite identificar tipos de bosques con base en tonalidades y textura. Por ello, añade Marín Meléndez (42), uno de los propósitos de la interpretación de fotografía aérea en zonas de manglar, es identificar el tipo de cobertura vegetal; cuando el área a estudiar es grande o inaccesible, este proceso facilita las respuestas que se necesitan. Es una técnica de bajo costo, en comparación con las que requieren un trabajo de campo intensivo.

3.1.11.1 Características técnicas de la fotografía aérea

A. Escala

“La elección de la escala de la foto depende de la superficie a cubrir, de la resolución requerida en el terreno y del coste de recubrimiento. Una *escala media* está comprendida entre la escala 1:10,000 y la escala 1:30,000 y su aplicación es la de cartografía de tipos forestales y planificación de ordenación forestal.”(17).

B. Formato

FAO (17) recuerda que el formato disponible más corriente es 23x23 cm. y que en áreas relativamente llanas como los manglares, suelen preferirse este tipo de formato porque no existe una distorsión importante del relieve en la imagen de la foto.

FAO (17) señala que: "un formato de 23x23 cm a escala 1:30,000 posee un recubrimiento lateral de 6,860 metros y un recubrimiento superficial de 4,706 hectáreas. Para conseguir un recubrimiento fotográfico completo, necesario para cartografía y para observación estereoscópica, el solape vertical (entre fotos sucesivas dentro de una línea de vuelo) y el solape lateral (entre líneas sucesivas de vuelo) deben ser aproximadamente de $60 \pm 5\%$ ".

C. Tipos de película

Los tipos de película más corrientemente utilizados son: pancromática, infrarroja, blanco y negro, color y color infrarrojo (17).

3.1.11.2 Métodos de fotointerpretación

A. Características de la imagen

FAO (17) indica que los criterios de estratificación empleados en los estudios de manglares se suelen basar en la apariencia fisionómica de la vegetación y en las características fisiográficas, como las formas del terreno. Los elementos gráficos, cualitativos y cuantitativos, que se utilizan en el proceso de interpretación se analizan ampliamente en la mayoría de los manuales de fotointerpretación. De forma resumida incluyen:

a. Tono y color

"La diferencia de tono o color entre un objeto y su ambiente, en una imagen, ayuda a identificar el objeto. Para la clasificación forestal, los tonos pueden depender del ángulo solar en el momento de exposición, la edad de los árboles, las condiciones de humedad y la densidad de la masa. Por ello la fotointerpretación no debe basarse sólo en este elemento gráfico" (17).

b. Dimensión y forma

FAO (17) señala que para aplicaciones forestales, la dimensión y la forma de las copas de los árboles son muy útiles para la identificación de las especies arbóreas.

c. Textura y configuración

"La textura puede ser suave, fina, gruesa o basta, dependiendo mucho de la escala de la imagen. La configuración es la disposición espacial de los objetos y su repetición en la imagen. Puede ser natural o artificial. La configuración natural suele ser el resultado de la topografía, la disposición del drenaje, etc., mientras que la artificial se encuentra en plantaciones, cultivos migratorios, regímenes de corta, etc." (17).

d. Localización y asociación

“La localización y asociación no son características de los objetos, sino que se refieren a las proximidades de los objetos. El conocimiento de las condiciones ecológicas y el ambiente en que está situado un objeto, puede ayudar a identificarlo. También, un objeto dado puede reconocerse simplemente por otro objeto próximo conocido” (17).

3.1.11.3 Aplicación de la fotografía aérea a las áreas de manglar

De acuerdo con Benessalah (5) y Jiménez (31), en la mayor parte de los inventarios y planes de manejo de áreas de manglar, la interpretación de fotografía aérea pancromática, blanco y negro ha sido la herramienta principal. Con esta técnica se han podido clasificar áreas de manglar de acuerdo a su composición genérica (*Rhizophora* y *Avicennia*) utilizando el tamaño de copa, el tono y la altura del dosel. A esto, el autor, agrega que un conocimiento regular de la ecología y distribución espacial de las especies en el área es muy útil durante el proceso de fotointerpretación.

Como indica Benessalah (5), la delimitación de masas forestales se refiere a una división adicional de los tipos de bosque en rodales de manglar. Cuando no se dispone de fotografías aéreas de escala grande (1:10,000 o más), será necesario combinar los trabajos de fotointerpretación con estudios extensos de campo. Mediante recubrimiento fotográfico a escala media, se puede obtener una estratificación forestal detallada -basada en las dimensiones de las copas de los árboles o en las alturas de la masa forestal- e identificar el uso de las tierras.

De acuerdo con Jiménez³ la identificación de géneros -incluso especies de mangle- a través de fotografía aérea de escala media, ha sido ampliamente demostrado, siempre y cuando ese trabajo se combine con algunas comprobaciones de campo que no sean muy exhaustivas, debido al difícil acceso en el manglar y, porque la técnica en mención, ha sido aceptada para ahorrar tiempo y recursos en investigaciones en manglar. Es fundamental una fase de reconocimiento del manglar, previo al trabajo de estratificación por especies dominantes mediante la fotointerpretación.

³ JIMÉNEZ, J. 1999. Consulta en aspectos varios de la presente investigación. San Pedro, Costa Rica, Organización para Estudios Tropicales. (Comunicación personal)

Rollet (50), en 1974, demostró que sobre imágenes pancromáticas a escala 1:30,000 se pueden distinguir las masas puras de *Avicennia* y de *Rhizophora*. Sin embargo, la separación de especies es más difícil en masas mezcladas. En fotografías pancromáticas a escala 1:20,000, se podían separar muy bien las masas de *Avicennia* de las de *Rhizophora*, debido a su tono gris y a su textura más gruesa. A este estudio se suman las aportaciones de Hamilton y Snedaker (26), de 1984, al indicar que en fotografía aérea en blanco y negro a escala 1:25,000, se reconocían fácilmente los géneros de manglar por el tamaño de la copa, el tono y la altura relativa (50).

De las ventajas del uso de la fotografía aérea, Benessalah (5) señala: "con respecto a la *utilización de los terrenos de manglar*, la fotografía aérea en blanco y negro demostró su utilidad para la identificación y elaboración de cartografía de terrenos recientemente acrecentados, basándose en las diferencias de tono de la sequedad superficial y de las condiciones de humedad.

"En zonas de manglar cuya accesibilidad es un problema real, la fotografía aérea a baja altura es una herramienta útil que puede emplearse con éxito junto con ciertos datos del terreno, para registrar información sobre la cubierta forestal y otros usos no forestales de los terrenos. Este tipo de fotografía, generalmente de gran escala, contiene una valiosa información que se puede emplear como 'verdad terreno', ya sea para corregir errores de interpretación o como datos de referencia para la construcción de una clave de fotointerpretación" (Benessalah (5)).

Según FAO (17), en regiones en que hay pocas especies de árboles forestales, las fotografías en blanco y negro pueden resultar satisfactorias; también indica que "la identificación de especies suele ser más precisa en fotografía en color. Sin embargo, tanto en este caso como en el de fotografía en blanco y negro, hay que realizar estudios de reconocimiento en el campo para complementar y rectificar la fotointerpretación. Las masas forestales pueden identificarse también utilizando fotografías aéreas, pero también en este caso, los estudios de reconocimiento de campo, los mapas antiguos, registros y planes anteriores de trabajo son elementos fundamentales para garantizar una clasificación precisa".

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 ASPECTOS BIOFÍSICOS DEL ÁREA

3.2.1.1 Descripción general de las costas del pacífico guatemalteco

La llanura costera del Pacífico comprende 254.7 km. de línea de costa, 24,000 km² de planicie costera y 14,700 kilómetros cuadrados de plataforma continental. "Las típicas playas de arenas negras del Pacífico están constituidas por un sistema de abanicos aluviales formados por cenizas volcánicas, UICN (1995). La planicie costera está formada por aluviones del cuaternario y se caracteriza por una topografía plana, con suaves ondulaciones y elevaciones no mayores de 200 msnm" (FAO (17)).

Por sus características geomorfológicas, la costa guatemalteca se puede definir como de tipo clástico, la que está caracterizada por procesos de acumulación de material terrígeno transportado por los ríos, el cual al interactuar con los regímenes mareales forman barreras arenosas o médanos, produciendo lagunas costeras con ambientes alejados de las mareas. Sistemas de este tipo se encuentran en Monterrico, en las Lisas y en El Manchón, lugares típicos de establecimiento de las áreas de manglares (21).

Arrecis (2) describe las costas guatemaltecas del Pacífico al señalar que en ellas hay un predominio de régimen de oleaje severo, con una plataforma continental abierta, carente de estructuras que disipen la energía del oleaje. Por dicha intensidad del oleaje y por la arena traída por los ríos, se han desarrollado aquí sistemas de dunas (depósitos de arena de origen volcánico) que separan al mar de los esteros. Cuando existen brechas abiertas en las dunas de arena que provocan la comunicación del agua continental con el agua de mar, a esas brechas se les denomina barras, bocanas o boca barras.

3.2.1.2 Características del área de estudio

El área de estudio abarca una superficie aproximada de 42 kilómetros cuadrados del litoral del Pacífico; comprende dos zonas político administrativas diferentes, pertenecientes al municipio de Iztapa del departamento de Escuintla (desde Puerto Viejo) y al municipio de Taxisco, del departamento de Santa Rosa (hasta Zunzo). No obstante, en el ámbito geográfico ambas zonas se encuentran fusionadas dentro de la denominada "Franja Litoral del Pacífico", que, como señalan Simmons, Tarano & Pinto (57) comprende aproximadamente 1 kilómetro de ancho de forma aladaña al mar.

A. Ubicación

Según puede observarse en la Figura 1, el área de estudio limita al Norte con Zanjón "El Chile", carretera a aldea "El Chile", Finca "El Chile", Hacienda "El Magarín Segundo" (en Iztapa, Escuintla) y "Hacienda Las Tres Ceibas" (Taxisco, Santa Rosa). El límite Sur lo constituye el Océano Pacífico, el límite Este es el Río María Linda (en Iztapa) y el límite Oeste es el Canal de la Zona Doce (en Taxisco).

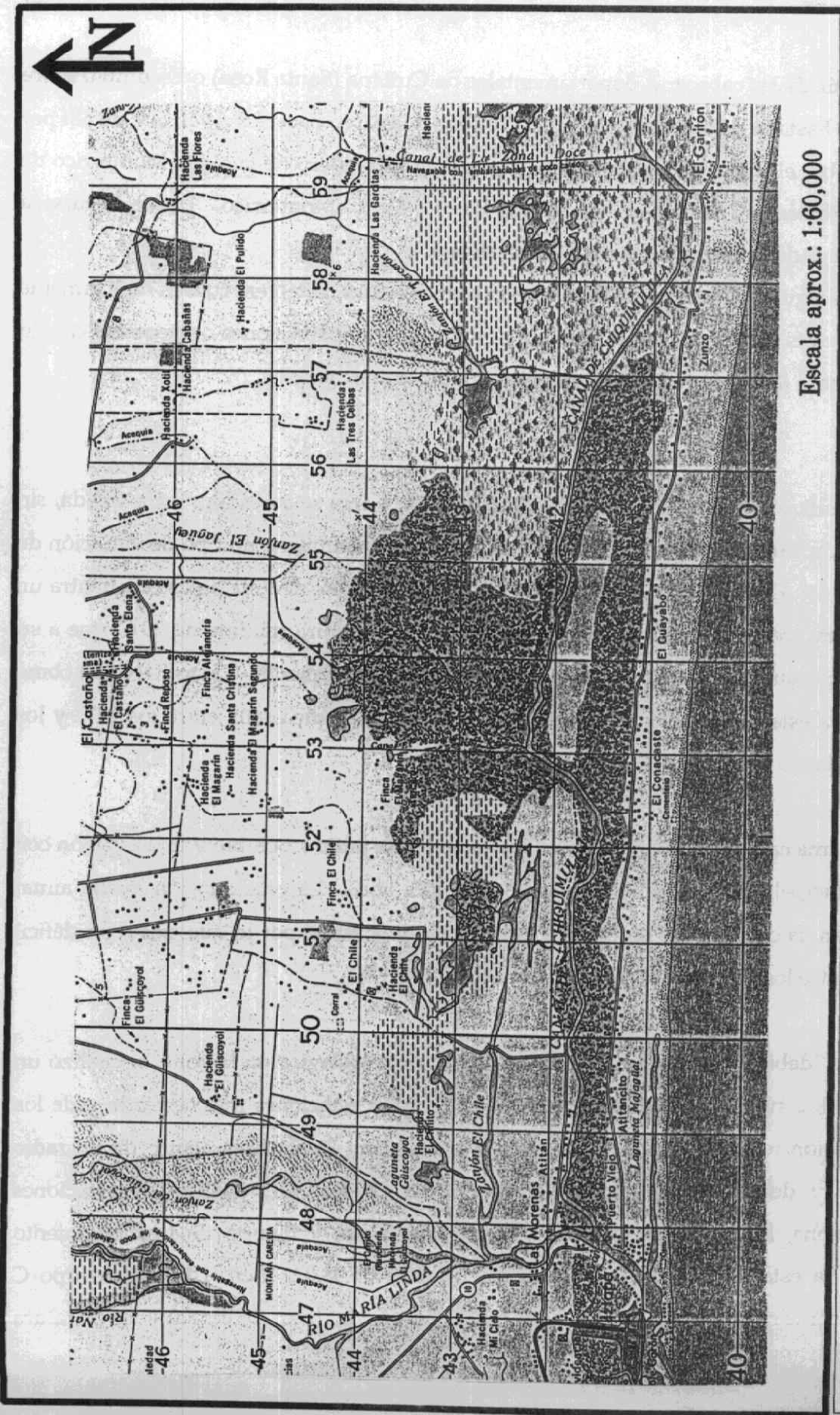
Cuadro 1. Localización geográfica y características generales de las comunidades ubicadas en el área de estudio.

NOMBRE Y DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA COMUNIDAD	JURISDICCIÓN POLÍTICOADMINISTRATIVA
Puerto Viejo: Ubicada entre el litoral del Pacífico y el Canal de Chiquimulilla, al este de la cabecera municipal (río María Linda de por medio); inicio de carretera asfaltada que llega hasta Monterrico (Taxisco, Santa Rosa). Lat. 13°55'50" y Long. 90°42'25".	Municipio de Iztapa, Departamento de Escuintla.
Las Morenas: Colinda al Sur con el Canal de Chiquimulilla y al Oeste con el Río María Linda. Se ubica al Nor noroeste de la cabecera municipal. Lat. 13°56'17" y Long. 90°42'30".	
Atitán: Su ubicación es al Este de Las Morenas y al Norte del Canal de Chiquimulilla. Se llega a ella a través de carretera de terracería. Lat. 13°56'12" y Long. 90°41'48".	
Atitancito: Ubicada entre el litoral del Pacífico y el Canal de Chiquimulilla, se sitúa a 1.5 kilómetros al Este de Puerto Viejo por carretera asfaltada. Lat. 13°55'57" y Long. 90°41'10".	
El Conacaste: Ubicada entre el litoral del Pacífico y el Canal de Chiquimulilla a 5 kilómetros de Puerto Viejo por carretera asfaltada. Lat. 13°55'50" y Long. 90°39'52".	
El Guayabo: Ubicada en la zona de duna costera entre el Océano Pacífico y el Canal de Chiquimulilla; se sitúa a 7 kilómetros al Este de Puerto Viejo por carretera asfaltada. Colinda al Este con Zunzo (Taxisco, Santa Rosa). Lat. 13°55'48" y Long. 90°38'40".	
Zunzo: Caserío de la aldea El Garitón del municipio de Taxisco, en San Rosa. Colinda al Norte con el Canal de Chiquimulilla, al Sur con el Océano Pacífico, al Este con El Garitón y al Oeste con El Guayabo.	Municipio de Taxisco, Departamento de Santa Rosa
El Garitón: Ubicado entre el Litoral del Pacífico y el Canal de Chiquimulilla. Lat. 13°55'65" y Long. 90°36'13".	

B. Vías de acceso

Las vías de acceso al área de estudio son cuatro:

- La primera, vía Escuintla a través de la ruta CA-9, tomando la autopista hacia el Puerto Quetzal, hasta llegar a la cabecera municipal de Iztapa (kilómetro 109); también puede llegarse al municipio de Iztapa vía aérea, aterrizando en el Aeroclub de la aldea Buena Vista. De Iztapa se utiliza el servicio de transporte fluvial para atravesar el Canal de Chiquimulilla. Puede continuarse por la carretera asfaltada de Puerto Viejo (Iztapa) a Monterrico (Taxisco).



Escala aprox.: 1:60,000

LEYENDA



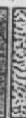







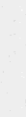

-  Manglar, Nipa
-  Superficie deformada, arena
-  Bosque, monte alto
-  Matorral, monte bajo
-  Terreno sujeto a inundación; Río seco o aluvión
-  Pozo; Manantial; Río intermitente
-  Lago o charco intermitente
-  Ciénaga o pantano; Represa
-  Transitable todo el año
-  Afirmado sólido, dos o más vías
-  Transitable en tiempo bueno o seco, revestimiento suelto
-  Rodero; Vereda

FIGURA 1 Ubicación del área de estudio. "Factores que afectan la población y distribución del manglar".

Tomado de Hoja 20571 Iztaapa (22), Guatemala

- La segunda es a partir de las cabeceras departamentales de Cuilapa (Santa Rosa) o Escuintla, sobre carreteras asfaltadas hasta la cabecera municipal de Taxisco, tomando hacia La Avellana; de allí por transporte fluvial sobre el Canal de Chiquimulilla hasta el embarcadero de la aldea Monterrico de donde puede continuarse por la carretera asfaltada Puerto Viejo -Monterrico. Puede llegarse a Monterrico vía aérea dado que existe una pista de aterrizaje.
- Toda vez estando en alguna de las comunidades antes mencionadas, la tercera ruta es directamente por vía acuática, a través del Canal de Chiquimulilla, utilizando embarcaciones de pequeño calado con y/o sin motor fuera de borda. No existe muelle para las embarcaciones.

C. Clima

De acuerdo con la clasificación climática de Thornthwaite (23), el área se considera como cálida, sin estación fría bien definida, húmeda con invierno seco (A'a'Bi). Posee asimismo un tipo de variación de la temperatura de 25 a 34%. De acuerdo a las isotermas encontradas en ese documento, se encuentra un promedio de temperatura máxima de 35°C y un promedio de temperatura mínima de 20°C, que a su vez constituyen las temperaturas máxima y mínima extremas, respectivamente. Tanto IGN (23) como INAB (24) reportan para esta región una temperatura media anual de que oscila entre los 24°C y los 26°C y una humedad relativa del 75%.

El área presenta un clima caracterizado por lluvias estacionales de junio a octubre y una estación con lluvias ocasionales, principalmente entre los meses de febrero a abril. La precipitación media anual registrada es de 855 mm, la cual sucede en un 98% entre mayo y octubre, por lo que existe un déficit hídrico comprendido entre los meses de noviembre a mayo (INAB (24)).

INAB (24) señala que "debido a la carencia de una estación meteorológica en la zona, se realizó un análisis de confiabilidad, consistencia y distribución espacial de las estaciones más cercanas y de los parámetros de información registrada; estas estaciones se encuentran localizadas dentro de un radio inferior a los 25 Km. y dentro de la cuenca del Río María Linda. Del análisis de estaciones meteorológicas de la zona, la que mejor patrón de comportamiento y tiempo de funcionamiento adecuado presentó es la estación Puerto San José FEGUA (No. 05.08.02, INSIVUMEH) de tipo C (estación donde únicamente se resgistran datos de precipitación pluvial [mm de lluvia] y temperatura [grados centígrados])".

Dado el criterio proporcionado por INAB (24), se recabaron datos de precipitación pluvial del año 1999 (Cuadro 2), de la estación Puerto San José FEGUA, con la cual ha podido elaborarse la Figura 2.

Cuadro 2. Datos de precipitación pluvial [mm] para el área de estudio, de enero a diciembre de 1999.

MES	Precipitación pluvial [mm]
ENERO	0
FEBRERO	0
MARZO	14.0
ABRIL	59.4
MAYO	108.6
JUNIO	434.9
JULIO	396.0
AGOSTO	198.8
SEPTIEMBRE	517.5
OCTUBRE	205.6
NOVIEMBRE	3.4
DICIEMBRE	0

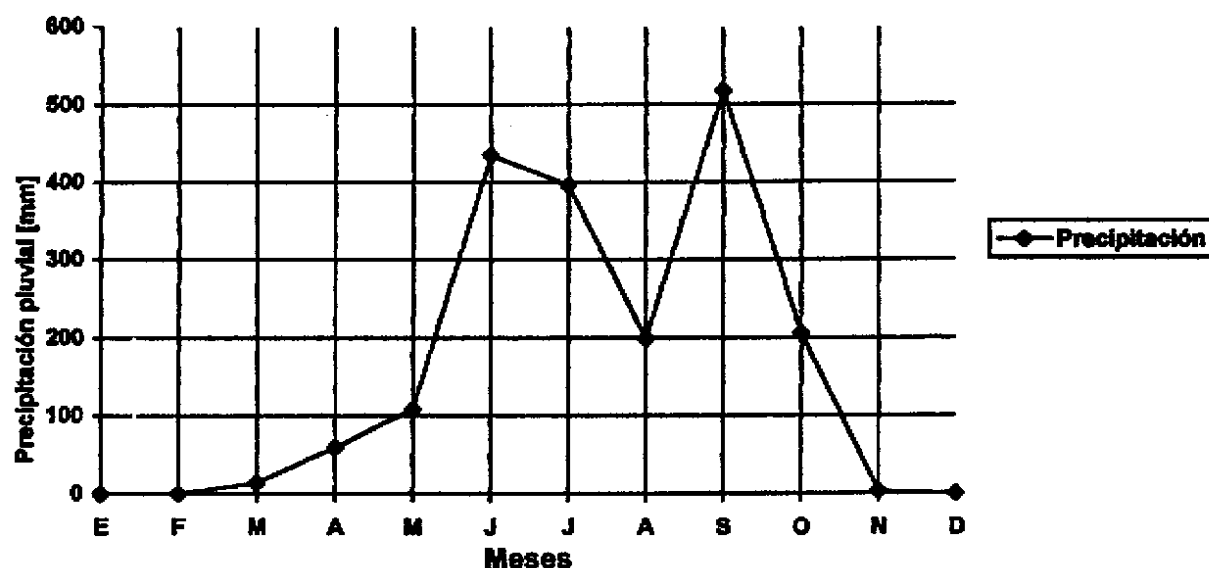


Figura 2. Gráfico del comportamiento de la precipitación pluvial [mm] para el año 1999

El patrón de precipitación influye en el caudal de los ríos, lo que a su vez determina un comportamiento estacional de la altura de la lámina de agua en el Canal de Chiquimulilla, según Jiménez (31). Esto queda expresado en la Figura 3 (extraída de la obra de Jiménez (31)) en donde se observa que los niveles de agua en el canal bajan marcadamente a finales de octubre con la llegada de la estación seca, y se elevan posteriormente en mayo, al iniciarse la época de lluvias.

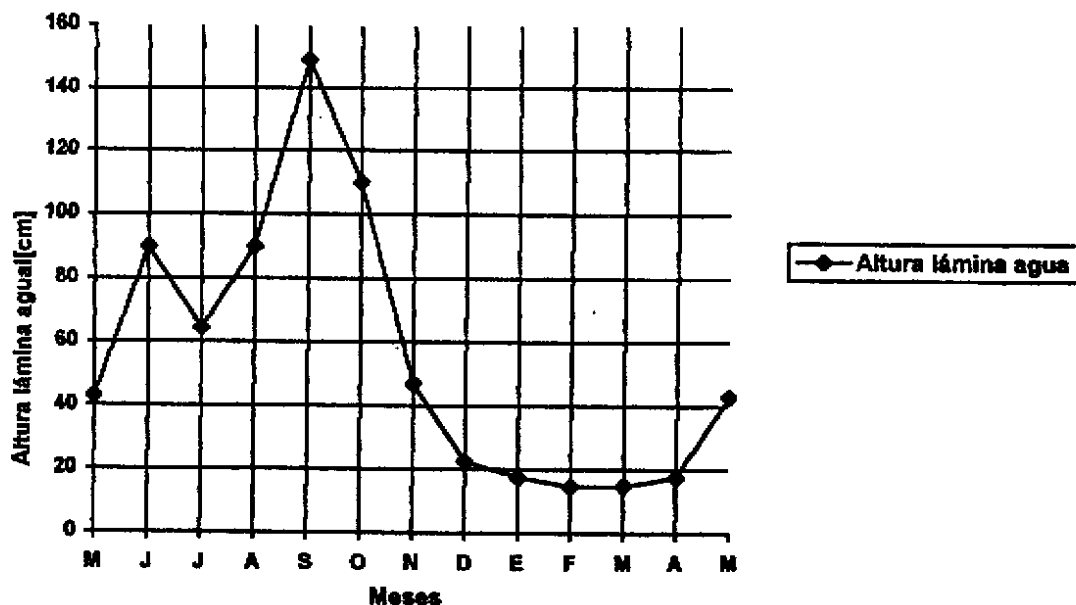


Figura 3. Comportamiento estacional de la altura de la lámina de agua en el Canal de Chiquimulilla (Tomado de Jiménez, 1994 (31))

D. Zona de vida

De la Cruz (13) con base en el sistema Holdridge, clasifica esta área como bosque seco subtropical (cálido). En esta zona de vida las biotemperaturas oscilan entre los 19°C y los 24°C. Las especies indicadoras de esta zona de vida son: pumpo (*Pachira acuatica*), botán (*Sabal mexicana*), ceibillo (*Ceiba aescutifolia*), canacaste blanco (*Albizzia caibaea*), mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*) y yaje (*Leucaena guatemalensis*).

E. Región Fisiográfica y Geología

El área de estudio forma parte de la región fisiográfica "llanuras costeras del Pacífico", formada sobre material geológico del período cuaternario (Qa), que está compuesto por un sistema de abanicos fluviales coalescentes, formados a partir del material arrojado por los volcanes en períodos de actividad volcánica. (23, 24).

"Debido al tremendo volumen de detritus en abanicos fluviales coalescentes, y quizá a un posible hundimiento, el drenaje de las áreas costeras es deficiente. A lo largo de la playa se han concentrado áreas negras ricas en magnetita. Se encuentran en esta zona de costa, sedimentos aluviales y sedimentos marinos recientes" (23).

Según INAB (24), el material volcánico, en muchos casos es lava lodosa o lahar, ceniza y rocas volcánicas que incluyen coladas de lava, material lahárico, tobas y edificios volcánicos. Dichos materiales provinieron del altiplano volcánico, formando las planicies costeras de poca ondulación, el drenaje en algunas áreas es deficiente, lo que provoca extensas inundaciones; por ello las características son playas de arena negra, áreas de pantano de mangle y algunos esteros.

F. Hipsometría

Debido a que el área pertenece a la Plataforma Continental del Pacífico, el rango de elevación está entre 0 y 10 metros sobre el nivel del mar. Dada su posición orográfica y la elevación sobre el nivel del mar, las pendientes predominantes están comprendidas entre el rango de 0 a 1%, por lo que se les considera tierras planas (24). Por su parte, IGN (23) señala que aquí suelen encontrarse pendientes con forma plana y nivelada con un gradiente que varía del 1% al 5%, presentando con frecuencia pequeñas unidades de micro relieve.

G. Génesis de suelos

Los suelos de la zona, según el Atlas Geográfico Nacional de Guatemala(13), "están desarrollados sobre material fluvio volcánico reciente a elevaciones bajas". En promedio, los suelos poseen 1 metro y más de profundidad.

H. Suelos

De acuerdo a la Clasificación FAO-UNESCO (Tobías, (64)) para Guatemala, los suelos del área de estudio se encuentran entre los "Gleysoles". Estos son suelos poco evolucionados, con influencia de drenaje superficial deficiente y/o un exceso de agua superficial durante la mayor parte del año (factores que han incidido en su formación). En Guatemala estos suelos son principalmente Gleysoles eútricos; su potencial productivo agropecuario es limitado sin la aplicación de técnicas; son suelos que sustentan áreas que son hábitat para muchas especies de flora y fauna acuática y semiacuática.

Según la clasificación de Simmons, Tarano y Pinto (57), los suelos del municipio de Iztapa pertenecen a la división fisiográfica "suelos del litoral del Pacífico" e incluye dos categorías: lo que son suelos arenosos bien drenados (código IIB de Escuintla) y arena playa del mar (código III de clases misceláneas de terreno de Escuintla).

Los suelos del área de estudio, de acuerdo con Simmons, Tarano y Pinto (57), pertenecen a tres series:

- Serie de Suelos Tiquisate: suelos profundos, bien drenados, desarrollados sobre depósitos marinos aluviales de color oscuro, en un clima cálido, húmedo - seco. Su textura es franca o más gruesa y por sus subsuelos cafés. El drenaje interno de los suelos de la serie Tiquisate es moderado. Poseen un espesor aproximado del suelo superficial de 40 a 50 centímetros. El problema principal en el manejo de este tipo de suelo es el mantenimiento de materia orgánica.
- Serie de Suelos Tiquisate Franco Arenoso Fino: Este suelo es muy similar al de la Serie Tiquisate franco, pero la textura de la superficie y del subsuelo es franco arenoso fino. En algunos lugares el suelo es menos profundo y se encuentra arena suelta a una profundidad de 75 centímetros o menos.
- Arena Playa de Mar: Esta serie de suelos se caracteriza por tener como material predominante a arena suelta; de color oscuro, casi negro, originada por deposiciones marinas. Esta serie por sus características parentales no posee capacidad productiva.

I. Capacidad de uso de la tierra

Para el área de estudio, de acuerdo con INAB (24), "la capacidad de uso de la tierra según la clasificación del USDA (1951) es equivalente a las clases VI (con suelos apropiados para pastos, ganadería, bosques o parques, pero tienen mayor necesidad de manejo para mantener la producción a causa de las pendientes o suelos poco profundos) y VIII (suelos y geoformas de terreno que tienen tantas limitaciones -pendientes, rocas o cubierta vegetal delicada- que sólo pueden ser usados como reservas de vida silvestre, abastecimiento de agua, áreas de esparcimiento y parques nacionales)".

3.2.1.3 Los manglares de la costa del Pacífico guatemalteco

Como indica la Comisión Nacional del Medio Ambiente (21), el área comprendida entre Puerto San José e Iztapa (dentro de la que se incluye Puerto Viejo), del departamento de Escuintla es una zona con alta presión sobre el recurso mangle, no sólo por el crecimiento urbano, poblaciones como Iztapa y el Puerto de San José, sino también por la gran cantidad de complejos urbanísticos funcionando y otros proyectos en ejecución. Asimismo, existe una buena cantidad de camaroneras y salineras, lo cual hace que sea el área con altas tasas de deforestación. Aquí es notoria la asociación de mangle rojo con mangle blanco.

A. Distribución geográfica del mangle en Guatemala

La Comisión Nacional del Medio Ambiente (21), señala que en el Pacífico de Guatemala existe la mayor superficie de ecosistemas de mangle respecto al Atlántico. La distribución general en el país es descrita por este mismo autor (21) indicando que "los manglares se encuentran en las costas del Pacífico guatemalteco, en los departamentos de San Marcos, Retalhuleu, Suchitepéquez, Escuintla, Santa Rosa y Jutiapa. Las áreas más importantes se ubican en municipios de Chiquimulilla, Taxisco, Retalhuleu y Champerico. En el Atlántico se encuentran en el departamento de Izabal, específicamente en los municipios de Livingston y Puerto Barrios".

De la distribución geográfica en Guatemala, Morales Calderón (43) indica que, en síntesis, los manglares se encuentran en la costa Pacífica desde la frontera de México hasta la frontera con El Salvador, y en la costa Atlántica, abarcando una faja angosta, desde el límite con Honduras hasta el límite con Belice.

B. Composición florística de los manglares de Guatemala

De acuerdo con Jiménez (30), los bosques de manglar de la Costa Pacífica de América Central muestran mayor diversidad que los manglares del Caribe, especialmente en áreas de alta precipitación. Standley & Williams (61, 62) señalan que en las costas de Escuintla, Retalhuleu, San Marcos e Izabal se encuentran *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erecta*.

La Comisión Nacional del Medio Ambiente de Guatemala (21) considera posible la presencia de *Rhizophora harrisoni* además de lo que indican Standley & Williams (61, 62). Sin embargo, hay que hacer la anotación de que según últimas informaciones indicadas por Jiménez (31) en 1994, *Rhizophora harrisoni* Leech es un ecotipo de *Rhizophora racemosa* G.F.W. Meyer.

Asimismo, señala Jiménez⁴ que no se ha recibido ninguna confirmación de la presencia de *Rhizophora racemosa* o *Rhizophora harrisoni* en la Costa Pacífica guatemalteca, sino que la única especie de mangle rojo observado es *Rhizophora mangle*. En lo que es la costa del Atlántico guatemalteco, cabe señalar que la tendencia de los manglares es hacia bosques homogéneos de mangle rojo, algunas veces asociado con mangle negro; el mangle blanco es poco común (21).

⁴ JIMÉNEZ, J. 1999. Consulta en aspectos varios de la presente investigación. San Pedro, Costa Rica, Organización para Estudios Tropicales. (Comunicación personal)

Con esta evidencia, en la presente investigación se tomará de base lo señalado por Standley & Williams (61, 62) de la composición florística de los manglares de Guatemala; estos autores (61, 62) solo reportan cuatro especies para el manglar, siendo el reporte más confiable por el objeto de estudio de estos investigadores. Por lo tanto, las especies de manglar presentes en el litoral pacífico de Escuintla y Santa Rosa son:

- Mangle rojo: *Rhizophora mangle* L. (Rhizophoraceae).
- Mangle blanco: *Laguncularia racemosa* Gaertn. (Combretaceae).
- Mangle negro: *Avicennia germinans* (L.) L. (Avicenniaceae).
- Mangle botón o botoncillo: *Conocarpus erecta* L. (Combretaceae).

a. *Rhizophora mangle* L.

De Dawes (14) y Jiménez (31) se extrajo la siguiente información, útil para poder reconocer morfológicamente a esta especie.

El mangle rojo se coloca en la familia Rhizophoraceae.

- Nombres comunes: mangle rojo, mangle colorado, mangle casilar, mangle caballero, mangle gato y mangle gateador.
- Hábito y generalidades: los árboles de esta especie son generalmente pequeños, de menos de 12 metros de altura. El tronco puede alcanzar entre 30 y 40 cm. de diámetro. Al crecer en sitios sobre sedimentos poco consolidados, el tronco es irregular en su forma, lo que hace difícil separar el tronco de las raíces aéreas.
- La Corteza es de color grisáceo, lisa o con fisuras irregulares; las fisuras tienden a ser mayores en climas secos y estacionales, donde exfolia en pequeñas placas.
- Las Hojas son opuestas, gruesas y coriáceas y una yema en forma de higo en el ápice de cada rama. Cada nuevo par de hojas está envuelto por una estípula larga que en su base posee pequeñas glándulas que secretan una sustancia mucilaginosa que lubrica el nuevo par de hojas durante su desarrollo.
- Las Flores son pequeñas y bisexuales y aparecen durante todo el verano. La inflorescencia posee un largo variable, generalmente menor de 7 cm. y ésta muestra sólo dos o tres flores. La base de la flor muestra cuatro sépalos carnosos de color amarillo claro. Este es el elemento más distintivo de esta planta.

- El Fruto es pequeño, tiene una sola semilla y es vivíparo. Después de un período aproximado de un mes, una radícula rompe la pared del fruto y continúa el crecimiento por un período de aproximadamente 6 meses. Posteriormente el propágulo se desprende y quedan los cotiledones adheridos a la pared del fruto, que se desprende del árbol madre poco después.
- El mangle rojo posee raíces superficiales que forman grandes crecimientos en forma de botón a partir de las cuales se forman las raíces de anclaje.

b. *Laguncularia racemosa* Gaertn. f.

De Dawes (14) y Jiménez (28, 31) se extrajo la siguiente información de esta especie.

Pertenece a la familia Combretaceae, en el mismo orden que las Rhizophoraceae (Myrtales).

- Los nombres comunes de la especie son: mangle blanco, Sincahuite, angelín, mangle mariquita y mariangolo.
- Hábito y generalidades: Esta es un árbol comúnmente pequeño que raramente excede los 10 metros de altura. En condiciones de alta salinidad adopta el hábito arbustivo. Como señala Jiménez (28), *Laguncularia racemosa* crece en una variedad grande de condiciones. Generalmente se encuentra en el borde interno de los manglares, en suelos elevados, donde las inundaciones por marea son menos frecuentes e intensas; también donde las inundaciones por marea son limitadas.
- La Corteza es grisácea, con fisuras largas que provocan la exfoliación en bandas.
- Posee Hojas opuestas, gruesas, brillantes, oblongas, de 2 a 7 cm de largo y de 2 a 3 cm de ancho. Sobresale un par nectarios sin función en la base de cada hoja. La hoja es acorazonada y de textura coriácea. Aspectos distintivos del follaje es el color verde claro o amarillento de las hojas y los peciolo rojizos, asimismo, las hojas son más delgadas que las de los mangles rojo y negro.
- Aún cuando se han reportado raíces adventicias, la especie suele carecer de sistemas radicales especializados, y se encuentra por lo general en los márgenes superiores de los manglares.
- Flores: el árbol puede ser dioico o hermafrodita, la inflorescencia es una panícula terminal con flores unisexuales de color amarillento o verde claro. Las flores son muy olorosas y polinizadas por insectos.
- El Fruto es vivíparo y está rodeado por un pericarpo grueso y estriado. El género recibe su nombre debido a la forma "botellada" del fruto (del latín *laguncularis* = en forma de botella).

c. *Avicennia germinans* (L.) Stearn.

De Dawes (14) y Jiménez (30, 31), se extrajo la siguiente información:

El mangle negro pertenece a la familia Avicenniaceae.

- Los nombres comunes asignados a esta especie son: mangle negro, ixtatén, madre sal, curumo negro, palo de sal, mangle salado y culumate.
- Hábito y generalidades: Esta especie se presenta en forma de arbustos o árboles, generalmente en extensos rodales monoespecíficos. Algunos ejemplares alcanzan más de 30 metros de altura y diámetros superiores a 1.5 metros. Según Jiménez y Lugo (33) la turbulencia del agua inhibe el desarrollo radicular de *Avicennia germinans*. Además, esta especie no tolera la sombra y en áreas de inundación, el mangle negro es dominado por otros tipos de mangle.
- La Corteza es de color grisáceo oscuro, generalmente en climas secos la corteza es fisurada formando escamas gruesas. Los nudos de las ramas tienden a engrosarse en ambientes más secos, que sirven de hábitat para poblaciones de hormigas.
- Las Hojas son opuestas, las cuales son de color verde oscuro en su superficie superior y blanquecinas en su superficie inferior; la longitud y ancho de las hojas varía de forma inversamente proporcional a las condiciones de salinidad del área donde crece esta especie. A esto hay que agregar que las hojas poseen hidátodos y generalmente presentan cristales de sal en ambas caras, especialmente cuando la lluvia no lava los cristales de sal de las hojas.
- Las flores son perfectas y su florecimiento en Centroamérica, se da avanzada la época seca (febrero a marzo). Las inflorescencias en racimos o panículas son axilares y terminales con flores blancas ligeramente vellosas. El cáliz es verde claro o grisáceo, rodeado por fuera de 3 pequeñas brácteas. La corola está formada por 4 pétalos lobulados de color blanco, con la base interna ligeramente amarillenta a fuertemente amarilla. Sus flores poseen una miel de alta calidad.
- El Fruto es vivíparo; es una cápsula carnosa compuesta que contiene una semilla; los frutos caen avanzada la época lluviosa (septiembre a octubre), en Centroamérica (14, 30, 31).
- "Las raíces pueden dividirse en cinco tipos: 1) raíces adventicias primarias que se desarrollan a partir del tallo; 2) raíces horizontales que crecen justo debajo del sustrato y producen 3) neumatóforos erectos y 4) raíces de anclaje descendentes; 5) raíces absorbentes que suelen formarse justo debajo de la superficie del sustrato sobre los neumatóforos"(14).

e. *Conocarpus erecta* L.

- A esta especie se le conoce comúnmente como: mangle botoncillo, mariquito y mangle botón (31). Este género, al igual que *Laguncularia*, pertenece a la familia Combretaceae.
- Hábito y generalidades: Según Jiménez (31) esta especie puede presentar una forma arbustiva o arbórea generalmente menor de 15 metros de altura. Su corteza es café oscuro con fisuras largas que provoca una corteza acanalada con exfoliaciones en bandas. La especie nunca es dominante dentro de los manglares del Pacífico centroamericano por lo que se le considera un asociado a los manglares y según Arrecis (2) ha entrado en acelerada extinción.
- Las Hojas de esta especie son alternadas simples, enteras, ovaladas y con un largo que varía de 4 a 9 cm. La hoja tiene una forma de cuña en su base. En ambos bordes de la base de la lámina se puede observar un par de glándulas circulares.
- Las Flores se presentan como panículas terminales. Las flores se agrupan en una estructura globular, que forman racimos de 3 a 7 centímetros de largo. El árbol es dioico, aunque se pueden ver individuos bisexuales.
- El Fruto es un agregado leñoso persistente, que semeja un pequeño cono de color café. En esta especie no se observa viviparidad.
- En la costa pacífica esta especie no forma rodales importantes dentro de los manglares, su distribución está restringida a los bordes internos de los manglares. (14, 31).

f. *Pachira acuatica*, Aubl.

- Los nombres comunes dados a esta especie son: cacao de danta, shila blanca, zapotón, pumpunjuche, pompo, pumpo (como se le conoce en la zona estudiada), cacao cimarrón, cacao de playa. Esta especie pertenece a la familia Bombacaceae.
- Hábitos y generalidades: Jiménez (31) presenta a esta especie como una "especie asociada" dentro de las zonas de manglar. Es un árbol típico de pantanos de agua dulce, en zonas bajas tropicales, se encuentra asociado a manglares en suelos de baja salinidad, mezclándose con *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*. Alcanza hasta 18 metros de altura y más de 50 cm. de dap. Presenta gambas delgadas en la base del tronco. Su corteza es lisa, grisácea a café claro. Es sembrado en muchas área como árbol ornamental.
- Las Raíces compuestas, de material corchoso son utilizadas por los pescadores de Guatemala y El Salvador para confeccionar flotadores para sus redes.

- Las Hojas son alternas, glabras entre 25 y 40 cm. de largo, claramente digitadas con 5-8 hojuelas elípticas a oblongas de 8 a 25cm de largo y 4 a 9 cm de ancho, agudas a obtusas, glabras en el haz y envés, de ligeramente a profusamente pubescente, moderadamente coriáceas.
- Las Flores son enormes, de hasta 42 cm de largo. Solitarias, o dos o tres insertas sobre un pedúnculo que se origina junto a la base del peciolo foliar. La corola de 5 pétalos delgados de color blanco o amarillo verdoso. Los estambres muy numerosos (más de 80) con filamentos violeta a rojizos. El pistilo con ovario redondeado de 1 cm de ancho, pentalocular.
- El Fruto es una cápsula dehiscente, subglobosa u ovoide de 20 a 30 cm de largo, de café claro que cuelga de un pedúnculo grueso. Aún unido al árbol la cápsula se separa en 5 partes. Las semillas, aproximadamente 18 por fruto, son redondeadas a casi cúbicas, envueltas en una pulpa blanquecina, caen al agua y son dispersadas por las corrientes.

3.2.2 ANTECEDENTES DE ESTUDIOS EN EL ÁREA

Para el área de estudio de la presente investigación, se cuenta con la referencia específica de estudios tales como los de Morales Calderón 1979 (43), Arrecis 1990 (1), Soto 1991 (60) y Lemus *et al.* 1992 (36).

Morales Calderón (43) trabajó en un estudio en el Litoral Pacífico del país respecto a la importancia y manejo del recurso, enfocado hacia su conservación. El estudio demostró, en términos generales, la disminución de la cobertura de manglar en el litoral de 1965 a 1978. Además reporta para el municipio de Iztapa, Escuintla un total de 12.46 km² en 1978, aunque cabe mencionar que no se especifica el límite de jurisdicción político administrativa del manglar entre Escuintla y Santa Rosa.

En 1990 se presentó una investigación respecto a los cambios cuantitativos -disminución- en la cobertura vegetal del manglar de Iztapa entre los años 1987 y 1990. El estudio fue presentado por Arrecis (1), pero no se realizó para la totalidad del municipio de Iztapa, sino únicamente para la zona de manglar ubicada desde la Aldea Buena Vista (al oeste de la cabecera municipal de Iztapa) hasta El Conacaste, pues, como señala la autora, existía conflicto entre las municipalidades por la posesión de aldeas y caseríos.

Soto, 1991 (60) hace referencia a la utilización del recurso mangle, en zonas aledañas al Canal de Chiquimulilla en el departamento de Santa Rosa. Sin embargo, dado el objetivo del estudio, no se cubre el ecosistema completo a que actualmente se hace referencia (al ubicado entre Puerto Viejo y Zunzo). En este estudio se hace referencia a la presión existente sobre el recurso mangle por parte de poblaciones aledañas al mismo.

En 1992, en el estudio de Lemus *et al.*(36), se trabajó con siete aldeas de Taxisco, Santa Rosa, para un diagnóstico de la relación existente entre la población humana y el uso del mangle, demostrando -al igual que otros estudios en la zona- la alarmante reducción del recurso en el área, debido a la extracción de madera para usos múltiples, entre los que destaca el uso para el cultivo del paxte (*Luffa cylindrica*).

Gálvez Marroquín en 1994 (20), en un estudio de caracterización del cultivo del paxte, realizado en Iztapa y Taxisco, , demuestra la fuerte presión ejercida por dicho cultivo sobre el mangle blanco del área.

La CONAMA de Guatemala(21) en 1997 presentó un estudio de prefactibilidad del plan de manejo sostenible de los manglares del país. Además del enfoque a nivel nacional, utilizando los mapas del recurso (escala 1:250,000), puede extraerse información de cobertura de manglar a nivel regional y local, lo cual se ha hecho en la presente investigación.

Además de los estudios antes mencionados, se cuenta con otros que no son específicos para el área de estudio de la presente investigación, pero que son de mucha utilidad en el entendimiento de la situación actual del manglar a nivel nacional, regional y local. Entre ellos cabe mencionar los realizados por: FAO, 1994 (17); Jiménez, 1994 (30, 31); Rodas, 1990 (49); Suman, 1994 (63). Estos autores concuerdan en señalar que la tendencia de la superficie de manglar es hacia su reducción por presiones de diversa índole.

4. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

- Estudiar algunos factores que afectan el crecimiento, la población y la distribución del mangle, del área comprendida entre Puerto Viejo (Iztapa, Escuintla) y Zunzo (Taxisco, Santa Rosa).

4.2 ESPECÍFICOS

- Conocer la distribución de la superficie de manglar en 1999, correspondiente a las comunidades arbóreas presentes, comprendidas entre Puerto Viejo y Zunzo.
- Estudiar las condiciones del suelo (textura, pH, salinidad intersticial, salinidad del suelo, carbono orgánico, nitrógeno total, CIC y porcentaje de bases cambiables) y del agua (salinidad), que determinan la situación de la cobertura arbórea de mangle en 1999.
- Ubicar y cuantificar el área con cobertura de mangle en la zona, para el período de 1954 a 1999.

5. METODOLOGÍA

5.1 ACTIVIDADES DESARROLLADAS

5.1.1 PRIMERA FASE DE GABINETE

5.1.1.1 Revisión y análisis de información del área

Se revisaron mapas, hojas y material cartográficos del área de estudio: a) topográfico a escala 1:50,000: Iztapa (22). b) Geológico 1:500,000 (23), Zonas de Vida 1:500,000 (23), Isoyetas 1:1,000,000 (23), Isotermas 1:1,000,000 (23), Climático 1:1,000,000 (23), Fisiográfico 1:1,000,000(23) c) Fotografía aérea (pancromática, escala 1:22,000, del año 1988).

5.1.1.2 Elaboración de mapa base

Se tomó como referencia el mapa topográfico Iztapa a escala 1:50,000 (22) para elaborar el mapa base. Sobre este mapa base se definieron características de hidrografía, de uso de la tierra (vegetación de bosque, playa, agricultura, etc.) de infraestructura (centros poblados, vías de acceso) y las referencias cartográficas. El área de trabajo se delimitó en el mapa base (Figura 1) de la siguiente manera: al Norte por Zanjón "El Chile", carretera a aldea "El Chile", Finca "El Chile", Hacienda "El Magarín Segundo" (en Iztapa, Escuintla) y "Hacienda Las Tres Ceibas" (Taxisco, Santa Rosa). El límite Sur lo constituye el Océano Pacífico, el límite Este es el Río María Linda (en Iztapa) y el límite Oeste es el Canal de la Zona Doce (en Taxisco).

5.1.1.3 Elaboración de mapas preliminares

Los mapas preliminares se elaboraron sobre lienzos y con marcadores indelebles, a partir de análisis de fotointerpretación de fotografías aéreas del área (pancromática, escala 1:22,000 del año 1988) y teniendo como referencia el mapa base. Este trabajo se basó en diferencia de tonalidades y texturas de los detalles de interés del área de estudio. Cada mapa preliminar fue identificado con su referencia y códigos de la unidad correspondiente.

A. Mapa preliminar de Hidrografía del área

Se delimitaron ríos y corrientes superficiales dentro del área de interés, durante la fotointerpretación de los pares estereoscópicos de fotografías aéreas.

B. Mapa preliminar de Fisiografía del área

Se elaboró una estructura de seis categorías fisiográficas, basado en la evidencia proporcionada por SEDUE (56) respecto al ordenamiento territorial. Con la estructura elaborada se procedió a delimitar los componentes fisiográficos del área, a manera de integrar aspectos de relieve o forma del terreno, geología y elementos hidrológicos.

C. Mapa preliminar de Uso de la tierra

Con análisis de fotointerpretación se delimitaron consociaciones de uso, utilizando una estructura de 9 categorías: 1. Centros poblados; 2. Cuerpos de agua; 3. Tierras con cultivos anuales; 4. Tierras con pastos naturales; 5. Industria/infraestructura; 6. Tierras con bosque de manglar; 7. Tierras con bosque latifoliado no adaptado a condiciones de salinidad; 8. Pantano/tular; 9. Arena de mar.

D. Mapa preliminar de Unidades por clase de mangle

Dentro de la categoría de uso "Tierras con bosque de manglar" se trabajó en la delimitación de unidades por clase de mangle, según la Clasificación FAO, 1994 (17). Basado en el criterio expresado por Benessalah (5), FAO (17), Hamilton & Snedaker (26), Jiménez⁵, Marín Meléndez (42), Rollet (50), Sánchez Peña (53) y Schaeffer-Novelli & Cintrón (55), se procedió a la fotointerpretación de las fotografías aéreas del área, para la estratificación del manglar en unidades correspondientes a la(s) especie(s) de mangle dominante(s).

5.1.2 PRIMERA FASE DE CAMPO

5.1.2.1 Reconocimiento preliminar del área de estudio

Para el reconocimiento preliminar del área se procedió al recorrido en lancha, en vehículo o mediante caminamiento en áreas dentro y fuera de la zona de manglar. Para el reconocimiento del área se contaba con la referencia del "mapa base" y con una libreta de campo para anotar observaciones importantes. En el desplazamiento por el área se contó con el apoyo del Proyecto Manglares.

⁵ JIMÉNEZ, J. 1999. Consulta en aspectos varios de la presente investigación. San Pedro, Costa Rica, Organización para Estudios Tropicales. (Comunicación personal)

5.1.2.2 Comprobación de información biofísica recabada

Basado en el criterio expuesto por FAO (17), Jiménez⁶, Marín Meléndez (42), entre otros, respecto a la necesidad de complementar y rectificar la fotointerpretación, se realizó la comprobación de campo de la información biofísica recabada. Para ello, se efectuaron todos los reconocimientos de campo que fueron necesarios para verificar y corregir los límites reales de las áreas delimitadas en cada mapa preliminar; se hicieron chequeos sobre la hoja cartográfica. Asimismo, durante esta fase de la investigación, se anotó en libreta de campo, toda observación de campo pertinente y de valor para el análisis del manglar del área.

A. Comprobación de campo de mapas preliminares "Uso de la tierra", "Fisiografía" e "Hidrografía"

Se realizaron varios recorridos por el área utilizando medio de transporte (terrestre y/o marítimo). Durante los recorridos siempre se contó con el apoyo de personal del Proyecto Manglares y/o personas del área familiarizadas con el uso de la tierra y cuerpos de agua. También se hizo un chequeo sobre la hoja cartográfica. En áreas de difícil acceso para medios de transporte, se realizaron caminamientos; para esto fue trascendental el acompañamiento de personal de Proyecto Manglares y/o habitantes del área, dado su conocimiento de la misma.

En cada recorrido de comprobación de campo se contó con los mapas preliminares del área, brújula y libreta de campo. La corrección y actualización de los mapas preliminares se hizo durante esta fase.

B. Comprobación de campo del mapa preliminar de "Unidades por clase de mangle"

En la creación de "unidades por clase de mangle" según la clasificación FAO, 1994 (17), se hace necesario combinar el trabajo de interpretación con reconocimientos de campo. Según autores como Benessalah (5), FAO (17), Hamilton & Snedaker (26), Marín Meléndez (42), Rollet (50) y Schaeffer-Novelli & Cintrón (55), dicha comprobación debe complementar y rectificar la fotointerpretación, pero debe ser limitada cuando solamente se desea una estratificación del área por unidades de manglar, evitando así que esta técnica, aceptada para áreas de manglar de difícil acceso, retrase los objetivos de investigación en este ecosistema.

⁶ JIMÉNEZ, J. 1999. Consulta en aspectos varios de la presente investigación. San Pedro, Costa Rica, Organización para Estudios Tropicales. (Comunicación personal)

Acompañado con el mapa preliminar de unidades por clase de mangle (mapa de unidades por especie y/o unidades mixtas creadas con base en la fotointerpretación), se visitó cada una de las unidades en mención, utilizando el mismo recorrido y estrategia de comprobación de mapas preliminares de fisiografía, hidrografía y uso de la tierra. La comprobación y corrección del mapa preliminar de "Unidades por clase de mangle", se efectuó mediante la observación directa de cada unidad de mangle, para reafirmar y/o corregir y/o actualizar (sobre dicho mapa preliminar), la información biofísica respectiva.

Además, se tomaron muestras de especímenes vegetales de cada unidad visitada a efecto de determinarlas taxonómicamente en el Herbario de la Facultad de Agronomía de la USAC, y así, contar con el respaldo científico para las especies vegetales de mangle identificadas en campo.

5.1.3 SEGUNDA FASE DE GABINETE

5.1.3.1 Mapas corregidos

Se revisó la información anotada en cada mapa cartográfico y libreta de campo (proveniente de fase de comprobación de campo) y así se reafirmó la corrección de los mapas preliminares. De esta forma se contó con los mapas corregidos de fisiografía, hidrografía, uso de la tierra y unidades por clase de mangle del área de estudio.

5.1.3.2 Trabajo de mapas en sistemas de información geográfica (SIG)

A fin de agilizar el trabajo de elaboración y análisis de mapas, y la presentación de los mismos, se procedió a trabajar con Sistemas de Información Geográfica, con el apoyo de la Unidad de Sistemas de Información Geográfica - USIG - de la Facultad de Agronomía (USAC). Esta etapa se alternó con la segunda fase de campo, como una estrategia de la investigación que se detallará más adelante.

A. Georeferencia de mapas

Previo a la digitalización fue necesario georeferenciar los mapas, utilizando para ello, el mapa base. Se ubicaron 4 puntos de georeferencia en la hoja Iztapa (22) y se encontró los valores de Latitud y Longitud de cada punto; posteriormente se ubicaron los puntos mencionados en cada uno de los mapas a digitalizar (tanto mapas corregidos como mapas de cobertura de mangle para diversos años).

B. Digitalización de mapas

Con el apoyo del programa "Atlas Gis©" de la Unidad de Sistemas de Información Geográfica de la Facultad de Agronomía (USAC), se procedió a la digitalización de los mapas corregidos de fisiografía, hidrografía, uso de la tierra y unidades por clase de mangle y, de igual forma, a la digitalización de los mapas de cobertura de mangle de los años 1954, 1985 y 1999. Se siguió el procedimiento descrito por Santos & Véliz (54) para digitalizar con mesa y "mouse" de digitalización; así se obtuvieron los mapas en formato vectorial.

Los mapas digitalizados son los siguientes:

a. Mapa de fisiografía del área

Se digitalizó el mapa corregido de fisiografía del área de estudio, caracterizada con 6 unidades fisiográficas: 1. Playa de mar; 2. Duna; 3. Depresión; 4. Terraza 1; 5. Terraza 2; 6. Terraza 3.

b. Mapa de hidrografía del área

Se digitalizó el mapa corregido de hidrografía que contiene cuerpos de agua permanentes (lagunas, lagunetas, canales, vericuetes, océano).

c. Mapa de uso de la tierra año 1999

Se digitalizó el mapa corregido de uso de la tierra colocando las siguientes nueve categorías de estratificación: 1. Centros poblados; 2. Cuerpos de agua; 3. Tierras con cultivos anuales; 4. Tierras con pastos naturales; 5. Industria/infraestructura; 6. Tierras con bosque de manglar; 7. Tierras con bosque latifoliado no adaptado a condiciones de salinidad; 8. Pantano/tular; 9. Arena de mar.

d. Mapa de unidades por clase de mangle

Se digitalizó el mapa corregido de "unidades por clase de mangle", caracterizado por 5 unidades, que son las siguientes: 1. Unidad pura de mangle rojo (*Rhizophora mangle*); 2. Unidad pura de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*); 3. Unidad mixta de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y mangle blanco (*Laguncularia racemosa*); 4. Unidad mixta de mangle negro (*Avicennia germinans*) y mangle blanco (*Laguncularia racemosa*); 5. Unidad mixta de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), pumpo (*Pachira acuatica*) y mangle blanco (*Laguncularia racemosa*).

e. Mapas de cobertura de manglar

Se digitalizaron los mapas de cobertura de manglar de 1954 y 1985, proporcionados por CONAMA a escala 1:250,000 (21). Posteriormente se digitalizó la cobertura de manglar de 1999 a partir del mapa de "unidades por clase de mangle" generado en la presente investigación.

Para tener un marco de referencia común a los tres mapas anteriores, se procedió a digitalizar un "contorno base" que se seleccionó para facilitar el posterior análisis de la cobertura de mangle en distintas épocas. El contorno base está delimitado de la siguiente manera: Al Norte por la coordenada UTM horizontal 1547, tomando el Datum horizontal Norteamericano (Nahd) de 1927; al Sur el Océano Pacífico; Al Este el Canal de la Zona Doce y al Oeste el río María Linda.

C. Edición de mapas digitalizados

La edición de mapas digitalizados se efectuó con el apoyo del Ing. Agr. Guillermo Santos⁷ (encargado de la Unidad de sistemas de información geográfica de la Facultad de Agronomía, USAC) y del Instructivo de práctica de edición de mapas (54). La edición consistió en: a) revisar que los atributos asignados correspondan a los estratos del mapa corregido; b) corrección de errores en atributos.

D. Exportación de los mapas vectoriales al programa IDRISI versión 4.0 ©

Se procedió a exportar los mapas vectoriales desde Atlas Gis hacia IDRISI, debido a la necesidad de "análisis algebraico" de algunas imágenes y a la necesidad de exportar los mapas a un tercer módulo para su mejor impresión. Para ello se utilizó el módulo "export" de Atlas Gis a Idrisi, y luego el módulo "import" de IDRISI, para importar los mapas digitalizados en Atlas Gis (Eastman, 1992 (15)).

E. Conversión a formato ráster de los mapas corregidos de "fisiografía" y "unidades por clase de mangle"

Debido a la necesidad de análisis de estos dos mapas se procedió a transformar el formato vector a formato ráster o cuadrícula a fin de tener una mayor capacidad de análisis de información. Para esto se utilizó el módulo "Polyras" del programa IDRISI, como indica Eastman (15).

⁷ SANTOS, G. 1999. Consulta de digitalización y edición de mapas de tesis. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. (Comunicación personal).

F. Análisis de información

El análisis consistió en la estratificación del área de manglar en función de la fisiografía y cobertura de mangle. Para ello se hizo una sobreposición de los mapas de "fisiografía" y "unidades por clase de mangle" a través del módulo "Crosstab" de IDRISI, pues según Eastman (15), este módulo permite sobreponer dos imágenes distintas para producir una tercera que contenga los puntos de traslape de atributos. Así se obtuvo una tercera imagen (a la que se denominó mapa "Fisiografía-Mangle"), de la cual, con el módulo "Edit", se editaron los identificadores de cada traslape.

G. Unidades de muestreo

Para crear unidades con un comportamiento fisiográfico, hidrográfico y de cobertura de mangle característicos (unidades de muestreo), fue necesario el análisis de estas imágenes. Por lo mismo, se procedió a la sobreposición visual en pantalla, del mapa vectorial "hidrografía" con el mapa "fisiografía-mangle".

Con dicha sobreposición y, considerando la clasificación de la cobertura de mangle según Jiménez, 1994 (31) (clasificación del manglar respecto a su relación con cuerpos de agua) y considerando lo observado en campo, se elaboró la imagen "Unidades con distinto comportamiento de fisiografía, hidrografía y unidades por clase de mangle", o de forma resumida "unidades de muestreo". Esta imagen consiste en la estratificación del manglar en nueve unidades (codificadas) con el mencionado comportamiento, a fin de constituir las unidades de muestreo del ecosistema.

5.1.3.3 Planificación de segunda fase de campo

A. Muestreo de agua

a. Muestreo en cuerpos de agua que influyen en el manglar

La selección de los puntos de muestreo se basó en lo indicado por Guevara *et al.* (25) respecto que a esto debe hacerse según la accesibilidad y alcances técnicos y económicos. También se consideró: que fuese un cuerpo de agua con influencia sobre el manglar (basado en criterios de autores como FAO (17), Jiménez (31), Sánchez Peña (53) y Snedaker & Snedaker (59)); recursos de la investigación (tiempo, económico, logístico); el fácil reconocimiento y ubicación del punto de muestreo por parte de pobladores del área (por ejemplo un punto en comunidades aledañas a los cuerpos de agua).

De esta manera se seleccionaron un total de ocho puntos de muestreo, que se marcaron, de forma preliminar, en el mapa corregido de "hidrografía". Dichos puntos de muestreo son:

- La boca barra de Iztapa.
- El río María Linda (en aldea "Las Morenas" de Iztapa).
- El Canal de Chiquimulilla, en cinco puntos correspondientes a las comunidades aledañas siguientes: Puerto Viejo, Atitán, El Conacaste, El Guayabo (todas en Iztapa) y Zunzo (en Taxisco).
- El Canal de la Zona Doce.

b. Muestreo de agua intersticial en "unidades"

La forma e intensidad de muestreo fueron planificadas en función de lo sugerido por Jiménez (32) y de lo siguiente: las características particulares de cada "unidad de muestreo" (tamaño y forma) y recursos de la investigación (recursos económicos, recurso tiempo, entre otros).

Así, se planificó tomar una muestra en un único punto representativo de cada "unidad de muestreo". La selección de los puntos de muestreo se basó en lo siguiente: a) representatividad del mismo de las condiciones fisiográficas, hidrográficas y de cobertura de mangle de la "unidad de muestreo"; b) acceso a la unidad; c) fácil ubicación del punto de muestreo en campo. Se identificaron las vías de acceso a cada área de muestreo y se marcó cada punto en el mapa de "unidades de muestreo", a manera preliminar.

B. Muestreo de suelo

De forma similar a la selección de puntos de muestreo de agua intersticial del suelo, se consideraron las características de cada "unidad de muestreo" y los recursos de la investigación, para seleccionar el lugar e intensidad del muestreo de suelos. Se decidió hacer el muestreo de suelo en un único punto representativo de cada "unidad". Se identificaron las vías de acceso a cada punto de muestreo sobre fotografías aéreas y mapa, marcando dicho punto en el mapa de "unidades de muestreo", a manera preliminar.

Sin embargo, considerando la observación de habitantes del lugar, respecto a la inminente inundación del manglar para mediados de junio, fue indispensable una estrategia de muestreo que permitiese coleccionar suelo del mayor número posible de puntos antes de la inundación.

Por ello se alternó el trabajo de gabinete con el muestreo de suelos, para que comenzando a principios de junio, se muestrearan varios puntos representativos de cada unidad de muestreo; luego (en fase de laboratorio) se seleccionó, del total de muestras colectadas, aquella que cumpliera mejor con los requisitos de representatividad de la unidad y acceso a la misma.

5.1.4 SEGUNDA FASE DE CAMPO

En esta fase se realizó el muestreo de suelo y agua. También se aprovechó para hacer y anotar observaciones que permitiesen explicar, de mejor forma, la situación actual del área.

5.1.4.1 Muestreo de suelo en unidades

En el punto seleccionado de cada "unidad de muestreo", se hizo lo siguiente: utilizando un barreno para muestreo de suelos (con escala cada diez centímetros) se procedió a excavar en el perfil del suelo; sacando muestras de cada diez centímetros de profundidad y observando similitudes y/o diferencias (en color y textura al tacto) entre cada una, se decidió sobre el número de muestras a extraer de cada punto de muestreo para una profundidad dada. Posteriormente, con el barreno para muestreo de suelos, se tomaron muestras de suelo a distintas profundidades (según lo definido previamente) hasta un máximo de 110 centímetros o hasta donde lo permitía la textura del suelo. La cantidad de muestra húmeda tomada fue de aproximadamente 1 kilogramo; tales muestras se colocaron en bolsas plásticas transparentes, y fueron identificadas con la información siguiente: código del punto y unidad de muestreo; descripción de la unidad; ubicación del punto muestreado; profundidad muestreada; fecha de muestreo.

5.1.4.2 Muestreo de agua

En los meses de septiembre, octubre y noviembre se efectuaron tres muestreos de agua (de cuerpos de agua y de agua intersticial), en los puntos seleccionados en fase de gabinete. Dicho muestreo se hizo en los meses de máxima precipitación e inicios de la época seca, porque según Jiménez (31), únicamente en meses lluviosos, dadas las descargas de agua dulce, se crean claros gradientes horizontales de salinidad (a diferencia de la época seca, cuando la descarga de agua dulce es mínima) entre cuerpos de agua cercanos al manglar, y de esa manera es factible caracterizar el comportamiento e influencia del agua sobre el mangle.

A. Muestreo en cuerpos de agua que influyen en el manglar

Según lo establecido por Guevara *et al.* (25), el muestreo se realizó durante la marea alta, pues así se obtiene mayor información sobre el comportamiento de las aguas. Utilizando lancha, se visitó cada punto de muestreo seleccionado en fase de gabinete y se marcó la ubicación del punto en el mapa de hidrografía (la ubicación estuvo determinada por el nombre de la comunidad o cuerpo de agua muestreado). En cada punto se tomó una muestra de aproximadamente 400 mL de agua, se envasó e identificó señalando el código y nombre del punto de muestreo y la fecha en que se efectuó.

B. Muestreo de agua intersticial

a. Preparación de equipo para muestreo de agua intersticial del suelo de manglar

En función de lo sugerido por Jiménez (32) y Schaeffer-Novelli & Cintrón (55) se preparó una serie de tubos de PVC para la toma de muestras de agua intersticial, por lo que se les llamó "tubos colectores". Estos tubos poseían las características siguientes: 1½ pulgadas de diámetro; longitudes de 1m, 1.5m, 2m o 2.5m; extremo inferior sellado y con una punta de madera; 10 cm. arriba del extremo sellado, una serie de perforaciones en el tubo que en conjunto ocupaban una longitud de 50cm.

Debido a la inundación del manglar, esperada para la época de muestreo, fue necesaria una estrategia de introducción del "tubo colector" en el suelo, sin que éste se llenara con agua de inundación; por ello, se diseñó un sistema de "doble tubo" que consistía en que el "tubo colector" cupiese a presión dentro de otro tubo de PVC más ancho (2 pulgadas de diámetro) a manera de "chaleco". La entrada a presión en el tubo más ancho, se logró colocando una tira de hule alrededor de la punta de madera del tubo colector por lo que el tubo más ancho actuó como una pared que impedía el paso de agua de inundación.

b. Muestreo de agua intersticial del suelo del manglar

Con el sistema de "doble tubo" (ideado para evitar tomar agua de inundación), se procedió a insertar el "tubo colector" en el suelo del manglar, de cada unidad de muestreo. Primeramente, se insertaba el "doble tubo" unos centímetros bajo la superficie del suelo y posteriormente se empujaba hacia abajo únicamente el "tubo colector", hasta una profundidad aproximada de 50 cm. del suelo, o hasta donde lo permitiese la resistencia del mismo. Así se tomaba el agua intersticial de los primeros 50 cm. de profundidad del suelo, según lo sugerido por Jiménez (32).

Considerando lo indicado por Jiménez (32) y Schaeffer-Novelli & Cintrón (55) se extraía del tubo colector, la primera porción de agua colectada y se desechaba. Luego se esperaba un tiempo prudencial para que el "tubo colector" tuviese agua intersticial, la cual se extraía a través de una manguera de vinyl de $\frac{3}{4}$ " X $\frac{5}{8}$ "ID, de una longitud de 2.75 metros. La muestra de agua intersticial (aproximadamente 350 ml) se colocaba en un recipiente plástico limpio y seco y se identificaba con: código y nombre del punto de muestreo; descripción de unidad de muestreo; fecha de muestreo.

5.1.5 FASE DE LABORATORIO

El análisis de las muestras de agua y de suelo se realizó en el Laboratorio de Agua y Suelo de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. En esta fase se hizo un acompañamiento del análisis y se colaboró en el mismo, de acuerdo a la coordinación con dicho laboratorio.

5.1.5.1 Análisis de agua

A. Entrega de muestras a laboratorio

Se entregó a laboratorio, un total de 8 muestras de cuerpos de agua y 9 muestras de agua de suelo de manglar para cada uno de los meses siguientes: septiembre, octubre y noviembre de 1999. En total se analizaron 24 muestras de cuerpos de agua y 27 muestras de agua intersticial del suelo del manglar.

B. Análisis de agua requerido

Tomando en cuenta los recursos de la investigación y lo sugerido por Guevara *et al.* (25) y Jiménez (32) se decidió analizar únicamente la "conductividad eléctrica" de los cuerpos de agua y del agua intersticial, puesto que "la salinidad ha sido considerada una de las características de las aguas que más puede afectar la presencia de bosques de manglar" (32). Este análisis de conductividad eléctrica se realizó en laboratorio usando un "conductivímetro" (Cuadro 3).

5.1.5.2 Análisis de suelo

A. Preparación de muestras de suelo

La preparación de muestras de suelo consistió en el secado, molido, tamizado y homogeneizado de las mismas.

B. Entrega de muestras a laboratorio

Se entregaron un total de 22 muestras de suelo (de distintos puntos de muestreo y distinta profundidad del mismo) al Laboratorio de Suelo y Agua de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, para su análisis. Dichas muestras estaban contenidas en bolsas plásticas identificadas con el código del punto y unidad de muestreo, la descripción y ubicación de la unidad, la profundidad y fecha de muestreo.

C. Análisis físicos y análisis químicos de laboratorio de las muestras de suelo

Para el análisis fisicoquímico del suelo del manglar, se escogieron 7 determinaciones (textura, pH, carbono orgánico, nitrógeno total, CIC, bases cambiables, salinidad). La selección de dichos análisis se hizo en función de lo que se ha estudiado del suelo del ecosistema de manglar en diversas partes del mundo por autores como Chapman (10), Cintrón & Schaeffer (11 y 12), Dawes (14), FAO (117), Guevara *et al.* (25), Hesse (27), Jiménez (28, 29, 30, 31), Jiménez y Lugo (33), Lugo & Snedaker (40), Morales Calderón (43), Sánchez Cruz (52) y Sánchez Peña (53).

Los análisis requeridos y la metodología empleada se resume en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Metodología para el análisis de factores de las muestras de suelo y agua

FACTOR A ANALIZAR	MÉTODO DE ANÁLISIS	REFERENCIA
pH en KCl	Medición con potenciómetro a las soluciones de agua y suelo (relación 1:2,5) en presencia de KCl 1N	(66)
Textura del suelo	Método de Hidrómetro de Bouyoucos calibrado a 68°F con medición de partículas con escala USDA modificada	(46)
Carbono orgánico (materia orgánica)	Método Walkley - Black modificado (digestión con dicromato ácido y valoración con $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	(9 y 66)
Nitrógeno total	Método micro Kjeldahl (digestión con solución catalizadora, destilación y posterior titulación con H_2SO_4)	(66)
Capacidad de Intercambio Catiónico	Método de extracción iónica con solución de NaCl al 10%, destilación por microKjeldahl y titulación con H_2SO_4 [0.01 N]	(66)
Saturación de Bases cambiables	Método de extracción iónica con acetato de amonio [1N] a pH 7, lectura en espectrofotómetro de absorción atómica.	(66)
Salinidad del suelo	Medición con conductímetro en [Micro Siemens/cm]	(66)
Salinidad de cuerpos de agua	Medición con conductímetro en [Micro Siemens/cm]	(66)
Salinidad intersticial del manglar	Medición con conductímetro en [mili Siemens/cm] y posterior conversión a valor en "partes por mil" [‰]	(19, 51 y 66)

5.1.6 FASE FINAL DE GABINETE

5.1.6.1 Edición Final de mapas con el auxilio del Módulo Corel Draw versión 5.0 ©

Para esta edición se procedió a exportar desde IDRISI©, los mapas elaborados en Atlas Gis©. Con el módulo "Outpost" se dió la extensión ".ai" (adobe ilustrator) a los mapas a fin de exportarlos hacia Corel Draw©. Ya en el programa Corel Draw© se importaron los archivos correspondientes a cada mapa y mediante técnicas descritas por el "tutor" de dicho programa, se procedió a la edición final.

En total se editaron e imprimieron 9 mapas a escala 1:60,000, que son los siguientes: Mapa de Fisiografía del área; Mapa de Hidrografía del área; Mapa de puntos de muestreo de cuerpos de agua; Mapa de Uso de la tierra año 1999; Mapa de "unidades por clase de mangle"; Mapa de "unidades de muestreo"; Mapas de cobertura de manglar de 1954, 1985 y 1999.

5.1.6.2 Análisis de información recabada

A. Fisiografía del área

Se realizó una descripción de cada una de las unidades fisiográficas del área de estudio. Tal descripción se basó en el comportamiento de cada unidad respecto a la hidrografía y uso de la tierra de la zona de estudio.

B. Hidrografía del área

Estudiando el mapa de hidrografía y las observaciones de campo, se hizo una descripción del sistema de cuerpos de agua del área. La descripción de cada cuerpo de agua se realizó con base en la información individual del mismo y de su situación respecto a cuerpos de agua aledaños, para expresar la dinámica de aporte de agua en el área de estudio.

C. Análisis de la conductividad eléctrica de cuerpos de agua

Este análisis fue hecho a partir de un esquema del comportamiento de la conductividad eléctrica de los cuerpos de agua para cada mes de muestreo. El estudio de la variabilidad del factor en distintas épocas y en sitios diferentes permitió caracterizar la salinidad de aquellos cuerpos de agua de influencia directa sobre el manglar.

D. Uso de la tierra

En el programa Atlas Gis© se cuantificó la superficie correspondiente a cada categoría de "uso de la tierra" del área. Con ese dato, con el mapa y con toda aquella información de campo, se procedió a describir cada categoría de uso. De esta manera fue posible presentar el estudio del uso de la tierra para el año 1999.

E. Unidades por clase de mangle

Se describió cada "unidad por clase de mangle" incluyendo las variables siguientes: superficie (cuantificada en el programa Atlas Gis®), ubicación, accesibilidad, técnica de estratificación mediante fotointerpretación y situación general para 1999.

F. Descripción de unidades con diferente comportamiento fisiográfico, hidrográfico y cobertura de mangle.

Posterior a la estratificación del área según la fisiografía, hidrografía y cobertura de mangle (explicado en numeral 6.2.3.2), se elaboró un cuadro resumen para describir cada "unidad de muestreo" en función de las características mencionadas. La ubicación de dichas unidades quedó expresada en el mapa correspondiente.

G. Análisis de las características físicas y químicas del suelo de las unidades con distinto comportamiento de fisiografía, hidrografía y cobertura de mangle.

Para el análisis se trabajaron por separado las características físicas (granulometría) de las características químicas (salinidad del suelo, salinidad intersticial del suelo del manglar, pH, CIC, saturación de bases, materia orgánica y relación carbono/nitrógeno). Posteriormente, se explicó el conjunto de características físicas y químicas, en función de la cobertura de mangle, para interpretar de mejor manera la relación del factor con el manglar.

El análisis de las características físicas del suelo se realizó tomando de base la información generada en laboratorio y a la luz de criterios expresados por los autores siguientes: Dawes (14), FAO (17), Guevara *et al.* (25), Jiménez (28, 29, 31), Jiménez y Lugo (33).

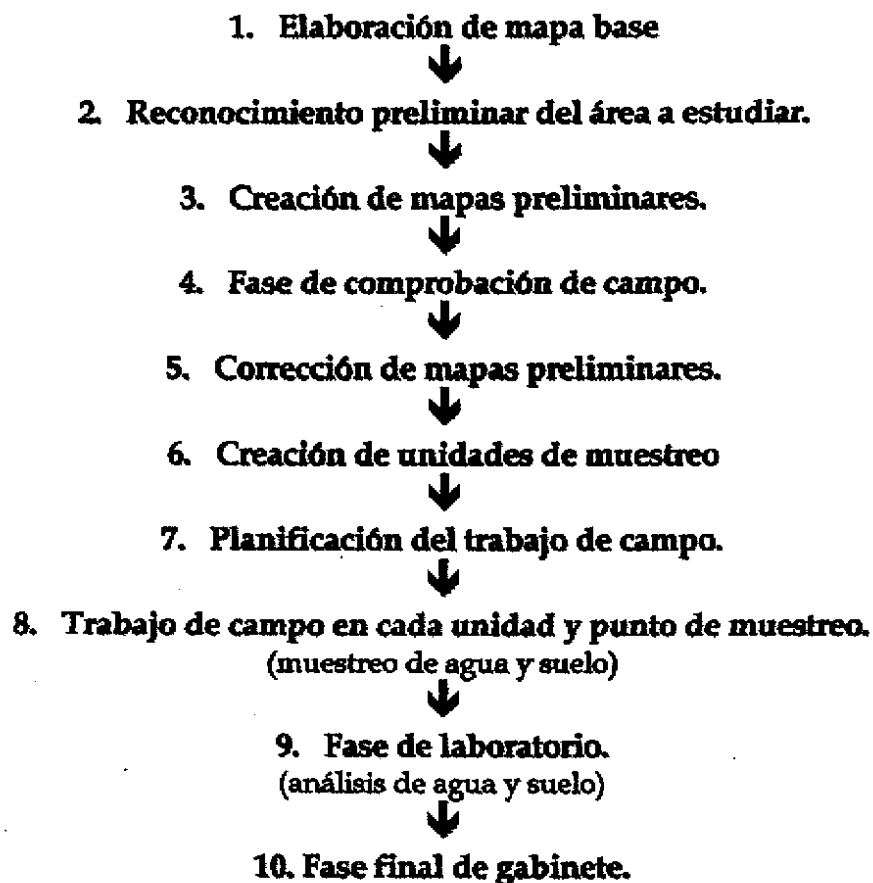
El análisis de las características químicas del suelo se efectuó tomando como base la información recabada del laboratorio, y a la luz de criterios expresados por los autores siguientes: Chapman (6), Cintrón & Schaeffer (11, 12), Dawes (14), FAO (17), Fassbender (18), Guevara *et al.* (25), Hesse (27), Jiménez (28, 29, 30, 31), Jiménez y Lugo (33), Lugo & Snedaker (40), Morales Calderón (43), Sánchez Cruz (52) y Sánchez Peña (53). Dentro del análisis de los factores químicos del suelo también se tomó en cuenta el previo análisis de características físicas.

H. Análisis de la cobertura de manglar en la zona en distintas épocas

Se cuantificaron las áreas de cobertura de manglar de 1954, 1985 y 1999 en el programa Atlas Gis©. Posteriormente se hizo el análisis para los períodos comprendidos entre 1954 y 1985 y entre 1985 y 1999, incluyendo aquí, el comportamiento de la cobertura de manglar a través del tiempo, desde un punto de vista cuantitativo (pérdida de superficie, tasas de deforestación por período -calculadas en función de la superficie perdida dividido dentro del número de años del período respectivo-) y desde un punto de vista cualitativo (comparación de los mapas de cobertura respectivos). En dicho análisis también se estudió la relación que existe entre la superficie de manglar y el uso de este recurso natural (uso extractivo o sustitutivo según Jiménez (31)).

5.1.6.3 Elaboración y presentación de informe final del estudio

5.2 SÍNTESIS DEL PROCESO



6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 FISIOGRAFÍA

Con la interpretación de la fisiografía de la zona de estudio se estableció la delimitación de seis unidades fisiográficas (Figura 4). Dicha delimitación ha permitido caracterizar el relieve de la zona, lo cual es trascendental en el entendimiento del comportamiento hidrológico y del uso de la tierra de la zona de estudio.

A continuación se describe cada una de las unidades fisiográficas identificadas:

6.1.1 PLAYA DE MAR

Esta zona es el límite Sur de las tierras continentales con el Océano Pacífico. Es la zona donde descarga su energía el mar, a través de las olas. El uso que normalmente se conoce de esta zona es el recreativo, por lo cual algunos chalets privados se encuentran colindando con esta unidad; no obstante, también es una zona en la que algunos habitantes del área realizan actividades de colecta de huevos de tortuga.

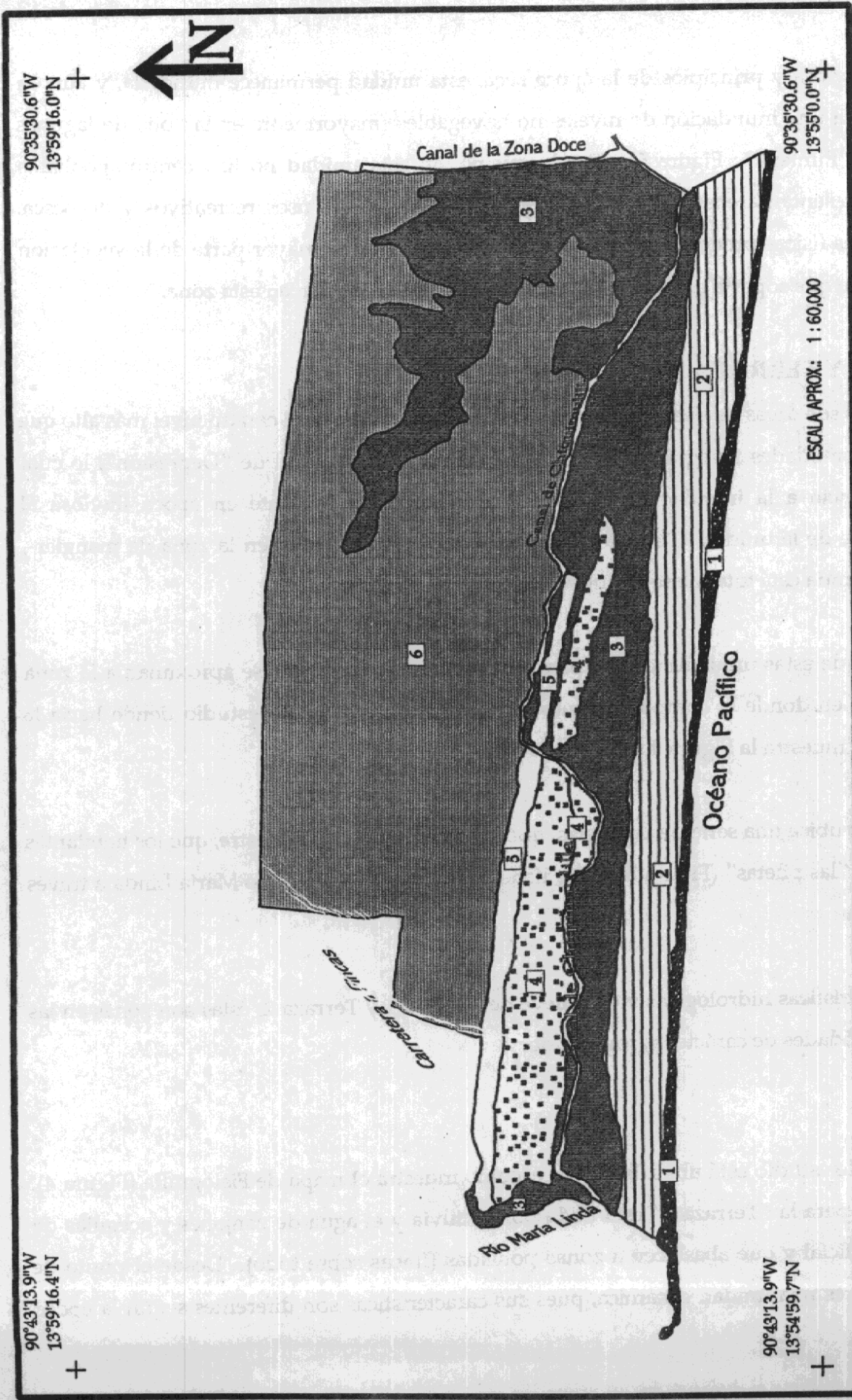
6.1.2 DUNA COSTERA

Es una unidad que tiene en promedio una pendiente suave (entre 1% y 2%). Esta zona tiene poca o ninguna influencia por agua de escorrentía o agua de inundación por mareas; es por ello que aquí se concentra la población de las comunidades aledañas a la zona de manglar (Puerto Viejo, Atitancito, El Conacaste, El Guayabo -en Iztapa, Escuintla- y Zunzo -en Taxisco, Santa Rosa-, entre otras), población que se abastece de agua mediante pozos artesanales.

Las características físicas de la zona han hecho de ésta la parte del área de estudio con más uso agrícola en la actualidad. Colindando con "Playa de Mar" aún es posible observar pequeñas áreas de bosque seco, en donde los chalets privados aún no los han agotado.

6.1.3 DEPRESIÓN

Esta unidad es una zona hondonada que percibe mucha influencia de aguas continentales (Canal de Chiquimulilla) y aguas marítimas (en horas de marea alta) que tienden a inundarla en las zonas más cercanas al Canal de Chiquimulilla.



LEYENDA

	Playa de Mar
	Duna Costera
	Depresión
	Terraza 1
	Terraza 2
	Terraza 3

FIGURA 4 Fisiografía del área comprendida entre Puerto Viejo (Iztapa, Escuintla) y Zunzo (Taxisco, Santa Rosa).

ESCALA APPROX.: 1 : 60,000

Durante la época lluviosa y principios de la época seca, esta unidad permanece inundada, y aún en época seca se observa una inundación de niveles no navegables (mayormente en la zona de lagunas del Este -Laguna El Pimiento-: Figura 5). Por lo mismo, en esta unidad no hay centros poblados establecidos ni se presentan áreas para uso agropecuario, pero se dan usos recreativos y de pesca. Dadas las condiciones físicas predominantes esta unidad fisiográfica, la mayor parte de la vegetación nativa y vida silvestre que soporta condiciones de inundación, se desarrolla en esta zona.

6.1.4 TERRAZA 1 Y TERRAZA 2

Estas dos unidades son áreas de tierra firme con distinto nivel: la Terraza 2 con un nivel más alto que la Terraza 1. Ambas unidades fisiográficas son más elevadas que la unidad de "Depresión", lo cual provoca poca tendencia a la inundación. Esto es particularmente evidente en época lluviosa al observar la parte Este de la unidad "Terraza 1" y la colindante "Depresión" en la zona de manglar, pues mientras la segunda está totalmente inundada, la primera no lo está.

Una particularidad de estas unidades es que pierden continuidad conforme se aproximan a la zona de manglar del Este, en donde el comportamiento fisiográfico de la zona de estudio tiende hacia la "depresión", como lo muestra la Figura 4.

En estas unidades se ubica una serie de lagunetas, que son hábitat de vida silvestre, que los habitantes del lugar denominan "las piletas" (Figura 5) y que tiene comunicación con el Río María Linda a través del Zanjón "El Chile".

Debido a las características hidrológicas y de relieve de Terraza 1 y Terraza 2, éstas son zonas en las que predominan actividades de carácter agropecuario.

6.1.5 TERRAZA 3

Esta parte del área de estudio está ubicada al Norte, como muestra el mapa de Fisiografía (Figura 4). La provisión de agua para la "Terraza 3" está dada por la lluvia y el agua de zanjones y acequias de carácter natural o artificial y que abastecen a zonas pobladas (fincas sobre todo). Desde el punto de vista hidrológico, esta es una unidad dinámica, pues sus características son diferentes según la época (lluviosa o seca).

Así, durante la época seca y principios de la época lluviosa, esta unidad es tierra firme; no obstante, es posible encontrar aquí algunos cuerpos de agua permanentes (lagunetas: Figura 5) que se han formado como consecuencia del estancamiento de agua de lluvia y de agua de escorrentía, y cuyos niveles de agua disminuyen conforme avanza la época seca. Durante la época lluviosa se forman lagunetas intermitentes, dispersas en el área, que son refugio provisional a la vida silvestre.

Las condiciones dinámicas de esta unidad fisiográfica hacen que ella abarque una buena parte del manglar en estudio (al lado Norte del Canal de Chiquimulilla) y una zona de fincas ganaderas (entre ellas destacan: Magarín, El Chile, Santa Elena y Tres Ceibas). En esta zona de fincas se concentra la mayoría de las actividades pecuarias y un pequeño porcentaje de las actividades agrícolas del área de estudio

6.2 HIDROGRAFÍA

Las características hidrográficas del lugar de estudio están influenciadas por los aspectos siguientes: la presencia de corrientes permanentes e intermitentes a lo largo del año, y de corrientes efímeras en época lluviosa; su proximidad al Océano Pacífico; la presencia de zonas que por sus características de relieve y cercanía a fuentes de agua, las hacen zonas de lagunas y/o lagunetas permanentes; la estacionalidad de las descargas fluviales; la marcada estacionalidad de la lluvia (época seca y época lluviosa); la fisiografía de la zona. Todo ello provoca que el área de estudio sea hidrológicamente dinámica, lo que a su vez influye en el uso de la tierra (como ya se mencionó) y en las características de vegetación de la zona.

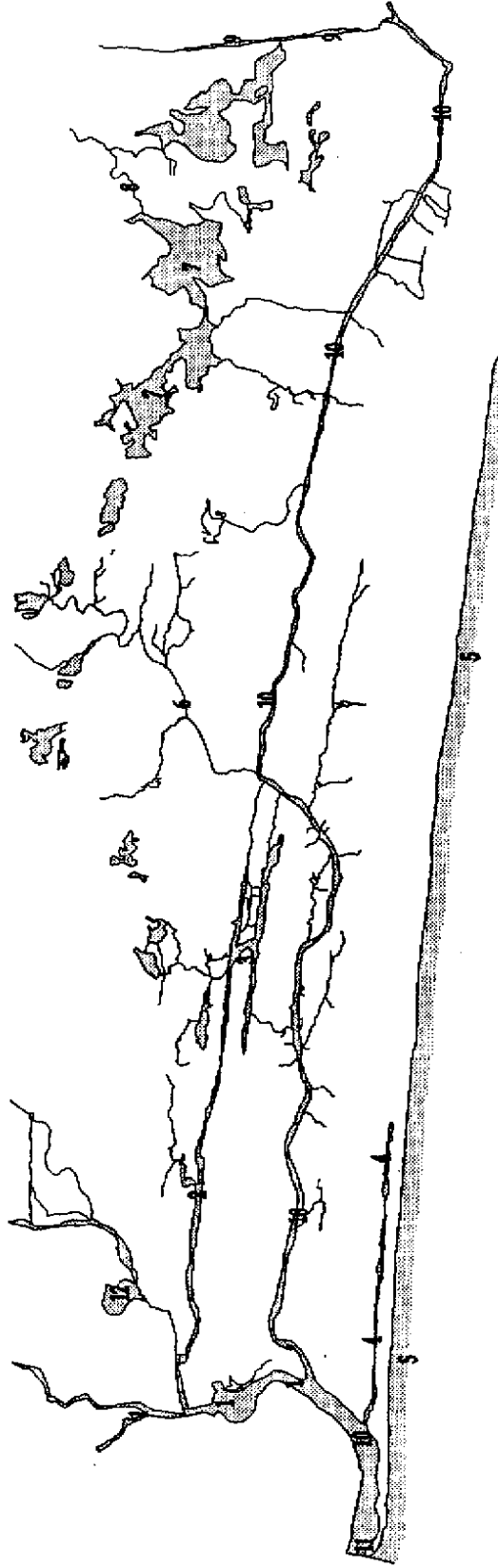
A continuación se describen los cuerpos de agua de más relevancia en la zona estudiada (Figura 5).

6.2.1 RÍO MARÍA LINDA

Este río tiene su desembocadura en el Océano Pacífico y su impacto para la zona estudiada es alto, pues, de forma permanente, suministra de agua dulce a la zona y, para el ecosistema de manglar, el suministro de nutrientes provenientes de tierras más altas. María Linda es un río que posee una descarga estacional, es decir, su caudal está determinado por el clima imperante (sobre todo la precipitación pluvial). Así como lo señala Jiménez (31) es un río que posee un caudal máximo de 1512 m³/seg, observado entre mediados de agosto y octubre (en función de la precipitación en la zona y en la cuenca del río).

90°43'13.9"W
13°59'16.4"N

90°35'30.6"W
13°59'16.0"N



90°43'13.9"W
13°54'59.7"N

90°35'30.6"W
13°55'0.0"N

ESCALA APROX.: 1 : 60,000

LEYENDA

1	Río María Linda	7	Laguna El Financado
2	Sanjón El Obispo	8	Zanja El Terreno
3	Los Filletes	9	Canal de la Zona Dosa
4	Laguna Mejigual	10	Canal de Chaparralilla
5	Océano Pacífico	11	Pozos Barras de Iztapa
6	Canal Margarita	12	Laguna Guineoyul

FIGURA 5 Hidrografía del área comprendida entre Puerto Viejo (Iztapa, Escuintla) y Zunzo (Taxisco, Santa Rosa).

Elaborado por: Marco Vinicio Morales. 1999



El caudal del María Linda desciende drásticamente a principios del mes de noviembre y llega a valores mínimos (con un caudal mínimo reportado por Jiménez (31) de $6.2 \text{ m}^3/\text{seg}$) de los meses de febrero a abril cuando la época seca está en su apogeo.

Dado el relieve de la zona, el patrón de variación estacional del caudal del río María Linda es un evento trascendental en la estacionalidad de las inundaciones por flujo de agua de zanjones y desborde de los mismos hacia tierra firme. Este patrón también influye en los niveles de elevación del Canal de Chiquimulilla, así como lo señala Jiménez (31) (ver Figura 3).

6.2.2 ZANJÓN EL CHILE

El agua del río María Linda alimenta directamente el caudal del "Zanjón El Chile" (Figura 5). La influencia de agua proveniente de este zanjón es directamente proporcional a los eventos de lluvia y al incremento en el caudal del río María Linda. La dirección de las aguas de este Zanjón es de Oeste a Este, partiendo del Río María Linda.

Así, este zanjón es responsable de aumentar los niveles de agua dulce en la zona oeste del manglar ubicado en la unidad fisiográfica "Terraza 3"; además, "Zanjón El Chile" provee el suministro, durante la época seca, para la existencia de lagunetas (que en realidad forman parte de este zanjón) conocidas en el área como "las piletas" (Figura 5); el desborde de "las piletas" en época de lluvias es importante para zonas más bajas al Sur (en especial para la unidad fisiográfica "Depresión"), en especial áreas de manglar aledañas al Canal de Chiquimulilla y cercanas a "las piletas". La presencia de este Zanjón es vital para la supervivencia de vida silvestre del área.

6.2.3 LAGUNETA MAJAGÜAL

Este cuerpo de agua de la zona Sur Oeste del área de estudio es el cuerpo de agua que tiene mayor contacto con la unidad fisiográfica "Duna Costera". Esta laguneta, de más de 2 kilómetros de longitud (Figura 5), mantiene sus niveles de agua conforme la marea predominante, lo que hace de esta laguneta, un hábitat para la vida silvestre. Sin embargo, dado el uso que actualmente se le da a tierras aledañas, la laguneta ha perdido casi toda la vegetación y vida silvestre que antaño poseía (como relatan habitantes de la zona). Actualmente Majagüal recibe desechos sólidos y líquidos provenientes de algunos chalets y/o casas cercanas.

6.2.4 OCÉANO PACÍFICO Y BOCA BARRA DE IZTAPA

La acción de las mareas del Océano Pacífico en las tierras continentales no solo se evidencia en la unidad fisiográfica "Playa de Mar", sino que por la presencia de la Boca Barra⁸ de Iztapa, existe un régimen de mareas que afecta el sistema estuarino, al aportar más caudal de agua y nutrientes. Este efecto del flujo de mareas es de vital importancia para el ecosistema de manglar como lo señala FAO (17) y Sánchez Peña (53), pues aporta nutrientes, oxígeno disuelto, extrae dióxido de carbono y desechos, regula niveles de salinidad del suelo y colabora en la dispersión, distribución y establecimiento de propágulos.

La Boca Barra de Iztapa es habilitada por el mar para recibir las aguas continentales que transporta el río María Linda y el Canal de Chiquimulilla. Sin embargo en ciertas oportunidades, las autoridades locales han recurrido a maquinaria para su habilitación con la finalidad de evitar inundaciones en Iztapa (el año 1999 es un ejemplo de esta situación). Este punto geográfico presenta mayor actividad durante la época lluviosa, que es cuando recibe más caudal de agua (así pudo comprobarse visualmente en la realización del presente estudio).

6.2.5 CANAL MAGARÍN Y VERICUETES

Los habitantes de la zona de estudio llaman "vericuate" a un pequeño canal de agua que tiene comunicación con canales de mayor caudal y/o con tierra firme. La navegación en los vericuetes está en función de la marea imperante (durante la época seca), pudiendo observarse que son navegables con embarcaciones de poco calado. La navegación en ellos se facilita grandemente durante la época lluviosa, pese a que las condiciones de inundación de la zona ya no permiten verlos de forma tan evidente como en época seca. El conjunto de vericuetes en la zona es muy grande, por lo que la identificación de todos en un mapa necesita de un estudio con mucho detalle; así en la Figura 2 pueden observarse los vericuetes de mayor relevancia.

Algo muy claro es que no todos los vericuetes tienen un nombre, y los que lo poseen no son muy conocidos, a excepción del Canal Magarín. El Canal Magarín es de origen artificial creado para el antiguo acceso a las Fincas El Chile y Magarín. Este canal recibe la influencia de la marea imperante, lleva agua a la zona de manglar aledaña y a una serie de vericuetes más al Nor Este, que, en época lluviosa, también reciben el aporte de una acequia (zanja que conduce agua) de la zona de fincas.

⁸ Boca Barra: punto de comunicación de las aguas continentales con las aguas marítimas.

Los vericuetes y el Canal Magarín además de su utilidad como vía de transporte, también tiene una trascendencia en la existencia del ecosistema de manglar. Ambos abastecen de agua a zonas de manglar reduciendo la concentración de sales del suelo, aportando oxígeno y nutrientes y constituyéndose en un importante medio para la dispersión y establecimiento de los propágulos del manglar. Antagónicamente, los vericuetes de la zona de manglar también son utilizados para la extracción de madera de este ecosistema, lo que de alguna manera ha contribuido a su deterioro.

6.2.6 LAGUNA EL PIMIENTO Y SISTEMA DE LAGUNAS

Por el orden de su posición geográfica y su particular importancia, ya se hizo referencia a la Laguneta Majagüal y a las lagunetas conocidas como "Las Piletas". Ahora se hará referencia a lagunas y lagunetas de la zona Norte y Este del área de estudio, específicamente estos cuerpos de agua ubicados en las unidades fisiográficas "Terraza 3" y "Depresión", algunas de ellas permanentes y otras intermitentes o efímeras.

Las laguna El Pimiento y sistema de lagunas asociado (Figura 5) ocupa la porción Este de la zona de estudio (unidad "Depresión", al Norte del Canal de Chiquimulilla); son abastecidas de agua mediante el Zanjón El Tercerón y la precipitación pluvial. En estas lagunas, personas de comunidades y fincas se concentran para la pesca de una variedad de fauna acuática para el complemento de la dieta alimenticia; también sirven como refugio y hábitat de vida silvestre, tanto acuática como subacuática y terrestre; por su valor paisajístico (deleite de personas que visitan esta zona en época de lluvias) es una parte importante del área de estudio.

Debido a la estacionalidad del clima, estas lagunas funcionan como sitios de reserva de agua de lluvia. Durante parte de la época seca estos cuerpos de agua liberan, por vía escorrentía, y de forma gradual, el agua acumulada, manteniendo así el abastecimiento de agua para las zonas de manglar, en épocas de déficit de agua; esto a su vez permite un mayor desarrollo del manglar, al regular los niveles de salinidad intersticial y del suelo, además de la carga de nutrientes que puede aportar al ecosistema.

No obstante la necesidad de conservar la Laguna El Pimiento, ésta es un sistema en peligro, debido a que la pesca de camarón intensiva utilizando concentrado como carnada aumenta la eutrofización del agua y con ello merma la calidad de la misma para mantener las funciones mencionadas.

Una buena porción de la zona Norte del área de estudio y otra pequeña del NorOeste del manglar, poseen un sistema de lagunas y lagunetas, durante la mayor parte del año (Figura 5), que tienen una función de reserva de agua similar al sistema de lagunas de la zona Este. Además de estos cuerpos de agua, en época de lluvia es posible encontrar lagunetas efímeras que actúan también como reservas de agua y contribuyen al abastecimiento de la misma, aguas abajo. Sin embargo, este abastecimiento está en peligro, sobre todo para los márgenes de la zona interna de manglar, del área cercana a las Fincas Magarín y El Chile; la razón del peligro, radica en que se han construido bordas de tierra en estas zonas (al margen del manglar) y eso ha cortado la libre circulación del agua.

6.2.7 ZANJÓN EL TERCERÓN

Este zanjón tiene su origen al Norte del área de estudio y está conectado con acequias de haciendas que se encuentran en esta parte. Su importancia radica en que es el abastecimiento permanente de agua dulce para el sistema de lagunas de la zona Este y para el Canal de la Zona Doce.

6.2.8 CANAL DE LA ZONA DOCE

Este es un cuerpo de agua dulce navegado con embarcaciones de poco calado. Constituye el límite Este de la Zona de Estudio. El agua que llega a este canal tiene su origen en tierras de niveles más altos; el agua es conducida por el Zanjón El Tercerón, y a través de una acequia llega al Canal de la Zona Doce.

6.2.9 CANAL DE CHIQUIMULILLA

La longitud del Canal de Chiquimulilla incluida dentro de la zona de estudio es de 14.5 kilómetros (Figura 5). Este canal es de particular importancia para las personas habitantes del área pues es una vía de transporte permanente que les permite comunicarse con poblaciones vecinas; es el lugar donde se desarrolla la actividad pesquera más importante de las comunidades, a fin de complementar la dieta alimenticia. Para el ecosistema de manglar el papel del Canal de Chiquimulilla es trascendental, pues es el cuerpo de agua que favorece la dinámica de la mayor parte de la Zona Externa del manglar, ya que es la vía principal para la distribución de propágulos de mangle. Además, es el medio de transporte para la entrada y salida de nutrientes al ecosistema, es el vehículo para la eliminación de los desechos metabólicos del manglar, es la fuente de agua que regula los niveles de salinidad y del suelo del manglar; todo lo anterior en función de los cambios de nivel del agua, determinado por la marea predominante.

En este canal la corriente dominante, en horas de marea alta, es la que va en dirección Este y es la responsable de la inundación de zonas aledañas (la zona externa del manglar, entre ellas) y otras que están conectadas al canal a través de vericuetes. Cuando baja la marea, la corriente tiene dirección Oeste.

Así, la carga de nutrientes, desechos metabólicos, agua con diversas concentraciones de sales y los propágulos de manglar viajan en diferentes direcciones comunicando zonas de producción de los mismos con otras zonas vecinas. Es necesario mencionar que la velocidad y dirección de la corriente pudieron ser mejor apreciadas en zonas cercanas al punto de intersección con María Linda, y se va apreciando cada vez menos al acercarse al Canal de la Zona Doce. Sin embargo, lo ya indicado es la tendencia general en la parte del Canal de Chiquimulilla incluida en la zona de estudio.

6.3 ANÁLISIS DE LA SALINIDAD DE CUERPOS DE AGUA

Como expresan autores diversos (Fisher & Peters, 1981 (19); Rosenberg & Epstein, 1991 (51)) la concentración de una solución está en función de dos sustancias: el soluto (sustancia disuelta) y el disolvente (sustancia en la que se disuelve el soluto y que generalmente está en mayor cantidad). En la presente investigación el soluto son todas las sales disueltas y el disolvente es el agua en cada punto muestreado; por ello la concentración de sales en cada punto (salinidad) va a depender de la cantidad de sales disueltas (cuyo origen principal es el agua de mar) y de la cantidad de disolvente conducida por el cuerpo de agua (lo que a su vez está determinado por el aporte de agua de lluvia y por el caudal de cuerpos que aportan agua dulce).

Según FAUSAC (66), la conductividad eléctrica es directamente proporcional a la concentración de sales disueltas en la solución, es decir, que a valores más altos de la conductividad eléctrica, mayor es la salinidad del cuerpo de agua. Por lo mismo, el análisis de la salinidad de los cuerpos de agua, se realizará en función de los valores de conductividad eléctrica, que se presentan a continuación (Cuadro 4 y Figura 6).

Cuadro 4. Valores de Conductividad eléctrica [microSiemens/cm] para los puntos de los cuerpos de agua muestreados en la zona de estudio, en los meses de Septiembre a Noviembre de 1999.

UBICACIÓN DEL PUNTO MUESTREADO	Mes de SEPTIEMBRE	Mes de OCTUBRE	Mes de NOVIEMBRE
Boca Barra de Iztapa (Iztapa, Escuintla)	297.00	369.00	1020.00
Las Morenas (Iztapa, Escuintla). Río María Linda	233.00	179.00	400.00
Puerto Viejo (Iztapa, Escuintla). Canal de Chiquimulilla	476.00	260.00	500.00
Atitán (Iztapa, Escuintla). Canal de Chiquimulilla	457.00	253.00	400.00
El Conacaste (Iztapa, Escuintla). Canal de Chiquimulilla	379.00	214.00	300.00
El Guayabo (Iztapa, Escuintla). Canal de Chiquimulilla	202.00	172.00	200.00
Zunzo (Taxisco, Santa Rosa). Canal de Chiquimulilla	170.00	141.00	200.00
Canal de la Zona Doce	122.00	111.00	100.00

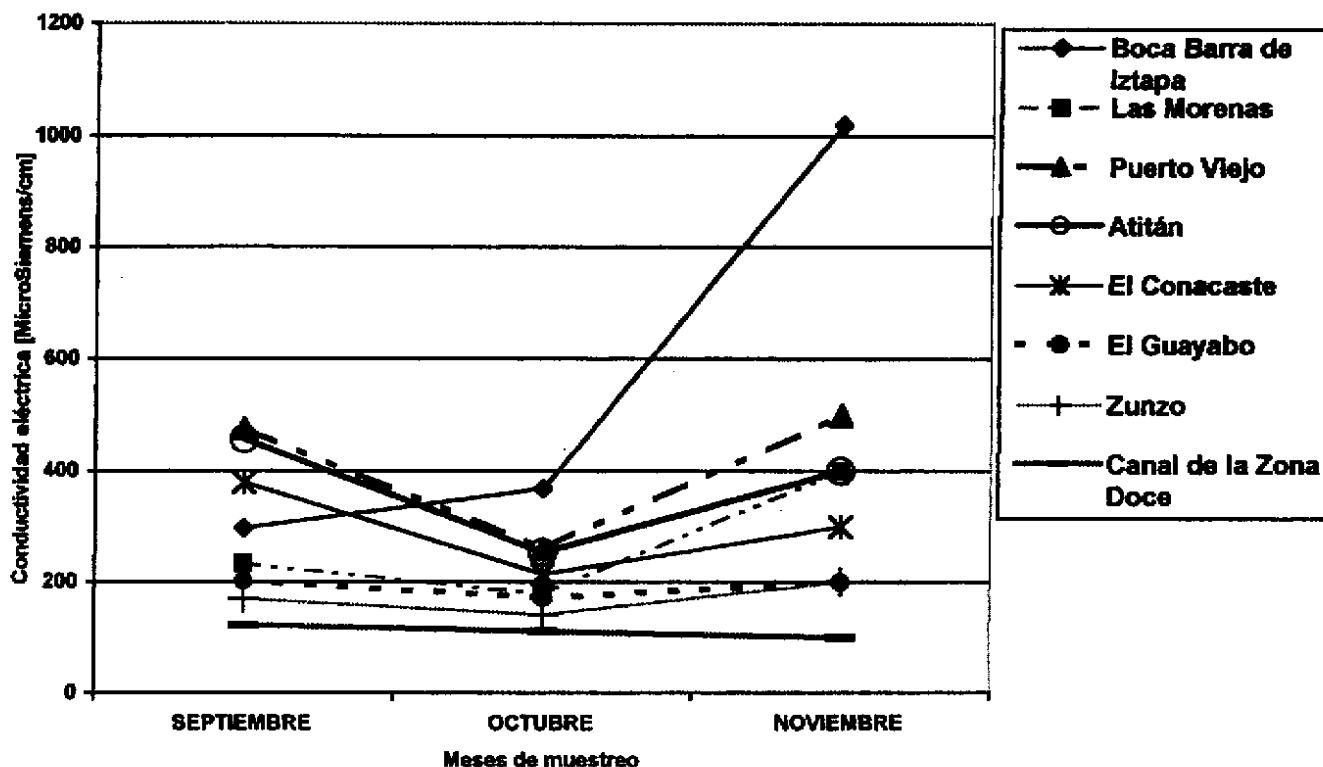
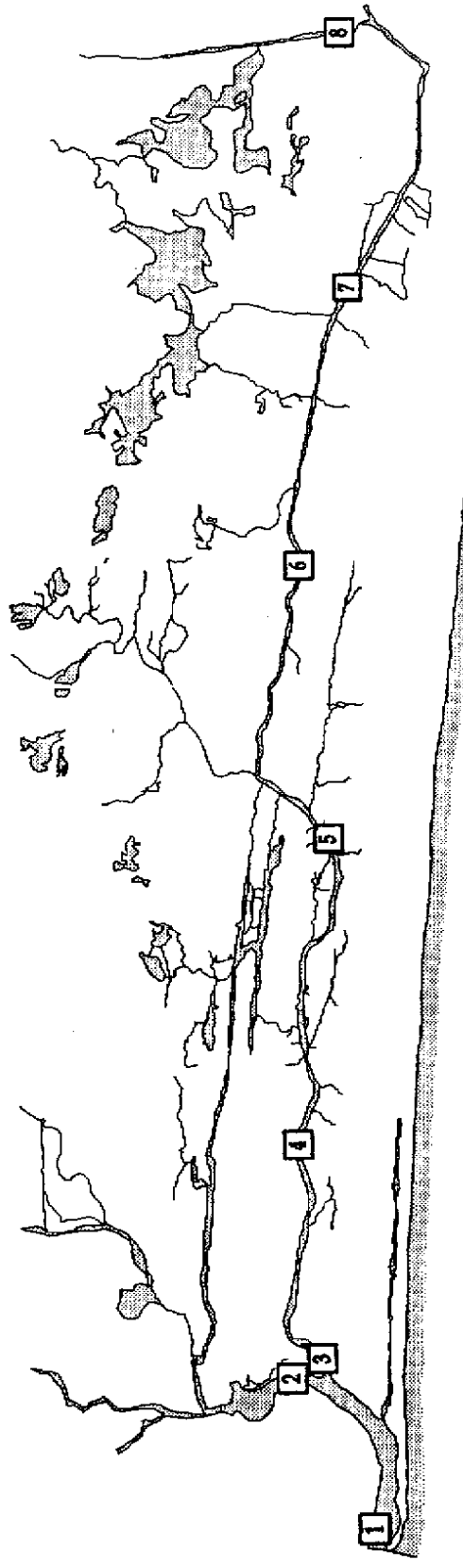


Figura 6. Comportamiento de los valores de conductividad eléctrica para los puntos de los cuerpos de agua muestreados en la zona de estudio, en los meses de Septiembre a Noviembre de 1999.

90°43'13.9"W
+15°59'16.4"N

90°35'30.6"W
13°59'16.0"N



90°35'30.6"W
13°59'16.0"N

ESCALA APROX.: 1 : 60,000

90°43'13.9"W
+15°59'16.4"N

LEYENDA

- 1 Boca Barra de Istapa
- 2 Las Morenas (Río María Linda)
- 3 Puerto Viejo (Canal de Chiquimulilla)
- 4 Atitán (Canal de Chiquimulilla)
- 5 El Copacaste (Canal de Chiquimulilla)
- 6 El Guaysbo (Canal de Chiquimulilla)
- 7 Zunzo (Canal de Chiquimulilla)
- 8 Canal de la Zona Doce

FIGURA 7 Ubicación de los cuerpos de agua muestreados para análisis de salinidad.

Elaborado por: Marco Vinicio Morales. 1999



FAUSAC-USIG

La mayor parte de los puntos de muestreo que se seleccionaron se ubican a lo largo del Canal de Chiquimulilla, aunque también se ha querido tener la referencia de fuentes de agua importantes en la dinámica hidrológica del manglar, como lo son el Río María Linda, el Canal de la Zona Doce y la Boca Barra de Iztapa (Figura 7). Todos estos puntos han de analizarse en el afán de expresar la situación de la salinidad de los cuerpos de agua que influyen de manera directa en el manglar en horas de marea alta.

6.3.1 BOCA BARRA DE IZTAPA

Del análisis del Cuadro 4 y Figura 6, se desprende que el agua de la Boca Barra de Iztapa presenta una tendencia al aumento en la salinidad, conforme va concluyendo la época lluviosa, de alguna manera determinado por la cantidad de agua dulce aportada al sistema, tanto por lluvias como por corrientes superficiales. Sin embargo aún el valor más alto de conductividad eléctrica es mucho menor al reportado por FAO, 1994 (17), de la salinidad del agua de mar: 35 partes por mil (54,721 Micro S/cm aproximadamente).

6.3.2 LAS MORENAS (RÍO MARÍA LINDA)

El muestreo de agua del río María Linda se realizó a la altura de la aldea "Las Morenas" (Iztapa, Escuintla: cercano al punto de unión con el Canal de Chiquimulilla). El análisis del Cuadro 4 y la Figura 6, para los meses de septiembre a noviembre de 1999, muestra que la menor conductividad eléctrica se da en octubre. Es bueno recordar que la lectura de octubre es reflejo de los eventos fuertes de precipitación pluvial acaecidos en las últimas semanas de septiembre y primeras semanas de octubre (Cuadro 2 y Figura 2). La conductividad eléctrica del agua del río María Linda aumenta considerablemente en la lectura de noviembre, coincidiendo con el descenso en el caudal del río a raíz de la entrada a la época seca). Así que también puede hablarse de un patrón de variación estacional en los contenidos de sal de este cuerpo de agua.

6.3.3 CANAL DE CHIQUIMULILLA

Como se observa en la Figura 6, a finales de la época lluviosa y primeras semanas de la época seca (en octubre), los valores de Conductividad Eléctrica de las aguas del Canal de Chiquimulilla disminuyen (disminuye la salinidad) debido a la cantidad de precipitación pluvial que sucedió durante todo el mes de septiembre.

Posteriormente, la medición del valor en Noviembre refleja un aumento en la conductividad eléctrica, que coincide con la disminución de las precipitaciones en octubre y las primeras semanas de noviembre. Todo esto demuestra la estacionalidad de los valores de salinidad del Canal de Chiquimulilla (en dependencia del clima, en especial de la lluvia).

Analizando la conductividad eléctrica de los puntos muestreados del Canal de Chiquimulilla aledaños al manglar (Cuadro 4 y Figuras 6 y 7), puede observarse que los valores más altos se concentran en la parte externa del Canal (Puerto Viejo con 260 a 500 microS/cm) donde hay más intercambio con aguas marítimas, y, que los valores más bajos se concentran en la parte interna del Canal (Zunzo con 141 a 200 micro Siemens/cm), porque aquí hay menor interacción con aguas de mar y mayor influencia de agua dulce proveniente de la Laguna El Pimiento y el Canal de la Zona Doce. Esto evidencia un gradiente horizontal de variación de salinidad hacia el interior del Canal, es decir, desde valores altos al Oeste hacia menores valores en el Este del canal. Como señala Jiménez (31) esta distribución de la salinidad es típica en los meses lluviosos, cuando las descargas de agua dulce permiten la creación de dicho gradiente horizontal.

6.3.4 CANAL DE LA ZONA DOCE

La "Zona" (como se le denomina comúnmente al Canal de la Zona Doce) fue uno de los puntos de muestreo para análisis de salinidad del agua, debido al importante aporte del vital líquido para el ecosistema de manglar. El análisis del Cuadro 4 y la Figura 6, muestra que el Canal de la Zona Doce presenta los valores de menor conductividad eléctrica respecto a los demás puntos muestreados, ya que dicho canal tiene el aporte de agua dulce de tierras arriba.

La desembocadura del Canal de la Zona Doce es en el Canal de Chiquimulilla y por ello, al aportar agua con menos concentración de sales, provoca que se observen menores valores de conductividad eléctrica en el sector cercano a "La Zona" respecto a otros puntos del Canal de Chiquimulilla que están más al Oeste (Cuadro 4 y Figura 6). Tal aporte de agua con menor salinidad a zonas de tierra aledañas, influye para que en la zona de manglar más cercana (Unidad VII) se presente una especie arbórea asociada (*Pachira acuatica*) característica de lugares con aporte de agua dulce (Jiménez (31)). También, áreas de "Depresión" que reciben la influencia del agua del Canal de la Zona Doce tienen un comportamiento peculiar de vegetación para la zona de estudio, pues ya no hay predominio de manglar sino que predominan especies como el tular y el carrizo.

6.4 USO DE LA TIERRA

Para clasificar el Uso de la Tierra del área estudiada se utilizó una estructura que incluye 9 categorías generales (Cuadro 5).

Cuadro 5. Clasificación del uso de la tierra del área de estudio, año 1999.

CATEGORÍA DE USO	Superficie [ha]	Porcentaje del Total
Centros Poblados	120.24	3.22
Cuerpos de agua	156.77	4.19
Tierras con Cultivos Anuales	558.08	14.92
Tierras con Pastos Naturales	688.95	18.42
Industria/Infraestructura	56.59	1.51
Tierras con Bosque de Manglar	854.54	22.85
Tierras con Bosque Latifoliado no adaptado a condiciones de salinidad	421.87	11.28
Pantano/Tular	783.46	20.95
Arena de Mar	99.48	2.66
Total: 3,739.98 ha		[100 %]

6.4.1 CENTROS POBLADOS

Los centros poblados ocupan en conjunto un área de 120.24 hectáreas (el 3.22 % de la superficie clasificada), que están distribuidas dentro del área de estudio (Figura 8). Se concentran en la región Sur, en la unidad fisiográfica "Duna Costera", abarcando las 6 comunidades siguientes: Puerto Viejo, Atitancito, El Conacaste, El Guayabo (todas de Iztapa, Escuintla), Zunzo y El Garitón (de Taxisco, Santa Rosa), en donde la actividad más fuerte es la agricultura de cultivos anuales, por lo que en sus alrededores se concentra este uso de la tierra.

Al Nor Oeste de la zona de manglar (Figura 8), en las unidades de "Terraza", es posible observar centros poblados pertenecientes a la Aldea Atitán, Finca Magarín y Finca El Chile (todas en Iztapa, Escuintla). En la aldea Atitán, el uso extractivo del manglar es similar al dado por las comunidades que están al Sur. En las fincas, además del uso de madera que se da en las comunidades, se provoca un deterioro del ecosistema manglar por el cambio en el uso de la tierra, para un uso agropecuario.

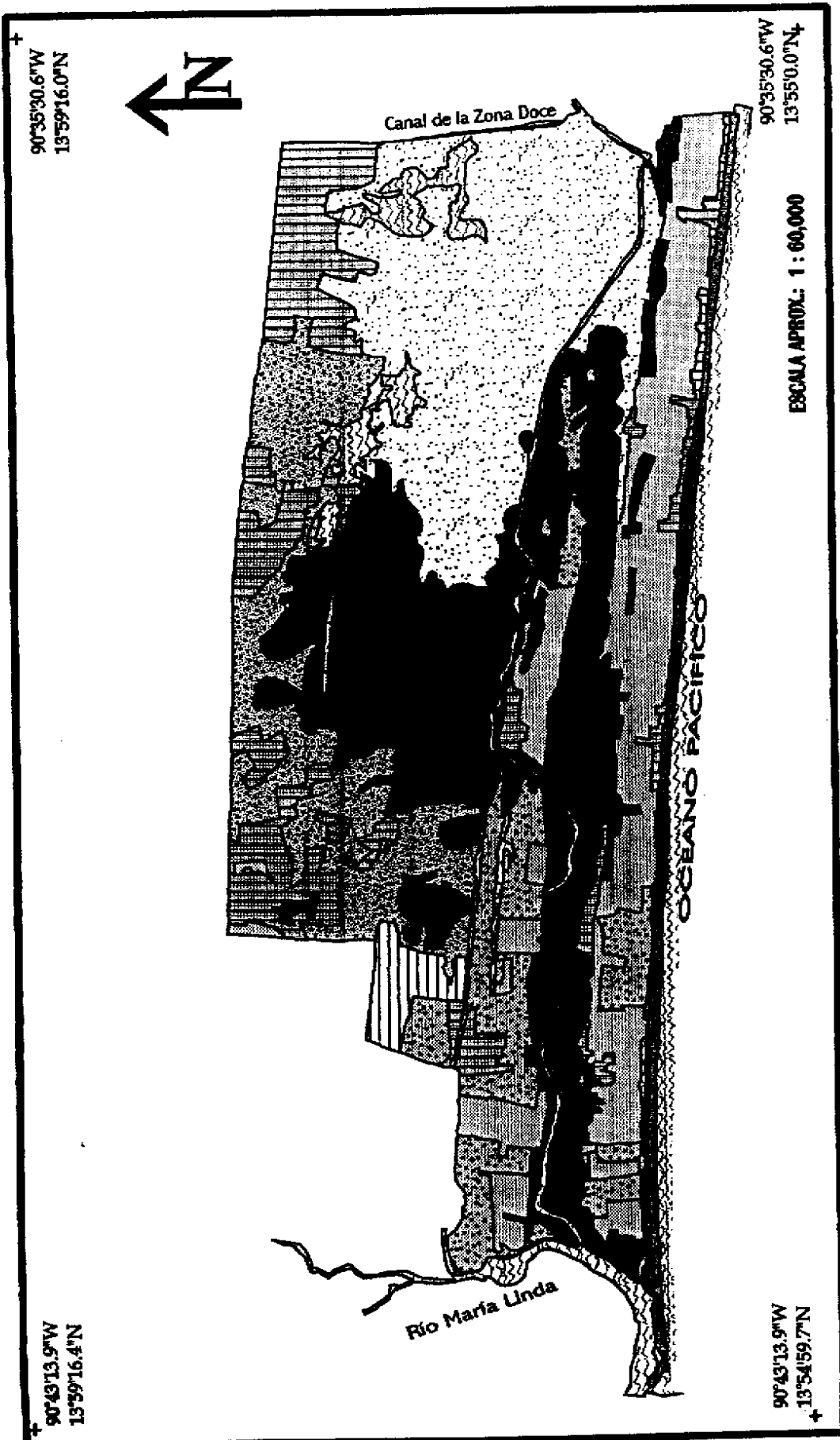


FIGURA 8 Uso de la Tierra año 1999.

LEYENDA

Centros Poblados	Tierras con Bosque de Manglar Densos Intervenidos
Cuerpos de Agua	Tierras con Bosque Letificado no adaptado a condiciones de salinidad
Tierras con cultivos anuales	Pantanos/Tular
Tierras con pastos naturales	Arena de Mar
Industria/Infraestructura	



FAUSAC-USG

Elaborado por: Marco Vinicio Morales, 1999

Además de los centros poblados ya mencionados, existen otros centros poblados al Norte del manglar, que forman parte de las fincas Santa Elena y Tres Ceibas, pero por la lejanía de los cascos de dichas fincas al manglar, no se incluyen como parte de los centros poblados en este estudio. Sin embargo, estas fincas se toman en consideración para el análisis del comportamiento de la cobertura de mangle a través del tiempo.

6.4.2 CUERPOS DE AGUA

Los cuerpos de agua poseen una superficie de 156.77 ha que corresponden al 4.19 %. Como se observa en la Figura 4, los cuerpos de agua están distribuidos por toda el área de estudio, lo que provoca la dinámica hidrológica aquí presente. Por ello se han escogido tres cuerpos de agua como límites: el Océano Pacífico (límite Sur), el Río María Linda (límite Oeste) y el Canal de la Zona Doce (límite Este). Además, existen otros cuerpos de agua de importancia turística o de marcada influencia sobre el ecosistema de manglar, entre los que cabe destacar los siguientes: Zanjón El Chile, Laguneta Majagüal, Canal Magarín, Laguna El Pimiento, Zanjón El Tercerón y Canal de Chiquimulilla.

6.4.3 TIERRAS CON CULTIVOS ANUALES

De las 558.08 hectáreas (un 14.92 % del total del área clasificada) destinadas a cultivos anuales, la mayor parte se concentra en la unidad fisiográfica "Duna Costera", de forma colindante con los centros poblados del Sur. En esta parte, los cultivos característicos son: el paxte (de febrero o marzo a octubre o noviembre), el maíz (de mayo a agosto o septiembre), el ajonjolí (de julio o agosto a diciembre), la sandía (sembrada a fines de época lluviosa), todos ellos con uso intensivo de fertilizantes químicos; el agricultor, a criterio propio, distribuye su área de tierra entre cada uno de estos cultivos.

El cultivo de paxte (*Luffa cylindrica*) ha ejercido una gran presión sobre el bosque de manglar, pues para su desarrollo se utiliza un tapasco con tutores de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), en cantidades de más de 2000 postes de 2 a 3 metros de largo/hectárea de paxte, como indica Gálvez, 1994 (20). Sin embargo, innovaciones técnicas en el cultivo han reducido el número de postes utilizados, pues datos manejados por INAB (24) para 1999, señalan que se utilizan 1200 postes de mangle blanco por hectárea de paxte. Para entender esta presión sobre el manglar, basta con multiplicar el número de postes de mangle blanco requeridos por hectárea de cultivo, por los datos de superficie ocupada con paxte en las comunidades cercanas al manglar.

Los datos de superficie dedicada al paxte, para 1999, son los siguientes⁹: 11.36 ha en El Guayabo; 3.51 ha en El Conacaste; 4.74 ha en Zunzo; 7.64 ha en El Garitón; 19.89 ha en Candelaria, 23.62 ha en Madre Vieja (las primeras dos de Iztapa, Escuintla, y las siguientes de Taxisco, Santa Rosa).

6.4.4 TIERRAS CON PASTOS NATURALES

Ocupan una superficie de 688.95 ha (un 18.42 % del total del área clasificada). Los pastos son utilizados generalmente para la alimentación del ganado de personas del área, que es una actividad de carácter extensivo, por lo que esta categoría de uso tiene un doble propósito, la alimentación del ganado y la extensión del área para dicho menester. Como se puede comprobar observando la categoría de "pastos naturales" en la Figura 8, la actividad ganadera se concentra al Norte del manglar.

Además del pasto que se utiliza para el ganado, también cabe mencionar que zonas identificadas como "tierras con pastos naturales" poseen pastos que simplemente no tienen manejo, sobre todo por su situación de constante inundación, como lo son las áreas deterioradas dentro del manglar.

6.4.5 INDUSTRIA/INFRAESTRUCTURA

Esta categoría de uso posee una superficie de 56.59 hectáreas (un 1.51% del total) que corresponden a un área privada de industria "camaronera", que tiene un acceso restringido al público, razón por la que no se pudo comprobar si dicha empresa estaba en funciones durante 1999.

6.4.6 TIERRAS CON BOSQUE DE MANGLAR

Estas tierras ocupan una superficie de 854.54 hectáreas que corresponden al 22.85% del total clasificado (Figura 8). Al realizar el trabajo de comprobación de campo pudo observarse la notable influencia del hombre en las condiciones del bosque, lo que le da en general el apelativo de "intervenido", incluso en zonas de difícil acceso. La intervención en este bosque, es consecuencia de la alta demanda de madera de mangle (en especial de mangle rojo y blanco) para usos de construcción, tutores para cultivos agrícolas y leña, entre otros. Dicha intervención consiste en cortes selectivos (en función del tipo de madera requerido) y no tiene ningún tipo de restricciones ni cuenta con criterios técnicos para el correcto aprovechamiento del bosque.

⁹ Datos proporcionados por Proyecto Manglares (UE/UICN/INAB), Guatemala 1999.

Además de lo señalado, este bosque tiende a perderse por el cambio de uso de la tierra; ejemplo de ello son algunas situaciones observadas en la presente investigación, año 1999: el corte observado en la unidad de mangle rojo (colindante con el Canal de Chiquimulilla) para la colocación de postes de luz para la conducción de energía hacia un área de recreación privada ubicada en la aldea Atitán; el corte de mangle rojo para la construcción de un canal que comunica un centro recreativo de la aldea El Conacaste con el Canal de Chiquimulilla; el corte y quema de remanentes de manglar (sobre todo mangle blanco y negro) para establecimiento de pastos con fines pecuarios, en la zona de fincas al Nor Oeste y Norte del manglar. Muy interesante es una porción de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) aledaña a la categoría Industria/Infraestructura (Figura 8, al Oeste del manglar), que posee restricciones de acceso para pobladores del área, quienes aseveran que este bosque abastece necesidades de madera de mangle, pero como una actividad extractiva con fines de lucro.

6.4.7 TIERRAS CON BOSQUE LATIFOLIADO NO ADAPTADO A CONDICIONES DE SALINIDAD

El bosque latifoliado no adaptado a condiciones de salinidad corresponde a áreas boscosas que se ubican fuera de la zona de manglar. Ocupan un área de 421.87 hectáreas (11.28% del área clasificada). Estos bosques varían de acuerdo con la ubicación fisiográfica y los aportes de agua recibidos. Así, la zona de bosque latifoliado de la unidad fisiográfica "duna costera", que colinda con la "playa de mar" y sectores agrícolas (Figura 8) se caracteriza por especies de árboles como el madre cacao (*Gliricidia sepium*) y otras de la familias Fabaceae y Caesalpinaceae. Estos bosques son hábitat de vida silvestre (entre ellos, cangrejos y una variedad de aves); la situación de estos bosques del Sur del área estudiada es alarmante, pues el avance de la frontera agrícola y de áreas para chalets privados, ha ejercido mucha presión en éstas influyendo en el cambio de uso de la tierra.

En cercanías a centros poblados y a la zona de manglar (tanto en la "depresión" como en las "terrazas") existen árboles nativos y exóticos entre los que destacan: como nativos, conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), palo blanco (*Cybistax donnell-smithii*), cenícero (*Samanea saman*), caoba del Sur (*Swetenia humillis*), cedro de costa (*Cedrella odorata*); como exótica sobresale, el eucalipto (*Eucalyptus sp.*). Además de estos árboles se encuentran otros de tipo frutal, que por su cercanía con los centros poblados, han sido caracterizados dentro de dicha categoría y no como bosque latifoliado.

También cabe destacar el bosque que colinda con el Noreste del manglar (Figura 8), cerca del sistema de lagunas del l'iste, pues estudios de interpretación cartográfica realizados anteriormente (CONAMA, 1997(21)) incluían este bosque como parte del manglar; pero con la comprobación de campo de la presente investigación, se le ha caracterizado como un bosque de vegetación diferente al manglar; otro bosque que destaca es el de la zona de fincas, al Norte del manglar, pues data de varias décadas atrás - por versiones de pobladores del área- y que forma parte de un uso de la tierra compuesto, que involucra actividades agropecuarias pero mayormente un uso forestal, (incluyendo especies nativas como las señaladas en párrafo anterior).

6.4.8 PANTANO/TULAR

Esta categoría de uso de 783.46 hectáreas de superficie (20.95% del área clasificada); este dato de superficie refleja la importancia de esta categoría como hábitat de vida silvestre, reflejo de la riqueza ecológica del área en estudio. El "Pantano/Tular" se encuentra al Este del área de estudio, dentro de la "depresión" (Figura 8), y por su dinámica hidrológica posee las características propias de zonas pantanosas.

La inundación y saturación por agua en el "pantano/tular" es consecuencia del aporte de agua de lluvia y de cuerpos de agua aledaños como laguna El Pimiento, Zanjón El Tercerón, Canal de la Zona Doce y Canal de Chiquimulilla (ver Figura 5). Este sitio pantanoso, pese a la presencia de una gama de especies vegetales acuáticas y semiacuáticas, es llamado comúnmente "tular", pues el tul (*Typha* sp.) es la especie más característica de esta área.

Algo importante de señalar es que este uso de la tierra es el que generalmente se presenta en áreas degradadas de manglar, o en sitios que antes estuvieron cubiertas con mangle (mayormente en el Este del área de Estudio, colindando con la unidad fisiográfica "duna costera"; ver Figura 8).

6.4.9 ARENA DE MAR

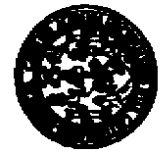
La arena de mar ocupa 99.48 hectáreas del área de estudio. Colinda al Sur con el Océano Pacífico y corresponde a la totalidad de la unidad fisiográfica "playa de mar", por lo cual la actividad que predomina es la recreación y captura de huevos de tortuga. La parte de esta categoría de uso que se encuentra libre de la acción de las olas, es la parte colindante con la "duna costera", y se caracteriza por el desarrollo de la especie herbácea *Ipomoea* sp., y es un sector donde se observaron nidos de aves.

6.5 UNIDADES POR CLASE DE MANGLE

Se delimitaron cinco "unidades por clase de mangle" tomando como base el criterio de FAO, 1994 (17) para estratificación de unidades de mangle por "tipo forestal", con ayuda de fotografía aérea pancromática de 1988 y comprobación de campo de 1999.

Cuadro 6. Características generales de las "unidades por clase de mangle", año 1999.

Unidad por clase de mangle (Tipo Forestal) según FAO (11)	Superficie [ha]	[%] del Total	Ubicación de la Unidad
Unidad de Mangle Rojo (<i>Rhizophora mangle</i> L.)	200.81	23.5	Zona Oeste del manglar (Figura 9). Se sitúa de manera aledaña al Canal de Chiquimulilla, desde el punto de comunicación con las aguas del río María Linda (en Puerto Viejo, Iztapa, Escuintla) hasta Aldea El Conacaste (Iztapa, Escuintla). Ésta se encuentra en unidades fisiográficas de Depresión y Terraza.
Unidad de Mangle Blanco (<i>Laguncularia racemosa</i> Gaertn.)	404.15	47.29	Está distribuida en la zona Norte, Noroeste, Noreste y Sur Este del Manglar (Figura 9). Está presente en unidades fisiográficas de Depresión y Terraza. Abarca el manglar cercano a las aldeas Atitán, El Guayabo (ambas en Iztapa, Escuintla) y Zunzo (Taxisco, Santa Rosa); asimismo se le encuentra colindando con el Sistema de Lagunas del Este y con la zona de fincas (principalmente El Chile, Magarín y Santa Elena).
Unidad de Mangle Rojo (<i>Rhizophora mangle</i> L.) y Mangle Elanco (<i>Laguncularia racemosa</i> Gaertn.)	213.86	25.03	Como se observa en la Figura 9, la mayor parte de esta unidad se localiza al Norte del Canal de Chiquimulilla, en la unidad fisiográfica Terraza, y está rodeada casi completamente por la unidad de Mangle Blanco. También se le encuentra colindando con la "isla", cerca de aldea El Guayabo (Iztapa, Escuintla) en la unidad fisiográfica Depresión.
Unidad de Mangle Negro (<i>Avicennia germinans</i> (L.)L.) y Mangle Blanco (<i>Laguncularia racemosa</i> Gaertn.)	8.86	1.04	Ubicada en la unidad fisiográfica Terraza, en la zona Noreste del manglar, colindando en su mayor parte con la unidad de Mangle Blanco (Figura 9)
Unidad de Mangle Rojo (<i>Rhizophora mangle</i> L.), Mangle Blanco (<i>Laguncularia racemosa</i> Gaertn.) y Pumpo (<i>Pachira acutica</i> Aubl.)	26.86	3.14	Unidad que se encuentra colindando al Norte con el Canal de Chiquimulilla y al Sur con unidad de Mangle Blanco. Su ubicación general es al Este de la zona de manglar, como se observa en la Figura 9.
Total: 854.54 ha		(100%)	



Elaborado por: Marco Vinicio Morales, 1999

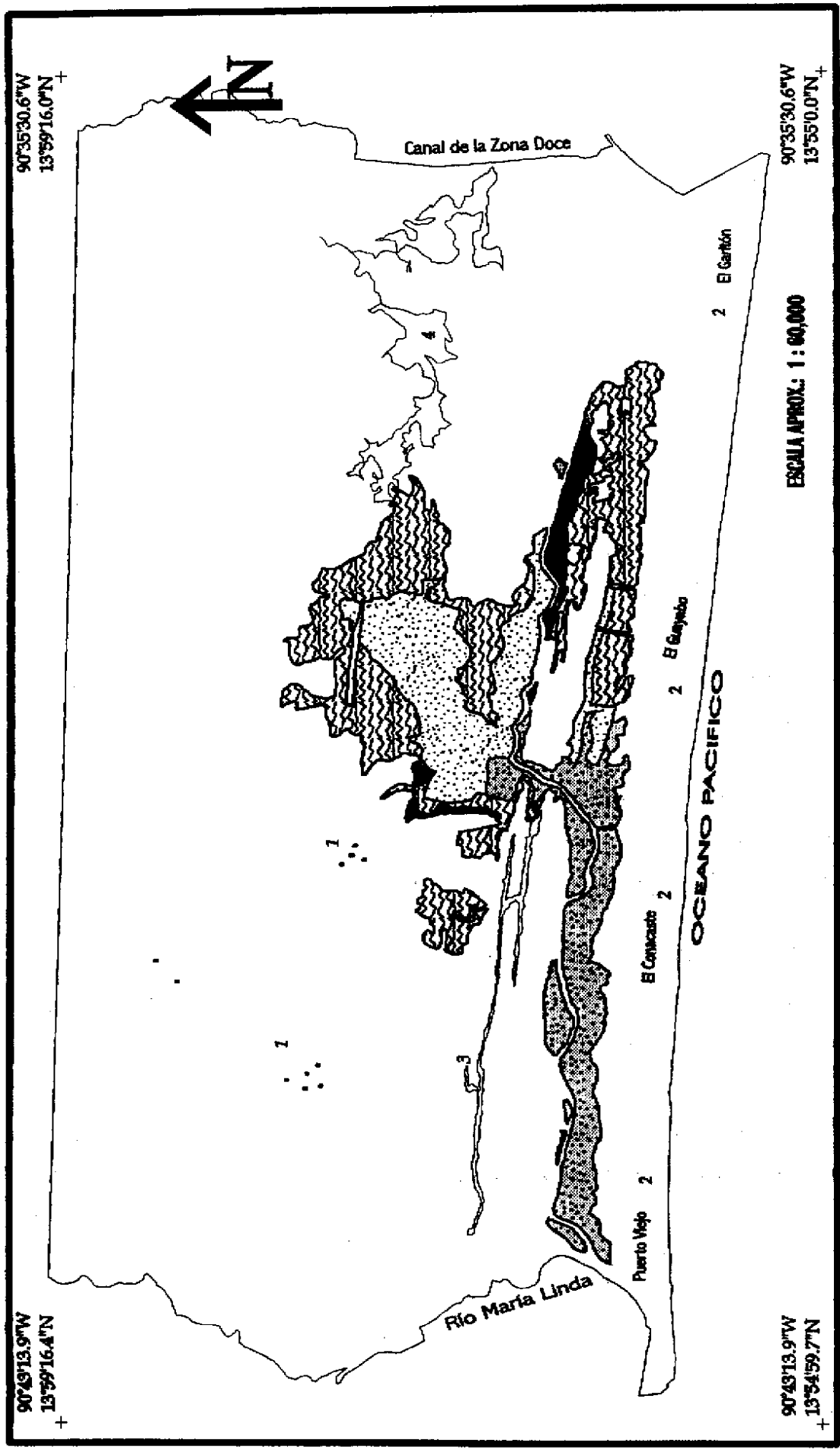


FIGURA 9 Unidades por clase de mangle, año 1999
(Clasificación FAO, 1994(17))

LEYENDA

	Mangle rojo y Mangle blanco (<i>Rhizophora mangle</i>)		Zona de Fincaes
	Mangle blanco (<i>Avicennia marina</i>)		Zona de Comunidades
	Mangle rojo y Mangle blanco (<i>Rhizophora mangle</i>)		Zanjón El Chile
	Mangle negro y Mangle blanco (<i>Sonneratia portulacastris</i>)		Laguna El Pimiento

6.5.1 UNIDAD DE MANGLE ROJO (*Rhizophora mangle* L.)

El mangle rojo como unidad pura, ocupa una superficie de 200.81 hectáreas, que representan un 23.5% de la cobertura total de manglar para 1999. Esta unidad de mangle del Oeste del área de estudio, se ubica al Norte y al Sur del Canal de Chiquimulilla, en el sector donde el flujo de mareas es grande (Figura 9). Al interpretar la fotografía aérea de la zona de estudio se observa que esta unidad es la que posee las tonalidades más oscuras y las texturas más gruesas dentro del manglar. Dado que los límites de esta unidad, son cercanos a zonas de fácil tránsito (Carretera Puerto Viejo - Monterrico y Canal de Chiquimulilla), la actividad de comprobación de campo se realizó con relativa facilidad.

Según narran habitantes del área, en parte de la década de los cincuentas y sesentas, el mangle rojo era extraído con frecuencia para cubrir la demanda de corteza para extraer taninos, para el curtido de pieles. En 1999 se detectó que el uso de madera de mangle rojo era para construcción y para leña, mayormente; sin embargo el principal peligro del manglar de esta unidad lo constituye la creación (a través de esta zona) de canales que comunican con el Canal de Chiquimulilla y que son "propiedad" de chalets privados o Ecoresort¹⁰ (ubicados en las aldeas El Conacaste y Atitán) en la búsqueda de ampliar sus actividades turísticas.

Otro síntoma de presión sobre estas unidades se observa en zonas aledañas a las comunidades El Conacaste y Atitán, pues con frecuencia es posible observar restos de basura depositados en el manglar, que incluyen materiales no biodegradables como envases de vidrio, plástico, metales, etc.

6.5.2 UNIDAD DE MANGLE BLANCO (*Laguncularia racemosa* Gaertn.)

El mangle blanco ocupa un total de 404.15 hectáreas que corresponden al 47.29% del manglar estudiado. La distribución de esta unidad atiende a un flujo por mareas menor que el de zonas de mangle rojo, pues, en general, el mangle blanco se ubica lejos de fuentes de agua que provoquen inundaciones constantes a lo largo del año. En cuanto a fotointerpretación *Laguncularia racemosa* presentó tonalidades y texturas medias, en comparación con el resto de especies típicas de mangle del área de estudio. Por otro lado, la comprobación de campo permitió definir que es una unidad heterogénea, desde el punto de vista hidrográfico, lo que contribuyó a que (considerando también aspectos fisiográficos) se dividiera el total de ésta en tres unidades.

¹⁰ Ecoresort: es un área destinada a turismo en donde se tiene un contacto más directo con la naturaleza.

Puede decirse que el acceso a la mayor parte de esta zona es difícil, dado el escaso flujo superficial y su situación alejada de cuerpos de agua influenciadas por mareas, razón por la que esta unidad es un ejemplo de aquellas áreas que han llevado a los investigadores a utilizar fotointerpretación con comprobación de campo, para la definición de "tipos forestales" (según FAO, 1994 (17)), en lugar de complicados sistemas de muestreo de plantas. Pese a la inaccesibilidad de gran parte de esta área, el mangle blanco está siendo objeto de explotación. Esto se debe a la extracción desmedida por pobladores de comunidades y fincas aledañas y no aledañas al manglar, para la satisfacción de necesidades de construcción, cercos y tutores para tapescos del cultivo del paxte (*Luffa cylindrica*). La extracción de madera de esta unidad se hace vía terrestre y vía acuática, escogiendo siempre los árboles de mejor porte y rectitud, dejando los árboles con las características menos deseadas y desechos de ramas y hojas que quedan de la tala de árboles. Se observa en las Figuras 8 y 9 una situación que se da en esta unidad, en el límite Este del manglar del lado de las comunidades, en donde existen muchos espacios desprovistos de mangle que son ocupados por pastos.

6.5.3 UNIDAD DE MANGLE ROJO (*Rhizophora mangle* L.) Y MANGLE BLANCO (*Laguncularia racemosa* Gaertn.)

Esta unidad mixta ocupa una superficie de 213.86 hectáreas, que corresponden al 25.03% del manglar en estudio. En general, esta unidad tiene características hidrográficas intermedias, es decir, que no posee ni la gran dinámica de mareas de la unidad de mangle rojo, ni la lejanía a fuentes de agua como el mangle blanco. Así, la presencia de mangle rojo y blanco de forma mezclada, está determinada por la existencia de flujos de marea que sirven de transporte para los propágulos de ambas especies de mangle. En la parte de fotointerpretación resultó difícil de estratificar la parte de esta unidad ubicada en "depresión fisiográfica" (debido a la mayor humedad presentada en el sitio), por lo que hubo necesidad de una comprobación de campo. Pero en la fotointerpretación de la zona más grande sí se pudo observar que era una unidad mixta, por la mezcla marcada de tonos y texturas correspondientes a mangle rojo y blanco, a lo que ya se ha hecho referencia.

Esta unidad mixta es de fácil acceso y en verano es fácil de transitar a pie en horas de marea baja. Por ello, al recorrerla es común encontrar áreas desprovistas de bosque que son producto de la extracción de madera y los desechos de dicha extracción, los cuales, en momentos de flujo de marea, son arrastrados provocando daño en la regeneración del bosque.

6.5.4 UNIDAD DE MANGLE NEGRO (*Avicennia germinans* (L.)L.) Y MANGLE BLANCO (*Laguncularia racemosa* Gaertn.)

Esta unidad mixta de mangle negro y mangle blanco de 8.86 hectáreas ocupa un 1.04% del área de manglar. Es una zona que la mayor parte del año es tierra firme y que únicamente queda inundada a mediados de la época lluviosa. Además de las características de tonalidad y textura de mangle blanco, la fotointerpretación de esta unidad ha sido muy peculiar por la presencia de *Avicennia germinans*, que se observa en la tonalidad más clara y textura más fina del área de manglar en estudio.

En general el acceso a esta área es difícil para pobladores de las comunidades del sur del manglar, debido a que no hay un cuerpo de agua navegable que le comunique de forma directa. Sin embargo el acceso es fácil para pobladores de fincas cercanas, en especial Finca "El Chile" y "Magarín". Por esta razón se explica la presencia de caminos o veredas dentro de esta unidad y que son comunicación con zonas de finca.

La extracción de madera de esta unidad es mayormente de mangle blanco, aunque posiblemente la degradación del ecosistema se deba más al avance de la frontera agropecuaria y al establecimiento, en el lindero Norte, de bordas que impiden que, en época lluviosa, suceda un flujo normal de agua a través de ella.

6.5.5 UNIDAD DE MANGLE ROJO (*Rhizophora mangle* L.), MANGLE BLANCO (*Laguncularia racemosa* Gaertn.) Y PUMPO (*Pachira acuatica* Aubl.)

Esta unidad del Este del manglar (Figura 9) tiene una superficie de 26.86 hectáreas que representa el 3.14% del total. Está ubicada de manera aledaña al Canal de Chiquimulilla, en la zona con agua de menor salinidad (Cuadro 4) debido a su situación cercana con el Canal de la Zona Doce.

Las condiciones de aporte de agua dulce a esta unidad han favorecido la presencia de una "especie asociada" al manglar, como lo es el pumpo (*Pachira acuatica* Aubl.), que como señala Jiménez (31), es típica en zonas con condiciones salinas menos drásticas. Así, al momento de fotointerpretación, fue difícil definir las especies que allí se encontrarían, por lo cual la comprobación de campo fue trascendental, pues además de permitir corroborar la información, hizo posible detectar la presencia de dicha especie asociada. La perturbación del bosque de esta unidad no es tan marcada como en el resto del manglar.

6.6 DESCRIPCIÓN DE UNIDADES CON DIFERENTE COMPORTAMIENTO DE FISIOGRAFÍA, DE HIDROGRAFÍA Y COBERTURA DE MANGLE

Cuadro 7. Características fisiográficas, hidrográficas y de cobertura de mangle, de las unidades del área de estudio, año 1999.

Identificación	Cobertura de mangle presente Clasificación FAO (1994)	Clasificación por cobertura de mangle de Jiménez (1994)	Unidad fisiográfica a que pertenece	Hidrografía
Unidad I	Mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i> L.)	Zona Externa asociada a canal	Terraza	Influencia directa del Canal de Chiquimulilla durante todo el año, debido a cambios de nivel del agua según la marea dominante. La inundación es durante la marea alta en época seca, y es total durante la época de lluvias. Además recibe aporte de agua desde el <i>Zanjón El Chile</i> y de lagunas llamadas " <i>las Piletas</i> " (aldea Atitán, Iztapa).
Unidad II	Mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i> L.)	Zona Externa asociada a canal	Depresión	Su dinámica hidrológica depende de la lluvia y del aporte de agua recibido directamente del <i>Canal de Chiquimulilla</i> . Permanece inundada en época lluviosa y en horas de marea alta en época seca.
Unidad III	Mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i> Gaertn.)	Zona Interna bajo clima seco estacional con escurrentía	Terraza	Aquí no se recibe la influencia de mareas; esto se debe a que es una unidad que está abastecida principalmente de agua dulce, debido a su conexión con " <i>las piletas</i> " y el <i>Zanjón El Chile</i> y no posee conexión con el estero. Por ello el abastecimiento de agua para esta unidad es dependiente del caudal del río María Linda, y por ende dependiente de la época. A este aporte se une el de cuerpos efímeros cercanos, que contribuyen a la inundación durante los meses de la época lluviosa y principios de la época seca, y es una inundación poco dinámica, de escaso movimiento

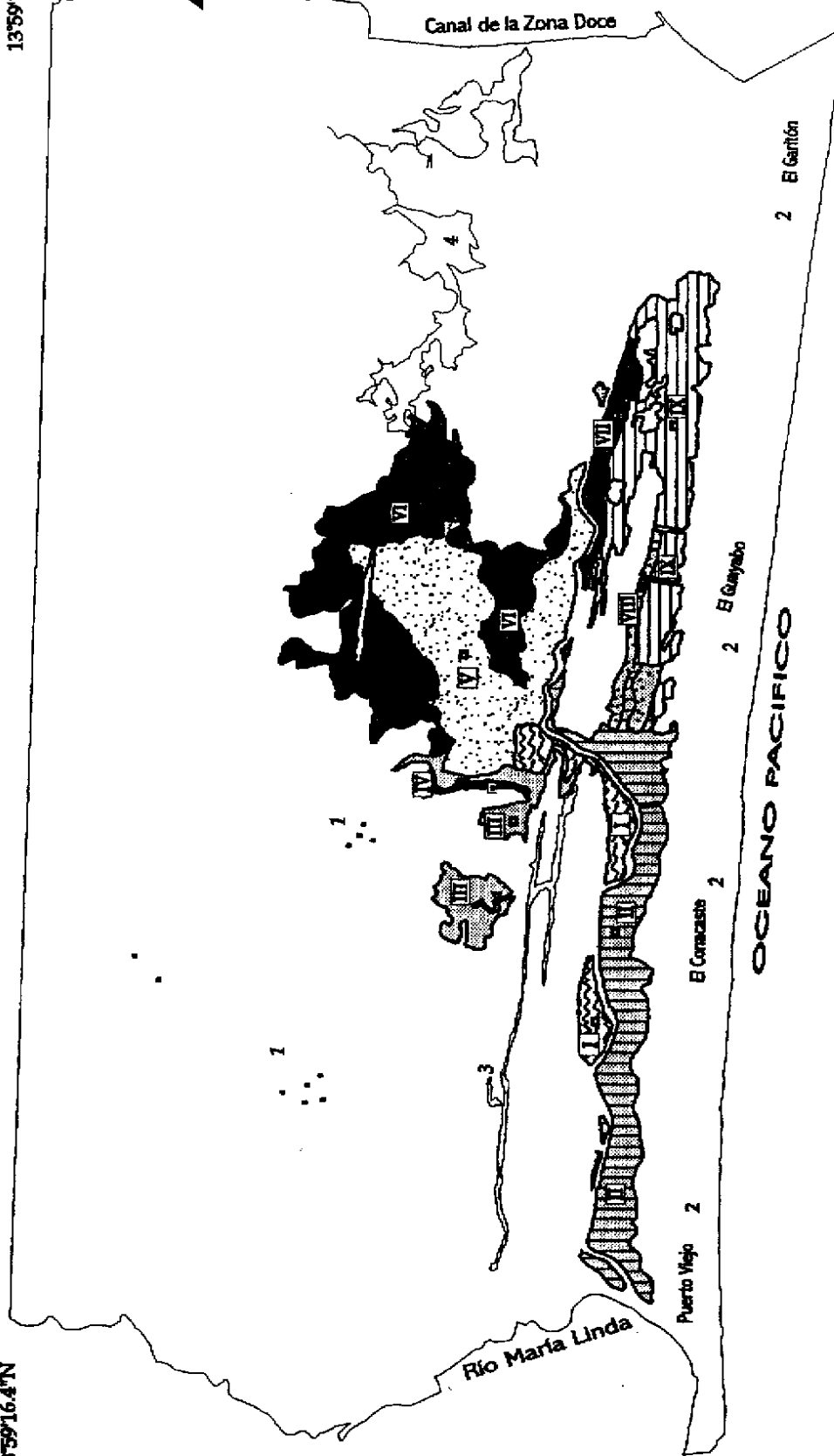
90°43'13.9"W
13°59'16.4"N

90°35'30.6"W
13°59'16.0"N

90°43'13.9"W
13°54'59.7"N

ESCALA APROX.: 1 : 60,000

90°35'30.6"W
13°55'0.0"N



LEYENDA

- | | | | |
|--|------------|--|---------------------|
| | Unidad I | | Unidad VIII |
| | Unidad II | | Unidad IX |
| | Unidad III | | PUNTO DE MUESTREO |
| | Unidad IV | | Zona de Pincas |
| | Unidad V | | Zona de Comunidades |
| | Unidad VI | | Zanjón El Chile |
| | Unidad VII | | Laguna El Pimiento |

FIGURA 10 Unidades con diferente comportamiento de fisiografía, hidrografía y cobertura de mangle.

Elaborado por Marco Vinicio Murales, 1999



FAUSAC-USIG

Identificación	Cobertura de mangle presente Clasificación FAO (1994)	Clasificación por cobertura de mangle de Jiménez (1994)	Unidad fisiográfica a que pertenece	Hidrografía
Unidad IV	Mangle negro (<i>Avicennia germinans</i> L.) y mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i> Gaertn.)	Zona Interna bajo clima seco estacional	Terraza	Por su posición en el margen de la Zona Interna y por su ubicación fisiográfica en "Terraza", esta unidad no posee inundaciones por marea. Por lo mismo, el aporte de agua se restringe para la época lluviosa, proviniendo del agua de lluvia y de lagunas efímeras que se forman en la parte Norte de la zona de Estudio. La inundación sólo ocurre durante los meses más fuertes de lluvia (julio a octubre) y el resto del año es tierra firme, siendo la humedad del suelo, el único aporte de agua recibido.
Unidad V	Mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i> L.) y Mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i> Gaertn.)	Zona Externa asociada a canal	Terraza	Para esta unidad, los niveles de agua en la época seca dependen de la marea, debido a la influencia directa del <i>Canal de Chiquimulilla</i> y del <i>Canal Magarín</i> , lo que es más evidente para áreas más cercanas a estos cuerpos de agua. Dada su ubicación fisiográfica en "Terraza", la influencia de mareas es menor que para zonas de "Depresión", pero durante la época lluviosa toda la unidad permanece inundada.
Unidad VI	Mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i> Gaertn.)	Zona Interna bajo clima seco estacional	Terraza	Solamente la parte aledaña al <i>Canal de Chiquimulilla</i> se ve afectada por los cambios de marea en la época seca y todo el resto de la unidad permanece como tierra firme. La inundación en época lluviosa (junio a noviembre) es consecuencia del aporte cuerpos de agua cercanos (canales, lagunas, etc.) y de tierras del norte con nivel más alto. El sistema de lagunas del Este abastece de agua dulce a esta unidad también a principios de la época seca.
Unidad VII	Mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i> L.), Pumpo (<i>Pachira acuatica</i> L.) y Mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i> Gaertn.)	Zona Externa asociada a canal	Depresión	Su cercanía con el <i>Canal de Chiquimulilla</i> , provoca para esta unidad una dependencia del flujo por mareas. También, su al <i>Canal de la Zona Doce</i> y a la desembocadura de pequeños canales que comunican con el sistema de lagunas de la parte Este (Figura 5), permiten el abastecimiento de agua más dulce para la unidad. La inundación es total durante la época lluviosa y parte de la seca.

Identificación	Cobertura de mangle presente Clasificación FAO (1994)	Clasificación por cobertura de mangle Jimenez (1994)	Unidad fisiográfica a que pertenece	Hidrografía
Unidad VIII	Mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i> L.) y Mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i> Gaertn.)	Zona Externa asociada a canal	Depresión	<p>El aporte de agua para esta unidad proviene de un vericuate que comunica con las aguas del <i>Canal de Chiquimulilla</i>; el vericuate no es lo suficientemente grande como para mantener, en toda la unidad, un flujo adecuado de agua durante la época seca aún en horas de marea alta. Pese a ello, permanece inundada durante toda la época de lluvias y principio de la época seca.</p> <p>Un peligro particular para la hidrología de esta unidad, lo constituyen dos bordas de personas particulares (vías para el paso hacia la "Isia"), que obstaculizan el flujo normal del agua de escorrentía.</p>
Unidad IX	Mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i> Gaertn.)	Zona Interna bajo clima seco estacional	Depresión	<p>En época seca sólo una pequeña parte de la unidad recibe el flujo por mareas del <i>Canal de Chiquimulilla</i>, mientras el resto de la unidad permanece como tierra firme.</p> <p>La inundación total de esta unidad, se da desde finales de mayo o principios de junio, hasta finales de noviembre.</p>

6.7 ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO DE UNIDADES CON DISTINTO COMPORTAMIENTO DE FISIOGRAFÍA, HIDROGRAFÍA Y COBERTURA DE MANGLE.

En puntos anteriores se presentan las características generales y los puntos muestreados de las unidades creadas en la presente investigación, con base en el comportamiento fisiográfico, hidrográfico y de cobertura de mangle (Cuadro 7 y Figura 10). Aquí se analizarán los resultados de laboratorio de las muestras de suelo extraídas de cada una de esas unidades. Los resultados consisten en la serie de características físicas (clase textural, porcentajes de arcilla, limo y arena) y de características químicas (salinidad del suelo, salinidad intersticial del suelo, pH, CIC, porcentaje de saturación de bases, porcentaje de materia orgánica, relación carbono/nitrógeno) del suelo de cada una de las nueve unidades de manglar en cuestión.

A fin de conocer las condiciones naturales (especialmente del agua y el suelo) presentes en áreas con diferente comportamiento de hidrografía, fisiografía y cobertura de mangle, se hace la presentación de resultados y el análisis de los mismos para cada una de las unidades a que se hizo referencia. Efectuando el análisis de información de la manera descrita, puede relacionarse la situación actual de la cobertura de mangle con las condiciones hidrológicas y edáficas características de cada unidad.

Conforme se avanza en el análisis se irá descubriendo que en el área estudiada, se cumplen principios de la física y química de suelos de manglares, según lo señalado por autores diversos como Fassbender (18), Jiménez, 1994(31), Cintrón & Schaeffer, 1992(11), Guevara *et al.*, 1998(25), Pannier & Fraino, 1977(47), entre otros.

6.7.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO DEL MANGLAR

En el análisis de las características físicas del suelo del manglar se hará mención al tipo de drenaje, permeabilidad y aireación del suelo que existe en cada unidad, como consecuencia de la clase textural del mismo. Este análisis corresponde a cada una de las unidades del Cuadro 7 y de la Figura 10.

El área de manglar estudiada es heterogénea en cuanto a las características físicas del suelo, pues las clases texturales varían desde "arcilloso" hasta "arena". En general los suelos de unidades de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) tienen texturas medias, a diferencia de unidades de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) cuyas texturas son las más arcillosas del área; por su parte el mangle negro (*Avicennia germinans*) se localiza en la unidad que posee la textura más arenosa del perfil del suelo.

6.7.1.1 Unidades de Mangle Rojo (*Rhizophora mangle* L.)

Cuadro 8. Características físicas del suelo de las unidades de mangle rojo (*Rhizophora mangle* L.)

Unidad	Profundidad [cm]	[%] Arcilla	[%] Limo	[%] Arena	Clase Textural
I	0 a 60	21.17	27.30	51.53	Franco Arcillo Arenoso
	60 a 110	19.07	25.20	55.73	Franco Arenoso
II	0 a 60	26.88	22.34	50.78	Franco Arcillo Arenoso
	60 a 110	16.38	20.24	63.38	Franco Arenoso

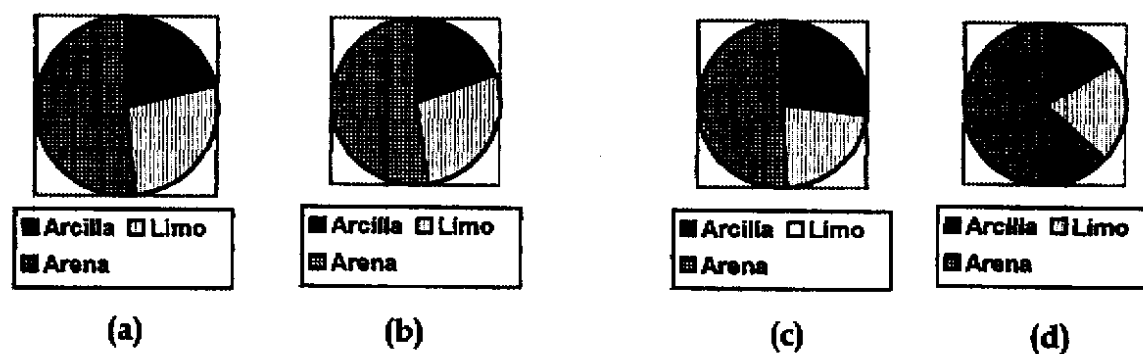


Figura 11. Gráficos de distribución de partículas del suelo a diferentes profundidades, Unidades de mangle rojo (*Rhizophora mangle*).

- (a) Unidad I de 0 a 60 cm (b) Unidad I de 60 a 110 cm
 (c) Unidad II de 0 a 60 cm (d) Unidad II de 60 a 110 cm

La profundidad del suelo en unidades puras de *R. mangle* (I y II), es de las mayores de la zona de estudio (tanto en posición fisiográfica "terrazza" como en "depresión"), pues no se encontró capa limitante alguna antes de los 110 cm.

Los suelos de estas unidades presentan texturas medias en todo su perfil (Cuadro 8 y Figura 11) lo cual propicia que la permeabilidad, drenaje y aireación del mismo, sean regulares. Estas características físicas aumentan en el horizonte subsuperficial debido al mayor porcentaje de arena que presenta.

Pese al tipo de drenaje de estas unidades, el suelo permanece saturado de agua, lo que se debe a la importante dinámica del Canal de Chiquimulilla, en esta parte, donde hay fuerte interacción con el río María Linda y las aguas marítimas.

6.7.1.2 Unidades de Mangle Blanco (*Laguncularia racemosa* Gaertn.)

Cuadro 9. Características físicas del suelo de las unidades de mangle blanco (*Laguncularia racemosa* Gaertn.)

Unidad	Profundidad [cm]	[%] Arcilla	[%] Limo	[%] Arena	Clase Textural
III	0 a 35	67.37	8.40	24.23	Arcilloso
	35 a 100	63.17	12.60	24.23	Arcilloso
VI	0 a 40	44.27	10.50	45.23	Arcillo Arenoso
	40 a 65	48.47	16.80	34.73	Arcilloso
	65 a 95	61.82	14.70	23.48	Arcilloso
IX	0 a 35	12.18	11.84	75.98	Franco Arenoso
	35 a 90	49.98	11.84	38.18	Arcilloso

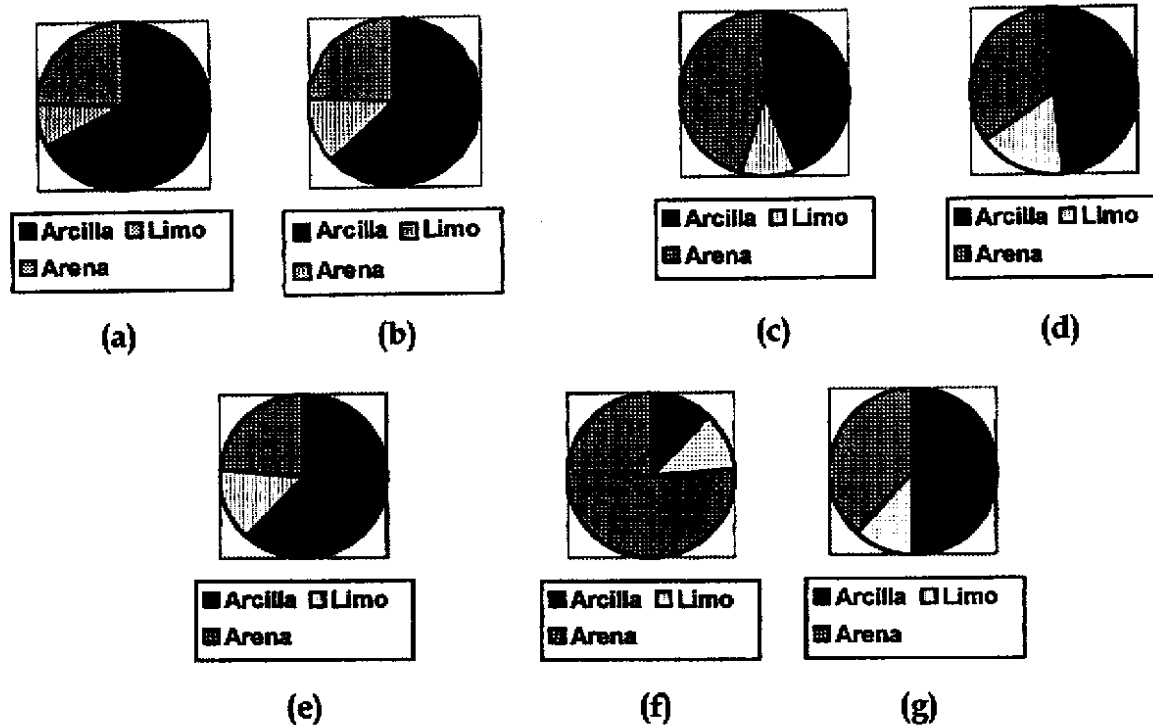


Figura 12. Gráficos de distribución de partículas del suelo a diferentes profundidades, Unidades de Mangle Blanco (*Laguncularia racemosa*)

- (a) Unidad III de 0 a 35 cm (b) Unidad III de 35 a 100 cm (c) Unidad VI de 0 a 40 cm
 (d) Unidad VI de 40 a 65 cm (e) Unidad VI de 65 a 95 cm (f) Unidad IX de 0 a 35 cm
 (g) Unidad IX de 35 a 90 cm

Los suelos más arcillosos del área de manglar en estudio, se encuentran en las unidades puras de mangle blanco de terraza (III y VI), por ello aquí el suelo posee drenaje deficiente, aireación pobre, mayor retención de agua y permeabilidad alta (evitando la filtración del agua en el suelo). Esta situación es más fuerte para la Unidad III, en la cual, se observan los porcentajes más altos de arcilla del perfil de los suelos del manglar (Figura 12).

Según los resultados de análisis de suelo (Cuadro 9), la unidad pura de mangle blanco de la "depresión" (Unidad IX), difiere de las de "terrazza" (Unidades III y VI), en que el horizonte superficial tiene más porcentaje de arena, que ocasiona que en esta parte exista un drenaje y permeabilidad más favorables para la filtración del agua. Sin embargo, esta capa superficial no supera los 35 cm. de profundidad, pues a partir de aquí, nuevamente se encuentra una textura arcillosa del suelo (Figura 12).

El mangle blanco dado su sistema radicular superficial, se ha adaptado a características físicas tan adversas de drenaje, filtración de agua, etc., como las de los suelos de estas unidades III, VI y IX.

6.7.1.3 Unidades Mixtas

Basado en la clasificación de FAO, 1994 (17), "Unidades mixtas de manglar" por tipo forestal son aquellas que presentan dos o más especies típicas o asociadas a la zona de manglar. Aquí se encuentran, la **Unidad IV** (Mangle Negro (*Avicennia germinans*) y Mangle Blanco (*Laguncularia racemosa*)), **Unidad V** (Mangle Rojo (*Rhizophora mangle*) y Mangle Blanco (*Laguncularia racemosa*)), **Unidad VII** (Mangle Rojo (*Rhizophora mangle*), Pumpo (*Pachira acuatica*) y Mangle Blanco (*Laguncularia racemosa*)) y la **Unidad VIII** (Mangle Rojo (*Rhizophora mangle*) y Mangle Blanco (*Laguncularia racemosa*)).

Cuadro 10. Características Físicas del Suelo de las unidades mixtas de manglar.

Unidad	Profundidad [cm]	[%] Arcilla	[%] Limo	[%] Arena	Clase Textural
IV	0 a 20	25.37	12.60	62.03	Franco Arcillo Arenoso
	20 a 30	29.57	18.90	51.53	Franco Arcillo Arenoso
	30 a 110	6.47	4.20	89.33	Arena
V	0 a 15	14.28	30.74	54.98	Franco Arenoso
	15 a 45	28.98	20.24	50.78	Franco Arcillo Arenoso
	45 a 90	52.08	22.34	25.58	Arcilloso
VII	0 a 30	35.28	22.34	42.38	Franco Arcilloso
	30 a 90	45.78	20.24	33.98	Arcilloso
VIII	0 a 10	21.17	16.80	62.03	Franco Arcillo Arenoso
	10 a 55	48.47	14.70	36.83	Arcilloso
	> 55	12.77	31.50	55.73	Franco Arenoso

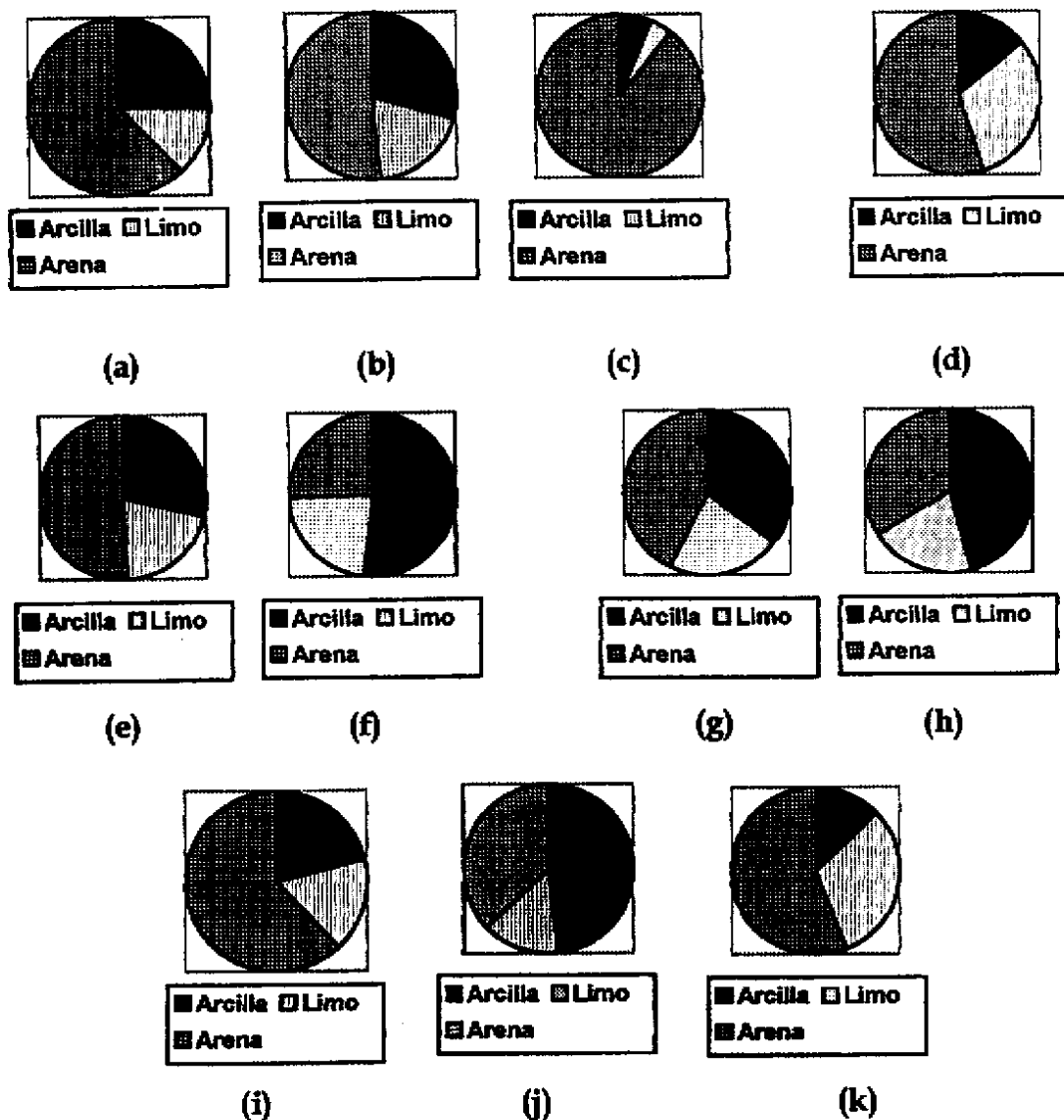


Figura 13. Gráficos de distribución de partículas del suelo a diferentes profundidades, Unidades Mixtas de Mangle.

- | | | |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| (a) Unidad IV de 0 a 20 cm | (b) Unidad IV de 20 a 30 cm | (c) Unidad IV de 30 a 110 cm |
| (d) Unidad V de 0 a 15 cm | (e) Unidad V de 15 a 45 cm | (f) Unidad V de 45 a 90 cm |
| (g) Unidad VII de 0 a 30 cm | (h) Unidad VII de 30 a 90 cm | (i) Unidad VIII de 0 a 10 cm |
| (j) Unidad VIII de 10 a 55 cm | (k) Unidad VIII >55 cm | |

En cuanto a características físicas, la Unidad IV presenta los porcentajes de arena más altos de la zona de manglar estudiada, y un suelo poco profundo (Cuadro 10 y Figura 13). En los primeros 30 cm del perfil del suelo de esta unidad, se observa una Clase Textural "Franco Arcillo Arenoso" y superando esa profundidad se llega a la Clase Textural "Arena" que es una capa limitante (Cuadro 10).

Con dicha evidencia se sabe que se tiene un drenaje casi libre en el interior del suelo, el cual se incrementa conforme la profundidad y, por ende hay buena filtración del agua en el perfil. Las características físicas de la Unidad IV se encuentran dentro del amplio rango de condiciones físicas en las que se han encontrado las especies *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*, como señalan Jiménez (28) y Jiménez y Lugo (33).

En la superficie del suelo de las Unidades V, VII y VIII, se observan texturas medias (de Franco Arenoso a Franco Arcilloso, 'Cuadro 10'). Así, puede encontrarse aquí que hay un drenaje y permeabilidad regulares, tal y como lo presentado por unidades puras de mangle rojo (I y II). Sin embargo, en los suelos de estas unidades mixtas, ya se encuentra una capa arcillosa subsuperficial, que evita que estas condiciones de drenaje y permeabilidad se mantengan en todo el perfil del suelo.

Cuando en esta investigación se ha hecho la comparación de características físicas de unidades puras de mangle rojo con unidades mixtas, ha podido corroborarse lo señalado por Jiménez (29), respecto a que *Rhizophora mangle* responde fuertemente a cambios en el drenaje del suelo, pues, como puede observarse, en las unidades mixtas, el mangle rojo se encuentra acompañado de *Laguncularia racemosa* y de la especie asociada *Pachira acuatica*.

6.7.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO DEL MANGLAR

Siguiendo con la interpretación de las características del suelo de las unidades de manglar (Cuadro 7 y Figura 10), ha de señalarse que, desde el punto de vista químico, los suelos de manglar presentan, en general, valores altos de capacidad de intercambio catiónico, de porcentaje de materia orgánica, de relación carbono/nitrógeno, entre otras (Cuadros 14, 15 y 16); por ello se puede pensar en suelos dinámicos desde este punto de vista. La salinidad del suelo es una característica química muy importante para este ecosistema, y a ella se ha adaptado el manglar dada su propiedad de "plantas halófitas facultativas" (como indican Ball, 1988 (3) y FAO, 1994 (17)).

Así, el análisis de características químicas del suelo de manglar se realizará principiando por la salinidad del suelo y la salinidad intersticial (salinidad del agua del suelo), para ir descubriendo lo señalado por Pannier y Pannier, 1977 (47), respecto a que hay grandes fluctuaciones de salinidad en localidades de pluviosidad estacional.

6.7.2.1 Unidades de mangle rojo (*Rhizophora mangle* L.)

Cuadro 11. Valores de Salinidad Intersticial y Salinidad del Suelo de las unidades de mangle rojo (*R. mangle*)

Unidad	Salinidad del Agua Intersticial de los primeros 50 cm de profundidad [Partes por mil (‰)]			Profundidad [cm]	Salinidad del Suelo [Partes por mil (‰)]
	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE		
I	6.30	5.63	6.84	0 a 60	3.23
				60 a 110	2.75
II	2.59	6.46	10.61	0 a 60	0.84
				60 a 110	3.29

Debido al alto flujo de agua y a las condiciones físicas del suelo (sobre todo drenaje y permeabilidad) de las Unidades I y II, aquí los valores de salinidad intersticial son bajos (Cuadro 11) y están muy cercanos a las 10 ‰ de salinidad intersticial que, según lo reportado por Cintrón y Schaeffer, 1992 (12), es óptima para un buen crecimiento del manglar.

Los valores de salinidad intersticial para las Unidades I y II ascienden conforme se sale de la época lluviosa, presentando el valor máximo en el mes de Noviembre (Cuadro 11). Este comportamiento de la salinidad intersticial depende de la estacionalidad del caudal del río María Linda, el régimen de precipitación pluvial y la salinidad del agua del Canal de Chiquimulilla (Cuadro 4, ver datos de "Puerto Viejo" y "Atitán"), pues estas son las fuentes de agua para tales unidades.

Aunque las Unidades I y II son parte de la Zona Externa del manglar y poseen características físicas similares en todo el perfil del suelo, se diferencian por su diferente posición fisiográfica. Por dicha razón, en estas unidades también hay diferencia en cuanto al flujo de aguas de marea y escorrentía superficial -sobre todo en época seca-, y en consecuencia, diferencia en los contenidos de sal en el suelo: La salinidad del suelo de la Unidad II es más baja que la de la Unidad I, debido a que la Unidad II tiene una dinámica hidrológica mayor -dada su posición fisiográfica de "Depresión"- y por ende un mayor lavado de sales por arrastre.

Los valores de Salinidad Intersticial y Salinidad del Suelo de las unidades puras de mangle rojo, para los meses de septiembre a noviembre (Cuadro 11), se encuentran muy alejados de los valores máximos de salinidad intersticial y salinidad del suelo que soporta *Rhizophora mangle*, según lo establecido por Guevara *et al.*, 1998 (25) y según Jiménez, 1994 (31), respectivamente.

Cuadro 12. Características químicas del suelo de las unidades de mangle rojo (*R. mangle*)

Unidad	Profundidad [cm]	pH	CIC [meq/100g suelo]	[%] Saturación de Bases	[%] Materia Orgánica	Relación C/N
I	0 a 60	5.2	51.74	40.03	17.48	18.11
	60 a 110	4.7	57.39	43.74	19.50	22.18
II	0 a 60	5.6	46.52	28.84	19.90	17.48
	60 a 110	4.5	49.56	46.07	19.10	19.10

Los valores de CIC para las unidades puras de mangle rojo (Cuadro 12), si bien no son los más altos del manglar, si evidencian un suelo muy dinámico desde el punto de vista químico. Esto se ve favorecido por los porcentajes de materia orgánica en el suelo de estas unidades (que van de 17.48% a 19.90%, Cuadro 12), que sin duda son el reflejo de las condiciones de movimiento frecuente de agua, suelo altamente saturado de agua y alta frecuencia e intensidad de inundaciones mareales, que son condiciones que Jiménez, 1994 (31), reporta como ideales para el buen crecimiento de mangle rojo.

Pese a que las condiciones corresponden al ideal reportado por investigadores para el buen crecimiento de mangle rojo, los valores de materia orgánica en las Unidades I y II, no son de los más altos del área. Esto puede entenderse, al considerar la dinámica de intercambio de sedimentos y nutrientes del ecosistema manglar con el exterior, pues se observa que en otras unidades con mangle rojo (V y VIII), donde el flujo de agua por mareas es menos fuerte, hay más contenido de materia orgánica en el suelo (sobretudo en el horizonte superficial), debido a que la exportación de materia orgánica es menor cuando las corrientes tienen menos energía para arrastrarle.

Dadas las condiciones favorables de las unidades I y II, para el mangle rojo, se observan los valores más altos de Relación C/N del área de estudio, lo cual es parte de los factores que investigadores como Hesse (27) y Walsh (67), han detectado en este tipo de manglar. Para estas unidades, la relación C/N va aumentando a mayores profundidades del suelo, pues existe una dependencia directa del contenido de materia orgánica del suelo; a su vez el pH del suelo favorece los valores de relación C/N en esta área, coincidiendo con Fassbender (18) respecto a que las relaciones C/N son mayores en suelos ácidos que en neutros o ligeramente alcalinos.

Asimismo se observa que el pH ácido influye en los valores bajos de %SB (los más bajos de la zona estudiada). Guevara *et al.* (25) dice que a mayores concentraciones de materia orgánica existe una mayor acidez, lo cual favorece la descomposición de la misma, siempre y cuando se observe un menor recambio de agua en la Zona Externa.

6.7.22 Unidades de mangle blanco (*Laguncularia racemosa* Gaertn.)

Cuadro 13. Valores de salinidad intersticial y salinidad del suelo de las unidades de mangle blanco (*L. racemosa*)

Unidad	Salinidad del Agua Intersticial de los primeros 50 cm de profundidad [Partes por mil (‰)]			Profundidad [cm]	Salinidad del Suelo [Partes por mil (‰)]
	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE		
III	0.67	3.01	19.14	0 a 35	2.42
				35 a 100	2.72
VI	11.74	7.36	3.97	0 a 40	3.69
				40 a 65	3.75
				65 a 95	1.89
IX	12.70	6.85	6.53	0 a 35	5.31
				35 a 90	3.24

El diferente comportamiento de salinidades observado para las unidades puras de *Laguncularia racemosa* (Cuadro 13) está determinado por su posición en diferentes unidades fisiográficas y sus características hidrológicas.

Así, la Unidad III es la única de las unidades puras de *Laguncularia racemosa* que pertenece a la "Zona Interna con Escorrentía" (según Jiménez, 1994 (31)), por ello, los aportes de agua que recibe le confieren a esta unidad una dinámica muy especial. Aquí, los valores de Salinidad Intersticial cambian drásticamente de la primera lectura en Septiembre (0.67‰) a la última en Noviembre (19.14 ‰), comportamiento que permite pensar en que esta unidad tiene una dinámica dependiente del flujo de agua que recibe del Río María Linda, que como ya se explicó es influido por el clima.

A diferencia de la unidad III, las Unidades VI y IX no están influidas por la escorrentía de ningún cuerpo de agua (Cuadro 7); aquí los valores de salinidad intersticial descienden de Septiembre a Noviembre (Cuadro 13). Esto es una evidencia de cómo la influencia directa de un cuerpo de agua cercano puede determinar comportamientos distintos en los valores de salinidad intersticial de unidades de manglar con similares características físicas del suelo.

En época lluviosa la Unidad VI recibe agua con menos sales disueltas (agua de lluvia y del Sistema de Lagunas del Este) a diferencia de la Unidad IX que recibe más sales disueltas, a partir del agua de lluvia y agua del Canal de Chiquimulilla. Así en Noviembre (al reducirse las inundaciones y el lavado de sales por arrastre) hay una menor salinidad intersticial para la Unidad VI (Cuadro 13).

Otra razón que determina el bajo valor de salinidad intersticial en la Unidad VI es la influencia del agua de lluvia acumulada por las lagunas del Este, liberada paulatinamente, observándose de esta manera la importancia de dicho sistema de lagunas como sitios de reserva de agua para la regulación de las concentraciones de sal, así como lo refiere Jiménez, 1994 (31).

Debido al mayor aporte de agua de escorrentía en la Unidad III, la salinidad del suelo es menor que en unidades con similares características físicas del sustrato, pero con menos escorrentía (Unidades VI y IX) (Ver Cuadro 13).

Por su parte, la unidad IX, a diferencia de las unidades III y VI, pertenece a la unidad fisiográfica de "depresión", lo cual implica que exista una mayor dinámica hídrica por flujo de mareas en la unidad IX. Por ello, para esta unidad, existe un mayor aporte de sales al suelo vía escorrentía, lo cual aunado a las características de poca permeabilidad del suelo, permite entender por qué la capa superficial del suelo presenta mayor salinidad, respecto a las unidades III y VI.

Cuadro 14. Características químicas del suelo de las unidades de mangle blanco (*L. racemosa*)

Unidad	Profundidad [cm]	pH	CIC [meq/100g suelo]	[%] Saturación de Bases	[%] Materia Orgánica	Relación C/N
III	0 a 35	6.9	44.78	75.80	3.50	9.23
	35 a 100	5.8	41.74	72.41	4.84	13.38
VI	0 a 40	6.1	57.39	72.33	13.18	12.32
	40 a 65	5.6	52.61	62.74	14.79	17.51
	65 a 95	6.5	38.26	62.93	8.74	14.49
IX	0 a 35	5.4	81.30	71.10	26.36	11.85
	35 a 90	4.6	39.13	78.67	11.43	14.11

Como señalan varios investigadores (Dawes, 1986 (14), Jiménez (28)) la presencia de *Laguncularia racemosa* está ligada a áreas en donde las inundaciones son menos frecuentes e intensas, debido a que esta especie no tolera largos períodos de inundación. De aquí la ubicación de esta especie en la Zona Interna del manglar, donde se dan estas condiciones para el crecimiento de mangle blanco, especialmente en la Unidades VI y IX.

La unidad III, pese a que es una unidad pura de *Laguncularia racemosa*, es inundada de manera frecuente e intensa por el agua del Zanjón El Chile, propiciando condiciones no aptas para esta especie. Toda esta situación de la Unidad III genera estrés en la planta y por lo mismo esta es una de las unidades cuyas condiciones químicas del suelo permiten explicar condiciones adversas a esta especie vegetal. Para principiar, valores bajos de materia orgánica en el suelo, CIC de las más bajas del manglar, relación C/N baja y con pH de los más elevados del área (Cuadro 14). Sin embargo, su pH casi neutro y su textura arcillosa provocan la existencia de un valor mayor al 70% de SB. Podría pensarse incluso que estas condiciones adversas al mangle favorecen el establecimiento, en esta unidad, de especies ajenas; sin embargo la salinidad intersticial y la salinidad del suelo (Cuadro 13) son responsables de favorecer el establecimiento de mangle blanco, únicamente.

Las condiciones de menor flujo de agua y por ende menor inundación favorecen la presencia y desarrollo del mangle blanco. Por ello unidades como la VI y la IX, se caracterizan por poseer CIC más altas que la Unidad III.

Sin embargo una textura del suelo más favorable para la unidad IX, permite entender cómo esta unidad es la que posee más materia orgánica y por ende de los pH más ácidos del área en estudio. Sin embargo, la relación C/N en estas dos unidades es similar dando un indicio de que las condiciones del fisicoquímicas del área son similares para el desarrollo y descomposición de la materia orgánica.

6.7.23 Unidades Mixtas:

Aquí se encuentran las Unidades IV, V, VII y VIII que según la clasificación FAO, 1994 (17), se consideran como unidades mixtas (Ver Cuadro 7 y Figura 10)

Cuadro 15. Valores de salinidad intersticial y salinidad del suelo de las unidades mixtas de manglar.

Unidad	Salinidad del Agua Intersticial de los primeros 50 cm de profundidad [Partes por mil (‰)]			Profundidad [cm]	Salinidad del Suelo [Partes por mil (‰)]
	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE		
IV	10.05	28.99	30.14	0 a 20	4.24
				20 a 30	4.28
				30 a 110	2.08
V	5.03	2.94	11.46	0 a 15	8.27
				15 a 45	6.06
				45 a 90	4.52
VII	7.03	2.75	7.17	0 a 30	3.96
				30 a 90	3.57
VIII	11.2	13.63	13.50	0 a 10	5.16
				10 a 55	4.35
				> 55	5.54

Como se señaló en su debido momento, la Unidad IV es una unidad mixta de *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*, cuyas condiciones físicas del suelo, ubicación fisiográfica e hidrología (Cuadros 7 y 14) son favorables para este tipo de asocio, como lo señalan Jiménez y Lugo (33). Esta unidad tiene un aporte de agua pobre dada su ubicación en la Zona Interna de Manglar, por lo que los valores de salinidad intersticial de ella (Cuadro 15) son más altos que en el resto de unidades de la zona interna, y van aumentando conforme merman las lluvias, coincidiendo con lo indicado por UICN (65).

Pese a que la Unidad IV presenta los valores de salinidad intersticial más altos del manglar, no sucede lo mismo con la salinidad del suelo. Esto se debe a que la textura del suelo, favorece la buena permeabilidad y drenaje, propiciándose así, el lavado de sales por filtración -la mayor concentración de sales es en el horizonte subsuperficial es una evidencia-. El efecto de la textura del suelo en la Unidad IV es tan importante, que aunque no posee un abastecimiento regular de agua, las sales no se concentran tanto en el suelo como sucede en zonas con más aporte de agua pero de texturas arcillosas como son las Unidades VIII y IX.

Recordando lo señalado por Guevara *et al.* (25), respecto a que la salinidad intersticial presenta variaciones de acuerdo con la influencia del mar o de los ríos, es posible entender el comportamiento presentado por la Unidad V, en la que se recibe la influencia por mareas del agua de estero pero con menor dinámica que en otras de la Zona Externa (como unidad I, II y VII), debido a su posición fisiográfica y su lejanía del punto Oeste del Canal de Chiquimulilla (donde es mayor la dinámica de mareas).

De esta manera en la Unidad V, existe un aporte de sales al sistema vía escorrentía y, dado un dinamismo pobre, un menor lavado de sal vía escorrentía. Por ello los contenidos de sal del suelo son mayores al del resto de unidades de la Zona Externa del manglar, e incluso mayor que la Zona Interna, donde tanto por mayor aporte de agua dulce (Unidades III, VI), mejor drenaje del suelo (Unidad IV) o menor entrada de sales vía escorrentía (Unidades VIII y IX), las sales no se acumulan de forma tan marcada (ver cuadro 15).

La Unidad VII es una zona del manglar que recibe más aporte de agua dulce que unidades vecinas (V, IX), tanto por su posición en la "Depresión" como su mayor dinamismo como parte de la Zona Externa, respectivamente, por lo que los valores de salinidad intersticial y del suelo de VII son menores (Cuadro 15). Como indica Jiménez (31), estas condiciones son propicias para el establecimiento de una especie asociada al manglar que es *Pachira acutica*, y por ende esta especie tiene un mejor establecimiento en la Unidad VII que en unidades aledañas.

La Unidad VIII se diferencia de unidades colindantes (II y IX), en que tiene una menor dinámica de flujo por mareas -por su lejanía relativa del Canal de Chiquimulilla- y en que recibe sales vía escorrentía por mareas, respectivamente. Estas condiciones de la Unidad VIII provocan que la salinidad intersticial sea mayor, y que haya más acumulación de sal en horizontes subsuperficiales del suelo (Cuadro 15).

Cuadro 16. Características Químicas del Suelo de las Unidades Mixtas de Manglar

Unidad	Profundidad [cm]	pH	CIC [meq/100g suelo]	[%] Saturación de Bases	[%] Materia Orgánica	Relación C/N
IV	0 a 20	5.5	23.04	+ 100	1.34	7.09
	20 a 30	8.7	26.96	+ 100	1.01	5.90
	30 a 110	8.9	11.30	+ 100	0.27	2.67
V	0 a 15	6.1	64.78	+ 100	21.52	17.10
	15 a 45	6.4	73.48	+ 100	21.25	13.84
	45 a 90	5.5	40.00	82.57	6.86	13.27
VII	0 a 30	4.9	56.96	55.39	14.79	15.60
	30 a 90	5.4	50.00	62.01	11.83	12.47
VIII	0 a 10	5.9	81.30	71.84	26.09	13.39
	10 a 55	6.2	55.65	87.17	1.75	1.74
	> 55	5.8	57.39	+ 100	20.98	15.40

De todas las unidades de manglar, la Unidad IV parece estar frente a las condiciones más adversas. La escasez de agua durante la época seca y la baja retención de humedad del suelo, favorecen un estrés para las plantas. El estrés se refleja en el poco dinamismo químico del suelo, evidenciado por los valores bajos de relación C/N del mismo (Cuadro 16), que más que por la escasez de agua dulce, están determinados por la falta de nutrientes aportados al ecosistema vía escorrentía, tal y como indican Pannier y Fraino (47), respecto a que el manglar está adaptado a condiciones desfavorables de saturación del suelo y de salinidad, pero no lo está a la escasez de nutrientes. Aunado a estos elementos desfavorables para la vegetación de la Unidad IV, la textura arenosa del suelo, como señala Fassbender (18), propicia el bajo contenido de Nitrógeno y la poca descomposición de materia orgánica.

Al observar los valores de salinidad de la Unidad V (Cuadro 15), se podría pensar en que esta característica es un factor limitante para el desarrollo del manglar; sin embargo, el resto de características químicas del suelo de dicha unidad (Cuadro 16) demuestra que existen condiciones aceptables del sustrato para expresar un bosque de manglar establecido, tal y como se observa en campo. Esto es una evidencia de que la zonificación de las especies de mangle está influida en parte por la salinidad, aunque la importancia de su influencia depende de factores locales, climáticos y edáficos, como indica FAO, 1994 (17).

Se hizo referencia a que las Unidades V y VIII poseen más materia orgánica en porcentaje, que unidades puras de mangle rojo (Cuadros 10 y 16), dada la menor fuerza de flujo de agua por mareas. Por lo mismo aquí puede observarse cómo se tienen los valores más altos de CIC del área de estudio, los porcentajes más altos de materia orgánica, pH medio 6, para ambas unidades, y altas relaciones C/N (Cuadro 16). Si bien el flujo de agua por mareas y el aporte de nutrientes al ecosistema, favorece al *Rhizophora mangle*, no sucede lo mismo para *Laguncularia racemosa*; sin embargo dada su cercanía a zonas puras de mangle blanco y siendo el flujo de agua moderado, no sucede la presencia solitaria de mangle rojo como en las unidades I y II por lo cual esta unidad es mixta.

La Unidad VII se diferencia del resto de unidades de manglar por la presencia de una especie asociada que es *Pachira acuatica*, no obstante sigue siendo un área de manglar dadas las condiciones salinas del sustrato. Por ello su dinámica puede compararse al del resto de unidades de mangle, y al hacerlo se descubre que sus características químicas de CIC, porcentaje de materia orgánica (Cuadro 16), nos refieren a un área con dinámica de producción de biomasa, deposición y descomposición en el sustrato, en función de las condiciones de humedad y saturación del suelo que ya se detalló.

6.8 ANÁLISIS DE LA COBERTURA DE MANGLAR EN LA ZONA EN DISTINTAS ÉPOCAS

Para el análisis de la cobertura de manglar se ha trabajado con dos épocas distintas, utilizando para ello la información más antigua obtenida del año 1954, información de una época "intermedia" 1985 e información actualizada, año 1999. El comportamiento general observado es de disminución de la superficie de manglar tal y como lo muestra el Cuadro 17 y la Figura 14.

Cuadro 17. Cobertura de manglar para la zona comprendida entre Puerto Viejo (Iztapa, Escuintla) y Zunzo (Taxisco, Santa Rosa), para los años 1954, 1985 y 1999.

Año con cobertura de manglar	Superficie [ha]	Superficie [%] del contorno base
1954	1592	19.81
1985	1083	13.48
1999	854.54	10.63

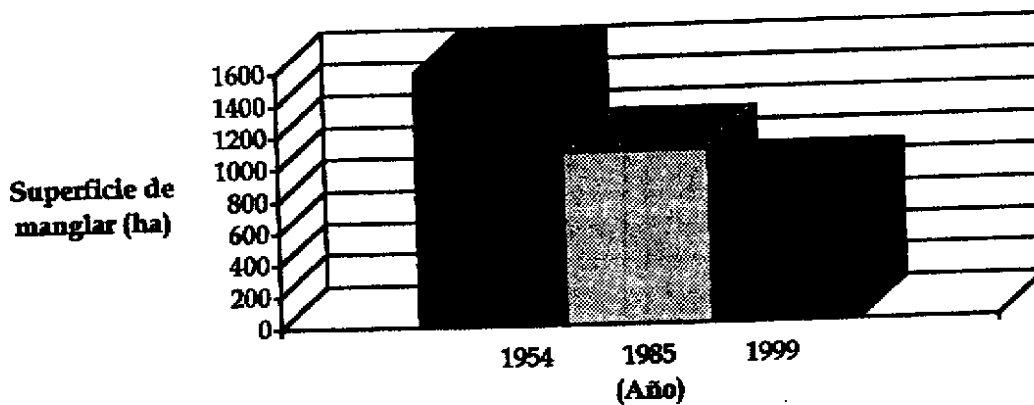


Figura 14. Gráfico de variación de la superficie de cobertura de mangle respecto al tiempo.

6.8.1 PERÍODO DE 1954 A 1985

El dato más antiguo de cobertura de manglar es de 1954 (cuadro 17), el cual se extrajo del mapa escala 1:250,000, para ese año, presentado por CONAMA (21). Dado que dicha cartografía posee un nivel de estudio de reconocimiento, los límites del manglar pudiesen no estar con el mayor detalle; un hecho singular, que afirma lo anterior, es que para 1954 está reportado como manglar una zona de 123.1 hectáreas, cuya categoría de uso es "Tierras con Pastos Naturales", tal y como fue comprobado en el trabajo de campo de la presente investigación (dicha zona, denominada en el lugar como "la isla", puede observarse al comparar las Figuras 15, 16 y 17, pues es un claro que está totalmente rodeado de bosque de mangle). Además de esto, cabe mencionar que la referencia de CONAMA, 1997 (21), no presenta un antecedente del uso de la tierra para 1954.

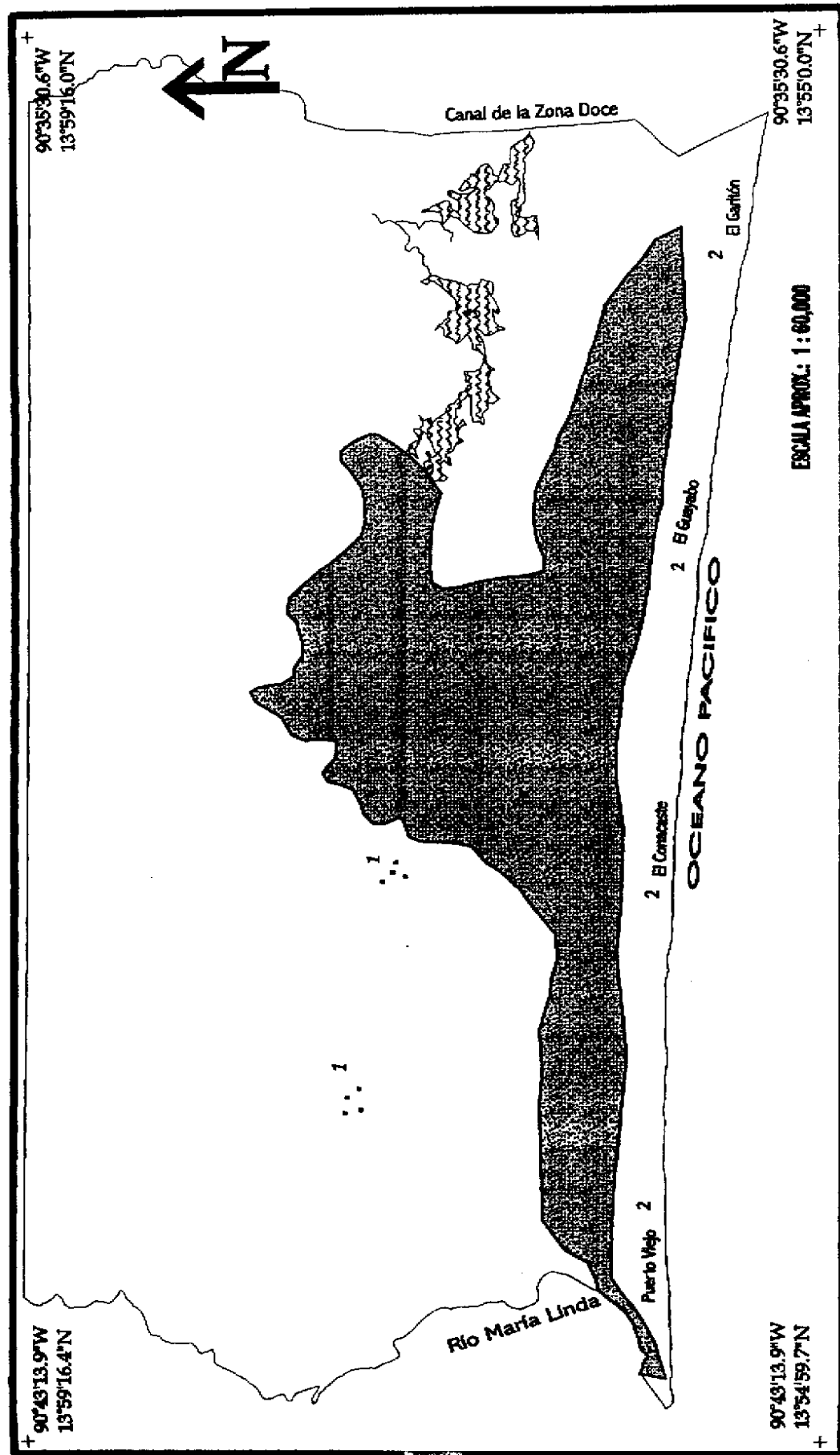






FIGURA 15 Cobertura de manglar en 1954

LEYENDA

-  Cobertura de Manglar
-  1 Zona de Fincas
-  2 Zona de Comunidades
-  Laguna El Pimiento

Elaborado por: Marco Viricio Morales. 1999



FAJISAC-USIG

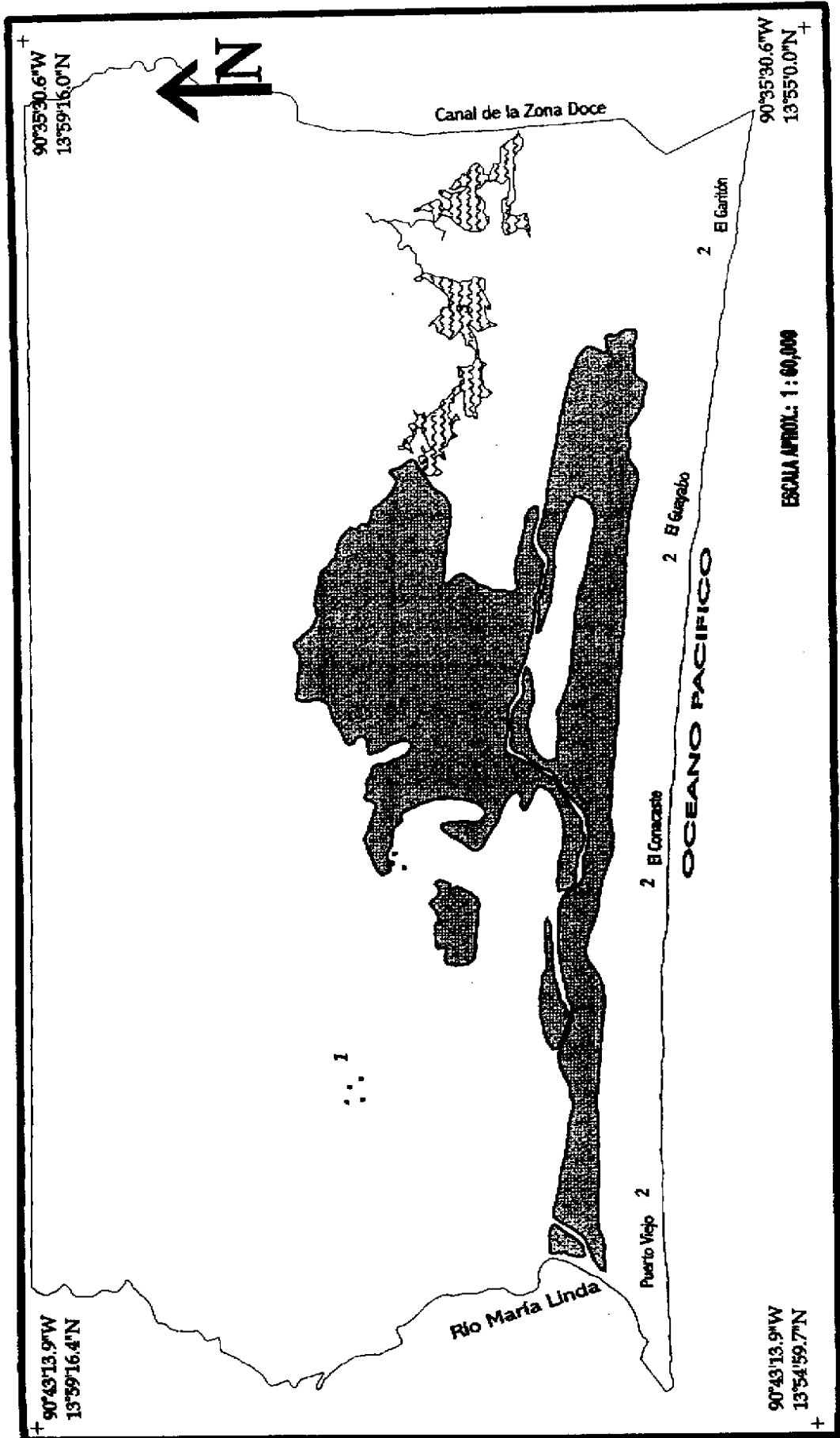


FIGURA 16 Cobertura de manglar en 1985

LEYENDA

	Cobertura de Manglar
	Zona de Fincaas
	Zona de Comunidades
	Laguna El Pimiento

Elaborado por: Marco Vinicio Morales, 1999.



FAUSAC-USIG

Todo esto deberá tenerse presente para que el análisis del comportamiento de la cobertura de manglar sea lo más objetivo posible. Para la explicación del comportamiento de la cobertura de manglar en el área, no se tomó como referencia el dato de superficie reportado por Morales (43) para 1978 de Iztapa, ya que no se encontraron mapas de referencia para la comparación de los límites del estudio.

Así, el mapa de cobertura de manglar de 1954 (Figura 15) ha revelado un área de **1,592 hectáreas** para el área de inundación comprendida entre el río María Linda y el Canal de la Zona Doce. Esa superficie representa un **19.81%** del contorno base. Al observar la figura 14 y comparar la cobertura de 1954 (Figura 15) con la de 1985 (Figura 16) y la de 1999 (Figura 17), se nota cómo la mayor extensión de este ecosistema en el área es para 1954, existiendo más cobertura hacia todas direcciones: al Norte (zona de fincas), al Sur (zona de comunidades), al Este (zona de comunidades y lagunas) y al Oeste (también por zona de centros poblados, llegando casi a la Boca Barra de Iztapa).

La cobertura de manglar del área de estudio en 1985 es de **1,063 hectáreas**, que representa un **13.48%** del contorno base. El dato surge de la actualización hecha en ese año de la hoja cartográfica Iztapa (22) a escala 1:50,000. Dado que el mapa tiene un nivel de estudio de semidetalle, presenta antecedentes del uso de la tierra para ese año, que consisten en la presencia de: comunidades al Sur del manglar (Puerto Viejo, Atitán, Las Morenas, Atitancito, El Conacaste, El Guayabo, Zunzo), cuerpos de agua, vías de acceso, presencia de fincas y/o haciendas al Noroeste y Norte del manglar (El Chile, El Magarín, Las Tres Ceibas).

Con esta información se sabe, entonces, que en el período de 1954 a 1985, se perdieron 509 hectáreas de manglar en el área estudiada, con lo cual se tiene una tasa de deforestación de 16.42 hectáreas/año para dicho período. Tal reducción de la superficie de manglar, se observa tanto en la zona cercana a fincas como en la cercana a comunidades, pero es más drástica en las cercanías de las aldeas Atitán, Puerto Viejo y Zunzo. Una de las causas de la disminución del área de manglar durante parte de este período, se da por el uso sustitutivo del ecosistema, pues, como refieren habitantes del área, en esos años entró en funciones una empresa "camaronera" en las cercanías a Atitán, para cuyo establecimiento se taló una zona de manglar, es decir, que hubo un cambio en el uso de la tierra (para el año del presente estudio se detectó que no es una empresa activa, por lo cual, ésta no se reporta la Figura 8). Esta evidencia concuerda con lo señalado por CONAMA (21) respecto a que, la construcción de piscinas de la industria camaronera ha sido una de las más importantes causas de degradación del manglar en la Costa del Pacífico guatemalteco.

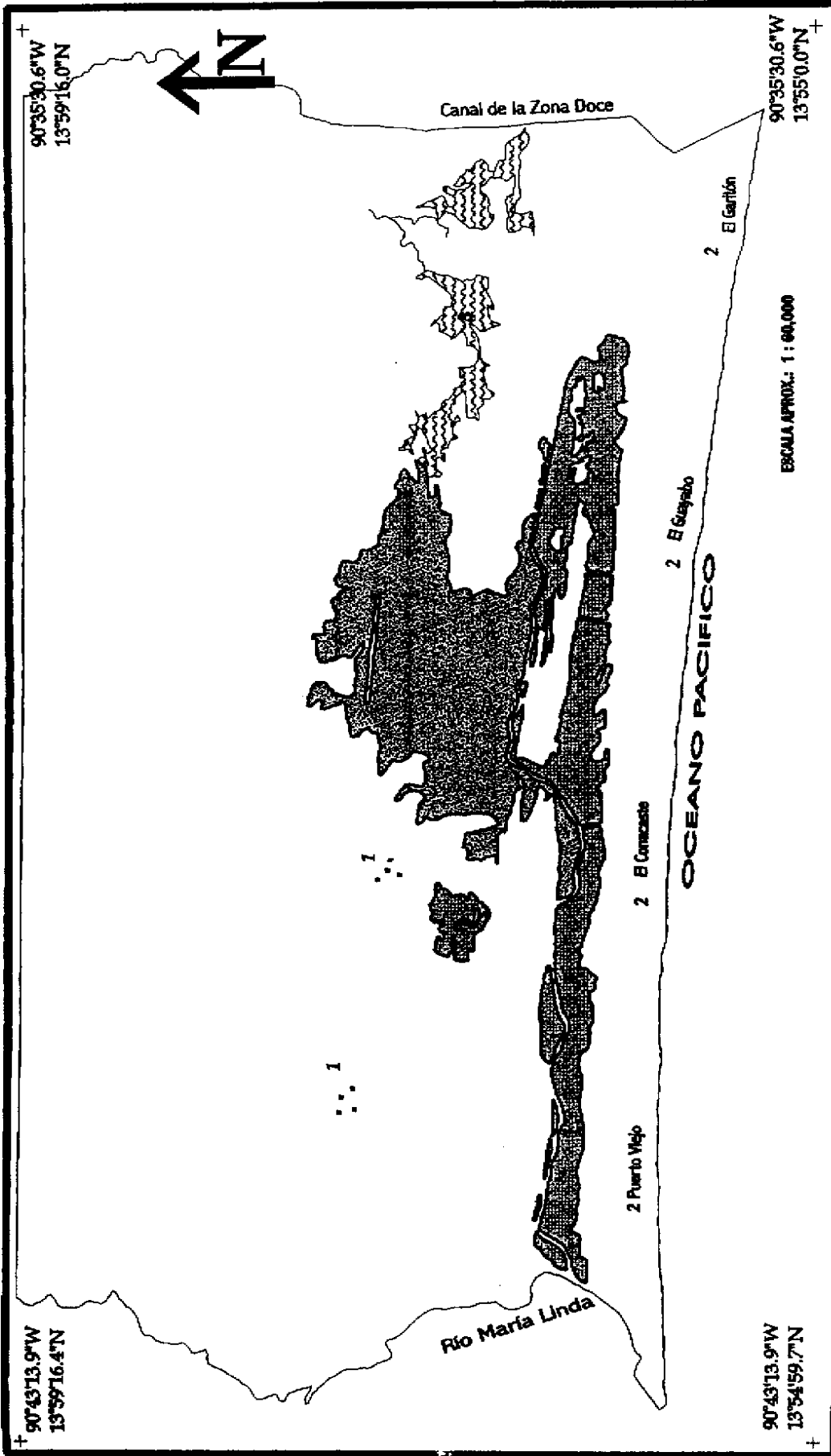
De acuerdo con Jiménez (31), el uso extractivo del manglar más extendido en la década de los cincuentas y sesentas era la cosecha de corteza de *Rhizophora* sp. para la producción de taninos necesarios -en aquella época- para la tinción de cueros. El manglar del área de estudio también ha sentido este tipo de extracción, ya que por referencias de habitantes del área, dicha práctica estaba muy arraigada en la zona de estudio durante parte de la época mencionada por Jiménez (31). Tal presión existía sobre todo en las zonas de mangle rojo (Figura 9); un antiguo comprador de corteza de mangle recuerda el nombre de aldeas como Puerto Viejo, Atitán, El Conacaste, como sitios de abastecimiento de dicho producto natural. Esto permite entender la reducción del recurso observada en la zona Oeste del manglar, al comparar las Figuras 15 y 16.

Otra gran presión sobre el manglar del área en estudio, lo ha ejercido el cultivo del paxte (*Luffa cylindrica*), ya que se utiliza madera de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) como postes del tapesco del cultivo. Gálvez, 1994 (20), indica que el cultivo inició formalmente entre 1960 y 1965 y que la presión ejercida por este cultivo sobre el manglar era aún más grande de lo que es actualmente, dada la riqueza del recurso y la falta de conciencia en la extracción desmedida. Esto es otro elemento de juicio en la comprensión de la reducción del área de manglar en el período de 1954 a 1985. En general, la tendencia de reducción de la superficie de manglar en el período en cuestión, concuerda la tendencia reportada en estudios como los de Morales (43) y FAO (17).

6.8.2 PERÍODO DE 1985 A 1999

Con el detalle aportado por la fotografía aérea utilizada (escala 1:20,000) y por el trabajo de comprobación de campo del presente estudio, se ha conocido el dato de cobertura de manglar para el año 1999 (Cuadro 17) para la zona de mangle ubicada entre el Río María Linda y el Canal de la Zona Doce. Así, para 1999 la superficie de manglar es de 854.54 Hectáreas, que representa un 10.63% del contorno base.

Tal información se complementa con la interpretación del uso de la tierra para 1999 (Cuadro 5; Figura 8), que es una herramienta que permite analizar mejor, el comportamiento de la cobertura de mangle para el año en mención.



LEYENDA

	Cobertura de Manglar
	1 Zona de Fincas
	2 Zona de Comunidades
	Laguna El Pimiento

FIGURA 17 Cobertura de manglar en 1999

Elaborado por: Marco Vinicio Morales, 1999



FAISAC-USIG

En el análisis de la cobertura de manglar para este período es necesario referirse al Cuadro 17 y a las Figuras 16 y 17. Así, es posible observar una marcada reducción de la superficie de manglar, que está expresada por la pérdida de 228.46 hectáreas de dicho bosque, determinada por una tasa de deforestación de 15.23 hectáreas/año, para este período, lo que recuerda lo alarmante de la situación de este ecosistema en los últimos años.

Tal disminución de la superficie de manglar fue observada para el período de 1987 a 1990 por Arrecis(1) para el área comprendida entre la aldea Buena Vista (al oeste de la cabecera municipal de Iztapa) y la aldea El Conacaste. No obstante los datos generados para dicho período no fueron tomados como referencia en la presente investigación porque los límites no corresponden a la totalidad del ecosistema que aquí es tema de discusión.

Comparando el mapa de cobertura de manglar de 1999 (Figura 17) con los mapas de cobertura de 1954 y 1985 (Figuras 15 y 16), es posible observar el deterioro y disminución de superficie de este valioso ecosistema a lo largo de los años. Para 1999 se observa un deterioro del manglar tanto en linderos como en el interior del bosque, es decir que este año ha podido detectarse la presión ejercida por el uso extractivo y el uso sustitutivo a que hacía referencia Jiménez (31) en 1994.

Ejemplo del deterioro del manglar son áreas aledañas a la aldea El Guayabo en donde existen ya, muchos claros internos al bosque (Figura 17, al Este) causados, sobre todo, por efectos de excesiva extracción del recurso, y según habitantes del área, debido a incendios provocados, voluntariamente, por algunos pobladores para la caza de reptiles. Es necesario recordar que en el caso del mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) la presión es muy marcada por el cultivo del paxte, a lo que hace referencia Gálvez (20); tal presión proviene de habitantes de comunidades incluidas dentro y fuera del área de estudio en las que hay este cultivo.

Otra área de especial interés es la del Norte y Noroeste del manglar, en la zona de fincas, (Finca El Magarín, Finca El Chile), en donde el uso sustitutivo del manglar, es probablemente el mayor causante de la situación alarmante del recurso. Según referencias de habitantes del área el trabajo para el avance de la frontera agropecuaria en esta zona, se lleva a cabo con fuego, trabajo manual e incluso a través de maquinaria.

Concordando con FAO (17), CONAMA (21) y Jiménez (31), ha podido observarse que la madera extraída del manglar se utiliza para fines diversos como los siguientes: construcción, posteo, para leña, para tutores del cultivo del paxte, entre otros. Interesante es el caso particular que sucede en la zona de fincas, en donde se observa (comparando Figuras 15 y 16 con Figura 8) que las tierras que antes eran manglar, actualmente son tierras con pastos naturales, destinadas a actividades pecuarias, confirmando lo señalado por Jiménez (31) respecto al uso sustitutivo en zonas de manglar.

Otro detalle interesante recabado en la presente investigación, corresponde al hecho de que el manglar cercano a la categoría de uso "Industria/Infraestructura" (Figura 8), no muestra un cambio drástico en superficie de 1985 a 1999 (Figuras 16 y 17), lo cual es consecuencia de que el acceso a esta área es restringido a la población y por el hecho de la posible actividad extractiva de madera de mangle con fines lucrativos, según comentarios de personas del área.

Si se observa con detenimiento las Figuras 8, 15, 16 y 17, podrá notarse cómo la reducción de la superficie de manglar para los dos períodos de tiempo analizados es más evidente en áreas cercanas a centros poblados; asimismo, es factible notar cómo el límite del manglar se conserva e incluso se expande en áreas despobladas (específicamente la zona de lagunas del Este), en las que, se observó - durante la comprobación de campo- que existe regeneración del manglar, pero que lastimosamente es un evento que se ve entorpecido por incendios del tular, provocados deliberadamente por personas que se dedican a la caza de tortugas y reptiles.

De esto puede deducirse el papel que ha protagonizado el hombre en el deterioro de este recurso natural costero a través del tiempo, con la extracción de madera de mangle, en la búsqueda de la satisfacción desmedida de sus necesidades de madera para curtiembre de pieles, de madera para usos domésticos, para usos de construcción y de insumos agrícolas y en la búsqueda de más tierras para actividades agropecuarias.

6.9 SÍNTESIS DE LOS FACTORES QUE DETERMINAN LA POBLACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL MANGLAR DEL ÁREA DE ESTUDIO

6.9.1 MANGLE ROJO (*Rhizophora mangle* L.)

6.9.1.1 Superficie ocupada y ubicación

El mangle rojo está presente en un 51.67% del total de la superficie del manglar, ocupando de forma pura un total de 200.81 hectáreas y 240.72 hectáreas de forma mixta con otras especies arbóreas.

Está presente en las unidades fisiográficas de terraza y depresión (Figura 4). De forma pura se le encuentra en una zona dinámica de flujo por mareas, al Oeste del Canal de Chiquimulilla. El mangle rojo crece junto a otras especies en zonas que poseen flujo por mareas (pero un flujo menos dinámico que el de zonas puras), como lo son la zona cercana al vericrete Magarín y el Este del Canal de Chiquimulilla (Figura 9). Puede observarse que el mangle rojo está ubicado en la Zona Externa asociada a canal (clasificación de Jiménez (31)).

6.9.1.2 Características físicas del suelo

En zonas de mangle rojo puro los suelos son profundos, con un drenaje regular en todo el perfil y están saturados de agua en época lluviosa y en marea alta en época seca. La inundación estacional y por mareas depende de la ubicación fisiográfica, siendo mayor en depresión que en terraza. En unidades mixtas (con blanco y pumpo) el drenaje es regular pero con una capa arcillosa limitante poco profunda.

6.9.1.3 Características químicas del suelo

En unidades puras de mangle rojo, la salinidad intersticial del suelo es baja debido al flujo dinámico por mareas y se observa que la salinidad depende de la estacionalidad del río María Linda, del régimen de precipitación pluvial y de la salinidad del agua del Canal de Chiquimulilla. En zonas donde crece junto con otras especies, la salinidad intersticial va desde valores bajos como 2.75‰ hasta un valor máximo de 13.63‰, dado a finales de la época lluviosa, en la zona con mangle rojo con menos flujo de agua por mareas; aún este valor está alejado del valor máximo que tolera la especie según diversos autores. El mangle rojo crece en un suelo dinámico desde el punto de vista químico, dado sus altos valores de CIC, materia orgánica y relaciones C/N, todo lo cual tiene que ver con las condiciones de movimiento frecuente de agua, saturación del suelo y alta frecuencia e intensidad de inundaciones mareales, que según Jiménez (31) favorecen el buen desarrollo de *Rhizophora*.

Se observa un mayor contenido de materia orgánica y CIC en suelos con menor dinámica de flujo mareal; pero la relación C/N es mayor en unidades puras.

6.9.1.4 Usos detectados

En 1999 se detectó un uso de tipo extractivo del mangle rojo, en la demanda de madera para construcción de ranchos y para leña. La zona pura de mangle rojo (unidades I y II; Figura 10) es la principal abastecedora de madera, aunque también puede observarse la intervención de la zona mixta con mangle blanco (unidades V y VIII); aún menor es la presión para la zona mixta con mangle blanco y pumpo (unidad VII). Este uso extractivo selectivo muestra que existe preferencia por la madera de zonas puras de mangle rojo.

6.9.1.5 Peligros detectados para la especie

De especial cuidado es la zona cercana a las aldeas El Conacaste y Atitán (unidades I y II; Figura 10) pues se ha detectado cambio de uso de la tierra por la creación de canales en zonas de manglar; dichos canales son creados para el paso vía acuática a chalets privados. Esta canalización es un tensor que causa trastornos en el ecosistema de manglar, como lo indican Cintrón y Schaeffer (11).

También en la unidad VIII (Figura 10) se detecta un problema que consiste en dos bordas de tierra en la zona de manglar -para el paso de vehículos- que cortan el libre flujo de agua de mareas. Esto impide las funciones que tiene el flujo de agua, entre las que destacan el intercambio de nutrientes, la eliminación de desperdicios metabólicos y la dilución de sales en el suelo. Otro peligro para el mangle rojo consiste en el corte selectivo de madera, pues el método tradicional de corte deja muchos residuos, que al ser arrastrados por la corriente dañan los propágulos del manglar.

6.9.2 MANGLE BLANCO (*Laguncularia racemosa* Gaertn.)

6.9.2.1 Superficie ocupada y ubicación

El mangle blanco es la especie más distribuida en el área de manglar, pues está presente en un 76.5% del total de la superficie del manglar, ocupando de forma pura un total de 404.15 hectáreas y 249.58 hectáreas de forma mixta con otras especies arbóreas. La especie se encuentra en las unidades fisiográficas de depresión y terraza. Está distribuida en toda la zona de manglar a excepción del área de mangle rojo puro, ubicada en la zona Oeste del Canal de Chiquimulilla, en donde hay mayor dinámica de flujo por mareas.

En cuanto a la dinámica de inundación, el mangle blanco crece en una variedad de condiciones. Así, de forma pura está presente en un área con poca dinámica de inundación, siempre en la Zona Interna bajo clima seco estacional (clasificación Jiménez (31)). Cuando hay mayor dinámica por flujo mareal se le encuentra de forma asociada a mangle rojo, incluso a pumpo, en la zona Externa asociada a canal (clasificación Jiménez (31)). También está presente en la zona con la menor dinámica de flujo de agua de forma asociada al mangle negro. Como dicen Dawes (14) y Jiménez (28) la presencia de mangle blanco está ligada a áreas en donde las inundaciones son menos frecuentes e intensas pues es una especie que no tolera largos períodos de inundación.

6.9.22 Características físicas del suelo

El mangle blanco se desarrolla en una amplia variedad de características físicas del suelo. En general se presenta en forma pura en suelos poco profundos, que poseen las texturas más arcillosas del área (drenaje y aireación deficiente y alta retención de agua y permeabilidad). En unidades mixtas (con rojo y pumpo) el drenaje superficial es regular pero con una capa limitante arcillosa poco profunda. También crece, acompañado de mangle negro, en suelos de alta permeabilidad y drenaje.

6.9.23 Características químicas del suelo

El mangle blanco crece también en una amplia variedad de condiciones salinas del suelo, debido a su presencia en zonas de diferente posición fisiográfica y características hidrográficas, que son factores que determinan los contenidos de sal del suelo. Esto queda demostrado por el comportamiento de la salinidad en unidades de mangle blanco puro con similares características físicas del suelo. Así, el mangle blanco está presente en un amplio rango de valores de salinidad intersticial, desde 0.67‰ en la zona interna con esorrentía (mes más lluvioso), hasta 30.14‰ en la zona interna con poca dinámica de esorrentía (después de la época de lluvias).

El mangle blanco está presente en áreas de valores bajos de CIC, de materia orgánica y de relaciones C/N (unidades III y IV), pero también se le encuentra en zonas con los valores más altos de CIC y contenido de materia orgánica del manglar (unidades V, VIII y IX) en donde el flujo de agua no provoca ni largos períodos de inundación ni de sequía. Esto refleja la amplia gama de condiciones químicas del suelo en que crece el mangle blanco.

6.9.24 Usos detectados

Se ha observado un uso extractivo selectivo de madera para construcción, para cercos y mayormente para tutores del cultivo del paxte (*Luffa cylindrica*). La extracción de madera se realiza vía terrestre o acuática (dependiendo de la época) y es más acentuada en zonas de fácil acceso, pero también se deja sentir en áreas poco accesibles del manglar.

6.9.25 Peligros detectados para la especie

También para el mangle blanco se hace sentir la problemática del rompimiento del aporte de agua por causas humanas. Así, en la zona norte del manglar (unidades IV y VI; Figura 10) se observó la presencia de bordas de tierra que impiden la libre circulación del agua de las lagunetas de terraza, lo que es de especial cuidado porque se reduce la regulación de contenidos de nutrientes y sales del suelo del ecosistema. Este mismo problema se da para la unidad VIII, explicado en los peligros detectados para mangle rojo.

Al igual que para el mangle rojo, el corte selectivo de madera de mangle blanco ejerce una fuerte presión sobre el recurso, pues los residuos de corta, al ser arrastrados por las corriente de agua pueden dañar la regeneración del bosque. Dicho corte selectivo es muy intenso en las zonas puras cercanas a la comunidad El Guayabo, en la zona Este del manglar, pues ellas abastecen de madera a las comunidades (aledañas y no aledañas) del norte y sur del canal de Chiquimulilla que demandan madera para tutores del cultivo del paxte.

Dos unidades donde se desarrolla mangle blanco son de especial atención: la unidad IV donde crece junto con mangle negro, el peligro proviene de la zona de fincas pues existe uso extractivo de madera de mangle blanco y uso sustitutivo de la zona de manglar debido al avance de la frontera agropecuaria. La unidad III, de la zona interna con escorrentía, pues posee el suelo con dinámica muy pobre que provoca que esta parte del ecosistema posea un equilibrio frágil.

Probablemente el mangle blanco sea, para el año 1999, la especie de más demanda para usos extractivos de la zona de estudio.

6.9.3 MANGLE NEGRO (*Avicennia germinans* (L.)L.)

6.9.3.1 Superficie ocupada y ubicación

El mangle negro está presente en un 1.04% del total de la superficie del manglar, ocupando, de forma mixta con el mangle blanco, 8.86 hectáreas. Esto le restringe a una zona relativamente pequeña del manglar (Figura 9). La especie está presente únicamente en la unidad fisiográfica de terraza, al noreste del manglar, en la Zona Interna del manglar que posee el menor flujo por escorrentía y por mareas (clasificación Jiménez (31)).

6.9.3.2 Características físicas del suelo

Se encontró que el mangle negro se desarrolla sobre un suelo de alta permeabilidad, drenaje y aireación. Sin embargo el suelo es poco profundo con una capa limitante de arena.

6.9.3.3 Características químicas del suelo

Posee los valores más altos de salinidad intersticial del suelo de la zona interna del manglar por el pobre flujo de agua; sin embargo dada la textura gruesa del suelo, la salinidad no es de las más altas del manglar. Sin embargo se refleja poco dinamismo del suelo desde el punto de vista químico pues se dan los valores más bajos de CIC, de materia orgánica y de relación C/N, atribuidos a la falta de nutrientes aportados vía escorrentía como indican Pannier y Fraino (47).

6.9.3.4 Usos detectados

Algunos habitantes del área señalan que esta especie posee una madera de calidad para la fabricación de muebles, pero que por su escasez y por su ubicación lejana, no es un uso muy practicado en la zona. Es más observable un uso sustitutivo de zonas con esta especie, ante el avance de la frontera agropecuaria.

6.9.3.5 Peligros detectados para la especie

Lo más destacable de señalar es la restringida superficie del manglar en donde se desarrolla el mangle negro, por lo que cualquier uso en esta zona es de gran presión al recurso. Por ello el cambio de uso de la tierra (de zonas de manglar a zonas de pastos) es una fuerte amenaza de la especie. También es un peligro para la especie, la presencia de bordas de tierra en el límite norte del manglar, pues así se corta la libre circulación del agua de las lagunetas de la zona de fincas hacia esta unidad, y se rompe el ciclo natural de abastecimiento de agua necesario para el lavado de sales del suelo y aporte de nutrientes.

7. CONCLUSIONES

- 7.1 La superficie cubierta con mangle en 1999 es de 854.54 hectáreas, de las cuales la mayor extensión (47.29%) corresponde a mangle blanco (*Laguncularia racemosa*). La superficie compartida por mangle negro (*Avicennia germinans*) y mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) representan la menor extensión (1.04%).
- 7.2 Las características fisicoquímicas del suelo que afectan la situación de la cobertura arbórea de mangle son: salinidad intersticial del suelo, textura, relación carbono/nitrógeno, contenido de materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico.
- 7.3 La salinidad de los cuerpos de agua y la salinidad intersticial del suelo influyen sobre el desarrollo del manglar y éstas se incrementan conforme disminuye la precipitación pluvial y el caudal del río María Linda.
- 7.4 La cobertura de manglar comprendida entre Puerto Viejo (Iztapa) y Zunzo (Taxisco) ha perdido 737.46 hectáreas en 45 años (período 1954-1999, a una tasa de 16.39 ha/año). Tal reducción es más evidente en áreas cercanas a centros poblados que en áreas despobladas.

8. RECOMENDACIONES

8.1 GENERALES

- 8.1.1 Utilizar, de cada especie de manglar, la información de los usos, peligros detectados y las características físicas y químicas del suelo como criterios para la elaboración de la estrategia de recuperación de cobertura, de manejo y de uso racional de los recursos del manglar.
- 8.1.2 Realizar proyectos de capacitación para los habitantes del área, con temas tales como el modo recomendable de extracción del recurso, con base en el "Reglamento para el Aprovechamiento del Mangle" (documento aprobado por Junta Directiva de INAB, el 11 de noviembre de 1998, según resolución No. 01.25.98), a fin de evitar que en dicho proceso queden residuos que dañen la regeneración del bosque por efecto mecánico de arrastre por flujo de agua.

8.2 ESPECÍFICAS

- 8.2.1 Para fines de planificación de muestreo de suelos en manglar, es suficiente hacer una estratificación del bosque por comunidades arbóreas presentes.
- 8.2.2 Para la recuperación de bosques de manglar, considerar la especie arbórea, la dinámica hídrica del bosque y la textura, CIC y salinidad intersticial del suelo.
- 8.2.3 Eliminar o modificar (drenajes) las bordas y canales construidos, por particulares, en los linderos y dentro del manglar, para favorecer el flujo normal de agua al bosque. Además, velar por evitar canalizaciones, dragado de canales, construcción de bordas y todas las actividades que destruyan el aporte normal de agua al manglar.
- 8.2.4 Fomentar y fortalecer las actividades que tienden a la sustitución del mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) por otros materiales, de tal manera que se minimice la utilización de tutores de mangle en el paxte (*Luffa cylindrica*).
- 8.2.5 Las comunidades locales aledañas al manglar pueden aprovechar el potencial turístico que genera el ecosistema de mangle del área comprendida entre Puerto Viejo y Zunzo, como una alternativa de ingreso monetario.
- 8.2.6 El INAB debe incrementar su presencia en la zona norte del manglar (de modo especial la unidad mixta de mangle blanco y mangle negro), a fin de frenar el desmedido uso extractivo de madera y el cambio de uso de la tierra en bosques de mangle. Asimismo, verificar si se extrae madera de mangle con fines de lucro en la zona aledaña a la "industria/infraestructura".
- 8.2.7 El INAB debe coordinar las patrullas acuáticas y/o terrestres en la zona de fincas, en el Canal de Chiquimulilla y en la carretera de la zona de comunidades, a diversas horas del día y la noche, a fin de controlar el uso extractivo y sustitutivo del manglar.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. ARRECIS, E.M. 1990. Cambios cuantitativos en la cobertura vegetal del manglar de Iztapa, Escuintla entre 1987 y 1990; informe final de ejercicio profesional supervisado. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 68 p.
2. _____. 1992. Análisis de la asociación de manglar en Manchón, San Marcos-Retalhuleu, Guatemala. Tesis Lic. Biología. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 119 p.
3. BALL, M.C. 1988. Ecophysiology of mangroves. *Trees* (EE.UU.) 2:129-142.
4. BARTH, H. 1982. The biogeography of mangroves. *Tasks for Vegetations Science* (Inglaterra) 1982:35-61.
5. BENESSALAH, D. 1988. Manual on mapping and inventory of mangroves. Roma, Italia, FAO. 122 p.
6. BLASCO, F. s.f. Climatic factors and the biology of mangrove plants. Toulouse, Francia, s.n. p. 18-33.
7. BUDOWSKI, G. 1980. Aspectos ecológicos del bosque húmedo. Turrialba, C.R., CATIE, Programa de Recursos Naturales Renovables. 16 p.

Citado por: Castillo Osorio, E. 1990. Propuesta para la protección de los humedales comprendidos entre el río San San y Boca del Drago, Bocas del Toro, Panamá. Tesis Mag. Sc. San José, C.R., Universidad de Costa Rica, Sistema de Estudios de Posgrado. p. 45.
8. CASTILLO OSORIO, E. 1990. Propuesta para la protección de los humedales comprendidos entre el río San San y Boca del Drago, Bocas del Toro, Panamá. Tesis Mag. Sc. San José, C.R., Universidad de Costa Rica, Sistema de Estudios de Posgrado. 106 p.
9. CHAPMAN, H.D.; PRATT, P.F. 1979. Métodos de análisis para suelos plantas y aguas. Trad. por Agustín Contín. México D.F., Méx., Trillas. 195 p.
10. CHAPMAN, V.J. 1976. Mangrove vegetation. Vaduz, Liechtenstein, s.n. 197p.

Citado por: FAO (Italia). 1994. Directrices para la ordenación de los manglares. Chile. Estudio Fao Montes no. 117. p. 14.
11. CINTRÓN, G.; SCHAEFFER, Y. 1983. Introducción a la ecología del manglar. Montevideo, UNESCO. 109 p.

Citado por: GUATEMALA. COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE. 1997. Informe final/anexo 9 F; estudio de prefactibilidad plan de manejo sostenible de los manglares en Guatemala. Guatemala. p. 19.

12. _____. 1992. Ecology and management of new world mangroves. New York, EE.UU., Academic Press. p. 233-254.
13. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
14. DAWES, C.J. 1986. Botánica marina. Trad. por Manuel Guzmán Ortiz. México D.F., Limusa. 673 p.
15. EASTMAN, J.R. 1992. IDRISI version 4.0; user's guide. Massachusetts, EE.UU., Clark University, UNEP/GRID/UNITAR. 178 p.
16. ESPINOSA SEPÚLVEDA, A.R. 1992. Evaluación de la estructura y composición del bosque de manglar y lineamientos para su manejo silvícola en la Reserva Forestal de Térraba-Sierpe, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 160 p.
17. FAO (ITALIA). 1994. Directrices para la ordenación de los manglares. Chile. Estudio Fao Montes no. 117. 345 p.
18. FASSBENDER, H.W. 1975. Química de suelos; con énfasis en suelos de América Latina. Turrialba, C.R., IICA. 398 p.
19. FISHER, R.; PETERS, D. 1981. Compendio de análisis químico cuantitativo. México D.F., Méx., Nueva Editorial Iberoamericana. 886 p.
20. GÁLVEZ MARROQUÍN, I. 1994. Estudio de la situación actual del cultivo de paxte (*Luffa cylindrica* (L.) Roem) en la franja litoral del pacífico de los municipios de Taxisco, Santa Rosa e Iztapa, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 65 p.
21. GUATEMALA. COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE. 1997. Informe final/anexo 9 F; estudio de prefactibilidad plan de manejo sostenible de los manglares en Guatemala. Guatemala. 65 p.
22. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR. 1985. Mapa topográfico de la República de Guatemala; hoja Iztapa no. 2057I. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
23. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. 1972. Atlas geográfico nacional. Guatemala. Esc. varía. Color.
24. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES. 1999. Estudio de factibilidad del cultivo del pashte (*Luffa cylindrica*) de los productores de la Asociación para el Desarrollo Integral de las Comunidades del Sur de Taxisco e Iztapa (ADICOSTA). Guatemala, INAB/UE/UICN. 32 p.

25. GUEVARA MANCERA, O. *et al.* 1998. Conservación y uso sostenible de los manglares del pacífico colombiano. Santa Fe de Bogotá, Col., Ministerio del Medio Ambiente/Organización Internacional de Maderas Tropicales / Asociación Colombiana de Reforestadores. 178 p.
26. HAMILTON, L.; SNEKADER, S. 1984. Handbook for mangrove area management. Honolulu, Hawaii, EE.UU., IUCN/Unesco/UNEP. 123 p.
- Citado por: FAO (Italia). 1994. Directrices para la ordenación de los manglares. Chile. Estudio Fao Montes no. 117. p. 102.
27. HESSE, P.R. 1961. Some differences between the soils of *Rhizophora* and *Avicennia* mangrove swamp in Sierra Leone. *Plant and Soil* (EE.UU.) 14:335-461.
- Citado por: Jiménez, J.A. 1985. *Rhizophora mangle* L.; red mangrove. Río Piedras, P.R., USDA Forest Service. 7 p.
28. JIMÉNEZ, J.A. s.f. *Laguncularia racemosa* (L) Gaertn. f.; white mangrove. Río Piedras, P.R., USDA Forest Service. 4 p.
29. _____. 1985. *Rhizophora mangle* L.; red mangrove. Río Piedras, P.R., USDA Forest Service. 7 p.
30. _____. 1994. Bosque de manglares en la Costa Pacífica de América Central. *Revista Forestal Centroamericana* (C.R.) 3(9):13-17.
31. _____. 1994. Los manglares del Pacífico Centroamericano. Heredia, C.R., EFUNA. 352 p.
32. _____. 1999. Consulta de metodología de estudio de cuerpos de agua y agua intersticial del suelo del manglar. San Pedro, C.R., Organización para Estudios Tropicales. 1p. (Correspondencia personal).
33. _____.; LUGO, A.E.. s.f. *Avicennia germinans* (L)L.; black mangrove. Río Piedras, P.R., USDA Forest Service. 6 p.
34. JIMÉNEZ, J.A.; SOTO, R. 1985. Patrones regionales en la estructura y composición florística de los manglares de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* (C.R.) 33(1):25-37
35. JOHNSTONE, I.; FRODIN, D. 1982. Mangroves of the Papuan subregion. *In: Biogeography and ecology of New Guinea, Monographiae Biologicae* 42. s.l., Gressit, J.L. p. 513-528.
- Citado por: FAO (Italia). 1994. Directrices para la ordenación de los manglares. Chile. Estudio Fao Montes no. 117. p. 27
36. LEMUS, M. *et al.* 1992. Relación entre la población humana y el uso de mangle en 7 aldeas de Taxisco, Santa Rosa; Informe de Estudios de Sistemas Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 46 p.

37. LINDEN, O.; JERNELOF, A. 1980. The mangrove swamp an ecosystem in danger. s.l., *AMBIO* XXII. s.p.

Citado por: GUATEMALA. COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE. 1997. Informe final/anexo 9 F; estudio de prefactibilidad plan de manejo sostenible de los manglares en Guatemala. Guatemala. p. 19

38. LUGO, A.E.; CINTRÓN, G.; GOENAGA, C. s.f. El ecosistema del manglar bajo tensión. Estados Unidos, s.n. p. 261-285.

39. LUGO, A.E.; SELL, M.; SNEDAKER, S.C. 1973. Mangrove ecosystem analysis. *In* University of Florida. The role of mangrove ecosystems in the maintenance of environmental quality and high productivity of desirable fisheries. Gainesville, Fla., EE.UU. p. E1-E59.

Citado por: Sánchez Peña, R. 1986. Metodología descriptiva para determinar los posibles usos de las áreas de manglares y su aplicación en Coronado-Sierpe, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. Departamento de Recursos Naturales Renovables. 216 p.

40. LUGO, A.E.; SNEDAKER, S. 1974. The ecology of mangroves. *Ann. Rev. of Ecol. and System* (EE.JU.) 1974: 39-64.

Citado por: FAO (Italia). 1994. Directrices para la ordenación de los manglares. Chile. Estudio Fao Montes no. 117. p. 26

41. MAINARDI, V. 1996. El manglar de Térraba-Sierpe en Costa Rica. Turrialba, C.R., CATIE. Proyecto Conservación para el Desarrollo Sostenible en América Central. Serie Técnica. Informe Técnico no. 284. 91 p.

42. MARÍN MELÉNDEZ, M. 1991. Estudio de caso sobre el uso actual de la Reserva Forestal Térraba-Sierpe y evaluación de la rentabilidad de un proyecto de maricultura y silvicultura para Coopemangle. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 137 p.

43. MORALES CALDERÓN, J. 1979. Importancia nacional del uso y manejo racional, para la conservación del mangle (*Rizophora mangle* L.) en el litoral del pacífico. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 92 p.

44. _____. 1985. Manejo de los bosques manglares. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 8 P.

Citado por: LEMUS, M. *et al.* 1992. Relación entre la población humana y el uso de mangle en 7 aldeas de Taxisco, Santa Rosa; Informe de sistemas de cultivos I y II. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 9.

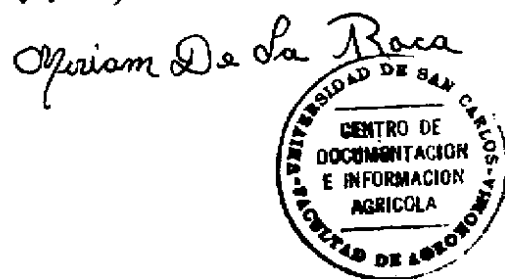
45. NICARAGUA. MINISTERIO DEL AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. 1994. Estudio tecnológico de la madera de tres especies de mangle; Proyecto OLAFO-CATIE. Managua, Nic., HISPAMER. p. 19-21.

46. PALMER, G.R.; TROEH, R.F. 1980. Introducción a la ciencia del suelo; manual de laboratorio. Trad. por Fidel Márquez Sánchez. México D.F., Méx., Trillas. p. 44-45.
47. PANNIER, F.; FRAINO PANNIER, R. 1977. Interpretación fisioecológica de la distribución de manglares en las costas del continente suramericano. *Interciencia* (Ven.) 2(3):153-161.
48. PANNIER, F.; PANNIER, R. 1980. Estructura y dinámica del ecosistema de manglares; un enfoque global de la problemática. *In* Organización de las Naciones Unidas para la educación, la ciencia y la cultura. Estudio científico e impacto humano en ecosistemas de manglares; memorial del seminario organizado por UNESCO, Cali-Colombia, 1978. Montevideo, Uru. p. 46-55.
- Citado por: Sánchez Peña, R. 1986. Metodología descriptiva para determinar los posibles usos de las áreas de manglares y su aplicación en Coronado-Sierpe, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. Departamento de Recursos Naturales Renovables. 216 p.
49. RODAS, O. 1990. Situación del recurso mangle en Guatemala. Guatemala, Dirección General de Bosques y Vida Silvestre, Sección de Parques Nacionales. 7 p.
- Citado por: Soto, S.M. 1991. Estudio preliminar del recurso mangle y su aprovechamiento en cinco comunidades aledañas al canal de Chiquimulilla en el departamento de Santa Rosa. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 5.
50. ROLLET, B. 1974. Introduction l'étude des mangroves du Mexique; photointerprétation; types de forêt. *Revue Bois et Forêts des Tropiques* (Francia) no. 156: 3-74.
- Citado por: FAO (Italia). 1994. Directrices para la ordenación de los manglares. Chile. Estudio Fao Montes no. 117. p. 102.
51. ROSENBERG, J.; EPSTEIN, L. 1991. Química General. Trad. por Alicia Larena. 7 ed. México D.F., Méx., MacGraw-Hill. 422 p.
52. SÁNCHEZ CRUZ, M. 1992. Determinación de la edad y tasa de crecimiento de *Rhizophora mangle* L. por medio del estudio anatómico de la madera, en los esteros de San José Chiquirin, Mazatenango, Suchitepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 100 p.
53. SÁNCHEZ PEÑA, R. 1986. Metodología descriptiva para determinar los posibles usos de las áreas de manglares y su aplicación en Coronado-Sierpe, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. Departamento de Recursos Naturales Renovables. 216 p.
54. SANTOS, G.; VÉLIZ, R. 1997. Instructivo para digitalización con Atlas Draw, versión 2.1. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, USIG. 6 p.
55. SCHAEFFER NOVELLI, Y.; CINTRÓN, G. 1986. Guía para estudio de áreas de manguezal; estructura, función e flora. São Paulo, Bra., Caribbean Ecological Research. 150 p.
56. SEDUE. 1991. Manual de ordenamiento ecológico del territorio. México, s.n. 331 p.

57. SIMMONS, C.H.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación a nivel de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Ed. José de Pineda Ibarra. 1000 p.
58. SNEDAKER, S.; GETTER, C. 1985. Pautas para el manejo de los recursos costeros. EE.UU., National Park Service/USDI. 286 p.
59. SNEDAKER, S.; SNEDAKER, J. 1984. The mangrove ecosystem; research methods. París, Francia, UNESCO. s.p.
- Citado por: FAO (Italia). 1994. Directrices para la ordenación de los manglares. Chile. Estudio Fao Montes no. 117. p. 18.
60. SOTO, S.M. 1991. Estudio preliminar del recurso mangle y su aprovechamiento en cinco comunidades aledañas al canal de Chiquimulilla en el departamento de Santa Rosa. Inv. Inf. EPS. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 38 p.
61. STANDLEY, P.; WILLIAMS, L. 1962. Flora of Guatemala. Chicago, EE.UU., Natural History Museum, Fieldiana Botany. v. 24, pt. VII, no. 2, p. 263-277.
62. _____. 1970. Flora of Guatemala. Chicago, EE.UU., Natural History Museum, Fieldiana Botany. v. 24, pt. IX, no. 1 y 2, 235 p.
63. SUMAN, D. 1994. Legislación y administración de los manglares de América Central. Revista Forestal Centroamericana (C.R.) 3(9):6-12.
64. TOBIÁS, H.A. 1996. Suelos de Guatemala de acuerdo a la clasificación FAO-UNESCO. 2 ed. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Área Tecnológica, Subárea de Manejo de Suelo y Agua. 7 p.
65. UICN. 1983. Global status of mangrove ecosystems, 3. The Environmentalist (EE.UU.) 3(3):1-88.
66. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. FACULTAD DE AGRONOMÍA. 1992. Manual de laboratorios de suelos II. Guatemala. 32 p.
67. WALSH, G.E. 1974. Mangroves a review. New York, EE.UU., Academic Press. p. 51-174.

Citado por: Dawes, C.J. 1986. Botánica marina. Trad. por Manuel Guzmán Ortiz. México D.F., Limusa. p. 569.

vº. Bº,





FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "ESTUDIO DE ALGUNOS FACTORES QUE DETERMINAN LA POBLACION Y DISTRIBUCION DEL MANGLE EN EL AREA COMPRENDIDA ENTRE PUERTO VIEJO (IZTAPA, ESCUINTLA) Y ZUNZO (TAXISCO, SANTA ROSA)".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: MARCO VINICIO MORALES DE LA CRUZ

CARNET No: 9410068

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Edwin E. Cano Morales
Ing. Agr. Negli R. Gallardo Pérez
Ing. Agr. Marco T. Aceituno Juárez
Ing. Agr. Ervin Maxdelio Herrera de León

El Asesor y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. Hugo Antonio Tobías Vásquez

Dr. Ariel Abderraman Ortiz López
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

IMPRIMASE

Ing. Agr. M.Sc. Edgar Ovelo Franco
DECANO



cc:Control Académico
IIA.
Archivo
AO/prr.

APARTADO POSTAL 1545 § 01001 GUATEMALA, C.A.
TEL/FAX (502) 476-9794

e-mail: llusac.edu.gt & <http://www.usac.edu.gi/facultades/agronomia.htm>