

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



TRABAJO DE GRADUACIÓN

TITULO

**ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LA VEGETACIÓN
NUCLEAR DEL MANGLAR DE LA BAHÍA DE LA UNIÓN, DEPARTAMENTO
DE LA UNIÓN, EL SALVADOR.**

PRESENTADO POR

**Br. LUIS ANGEL RAMÍREZ BENITEZ
Br. ERNESTO ANTONIO SEGOVIA CORTEZ**

PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, SEPTIEMBRE DE 2003.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMATICA
ESCUELA DE BIOLOGIA

**ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORISTICA DE LA VEGETACIÓN
NUCLEAR DEL MANGLAR DE LA BAHÍA DE LA UNIÓN, DEPARTAMENTO
DE LA UNIÓN, EL SALVADOR.**

PRESENTADO POR
Br. LUIS ANGEL RAMÍREZ BENITEZ
Br. ERNESTO ANTONIO SEGOVIA CORTEZ

PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA.

ASESORA DE LA INVESTIGACIÓN

M.Sc. OLGA LIDIA TEJADA _____

JURADO EVALUADOR

M.Sc. ZOILA VIRGINIA GUERRERO _____

Lic. RODOLFO FERNANDO MENJIVAR _____

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, SEPTIEMBRE DE 2003.

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTORA

Dra. MARIA ISABEL RODRÍGUEZ

SECRETARIA GENERAL

Licda. LIDIA MARGARITA MUÑOZ VELA

FISCAL

Lic. PEDRO ROSALIO ESCOBAR CASTANEDA

DECANA DE LA FACULTAD

Licda. LETICIA NOEMÍ PAUL DE FLORES

DIRECTORA DE LA ESCUELA

M.Sc. ANA MARTHA ZETINO CALDERON

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, SEPTIEMBRE DE 2003.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios Todopoderoso, por habernos dado fortaleza y sabiduría para alcanzar la meta propuesta al inicio de nuestra carrera.

A nuestros padres y hermanos por el cariño, confianza y apoyo incondicional, que nos brindaron en todos los momentos difíciles de nuestra investigación.

A la Universidad de El Salvador, a través de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas; y especialmente a la Escuela de Biología por habernos acogido y forjado como profesionales..

A los maestros, que con su sacrificio y empeño, contribuyeron en nuestra formación académica.

A nuestra asesora M.Sc. Olga Lidia Tejada por haber dedicado tiempo, trabajo, empeño y suministro incondicional de literatura, siempre que fue requerida, por las orientaciones hechas, para realizar de la mejor manera la investigación.

A la M.Sc. Zoila Virginia Guerrero y al Lic. Rodolfo Fernando Menjivar, por ser nuestro jurado evaluador y por todas las observaciones hechas al inicio de nuestra investigación y por todos los aportes que fueron de mucha importancia para la culminación de la investigación.

Al M.Sc. Oscar Armando Molina por su apoyo desde el inicio de esta investigación y por todo su aporte al análisis estadístico de los resultados.

Al Ing. M.Sc. Ismael Guevara, por contribuir en el análisis estadístico de los resultados de la investigación.

Al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Por el aporte económico dado a nuestra investigación, a través del Proyecto de

Conservación de los Ecosistemas Costeros en el Golfo de Fonseca (PROGOLFO).

De manera muy especial agradecemos a la Lic. Maritza Guidos, Coordinadora Regional del Proyecto PROGOLFO; al Ing. Luis Alberto Calles, Asistente técnico administrativo de las plataformas PROGOLFO; al Ing. Arnoldo Lazo y todo el personal que labora en el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Regional La Unión.

A todos nuestros amigos, por su confianza y apoyo en el momento que más lo necesitábamos.

Luis Angel y Ernesto Antonio.

DEDICATORIA.

El señor es mi roca y mi fortaleza, es mi libertador y mi Dios, es la roca que me da la seguridad; es mi escudo y me da la victoria (Salmo 18: Ver. 3).

Dedico este trabajo de investigación a Dios todo poderoso, por haberme concedido la fortaleza y sabiduría en los momentos necesarios y por permitirme a través de mucho empeño coronar mi carrera.

A mis padres: Atilio Ramírez y Rosa Cándida Benítez, por todo el sacrificio realizado para que yo pudiera alcanzar mi meta y por todo su cariño y confianza depositada en mi.

A mis hermanos: Herbert Bladimir y Elmer Atilio por todo el apoyo y cariño brindado en el transcurso de mis estudios.

A mis queridos abuelos: Blanca Ofelia Benítez; Concepción Urrutia; Lázaro Ramírez (Q.D.D.G.) y Otilia Aparicio (Q.D.D.G.); por todo el cariño y los sabios consejos que me brindaron para culminar mi meta.

A mis primos y tíos, porque siempre estuvieron atentos con mis tropiezos y con mis logros.

A mi asesora M.Sc. Olga Lidia Tejada por haber dedicado tiempo, trabajo y empeño, para realizar de la mejor manera la investigación.

A mis amigos por todo el apoyo recibido antes, durante y después de la investigación y por todos aquellos consejos que fueron necesarios para lograr la meta propuesta.

Luis Angel.

DEDICATORIA.

En primer lugar a Dios Todopoderoso por haberme permitido la vida, y darme toda la fortaleza y sabiduría en esta etapa difícil de mi vida.

Con mucho amor y respeto a mis padres: José Antonio Segovia y Ruth Noemí Cortez, por todo el sacrificio económico y moral desde el inicio de mis estudios.

De una manera muy especial a mi abuelo Fermín Arévalo (Q.D.D.G.), quien me enseñó el interés por las diferentes expresiones de la vida. A mi abuela Sara de Jesús Cortez (Q.D.D.G.) por su cariño y cuidados brindados.

A mi abuelo Martín Vargas (Q.D.D.G.) y Cándida Segovia; por sus sabios consejos en mi vida.

A mi tía Mercedes Zelaya por su ayuda y comprensión en momentos muy difíciles.

A toda la familia Segovia-Cortez que de una u otra manera han sido parte fundamental para el alcance de este grado académico.

A la M.Sc. Olga Lidia Tejada por su comprensión y dedicación como asesora de este trabajo.

A Miguel Ayala, Manuel Hernández, Jeremías Yanes, Manuel Medina, Rodrigo Zelaya, Karla Quintanilla, Carlos Alemán, Angel Ramírez y todos aquellos que en momentos buenos y difíciles estuvieron ofreciéndome su apoyo incondicional.

Ernesto Antonio.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenidos.	Pag.
Listado de Cuadros.....	i
Listado de Figuras.....	ii
Resumen.....	iii
I. Introducción.....	1
II. Revisión de Literatura.....	3
Definición y biogeografía de los manglares.....	3
Factores ambientales que influyen en el ecosistema del manglar.....	5
Adaptaciones de la vegetación de manglar.....	10
Composición florística del ecosistema de manglar.....	12
Patrones de zonación establecidos por los bosques de manglar.....	14
Importancia de la vegetación de manglar.....	17
Avances sobre el manejo de los manglares.....	20
Legislación referente a manglares.....	21
III. Objetivos.....	24
IV. Materiales y Métodos.....	25
Ubicación y descripción del área de estudio.....	25
Diseño de la investigación.....	26
Fase de campo.....	31
Análisis de los resultados.....	32
V. Resultados.....	34

VI. Discusión.....	54
VII. Conclusiones.....	63
VIII. Recomendaciones.....	64
IX. Literatura citada.....	65

ANEXOS.

1. Fórmulas para el calculo de Índice de Valor de Importancia (IVI).

LISTADO DE CUADROS

Cuadro N°.	Pág.
1. Georeferenciación de las estaciones de muestreo en el manglar de la Bahía de La Unión, Nov/02 – Ene/03.....	29
2. Composición florística de la vegetación nuclear del manglar de la Bahía de La Unión, Nov/02 – Ene/03.....	35
3. Valores promedios con su desviación, para los factores ambientales en los diferentes estratos de la vegetación nuclear del manglar, de la Bahía de La Unión, Nov/02 – Ene/03.....	36
4. Número de individuos por estación de muestreo (0.1 ha), en la vegetación nuclear del manglar de la Bahía de La Unión, Nov/02 - Ene/03. E: Estrato Externo M: Estrato Medio I: Estrato Interno.....	37
5. Número de individuos, en los diferentes estratos de la vegetación nuclear del manglar de la Bahía de La Unión, Nov/02 – Ene/03.....	40
6. Densidad (Ind/ha) para cada una de las estaciones de muestreo, en la vegetación nuclear del manglar de la Bahía de La Unión, Nov/02 - Ene/03 E: Estrato externo, M: Estrato Medio, I: Estrato Interno.....	42
7. Área basal (m ²) por estación de muestreo (0.1 ha), en la vegetación nuclear del manglar de la Bahía de La Unión, Nov/02 - Ene/03.....	44
8. Áreas basales en m ² de las especies en los diferentes estratos de la vegetación nuclear del manglar, de la Bahía de La Unión, Nov/02 - Ene/03.....	47
9. Atributos de la estructura de la vegetación nuclear del manglar de la Bahía de La Unión por estación de muestreo (0.1 ha).....	49
10. Valores de alturas promedios con su desviación, en los diferentes estratos de la vegetación nuclear del manglar de la Bahía de La Unión, Nov/02 – Enero/03.....	50

LISTADO DE FIGURAS

Figura N°.	Pág.
1. Ubicación del manglar de la bahía de La Unión. Fuente: (Ministerio de Medio Ambiente Y Recursos Naturales, 2002).....	27
2. Ubicación de las estaciones de muestreo en cada uno de los estratos del manglar de la bahía de La Unión.....	30
3. Número de individuos de las diferentes especies de la vegetación nuclear del manglar, de la Bahía de La Unión, Nov/02 - Enero/03.....	35
4. Dendrograma de similitud por análisis de conglomerado con base al número de individuos y especies presentes en la vegetación nuclear del manglar de la Bahía de La Unión Nov/02– Enero/03.....	38
5. Número de individuos de la vegetación nuclear del manglar de la bahía de La Unión por estratos y zonas. Nov/02-Enero/03.....	40
6. Promedios de áreas basales para las especies de la vegetación nuclear del manglar de la Bahía de La Unión Nov/02-Enero/03.....	43
7. Dendrograma de similitud por análisis de conglomerado, con base al área basal y número de especies de la vegetación nuclear del manglar de la Bahía de La Unión Nov/02 – Enero/03.....	45
8. Área basal registrada en las diferentes zonas y estratos de la vegetación nuclear del manglar de La Bahía de La Unión,.Nov/02 - Enero/03.....	47
9. Especies del género <i>Rhizophora</i> perturbado por la fuerte acción del viento.....	50
10. <i>Rhizophora racemosa</i> , creciendo en el borde del canal de marea.....	51
11. Pequeños bosques monoespecificos de <i>Avicennia bicolor</i> . a) Vista desde el borde del canal de marea, b) Individuos de <i>A. bicolor</i> en suelo consolidado y sin fango.....	52
12. Ejemplares adultos y enanos de <i>Avicennia germinans</i>	53
13. Sitio donde se registraron los mayores promedios de salinidad, con ejemplares de <i>A. germinans</i> muertos.....	53

RESUMEN.

El término manglar describe una variedad de comunidades vegetales, típicas de las costas tropicales y subtropicales, que se caracterizan por estar constituidas de diferentes especies de árboles y arbustos que se desarrollan en áreas inundadas periódicamente por las mareas y además poseen la capacidad de crecer en aguas salobres.

Los manglares son ecosistemas singulares que proporcionan una gran cantidad de bienes y servicios, entre los que se pueden mencionar: participación en la formación y conservación de suelos de la planicie costera. También son importantes productores de detritos que intervienen en múltiples cadenas alimenticias dentro del mismo ecosistema y mar afuera; además incrementan la productividad del ecosistema y proporcionan hábitat adecuados a una gran diversidad de fauna acuática y terrestre.

En la presente investigación se analizaron los datos obtenidos durante los meses de noviembre, diciembre 2002 y enero 2003, los cuales nos permitieron determinar, con base en los gradientes ambientales, la composición estructural y florística de la vegetación nuclear del manglar de la Bahía de La Unión.

En esta investigación se contabilizaron 2,417 individuos considerados como vegetación nuclear, distribuidas en 3 familias y 5 especies. La especie que se registró con mayor número de individuos fue *Avicennia germinans* L. con 1,054 y la que presentó menor número de individuos fue *Avicennia bicolor* S. con 111. Con respecto al índice de valor de importancia (IVI) la especie que

se encontró con mayor valor fue *A. germinans* con 128.9069 y fue además la especie que presentó mayor dominancia (42.9%) en toda el área de estudio. En contraste, la especie que presentó menor IVI fue *A. bicolor* con 12.3628 representando así la menor dominancia (4.6%).

I. INTRODUCCIÓN.

El ecosistema de manglar constituye un conjunto de árboles y arbustos que se localizan en zonas aledañas al litoral protegidas del oleaje principalmente en desembocaduras de ríos, lagunas costeras, esteros, terrenos con relieve plano y fangoso, periódicamente inundado por las mareas. Este es un ecosistema adaptado especialmente al suelo salino, inundado y anóxico. La distribución de los manglares es tropical y subtropical, extendiéndose hacia el norte y sur del ecuador en aquellas regiones donde las corrientes costeras modifican el clima; raras veces se encuentran más allá de los trópicos, debido a que estos ecosistemas son sensibles a temperaturas bajas (Snedaker y Getter, 1985; Acosta *et al.*, 2000).

El manglar es un ecosistema muy productivo que ayuda a mantener buena parte de la red alimentaria estuarina y marina, a tal punto que la pesca dependa directamente de la existencia del manglar y de su capacidad para producir nutrientes orgánicos. Los manglares son las zonas de desove de alguna de las pesquerías más importantes de la región y son el hábitat para numerosas especies en peligro de extinción. El sustento de muchas personas está estrechamente vinculado a la salud del ecosistema de manglar. Además proporciona drenaje y filtración, estabilizan las riberas que protegen la costa y las tierras de cultivo circundante, al servir de rompe vientos naturales y, contienen canales de agua dulce (Benítez, *et al.*, 2000; Acosta, *et al.*, 2000).

En la Bahía de La Unión los recursos forestales del manglar han estado sometidos a enormes presiones por la extracción de madera y leña, pero también se han eliminado para la ampliación de la frontera agrícola o agroindustrial. Una de las causas de mayor impacto y destrucción del manglar en la zona de La Unión, ha sido producido por las concesiones para el establecimiento de salineras y camarónicas en forma descontrolada, sin una evaluación de posibilidades de soporte que el área posee para este tipo de explotación (Reyna, 1995).

Es preciso mencionar que no existe hasta la fecha información suficiente sobre el estado actual de los manglares de El Golfo de Fonseca, tales como densidad, frecuencia y volúmenes de madera; además los datos disponibles son limitados y poco concluyentes, no ofrecen suficientes detalles para el desarrollo de estrategias que guíen la extracción sostenible de los recursos forestales del manglar (Benítez, *et al.*, 2000).

En el presente estudio se analizan datos obtenidos durante los meses de noviembre y diciembre de 2002 a enero 2003 que permiten determinar la composición estructural y florística de la vegetación nuclear del manglar de la bahía de La Unión con base en gradientes físico-químicos característicos de esta área. Con lo cual se pretende contribuir a integrar un marco de referencia general sobre el estado actual del recurso flora, permitiendo fundamentar científicamente los esfuerzos y las propuestas gubernamentales tanto nacionales como regionales y de organizaciones no gubernamentales para la protección y aprovechamiento sostenible de este recurso.

I. REVISIÓN DE LITERATURA.

DEFINICION Y BIOGEOGRAFÍA DE LOS MANGLARES.

Bajo el término de manglar se describe una variedad de comunidades vegetales, típicas de las costas tropicales y subtropicales, que se caracterizan por estar constituidas de diferentes especies de árboles y arbustos que se desarrollan en áreas inundadas periódicamente por las mareas y además poseen la capacidad de crecer en aguas salobres. En términos generales, las especies de manglar se caracterizan por su común habilidad para crecer y prosperar a lo largo de los litorales en las zonas entre mareas, bahías, estuarios o lagunas protegidas, creciendo sobre sedimentos suaves, frecuentemente salinos, anaeróbicos y algunas veces ácidos. A estos ecosistemas se les suele llamar bosques hidrófilos debido a que por su ubicación costera siempre están en contacto directo con cuerpos de agua de origen marino en combinación con el agua que llega a través de las escorrentías o por la desembocadura de los ríos. Los manglares están dominados por un grupo de especies típicamente arbóreas que han desarrollado adaptaciones fisiológicas, reproductivas y estructurales que les permiten colonizar substratos inestables y áreas anegadas, sujetas a los cambios de las mareas (Snedaker y Snedaker, 1984; Snedaker y Getter, 1985; Nibakken, 1993).

El ecosistema de manglar, a nivel mundial se encuentra en las latitudes comprendidas entre los trópicos de Cáncer y Capricornio (zonas tropicales y subtropicales) tanto en América, Asia, África y Oceanía. Pocas veces se

encuentran más allá de los trópicos, debido a que estos ecosistemas son sensibles a las temperaturas bajas. Los límites de latitud están determinados por la temperatura y sólo se extienden al norte o al sur en aquellas regiones donde las corrientes costeras modifican el clima (Snedaker y Getter, 1985).

Tomlinson (1986), distingue a escala mundial dos zonas principales de distribución de los bosques de manglar, los cuales han sido divididas en: La zona occidental, que incluye África Occidental, y las costas de América y el Caribe; y la zona oriental que comprende la costa Africana Oriental, el sur de Asia y el Pacífico, incluyendo las islas hasta Australia; en esta zona es donde se concentra la mayor diversidad.

La FAO (1994), estima que el total de los manglares en todo el mundo es de aproximadamente 15,429,000ha. de las cuales 6,246,000ha. corresponden a Asia Tropical, 5,781,000ha. para América Tropical y 3,402,000ha. para África Tropical.

En América, aproximadamente un 70% del área total de los manglares están ubicados en la costa Atlántica y el Caribe, que se extiende desde el Golfo de México en el Norte, hasta Brasil en el Sur. En la costa Pacífica se encuentra desde el estado de Baja California en el Norte, hasta Perú en el Sur (Yañes y Lara, 1999).

Centroamérica posee aproximadamente 567,000ha. (hectáreas) de manglares, que equivalen al 8% de la superficie de estos ecosistemas en el mundo. La cobertura de los manglares para la costa del pacífico

Centroamericano es de 320,000ha. situándose la mayor parte en Panamá, con un valor aproximado de 165,000ha. y la menor en Guatemala con aproximadamente 15,300ha. Para El Salvador se ha calculado la cobertura vegetal de los manglares en 38,038.70ha. distribuidos en los principales bosques salados: La Barra de Santiago (1,980ha.), Estero de Jaltepeque (5,385ha.), Bahía de Jiquilisco (19,847ha.) y la Bahía de La Unión en el Golfo de Fonseca considerado como el tercer bosque más grande de El Salvador con 7,830.1ha. (Jiménez, 1994; Ammour *et al.*, 1999; Ventura y Villacorta, 2000).

FACTORES AMBIENTALES QUE INFLUYEN EN EL ECOSISTEMA DE MANGLAR.

La dinámica de los ecosistemas de manglar está determinada por una serie de factores ambientales, y su vegetación requiere de ciertas condiciones básicas e indispensables para su desarrollo: 1) Temperaturas tropicales promedio entre 15 a 25° C, 2) Terreno aluvial de grano fino (fango blando que consta de limo, arcilla y materia orgánica), 3) Riberas libres de la fuerte acción de las olas y mareas (protegidas dentro de estuarios o detrás de islas), 4) Salinidad que elimina la competencia con las plantas de agua dulce, 5) Aguas poco profundas, 6) Mezcla de agua dulce y salada (Jiménez y Soto, 1985; Dawes, 1991; Nybakken, 1993).

Los manglares no están ligados a un determinado tipo de suelo, se desarrollan sobre rocas coralinas, arena y en pisos fangosos. Por la naturaleza de su fisiología, reproducción y procesos de dispersión crecen y se desarrollan

mejor en suelos fangosos, lo cual los lleva a distribuirse más en zonas resguardadas, de aguas tranquilas, suelo de sedimento gris de características fangosas con poco oxígeno o exento de él, siendo sede de activos procesos de putrefacción (Flores, 1980, y ¹Tejada, 2003, Comunicación personal).

Cantera, *et al.* (1990) y Acosta, *et al.* (2000), clasifican los suelos del manglar en dos grandes categorías: orgánicos e inorgánicos. Los suelos orgánicos se forman por la alta acumulación de restos orgánicos, caracterizados por poseer poco contenido de arcilla, limo y arena. Se mantienen por procesos anaeróbicos y los nutrientes se liberan por la descomposición de la materia orgánica en las zonas aeróbicas, con una continua remineralización. Son inundados periódicamente pero su drenaje interno es lento, por lo que mantiene una saturación permanente de agua. Los suelos inorgánicos se forman por depósitos de limo y arcillas en llanuras aluviales, estas son definidas como terrazas de sedimentos que se depositan a lo largo del cauce de los ríos como producto de la erosión. Estos suelos son generalmente ricos en nutrientes, tales como calcio, magnesio y potasio, la disponibilidad de estos nutrientes, permite que los manglares tengan un gran desarrollo. En esta categoría existe otro tipo de suelo que pierde los nutrientes por lixiviación y acumulan elementos tóxicos como hierro y aluminio; es en estas zonas donde el manglar tiene poco desarrollo, por lo tanto esta vegetación entra en la categoría de mangles enanos.

¹ MSc. Olga Lidia Tejada, 2003, Docente de la Cátedra de Biología de Manglares, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador.

En algunos manglares cuyo suelo presenta un pH ligeramente ácido en el rango de 6 – 6.3; debido a la acumulación de pirita, la cual es a su vez, resultado de la interacción entre materia orgánica aportada por las raíces, iones sulfatos provenientes de agua de mar, el hierro acarreado por los ríos y la presencia de condiciones anaeróbicas. En estos manglares la perturbación de este tipo de suelo, rápidamente desencadena reacciones químicas que elevan su acidez (Jiménez, 1994).

Los manglares por encontrarse marcando la transición entre mar y tierra, están influenciados por diversos factores ambientales que determinan esas variaciones en su forma de distribuirse y el tipo de estructura de la vegetación. A lo largo de la costa Pacífica de Centroamérica, se producen importantes cambios en la distribución de los parámetros climáticos, cuya variación afecta decididamente la estructura y composición de los manglares (Jiménez, 1994).

La influencia de la temperatura en la distribución de los manglares es evidente al comparar la restringida banda de manglares a lo largo de la costa Pacífica de América del Sur, con una de las mayores áreas de manglar de la región localizada a lo largo de la costa Atlántica de Sudamérica debido al flujo de aguas cálidas hacia el Sur (Tomlinson, 1986).

En los manglares la temperatura invernal más fría es mayor a los 20° C y suele ser constante durante todo el año con variaciones menores a 5° C. Por otra parte, las altas temperaturas, en combinación con una alta radiación solar, aumentan la evapotranspiración y por lo tanto aumentan los niveles de salinidad en el suelo, condición que puede ser perjudicial para el desarrollo de

los manglares, puesto que se van formando fuertes costras salinas en las superficies (Álvarez, *et al.*, 1993).

Corrales y Soto, (1987); y FAO, (1994), afirman que la temperatura no suele ser un factor limitante para el desarrollo vegetal; sin embargo, se pueden experimentar periodos de fuerte tensión fisiológica cuando se combinan las altas temperaturas con luz solar plena y vientos dominantes que dan lugar a una fuerte evapotranspiración y un aumento de la salinidad, provocando cambios en la fisiología, e induciendo cambios en la morfología de las plantas; cambios estructurales en la succulencia, reducción del tamaño de las hojas (ancho y largo de la lámina y largo del pecíolo) para reducir la pérdida de agua por transpiración. En ocasiones como resultado a este estrés impuesto por la salinidad, la vegetación se vuelve más pequeña y arbustiva.

Los ecosistemas de manglar necesitan de ambiente salino por la capacidad de competencia de algunas especies terrestres, pero la hipersalinidad puede afectar negativamente a los manglares ya que cuando la vegetación se encuentra en estas condiciones, la presión osmótica del agua del suelo es fuertemente negativa y el desarrollo de las especies es cada vez más arbustivo, desde el borde del canal de marea hacia el interior, en niveles extremos de salinidad las especies sufren daños e incluso la muerte (FAO, 1994).

Álvarez *et al.* (1993), afirman que la cantidad de agua dulce que va a los manglares depende del tamaño de la cuenca, del caudal de los ríos, de las precipitaciones y de la desviación de los cauces por intervención humana y por

lo general las principales tasas de transporte de agua ocurren durante períodos cortos (1-2 horas) del ciclo de marea. El flujo dentro del manglar es lento, a pesar de la velocidad que lleva la corriente; se estima un flujo que rara vez excede de los 5 cm/seg. Estos mismos autores sostienen que la descarga de agua dulce asociada a las cuencas hidrográficas es de gran importancia, pues influyen sobre los patrones de salinidad del agua en los sistemas estuarinos; por lo que los manglares más desarrollados se establecen en regiones con aporte abundante de agua dulce, pero se debe considerar que estas grandes descargas también afectan negativamente disminuyendo las densidades o la posibilidad que se desarrollen, ocasionando la invasión de plantas de tierra firme, que excluyen exitosamente a los manglares. Otro factor importante ligado al flujo y reflujo dentro de los manglares es la dispersión distribución y establecimiento de los propágulos.

Los manglares se desarrollan mejor en zonas donde la precipitación es mayor a los 2,500 mm anuales. En zonas donde la precipitación es inferior a los 1,500 mm/año, suelen formarse salinas (como ocurre en Cuba y parte de Panamá) en cambio en la costa sur de Costa Rica donde las estaciones son menos pronunciadas y la precipitación anual varía entre 2,100 y 6,400 mm, los árboles de mangle superan los 35 m de altura, así como también los de la Guyana Francesa, Surinam y el norte de Brasil (Álvarez *et al.*, 1993; FAO, 1994).

ADAPTACIONES DE LA VEGETACIÓN DE MANGLAR.

Las especies vegetales de los manglares pertenecen a grupos taxonómicos diferentes pero presentan muchas características en común, como es la capacidad de adaptarse a las condiciones adversas que se presentan en estos ecosistemas (Cantera, *et al.*, 1990).

Entre las adaptaciones más importantes y llamativas que posee la vegetación nuclear del manglar es el desarrollo especializado del sistema radical. Pueden identificarse dos componentes en el sistema radical: uno de sostén que permite al árbol establecerse en suelos inestables y poco consolidados; y otro para el intercambio de gases entre el sistema radicular y la atmósfera. (Jiménez, 1994).

El género *Rhizophora sp* se caracteriza por poseer raíces que penetran el suelo, se ramifican y emiten una serie de raíces aéreas en forma de zancos, también llamadas raíces adventicias con las cuales puede aumentar su superficie de sustentación en suelos inestables fango limosos. Esta especie bloquea la entrada de sales a nivel de las membranas celulares en las raíces. Se caracteriza por una alta presión negativa en la savia entre -35 a -60 atmósferas; mientras que la presión del agua marina es -25 atmósferas; esta diferencia de presión, entre planta y el medio, le permite al género *Rhizophora* y a las demás especies propias del manglar, obtener agua dulce osmóticamente del agua salada, obteniéndolo probablemente por una ultrafiltración no metabólica en combinación con un transporte de iones. El género *Avicennia sp*, al igual que el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*

L.), no forma grandes raíces en zancos pero desarrollan pequeñas raíces adventicias que sobresalen del sustrato, caracterizadas por poseer poros respiratorios llamados neumatóforos. Estas especies no tienen la capacidad de soportar sustratos tan inestables, por lo tanto se localizan en sustratos que están en menor contacto con el agua, aunque pueden ser inundados periódicamente. Este género absorbe con el agua grandes cantidades de sal para mantener una presión osmótica interna y permitir de esta manera una activa entrada de agua dulce y el exceso de iones no esenciales se excreta mediante glándulas foliares epidermales. Las glándulas al evacuar las sales, previenen los desbalances iónicos. Este control parece ser efectivo en medios altamente salinos en donde no sobreviven otras especies de mangles (Cantera, *et al.*, 1990).

Otra de las importantes adaptaciones de esta vegetación es el desarrollo de estrategias reproductivas que permiten la supervivencia de sus propágulos. Un ejemplo de estas estrategias es la viviparidad, que se caracteriza porque los frutos de estas especies no producen semillas como es común observar en otras especies vegetales. El embrión germina prematuramente, cuando el fruto aún está unido a la planta madre y se mantiene así durante un buen tiempo, alejada de las adversas condiciones producida por la salinidad y la inundación; el género *Rhizophora sp* presenta esta estrategia y la desarrolla de una manera completa. Pero en la mayoría de los otros géneros de la vegetación de manglar la viviparidad es parcial y es llamada criptoviviparidad, tal es el caso de los géneros *Avicennia spp*, *Laguncularia spp* y *Pelliceria spp* (Jiménez, 1994).

En cuanto a las estrategias de dispersión, todas estas especies desarrollan estructuras flotantes, con reserva de aire, lo que les permite su transporte a través del agua, por lo que son consideradas nadadoras excelentes y pueden permanecer por tiempo considerable en agua salada sin perder su capacidad germinativa, lo que facilita enormemente su propagación y la conquista de tierras nuevas (Guerrero, *et al.*,1992).

COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DEL ECOSISTEMA DE MANGLAR.

Jiménez (1994) sostiene que la diversidad de la vegetación del ecosistema de manglar, a nivel taxonómico incluye en el mundo 20 familias y 69 especies tropicales y subtropicales; especies que en su conjunto están adaptadas en mayor o menor medida a ciertos requerimientos ambientales específicos.

Los manglares en América Latina son muy pobres en número de especies de árboles, donde tan solo existen 11 especies. Estos son dominados por los géneros *Rhizophora spp* (4 especies), y *Avicennia spp* (4 especies). Otros géneros importantes son *Laguncularia spp*, *Conocarpus spp* y *Pelliceria spp*, con solo una especie cada uno (Yañes y Lara, 1999).

De acuerdo al grado de adaptación al medio estuarino es común dividir el componente florístico de un manglar en dos grandes categorías:

- 1) Vegetación nuclear; comprenden la mayor parte de biomasa vegetal, alcanzan los mayores índices de importancia en cada sitio; y se distribuye en las zonas mas fangosas constituida principalmente por especies que tienen

ciertas adaptaciones especiales que les permite desarrollarse en el sustrato del manglar, como la viviparidad, fuerte tolerancia a la sal, capacidad de soportar la sumersión (inundación) por las mareas, neumatóforos (raíces de aireación), succulencias y glándulas secretoras de sal. 2) Vegetación asociada o marginal; distribuidas en los sustratos mas estables tierra adentro, alejadas del canal y constituidas por especies asociadas a la vegetación nuclear del manglar en una franja al lado de la tierra, en las áreas pantanosas estacionales de agua dulce; presentan adaptaciones para soportar condiciones de inundación o salinidad pero no ambas simultáneamente (Jiménez y Soto,1985; Jiménez, 1994).

La vegetación de los manglares del Pacífico de Centroamérica está compuesta por una mezcla de árboles, hierbas, lianas, y epífitas de diferentes familias poco relacionadas entre si taxonómicamente. Pero esta composición florística no es uniforme. A lo largo de la costa Pacífica se observan variaciones importantes en la composición florística, debido a variaciones en las condiciones climáticas e hidrológicas de cada sitio. La diversidad florística del manglar se reduce al disminuir la precipitación lluviosa. El gradiente climático observado a lo largo de la costa pacífica de Centroamérica repercute, por lo tanto, en la riqueza de especies de manglar (Jiménez, 1994).

En cuanto a la diversidad de especies de manglar presentes en la Costa Salvadoreña; Yáñez *et al.*(1991, Citado por Quezada 1996) informan tres familias: familia Rhizophoraceae; con tres especies *Rhizophora mangle* L; *R. harrisonii* Leechman y *R. racemosa* G.F.W. Meyer; familia Combretaceae, con las especies “sincahuite” *Laguncularia racemosa* (L), “botoncillo” *Conocarpus*

erectus L, y la familia Avicenniaceae; con las especies “istatén” *Avicennia germinans* L, y “madresal” *Avicennia bicolor* Standley.

Molina y Esquivel (1993), reportan para La Barra de Santiago: *R. racemosa*; *R. mangle*, *A. germinans*, *A. bicolor*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*. Ventura y Villacorta (2000), plantean que el bosque salado de La Unión, esta constituido por siete especies, tres de mangle (*Rhizophora mangle*, *R. harrisonii*, *R. racemosa*), “istatén” (*Avicennia germinans*), “madresal” (*Avicennia bicolor*), “sincahuite” (*Laguncularia racemosa*) y “botoncillo” (*Conocarpus erectus*).

Con relación a *Rhizophora racemosa* L y *R. harrisonii* Leechman; Jiménez (1994), afirma que existen diferencias observadas, tanto en el tamaño y forma de las inflorescencias como en la micro anatomía de las hojas. Pero mientras que un estudio taxonómico completo no sea llevado a cabo para determinar las diferencias de estas especies multifloradas del Pacífico Centroamericano, no pueden ser consideradas como especies individuales sino mas bien como una sola especie; es decir *R. racemosa* como la verdadera especie multiflorada y *R. harrisonii* como un sinónimo de la primera.

PATRONES DE ZONACIÓN ESTABLECIDOS POR LOS BOSQUES DE MANGLAR.

La zonación es el resultado de diferentes respuestas de los manglares a factores ambientales. Generalmente los manglares presentan una zonación paralela a los cursos de agua, formando franjas de vegetación con cierta homogeneidad, como respuesta a los factores ecológicos que definen su

estratificación (zonación) dentro del ecosistema: a) Salinidad intersticial, b) Naturaleza del sustrato, c) Frecuencia y nivel de inundación, d) Acción del oleaje, e) Drenaje, f) La biota y las interacciones bióticas y g) Geomorfología (FAO, 1994; Cajina *et al.*, 2001). Otro factor importante ligado a la zonación de las especies, es el flujo y reflujo de las mareas dentro del manglar, ya que contribuye en la dispersión de los propágulos, y el establecimiento con éxito de estos estará determinado por la capacidad a tolerar variaciones de los factores físico - químico. Además muchos factores bióticos y abióticos varían con la topografía y distancia del canal de marea creando un contraste de las condiciones de supervivencia y desarrollo de los propágulos dentro del manglar (Rabinowitz, 1978; Mckee, 1995).

A pesar de que las especies del manglar comparten habilidades comunes para existir como halófitas en un ambiente común, ellas aparecen frecuentemente en zonas monoespecíficas paralela a orilla de los canales de marea o en el borde interno de estos (Snedaker, 1982). La presencia de zonas más o menos definidas, son dominadas por diferentes especies; esto es a veces muy evidente en manglares bien desarrollados. La zonación, sin embargo, se manifiesta más a menudo como un mosaico que varía junto a las complejas interacciones físicas, químicas y biológicas que ocurren en cada zona (Rey y Rutledge, 2002). Para simplificar el análisis de las variaciones estructurales y funcionales observadas en el componente vegetal de los manglares, es preciso diferenciar dos zonas típicas: 1) 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, 2) Zona interna; es aquella alejada de los cuerpos de agua, ya sea estuarina o riberina y son inundados periódica o estacionalmente (Jiménez ,1994).

Hay diferentes tipos de manglares, que dependen de ciertas características medioambientales, como amplitud y rango de penetración de las mareas, composición del suelo, oferta de agua dulce, protección de la acción directa del oleaje y del acarreo de arena, flujo de nutrientes, microtopografía y clima entre otros (Acosta, *et al.*, 2000).

Se conocen otros modelos de zonación. Por ejemplo, en Puerto Rico los manglares forman un modelo de zonación en una dirección de mar a tierra, en la que el género *Rhizophora spp.* va seguido del género *Avicennia spp.* y este último del género *Conocarpus spp.* En la región occidental de Puerto Rico, *Avicennia spp.* forma grandes extensiones hacia la tierra seca, y este género puede ser sustituido por *Conocarpus spp.* (Dawes, 1991).

Molina y Esquivel (1993), identificaron cinco asociaciones cuya composición florística y dominancia está determinada por factores físicos; en donde *R. racemosa* y *R. mangle* forma el margen exterior de la región submareal en zonas constantemente inundadas, seguido por asociaciones de *A. germinans* y *R. racemosa* en zonas próximas alejadas de los canales con inundaciones intermedias. Detrás de estas están las asociaciones de *A. bicolor* y *A. germinans* en zonas no inundadas, sin fango; por último encontraron

asociaciones de *L. racemosa* y *A. germinans* en zonas totalmente alejadas de los canales.

IMPORTANCIA DE LA VEGETACIÓN DE MANGLAR.

Los manglares son ecosistemas singulares que proporcionan una gran cantidad de bienes y servicios, entre los que se pueden mencionar: participación en la formación y conservación de suelos de la planicie costera. También son importantes productores de detritos que intervienen en múltiples cadenas alimenticias dentro del mismo ecosistema y mar afuera, además incrementan la productividad del ecosistema y proporcionan hábitat adecuados a una gran diversidad de fauna acuática y terrestre. Estos proporcionan condiciones ambientales de protección y de disponibilidad de alimentos, favorable para el desarrollo de especies típicamente de los manglares, lo que le da enorme valor desde el punto de vista de biodiversidad (Chial y Villarreal, 1995; Quezada, 1996).

Cajina *et al.* (2001), plantean que los manglares constituyen uno de los ecosistemas de mayor productividad primaria y secundaria neta en el mundo. Gran cantidad de peces, crustáceos y aves desarrollan en él parte de su ciclo biológico. Además de contribuir a las cadenas tróficas inmediatas cercanas a la costa, los manglares brindan al hombre una variedad de productos para su consumo o para la generación de ingresos.

Numerosas especies animales cohabitan en el manglar entre las que destacan diversos grupos de mamíferos, aves, reptiles y peces, así como

numerosas especies de invertebrados (insectos, moluscos, crustáceos poliquetos y equinodermos). Las especies animales asociadas normalmente pertenecen ya sea a la parte emergida (terrestre) o sumergida (acuática) del manglar. Los manglares tienen un papel fundamental para los seres humanos ya que aseguran la sustentabilidad de la pesca regional y constituyen zonas de desove y crianza de especies de importancia comercial, como son, en primer lugar, el “camarón” (en sus fases juveniles), “ostión”, “mejillón”, “curil”, “curililla”, “casco de burro”, “lisa” y “mojarra”, entre otras (Greenpeace, 2001).

Los manglares ofrecen servicios de importancia local, regional y nacional, contribuyen al tiempo de residencia y drenaje lento de las aguas superficiales, manteniendo los niveles freáticos. Igualmente, protección contra tormentas e inundaciones y las oportunidades de recreación o transporte son elementos de utilidad práctica e inmediata para pobladores locales que afectan considerablemente la economía nacional y regional al evitar costos de reemplazo que se deben de cubrir en ausencia de los manglares. Además el ecosistema actúa como filtro natural de agua y como trampa natural de sedimento debido a la forma particular de sus raíces, que fijan sedimentos que se encuentran en suspensión en el agua, mejorando la calidad de la misma (Ammour *et al.*, 1999; Cajina *et al.*, 2001).

Por otra parte, los manglares constituyen ecosistemas que proporcionan bienes de consumo directo como la pesca, extracción de vida silvestre de consumo, en particular de moluscos y crustáceos, así como productos forestales tales como la madera y postes para construcción, leña, corteza para

producción de taninos, etc. Del mismo modo estos ecosistemas son el soporte de la camaronicultura y la pesca de camarón artesanal e industrial. Finalmente están los atributos de los manglares como la conservación de una inmensa biodiversidad asociada de valor ecológico y económico (Ammour, *et al.*, 1999).

De acuerdo con Abrego (1994) y Molina (1995), los usos tradicionales que se les ha dado a los manglares en El Golfo de Fonseca son los siguientes: extracción de leña como fuente de energía en la producción de sal, para uso doméstico y para la industria ladrillera y tejera; obtención de madera para la producción de vivienda rural y de centros recreativos; extracción de moluscos, peces, crustáceos y actividades agropecuarias.

Observaciones en diferentes lugares dentro de la bahía de La Unión, entrevistas con usuarios e inspectores de pesca permiten comprobar que se lleva a cabo la extracción de grupos de peces tales como: “lisas” *Mugil curema*, “bagres” *Bagre spp*, “pargo” *Lutjanus spp*, “robalos” *Centropomus spp*. También se extraen crustáceos como “camarones” *Penaeus spp.*, “cangrejo tihuacal” *Cardisoma crassum* y “punche” *Ucides occidentalis*, “jaivas” *Callinectes spp* y moluscos como “conchas” *Anadara similis*, *Anadara grandis* y *Crasostrea grandis*. Un recurso muy importante todavía explotado lo constituyen los “mejillones” *Mytella spp.*, conocidos comúnmente como “churrias”, y comercializados en el mercado local (Herrera, 2001).

AVANCES SOBRE EL MANEJO DE LOS MANGLARES.

El conocimiento ecológico de una región es elemento fundamental para la aplicación viable de técnicas y políticas públicas de manejo de los hábitats y recursos naturales críticos que busquen incidir en el horizonte del desarrollo sustentable (Day, *et al.*, 1999).

En Centroamérica el manglar sufre una serie de perturbaciones como producto de la extracción de madera para la construcción de vivienda, consumo energético, como también en la industria del carbón; además, la construcción de estanques para el cultivo de camarón y producción de sal (Suman, 1994).

La zona costera en Centroamérica se ha considerado tradicionalmente como un sitio marginado, de escaso interés social y económico, los manglares no han escapado a esta visión marginal y el interés para estos sistemas ha sido poco. La complejidad de la información requerida para el manejo de estas regiones involucra un considerable esfuerzo al planificar y reunir información. La generación de lineamientos técnicos que involucren criterios socioeconómicos y la promulgación de legislación que regule las concesiones y permisos de extracción son acciones urgentes en los manglares de Centroamérica. De acuerdo a la experiencia generada en Centroamérica, para el manejo de estas zonas pueden diferenciarse tres niveles de complejidad: el manejo regional, el manejo de área y el manejo de sitio. El manejo regional comprende a varias áreas de manglar, en gran parte de los manglares en el istmo centroamericano, se han observado casos de mal manejo. La visión integral en el manejo regional ha sido descuidada y la conexión de los

manglares de cada región con otros ecosistemas y procesos ha sido olvidada. El manejo de áreas de manglar es apenas incipiente. El manejo de sitios en Centroamérica ha sido fundamentalmente forestal. El Salvador fue uno de los primeros países en realizar prácticas en manejo de sitio. En 1969 se hicieron cortas experimentales en varias parcelas dentro de los manglares de la Bahía de La Unión, Bahía de Jiquilisco y en el Estero de Jaltepeque. Con base en esta información se diseñó un plan de manejo forestal. Este plan sin embargo, no llegó a implementarse (Jiménez, 1999).

Actualmente en el Golfo de Fonseca se han dado los primeros pasos para implementar un corredor biológico que propone interconectar áreas naturales a través de diferentes tipos de vegetación, aguas marinas, aguas superficiales y diferentes usos del suelo existentes en el Golfo de Fonseca compartido con Honduras. En esta amplia área se encuentran manglares, playas rocosas, farallones, islas e isletas, lagunas y humedales continentales, bosques naturales secundarios, tierras en barbecho, tierras con ganadería extensiva y agricultura de subsistencia (Herrera, 2001).

LEGISLACIÓN REFERENTE A MANGLARES.

A pesar de su gran importancia ecológica, los manglares se encuentran bajo intensa presión debido a las actividades humanas. La pérdida directa de hábitat de manglares debido a su conversión a tierras agrícolas o urbanas y la expansión de la acuicultura del camarón; el corte total para madera, leña, carbón, productos papeleros, y forraje; la conversión a salitrales han resultado

en la pérdida de más de la mitad del área que era ocupada por manglares (Greenpeace, 2001; Rey y Rutledge, 2002).

En América Central, la legislación referente a los manglares necesita no sólo una reforma profunda sino la creación de nuevas leyes que contemplen el estado presente y futuro de este ecosistema. Ante todo, la legislación debe establecer claramente sus propósitos, tales como la preservación, la conservación, el uso sectorial, o el uso múltiple. En El Salvador, los manglares pertenecen al Estado y normalmente son inadjudicables. Sin embargo, existen muchos ejemplos de propiedad privada y, también, concesiones oficiales, dentro del manglar. La existencia de terrenos privados dentro del manglar, sin duda, facilita su conversión a otros usos. Las leyes existentes con respecto al manglar se caracterizan por su irregular cumplimiento debido a diferentes razones. La legislación que no posee bases firmes en la realidad socioeconómica del país está destinada a no cumplirse. Este incumplimiento de la ley se debe quizá a la falta de personal de vigilancia, a poderosos intereses económicos y a la falta de poder institucional y presupuesto de la institución que vela por la conservación de estos recursos (Ammour, *et al.* 1999).

En El Salvador existen cuatro instrumentos legales claves en la administración de los manglares: La Constitución Política, la Ley Forestal, el Reglamento para el Establecimiento de Salinerías y Explotaciones con Fines de Acuicultura Marina en los Bosques Salados, y la Ley de Medio Ambiente. Este es un marco legislativo y normativo que se puede usar para asegurar el mejor manejo del ecosistema de manglar; pero es preciso mencionar que una

legislación bien escrita, basada en la realidad socioeconómica del país y ejecutada eficazmente puede ayudar a controlar las presiones sobre el manglar.

Reyna (1995), establece que debido al crecimiento de la población, a la falta de un ordenamiento para el desarrollo costero y a la pobre o nula aplicación de la legislación, los manglares del Golfo de Fonseca han sufrido abusos y sobreexplotación, razón por la cual estos ambientes se encuentran reducidos o han desaparecido en algunos sitios. En La Unión los recursos forestales del manglar han estado sometidos a enormes presiones por la extracción de madera y leña, pero también se han eliminado por la ampliación de la frontera agrícola o agroindustrial. Una de las causas de mayor impacto y destrucción del manglar en la zona de La Unión, a sido producido por las concesiones para el establecimiento de salineras y camaroneras en forma descontrolada, sin una evaluación de posibilidades de soporte que el área posee para este tipo de explotación. Esta presión aumenta cada día debido a la proliferación en toda la zona costera aledaña a la bahía ya que los pobladores suplen cualquier tipo de demanda a expensas del manglar y de los recursos alimenticios y comerciales que este provee.

III. OBJETIVOS.

Objetivo general.

- ❖ Analizar la estructura y composición florística de la vegetación nuclear del manglar de la Bahía de La Unión, Departamento de La Unión, El Salvador.

Objetivos específicos.

- ❖ Determinar la composición florística de la vegetación nuclear de manglar.
- ❖ Identificar los patrones de zonación que establecen la vegetación dentro del manglar.
- ❖ Determinar los factores ambientales (físico – químicos) que contribuyen a la distribución y abundancia de la vegetación nuclear en el ecosistema de manglar.

IV. MATERIALES Y METODOS.

Ubicación y descripción del área de estudio.

La Bahía de La Unión está situada en el Departamento de La Unión, al noroeste del Golfo de Fonseca entre las coordenadas geográficas 13° 21' hasta 13° 28' LN y 87° 42' hasta 87° 54' LW. La Bahía hacia la región Sur limita con la Ciudad de La Unión, al Este con Honduras, hacia la región Oeste con San Alejo y hacia el Norte con Pasaquina (Figura 1). Se ha estimado que esta bahía posee una extensión de 18,857.45ha, que incluye bosque salado, canales de agua, pantano de agua dulce externo y fondo lodoso arenoso. Los afluvios ribereños más grandes que desembocan a la bahía son los ríos Siramá, con una cuenca de 329 Km., y el río Goascorán con 320 Km., de cuenca hidrográfica en El Salvador el cual desemboca en los Esteros Las Conchas, Picadero Nuevo y Canal del Muerto. La mayor parte de la costa está rodeada de regiones compuesta por canales, manglares y áreas arenosas sin vegetación. Frente a la orilla de los deltas, se encuentran extensas áreas de marismas, cuyo piso es de fango blando arenoso. El Estero La Manzanilla con una profundidad de 10 a 12 m atraviesa la zona de manglar como canal principal, en formas meándricas (PROGOLFO, 1998).

De acuerdo a la clasificación de las zonas de vida de Holdridge (1975), esta región corresponde a bosque seco tropical transición a subtropical con biotemperaturas menores de 24° C y temperaturas media anual del aire mayor de 24° C. Los vientos son usualmente de magnitud menor a los 5m/s, en la época seca, los vientos soplan del Este al Noreste, por lo que típicamente son

alisios; y en la época lluviosa desde el Sudoeste. Para el espejo de agua de la Bahía, la precipitación anual oscila entre 1,800 y 2,000 mm. En cuanto a la salinidad esta varía de 13-20 *psu* en el interior y hasta 34 en la boca del Golfo de Fonseca. La altura media de marea viva es entre 3.25 y 3.27 m (Rubio, 1994; PROGOLFO, 1998).

Diseño de la investigación.

Autores tales como Jiménez y Soto (1982); Snedaker y Getter (1985); plantean que la vegetación nuclear del manglar, generalmente se distribuyen a lo largo de gradientes ambientales, con salinidades que van desde valores cercanos al agua dulce, hasta altas concentraciones de sal, sujetas a variaciones de temperatura, fluctuaciones de inundación como consecuencia de los ciclos de marea, topografía local y forma del relieve costero, lo cual determina la distribución espacial (zonación) de las especies y contribuyen de esta forma a la estructura del manglar. En el presente estudio de investigación se registraron los factores ambientales de salinidad del agua, pH del agua, nivel de inundación mareal, estado del suelo, temperatura ambiente y del agua. Basados en estos factores se dividió el manglar en tres estratos: 1) Estrato externo (vegetación que bordea la bocana con mayor influencia del agua del mar), 2) Estrato medio, 3) Estrato interno (vegetación que recibe influencia directa de las escorrentías de los ríos).

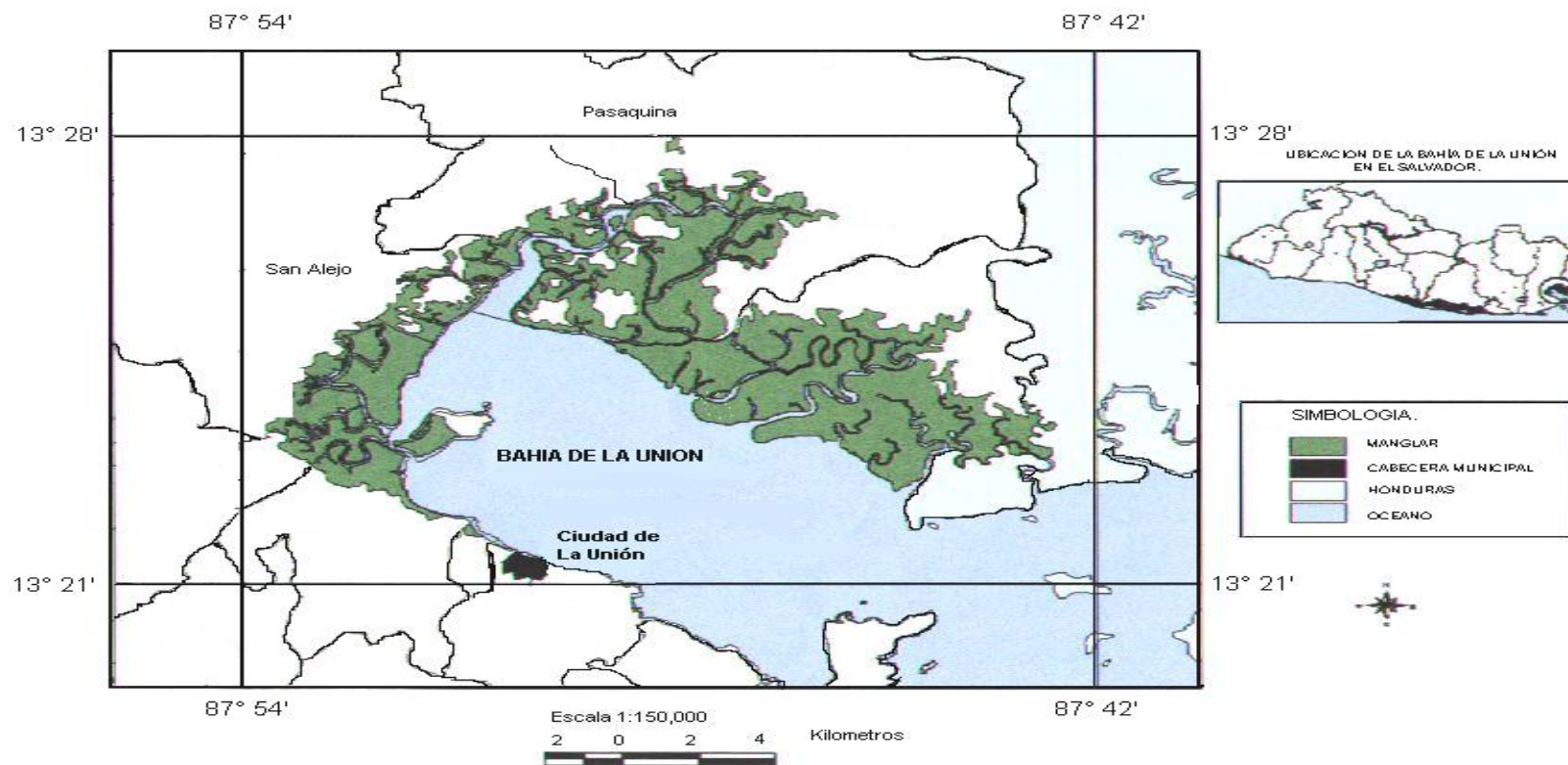


Figura 1. Ubicación del manglar de la bahía de La Unión. (Fuente: Ministerio de Medio Ambiente Y Recursos Naturales, 2002).

En cada uno de estos estratos se delimitaron 10 estaciones muéstrales (Cuadro 1, Fig. 2). La ubicación de estas estaciones de muestreo dentro de cada estrato, se realizó al azar con una tabla de números aleatorios, auxiliándose de un mapa cartográfico a una escala de 1:50,000 con sus coordenadas respectivas; y la localización de estas en el campo o área de estudio se efectuó a través de un Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

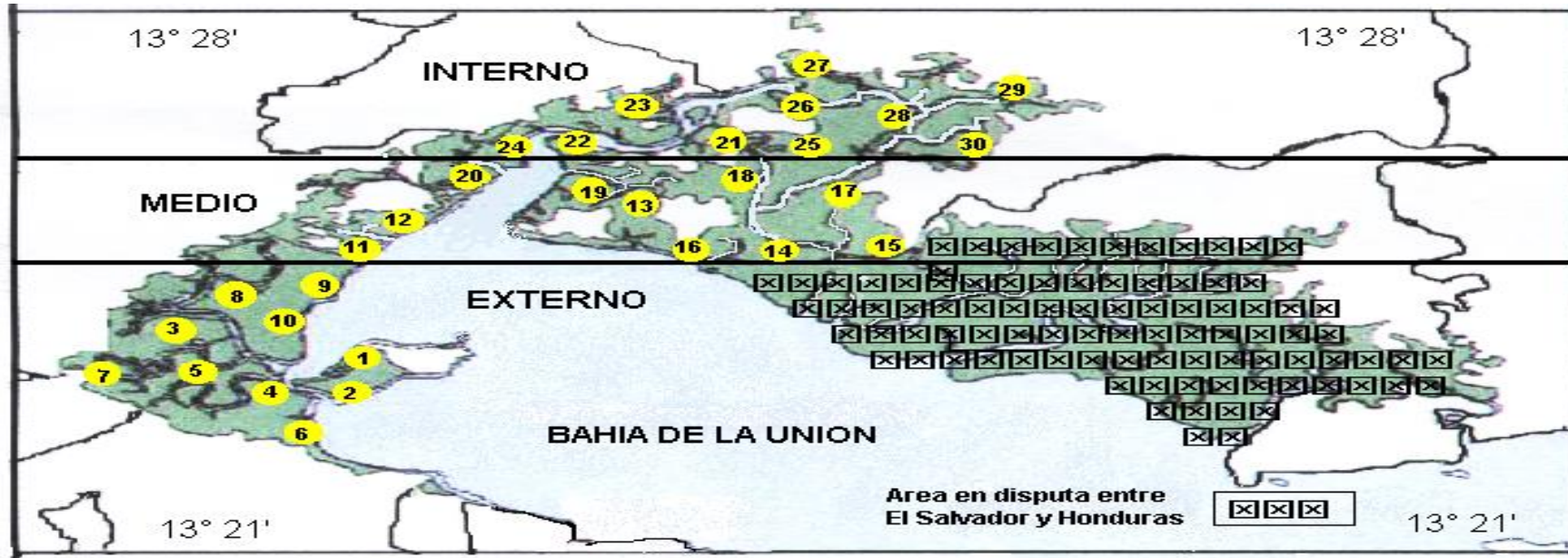
Además, en cada estrato se consideró la zona externa e interna; la zona externa es aquella que está en mayor contacto con los canales de marea, cuerpos de agua estuarina y márgenes de los ríos asociados; mientras que la zona interna, es aquella alejada de los canales de marea y cuerpos de agua, ya sea estuarina o ribereña y son inundados periódica o estacionalmente (Jiménez, 1994). Para determinar la zona externa e interna del manglar, se utilizó una cinta graduada que se alineó perpendicular a la orilla del canal de marea, hasta la zona de transición con la tierra firme. Una vez determinadas estas zonas dentro del manglar, se establecieron cuatro parcelas en un área de 1,000 m², cada una de 250 m² (Snedaker y Snedaker, 1984); de las cuales dos correspondieron a la zona externa y dos a la zona interna del manglar. Para cada una de ellas se consideró 10 m de efecto de borde, a la orilla del canal para evitar tomar muestras en áreas donde existe mayor acción antropogénica y entre las parcelas para que no existiera un traslape entre las mismas, y de esa manera evitar que existiera un nivel de error a la hora de la toma de los datos.

Cuadro 1. Georeferenciación de las estaciones de muestreo en el manglar de la Bahía de La Unión, Nov/ 02 – Ene/03.

Estrato Externo.			Estrato Medio.			Estrato interno		
N° de Estación	Nombre del lugar	Coordenadas Geográficas.	N° de Estación	Nombre del Lugar	Coordenadas Geográficas.	N° de Estación	Nombre del Lugar	Coordenadas Geográficas.
1	Isla Perico	13°22'25" N 87°51'38" W	11	Estero El Rico	13°25'07" N 87°51'43" W	21	Isla El Cedro	13°26'03" N 87°48'40" W
2	Isla Perico	13°23'01" N 87°51'43" W	12	Costa Corrida del Rico	13°24'03" N 87°51'58" W	22	Estero Poloros	13°26'52" N 87°50'05" W
3	Estero El Naranjal	13°22'44" N 87°52'49" W	13	Estero El Robalón	13°25'33" N 87°48'30" W	23	Estero El Conchal	13°26'03" N 87°49'41" W
4	Estero La Mora	13°22'58" N 87°53'27" W	14	Estero El Revolcón	13°24'28" N 87°48'18" W	24	Estero Santa Cruz	13°26'16" N 87°50'38" W
5	Estero El Barquito	13°23'17" N 87°52'37" W	15	Boca de Barrancones	13°24'44" N 87°47'49" W	25	Estero San Juancito	13°27'23" N 87°48'22" W
6	Estero El Güichoso	13°21'57" N 87°52'16" W	16	Estero El Entapiado	13°25'05" N 87°49'41" W	26	Los Párales	13°27'38" N 87°48'23" W
7	Estero El Tamarindo	13°23'30" N 87°53'41" W	17	Estero El Brujo	13°24'28" N 87°40'18" W	27	Estero El Pasadero	13°26'40" N 87°47'31" W
8	Estero La Batea	13°22'35" N 87°53'17" W	18	Estero El Alemán	13°25'41" N 87°49'60" W	28	Estero El Barroco	13°27'35" N 87°47'22" W
9	Estero Playa San Juan	13°22'05" N 87°53'03" W	19	Estero Las Tres Bocas	13°24'23" N, 87°54'02" W	29	Estero Agua Caliente	13°27'17" N 87°46'59" W
10	Estero San Juan	13°22'08" N 87°52'40" W	20	Estero La Venada	13°24'41" N 87°53'24" W	30	Estero Los Islotes	13°26'24" N 87°47'24" W

87° 54'

87° 42'



87° 54'

87° 42'



Escala 1:150,000

2 0 2 4 Kilometros



Figura 2. Ubicación de las estaciones de muestreo en cada uno de los estratos del manglar de la bahía de La Unión.

La forma de las parcelas fueron cuadradas ya que son las más apropiadas por ser las más fáciles de señalar y replantear con precisión (FAO, 1994).

Fase de campo.

Esta fase se realizó entre los meses de noviembre y diciembre de 2002; y enero del 2003. Es importante mencionar que por disputas territoriales de algunos sectores de la Bahía entre Honduras y El Salvador, no fue posible cubrir con los muestreos todo lo que realmente constituye la Bahía por razones de seguridad.

En cada estación de muestreo se obtuvieron datos de salinidad del agua, temperatura del agua, temperatura ambiente, pH del agua y de manera cualitativa se realizaron observaciones del estado del suelo, tanto de la zona externa como de la zona interna. La medición de la salinidad se hizo mediante el uso de un refractómetro óptico modelo TANACA New S-100 (con escala de 0 – 100 *psu*). Los datos de temperatura ambiente y temperatura del agua se midieron mediante un termómetro de alcohol, en lugares donde no había suficiente agua superficial se obtuvo muestra de la capa intersticial inmediata. En cuanto a la estimación del pH del agua se realizó mediante papel litmus. La estimación del nivel de inundación por la marea más alta dentro del bosque se efectuó por medio de un método indirecto que consiste en ubicar la altura de mayor humedad a lo largo de las raíces.

Las parcelas se demarcaron por un cordel de nylon, dentro de este perímetro (25x10m), se registraron valores para el estrato arbóreo tales como: nombre de la especie, frecuencia, densidad, diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor o igual a 7 cm y la altura total. La estimación de las alturas se realizó mediante un método que proporciona un grado de exactitud bastante aceptable; este consiste en la utilización de una vara entre 35 a 38 cm de longitud se sostiene verticalmente, de tal manera que la longitud de la porción sobre la mano sea igual a la distancia de la mano al ojo, se mueve acercándose o alejándose del árbol hasta que la vara lo cubra completamente; finalmente se mide la distancia de la posición a la distancia del árbol y esta será igual a la altura del árbol (Méndez, 1997).

Análisis de los resultados.

Para conocer la ubicación jerárquica de las especies dentro del manglar se calculó el Índice de Valor de Importancia (IVI) a partir del número de individuos, frecuencia absoluta y área basal (Anexo 1). Inicialmente se había propuesto analizar y comparar los datos de campo a partir del IVI entre estratos, haciendo uso de un análisis de varianza de doble entrada. Sin embargo; una vez que se analizaron los datos preliminares, se determinó que estos podrían interpretarse de manera más adecuada mediante un análisis de comunidades por lo cual se aplicó el paquete estadístico *COMM* (Comunidades).

La aplicación del paquete *COMM* permitió realizar un análisis de conglomerado para determinar de manera cualitativa la similitud o disimilitud en la composición de las especies presentes por el método aglomerativo

jerárquico. También, mediante este paquete se calcularon los índices de diversidad (H') de Shannon – Wiener y el índice de equitatividad (J') de Pielou o de Heip, para conocer los atributos de la vegetación nuclear del manglar.

El índice de Shannon – Wiener permitió conocer la diversidad (H') de las especies, en donde el valor alto representa mayor diversidad y la vegetación esta menos dominada por una sola especie. En tanto que el valor bajo o nulo significa que es una o dos especies las que dominan. El índice de equitatividad (J') de Pielou o de Heip, es representado con valores que van de cero a uno. Cuando el valor se acerca más a uno significa que las especies presentan similar número de individuos, caso contrario cuando los valores se acercan más a cero, significa que el número de individuos no son iguales y que hay una especie que predomina. Con este paquete también fue calculada la dominancia máxima, el cual se representa en porcentaje (%). Cuando el porcentaje es alto significa que el número de individuos de una especie es mayor con respecto al resto y cuando el porcentaje es bajo significa que el número de individuos de las especies es similar.

Los datos obtenidos para el número de individuos y área basal de cada una de las especies en los diferentes estratos, se compararon a través de un análisis de varianza con una variable, utilizando el paquete estadístico *ESTATISTIX* versión 3.5. *Avicennia bicolor* fue la única especie que no se comparó, ya que sólo estuvo presente en un estrato.

V. RESULTADOS

En la presente investigación se contabilizaron 2,417 individuos considerados como vegetación nuclear, distribuidas en 3 familias y 5 especies. La especie que se registró con mayor número de individuos fue *Avicennia germinans* L, con 1,054 y la que presentó menor número de individuos fue *Avicennia bicolor* S, con 111 (Cuadro 2, Fig. 3). Con respecto al índice de valor de importancia (IVI) la especie que se encontró con mayor valor fue *A. germinans* con 128.9069 y fue además la especie que presento mayor dominancia (42.9%) en toda el área de estudio. En contraste la especie que presento menor IVI fue *A. bicolor* con 12.3628 representando así la menor dominancia (4.6%) (Cuadro 2).

Con respecto a los factores ambientales, se encontró que los mayores promedios de inundación, correspondieron a la zona externa de los diferentes estratos, por estar en mayor contacto con los canales de marea, estos promedios disminuyeron a medida aumentaba la distancia desde el canal de marea. Mientras que los valores de salinidad mostraron un incremento a medida aumentaba la distancia tierra adentro desde el canal de marea, encontrándose promedios de salinidad de 50.3 ± 19.2 *psu* en la zona interna (Cuadro 3).

Cuadro 2. Composición florística de la vegetación nuclear del manglar de la Bahía de La Unión, Nov/02 – Ene/03.

Familia	Nombre técnico	Número de individuos	Dominancia (%)	IVI
Avicenniaceae	<i>Avicennia germinans L.</i>	1,054	42.9	128.9069
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora racemosa G.</i>	521	21.8	70.7159
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle L.</i>	457	19.1	52.8995
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa L.</i>	274	11.5	33.9213
Avicenniaceae	<i>Avicennia bicolor S.</i>	111	4.6	12.3622
Total		2,417	100.0	299.9995

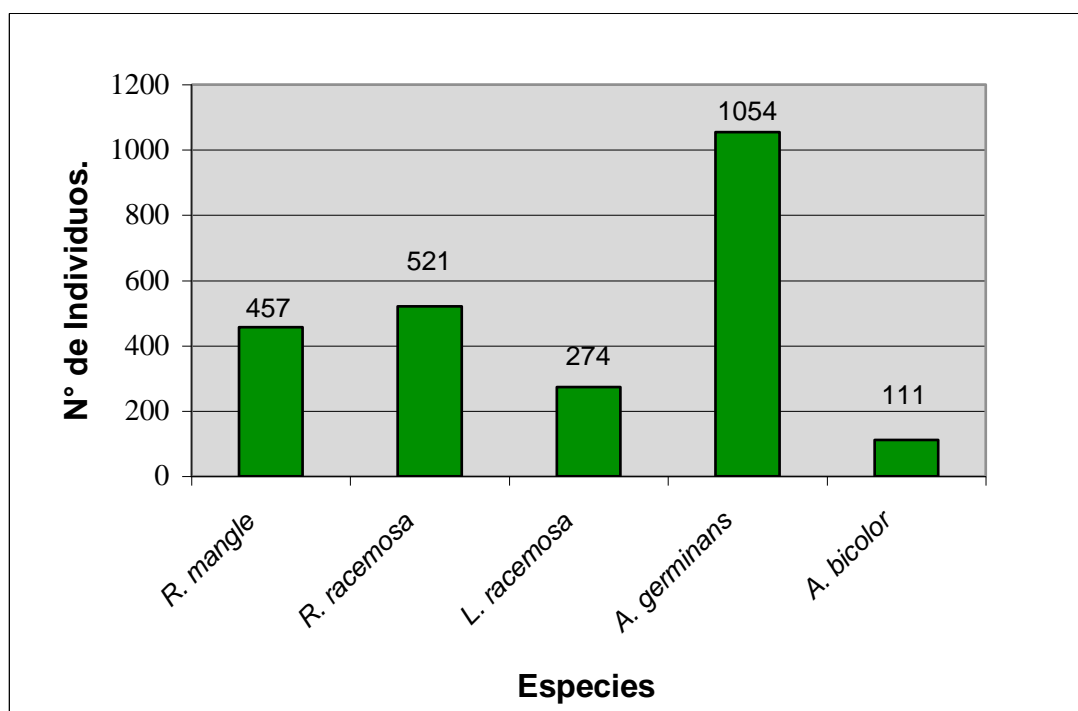


Fig. 3. Número de individuos de las diferentes especies de la vegetación nuclear del manglar, de la Bahía de La Unión, Nov/02 - Ene/03.

Cuadro 3. Valores promedios con su desviación, para los factores ambientales en los diferentes estratos de la vegetación nuclear del manglar, de la Bahía de La Unión, Nov/02 – Enero/03.

Factores ambientales	Estrato Externo			Estrato Medio			Estrato Interno		
	Zona Externa	Zona Interna	S.total*	Zona Externa	Zona Interna	S.total	Zona Externa	Zona Interna	S.total
Nivel de inundación (cm)	40 ± 20	10 ± 7	25 ± 13.5	96 ± 30	20 ± 5	58 ± 17.5	40 ± 20	10 ± 8	25 ± 14
Valores de pH	6.9 ± 0.1	7 ± 0	6.9 ± 0.1	6.8 ± 0.2	6.8 ± 0.4	6.8 ± 0.3	6.7 ± 0.05	6.7 ± 0.4	6.7 ± 0.2
Salinidad del agua (psu)	32.9 ± 2.3	49.3 ± 10.3	41.1 ± 6.3	27.8 ± 7.6	50.3 ± 19.2	39.1 ± 13.4	27.3 ± 4.6	48 ± 18.1	37.7 ± 11.4
Temperatura Del agua °C	25.8 ± 3.1	25.9 ± 2.6	25.8 ± 2.8	25.4 ± 2.7	25.3 ± 2.4	25.4 ± 2.6	27.7 ± 2.1	28.3 ± 2.8	28 ± 2.5
Temperatura ambiente °C	29.9 ± 3.0	30.9 ± 2.4	30.4 ± 2.7	28 ± 3.3	29.6 ± 3.8	28.8 ± 3.6	31.01 ± 3.2	31.9 ± 2.9	31.5 ± 3.1
Estado del suelo	I**	C***		I	C		I	C	

* Subtotal del estrato

** Inundado

*** Consolidado

Las estaciones que presentaron mayor número de individuos fueron la 27 y 29 ambas pertenecientes al estrato interno; las estaciones que presentaron menor número de individuos fueron la 10, 19 y 20 la primera perteneciente al estrato externo y las ultimas al estrato medio (Cuadro 4). A través de un análisis de conglomerado se compararon las estaciones muestréales y se encontró que las estaciones 1, 3, 6, 8, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 21, 22, 25, 26, 28 y 30 muestran similitudes entre ellas al compartir igual número de especies y similar número de individuos (Fig.4). Mientras que las estaciones más disímiles fueron la 4 y 19 pues sólo comparten una especie (*Avicennia germinans*) y la estación 20 que sólo se reportan dos especies (*Rhizophora mangle* y *R. racemosa* respectivamente) (Fig. 4).

Cuadro 4. Número de individuos por estación de muestreo (0.1 ha), en la vegetación nuclear del manglar de la Bahía de La Unión, Nov/02 - Ene/03. E: Estrato Externo M: Estrato Medio I: Estrato Interno

ESPECIE / ESTACIONES	1 E	2 E	3 E	4 E	5 E	6 E	7 E	8 E	9 E	10 E	11 M	12 M	13 M	14 M	15 M
<i>Rhizophora mangle</i>	10	3	5	0	4	9	4	6	7	1	5	11	25	5	54
<i>Rhizophora racemosa</i>	5	3	16	0	0	16	3	26	15	5	35	15	23	25	24
<i>Laguncularia racemosa</i>	1	0	8	0	0	3	0	3	0	0	6	2	14	5	14
<i>Avicennia germinans</i>	56	53	24	47	74	7	23	7	30	17	38	1	78	45	32
<i>Avicennia bicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	72	59	53	47	78	35	30	42	52	23	84	29	140	80	124

ESPECIE / ESTACIONES	16 M	17 M	18 M	19 M	20 M	21 I	22 I	23 I	24 I	25 I	26 I	27 I	28 I	29 I	30 I	TOTAL
<i>Rhizophora mangle</i>	15	6	5	0	6	15	10	5	2	46	33	84	35	11	35	457
<i>Rhizophora racemosa</i>	10	3	10	0	1	26	30	9	35	30	60	14	37	25	20	521
<i>Laguncularia racemosa</i>	37	0	3	0	0	25	6	0	0	6	9	26	40	40	26	274
<i>Avicennia germinans</i>	17	93	9	18	0	21	26	34	22	25	17	72	46	42	80	1054
<i>Avicennia bicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	94	0	111
TOTAL	79	102	27	18	7	87	72	48	59	107	119	213	158	212	161	2427

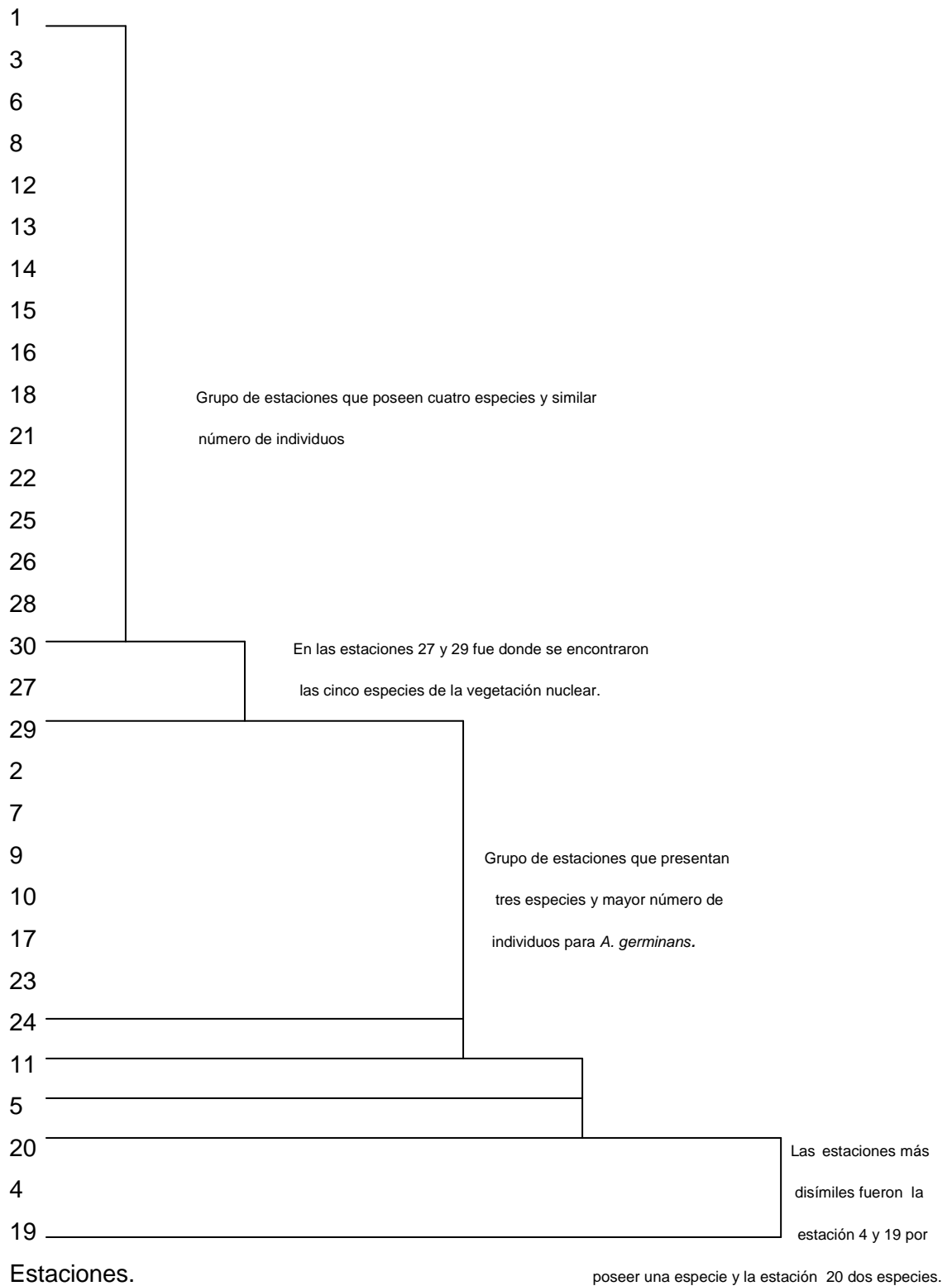


Fig. 4. Dendrograma de similitud por análisis de conglomerado con base al número de individuos y especies presentes en la vegetación nuclear del manglar de la Bahía de La Unión Nov/02– Enero/03.

El número de individuos de la vegetación varió en los diferentes estratos. El estrato que presentó mayor número de individuos fue el interno (1,236) y el que presentó menor número de individuos fue el estrato externo (491) (Cuadro 5).

Con respecto a las zonas establecidas dentro de los estratos, las que presentaron mayor número de individuos fueron las zonas externa e interna del estrato interno (con 665 y 571 respectivamente), la zona que presentó menor número de individuos fue la interna del estrato externo (213 en total) (Cuadro 5, Fig. 5). La especie que se encontró con mayor número de individuos en los diferentes estratos fue *Avicennia germinans* (1,054 en total), *Laguncularia racemosa* fue la especie que presentó menor número de individuos en los estratos externos y medio con 15 y 81 respectivamente; mientras que en el estrato interno fue *Avicennia bicolor* la que presentó menor número de individuos (111 en total) (Cuadro 5). Mediante un análisis de varianza aplicado al número de individuos de las especies en los diferentes estratos, se encontraron diferencias significativas para *A. germinans* ($P = 0.91$; $F = 0.09$), ya que el estrato que presentó mayor número de individuos fue el interno con 385. Las diferencias encontradas para el resto de las especies no fueron significativas (*Rhizophora mangle*, $P = 0.04$, $F = 3.82$; *R. racemosa*, $P = 0.01$, $F = 6.35$ y *Laguncularia racemosa*, $P = 0.06$, $F = 3.5$).

Cuadro 5. Número de individuos, en los diferentes estratos de la vegetación nuclear del manglar de la Bahía de La Unión, Nov/02 – Enero/03.

Especies	Estrato Externo			Estrato Medio			Estrato Interno			Total*
	Zona Externa	Zona Interna	S.total**	Zona Externa	Zona Interna	S.total	Zona Externa	Zona Interna	S.total	
<i>R. mangle</i>	41	8	49	109	23	132	139	137	276	457
<i>R. racemosa</i>	66	23	89	111	35	146	189	97	286	521
<i>L. racemosa</i>	13	2	15	52	29	81	73	105	178	274
<i>A. germinans</i>	158	180	338	154	177	331	156	229	385	1054
<i>A. bicolor</i>	0	0	0	0	0	0	108	3	111	111
Total	278	213	491	426	23	690	665	571	1,236	2,417

**S.total: Subtotal del estrato.

*Total: Sumatoria de los subtotales.

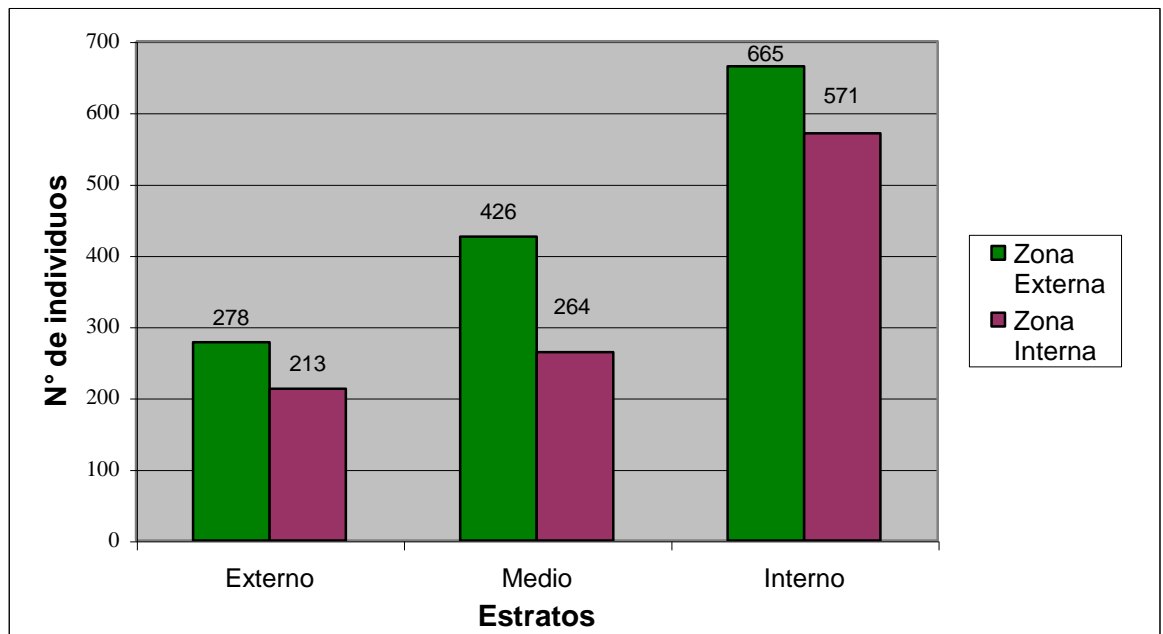


Figura 5. Número de individuos de la vegetación nuclear del manglar de la bahía de La Unión por estratos y zonas. Nov/02-Ene/03.

Las densidades de los individuos por hectáreas (Ind/ha) varió considerablemente de una estación a otra, el mayor valor se encontró dentro del estrato interno en las estaciones 27 y 29 con valores de 2,130 y 2,120 respectivamente (Cuadro 6). Las menores densidades se encontraron en la estación 19 y 20, correspondientes al estrato medio con valores de 180 y 70 Ind/ha respectivamente. La especie que presentó mayor densidad fue *A. germinans* en la estación 17 con 930 Ind/ha y las especies que presentaron menor densidad fueron *L. racemosa*, *R. racemosa* en las estaciones 1 y 20 respectivamente con una densidad de 10 Ind/ha (Cuadro 6).

Cuadro 6. Densidad (Ind/ha), para cada una de las estaciones de muestreo, en la vegetación nuclear del manglar de la Bahía de La Unión Nov/02 - Ene/03. E: Estrato externo, M: Estrato Medio, I: Estrato Interno.

ESPECIE/ESTACIONES	1 E	2 E	3 E	4 E	5 E	6 E	7 E	8 E	9 E	10 E	11 M	12 M	13 M	14 M	15 M
<i>Rhizophora mangle</i>	100	30	50	0	40	90	40	60	70	10	50	110	250	50	540
<i>Rhizophora racemosa</i>	50	30	160	0	0	160	30	260	150	50	350	150	23	250	240
<i>Laguncularia racemosa</i>	10	0	80	0	0	30	0	30	0	0	60	20	14	50	140
<i>Avicennia germinans</i>	560	530	240	470	740	70	230	70	300	170	380	10	78	450	320
<i>Avicennia bicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	720	590	530	470	780	350	300	420	520	230	840	290	140	800	1240

ESPECIE/ESTACIONES	16 M	17 M	18 M	19 M	20 M	21 I	22 I	23 I	24 I	25 I	26 I	27 I	28 I	29 I	30 I
<i>Rhizophora mangle</i>	150	60	50	0	60	150	100	50	20	460	330	840	350	110	350
<i>Rhizophora racemosa</i>	100	30	100	0	10	260	300	90	350	300	600	140	370	250	200
<i>Laguncularia racemosa</i>	370	0	30	0	0	250	60	0	0	60	90	260	400	400	260
<i>Avicennia germinans</i>	170	930	90	180	0	210	260	340	220	250	170	720	460	420	800
<i>Avicennia bicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	170	0	940	0
TOTAL	790	1020	270	180	70	870	720	480	590	1070	1190	2130	1580	2120	1610

En relación al área basal, las especie que presentaron mayor promedios en las diferentes estaciones fueron *Avicennia bicolor* con 1.3706 m² y *A. germinans* con 0.7761 m² y las especies que presentaron menor promedio fueron *Rhizophora mangle* con 0.1449 y *Laguncularia racemosa* con 0.1535 m² respectivamente (Fig. 6, Cuadro 7). De las estaciones en estudio, en las que se encontraron mayores promedios de área basal fueron la 17 y 26 y en las que se encontraron menores fueron en las estaciones 10, 12 y 20 respectivamente (Cuadro 7). A través de un análisis de conglomerado se compararon las estaciones muéstrales, y se encontró que las estaciones 13, 15, 16, 21, 22, 28 y 30 son similares porque comparten igual número de especies y similares áreas basales entre ellas (Fig. 7).. También se encontró un grupo símil de estaciones (2, 3, 7, 9, 14 y 24) agrupadas de acuerdo a mayores áreas basales de *A. germinans* en contraste con el resto de especies (Fig. 7). La estación más disímil fue la 20 y se diferencia del resto por poseer sólo dos especies y menor área basal (0.09923 m²) (Cuadro 7, Fig. 7.).

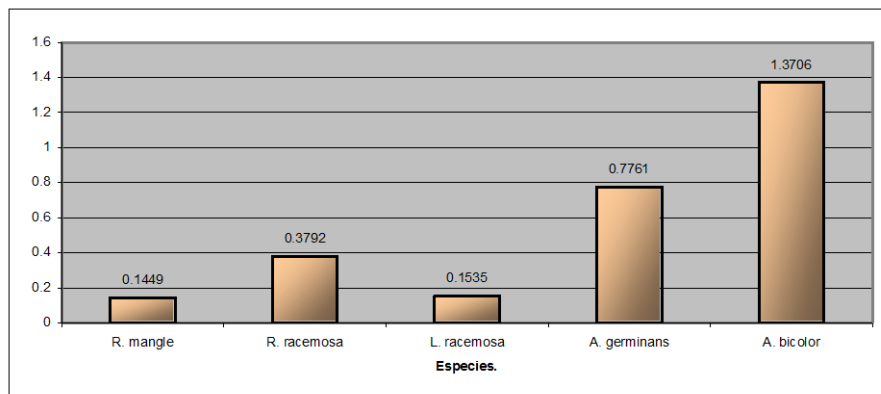
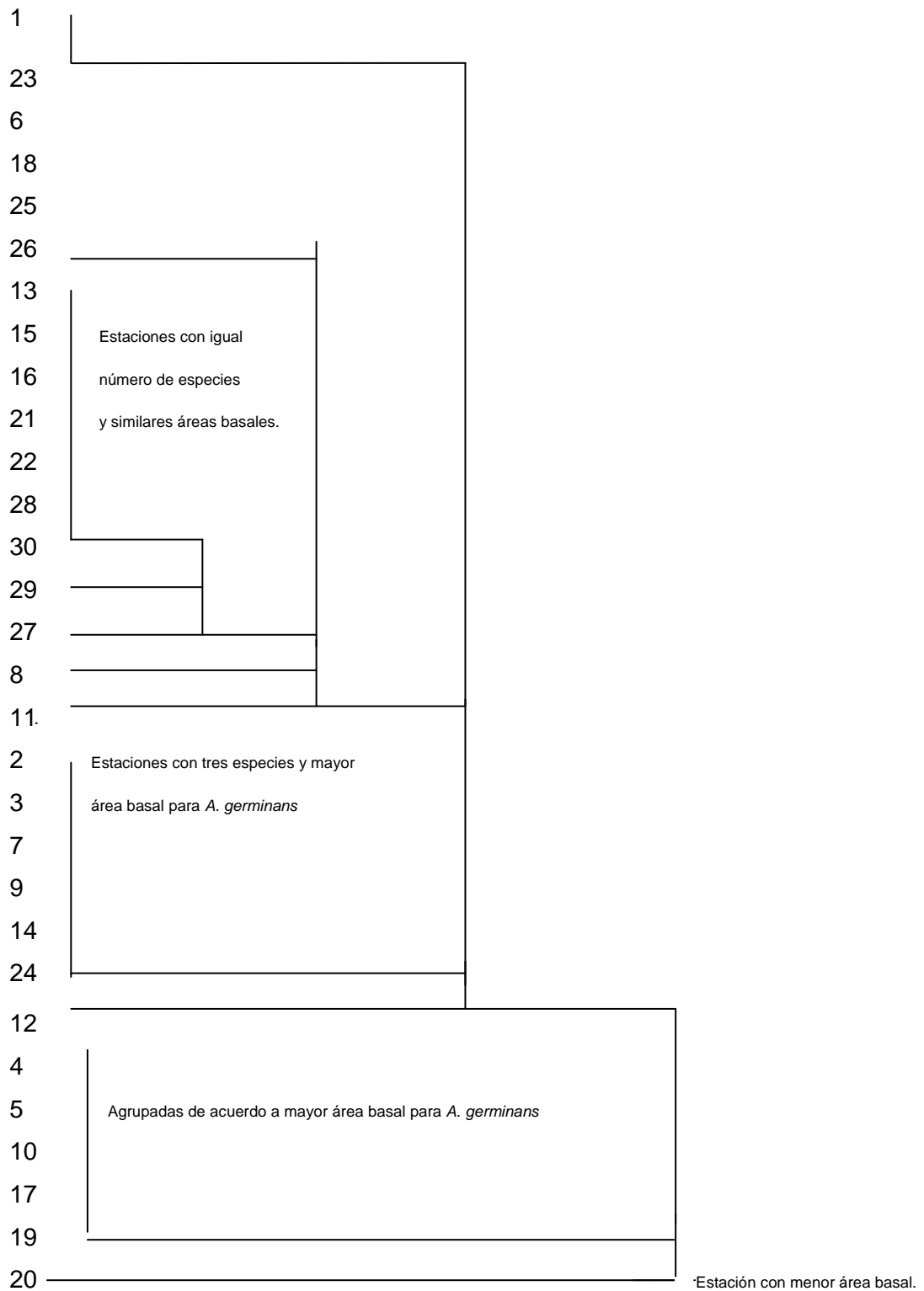


Fig. 6. Promedios de áreas basales para las especies de la vegetación nuclear del manglar de la Bahía de La Unión Nov/02 – Enero/03.

Cuadro 7. Área basal (m²) por estación de muestreo (0.1 ha), en la vegetación nuclear del manglar de la Bahía de La Unión Nov/02 - Ene/03. E: Estrato externo, M: Estrato medio, I: Estrato interno.

ESPECIE/ESTACION	1 E	2 E	3 E	4 E	5 E	6 E	7 E	8 E	9 E	10 E	11 M	12 M	13 M	14 M	15 M
<i>Rhizophora mangle</i>	0.06001	0.01191	0.022	0	0.01851	0.06549	0.02226	0.1295	0.03194	0.00716	0.02282	0.07645	0.22131	0.04432	0.3765
<i>Rhizophora racemosa</i>	0.03284	0.1155	0.07891	0	0	0.39151	0.2599	0.39971	0.09271	0.04277	0.17414	0.07613	0.17076	0.26454	0.22884
<i>Laguncularia racemosa</i>	0.00385	0	0.03608	0	0	0.02675	0	0.05004	0	0	0.06129	0.01213	0.21441	0.03314	0.11428
<i>Avicennia germinans</i>	0.68615	0.46337	0.21582	0.15382	1.0077	0.09552	0.49548	0.04865	0.24766	0.09014	0.45261	0.00537	1.42497	3.1583	0.95394
<i>Avicennia bicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	0.78285	0.59078	0.35281	0.15382	1.02621	0.57927	0.77764	0.6279	0.37231	0.14007	0.71086	0.17008	2.03145	3.5003	1.67356
PROMEDIOS	0.1957	0.1969	0.0882	0.15382	0.5131	0.1448	0.2592	0.1569	0.1241	0.0467	0.1777	0.0425	0.5079	0.8751	0.4184

ESPECIE/ESTACION	16 M	17 M	18 M	19 M	20 M	21 I	22 I	23 I	24 I	25 I	26 I	27 I	28 I	29 I	30 I	PROMEDIO
<i>Rhizophora mangle</i>	0.35326	0.03319	0.06089	0	0.05227	0.12919	0.06264	0.06061	0.00965	0.3722	0.3118	0.7488	0.2908	0.1595	0.3031	0.1449
<i>Rhizophora racemosa</i>	0.20812	0.01658	0.08763	0	0.04696	0.15445	0.18751	0.0433	0.22575	1.6956	4.0856	0.1051	0.4668	0.3716	0.2163	0.3792
<i>Laguncularia racemosa</i>	0.59479	0	0.02409	0	0	0.23663	0.06144	0	0	0.0444	0.0555	0.3087	0.3206	0.4875	0.2312	0.1535
<i>Avicennia germinans</i>	0.33642	4.80146	0.05582	0.45195	0	0.57053	0.20394	0.9405	0.71159	1.201	0.5837	1.1559	0.5295	0.9989	1.0113	0.7761
<i>Avicennia bicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9622	0	1.7789	0	1.3706
TOTAL	1.49259	4.85123	0.22843	0.45195	0.09923	1.0908	0.51553	1.04441	0.94699	3.3132	5.0366	3.2807	1.6077	3.7964	1.7619	
PROMEDIOS	0.3731	1.6171	0.0571	0.57195	0.0496	0.2727	0.1288	0.1659	0.3157	0.8283	1.2592	0.6561	0.4019	0.7593	0.4405	



Estaciones.

Fig. 7. Dendrograma de similitud por análisis de conglomerado, con base al área basal y número de especies de la vegetación nuclear del manglar de la Bahía de La Unión Nov/02 – Enero/03.

Los valores del área basal variaron en los diferentes estratos. El estrato que presentó mayor área basal fue el interno (21.848 m²) y se observó que las especies con mayor área basal en este estrato fueron *R. racemosa* y *A. germinans*; las especies que presentaron menor área basal en este estrato fueron *L. racemosa* y *R. mangle* (Cuadro 8). El estrato que presentó la menor área basal, fue el externo con 5.4036 m²; la especie que presentó mayor área basal en este estrato fue *A. germinans*; mientras que la especie que presentó menor área basal fue *L. racemosa*; mientras que *A. bicolor* no se encontró (Cuadro 8). En el estrato medio se observa que las especies presentan un pequeño incremento del área basal con respecto del estrato externo a excepción de *R. racemosa* que su valor se reduce (Cuadro 8). En las zonas dentro de los estratos la que presentó mayor área basal fue la zona externa del estrato interno (12.19491 m²) y la zona que presentó menor área basal fue la zona interna del estrato externo (1.8888 m²) (Cuadro 8, Fig. 8).

Mediante un análisis de varianza aplicado al área basal de las especies en los diferentes estratos, se determinó que no existen diferencias significativas entre *Rhizophora mangle* (P = 0.08; F = 2.8), *Rhizophora racemosa* (P = 0.17; F = 1.8), *Laguncularia racemosa* (P = 0.2; F = 1.8) y *Avicennia germinans* (P = 0.13, F = 2.2).

Cuadro 8. Áreas basales en m² de las especies, en los diferentes estratos de la vegetación nuclear del manglar de la Bahía de La Unión, Nov/02 – Enero/03.

Especies	Estrato Externo			Estrato Medio			Estrato Interno			Total*
	Zona Externa	Zona Interna	S.total**	Zona Externa	Zona Interna	S.total	Zona Externa	Zona Interna	S.total	
<i>R. mangle</i>	0.33214	0.03664	0.3688	1.0811	0.15985	1.2410	1.23787	1.21012	2.4480	4.0578
<i>R. racemosa</i>	1.27888	0.13497	1.4138	0.9552	0.31843	1.2737	4.35535	3.19666	7.5520	10.239
<i>L. racemosa</i>	0.10866	0.00806	0.1167	0.8662	0.1879	1.0541	0.63881	1.10716	1.7460	2.9168
<i>A. germinans</i>	1.79512	1.70914	3.5043	5.7176	5.92324	11.641	3.30578	4.05463	7.3604	22.506
<i>A. bicolor</i>	0	0	0	0	0	0	2.6571	0.084	2.7411	2.7411
Total	3.5148	1.8888	5.4036	8.62026	6.58942	15.210	12.19491	9.65257	21.848	42.461

**S.total: Subtotal del estrato.

*Total: Sumatoria de los subtotales.

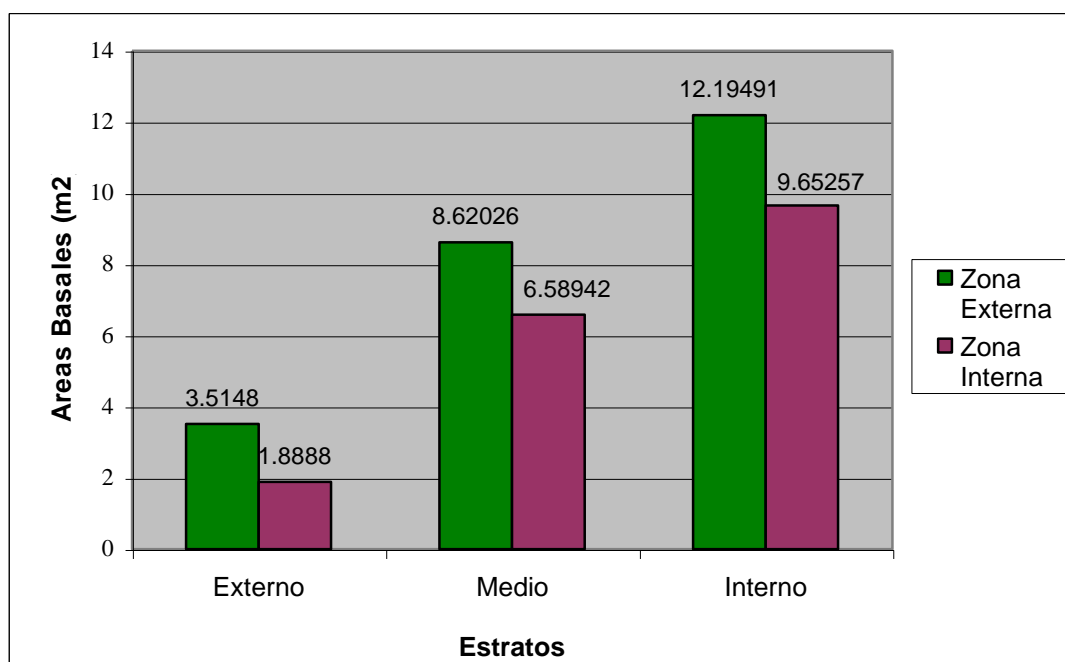


Figura 8. Área basal registrada en las diferentes zonas y estratos de la vegetación nuclear del manglar de La Bahía de La Unión, Nov/02 - Enero/03.

Los atributos de la estructura de la vegetación nuclear del manglar varió en cada una de las estaciones de muestreo. En la estación 4 y 19 sólo se encontró una especie (*A. germinans*) en suelo con poco fango y altos promedios de salinidad (48.3 *psu*), para estas estaciones la diversidad y equitatividad de especies no existió, y la dominancia de la especie fue del 100 % (Cuadro 9).

Las 5 especies estuvieron presentes en las estaciones 27 y 29 con una diversidad de 1.37 y 1.4 respectivamente y una equitatividad de 0.85 y 0.87 respectivamente, presentando además una dominancia máxima de 39.4 y 44.3 % respectivamente (Cuadro 9).

Las alturas promedios de las especies en cada uno de los estratos varió, las menores se encontraron en el estrato externo para las diferentes especies, quizás por la fuerte acción de los vientos y los altos promedios de salinidad (32.9 ± 2.3), mientras que en el estrato interno se encontraron las mayores alturas, ya que las especies están más protegidas de la fuerte acción del viento; Además, los promedios de salinidad registrados fueron menores (27.3 ± 4.6) (Cuadro 10).

Cuadro 9. Atributos de la estructura de la vegetación nuclear del manglar de la Bahía de La Unión por estación de muestreo (0.1 ha).

No. Estaciones	No. Individuos	Especies	Diversidad (H') *	Equitatividad (J') **	Dominancia Máxima %
1	72	4	0.71	0.51	77.8
2	59	3	0.39	0.36	89.8
3	53	4	1.23	0.89	45.3
4	47	1	-	-	100
5	78	2	0.2	0.29	94.9
6	35	4	1.24	0.89	45.7
7	30	3	0.7	0.64	76.7
8	42	4	1.06	0.77	61.9
9	52	3	0.95	0.86	57.7
10	23	3	0.69	0.62	73.9
11	84	3	1.0	0.77	45.2
12	29	4	1.01	0.73	51.7
13	140	4	1.16	0.84	55.7
14	80	4	1.03	0.75	56.3
15	124	4	1.28	0.92	46.5
16	79	4	1.26	0.91	46.8
17	102	3	0.36	0.32	91.2
18	27	4	1.29	0.93	37
19	18	1	-	-	100
20	7	2	0.41	0.59	85.7
21	87	4	1.36	0.99	29.9
22	72	4	1.18	0.85	43.9
23	48	3	0.79	0.72	70.8
24	59	3	0.79	0.72	59.3
25	107	4	1.22	0.88	43
26	119	4	1.17	0.85	50.4
27	213	5	1.37	0.85	39.4
28	158	4	1.38	0.99	29.1
29	212	5	1.4	0.87	44.3
30	161	3	1.23	0.88	49.7

*Diversidad según Shannon – Weinneer; **Equitatividad según Pielou o Heip.

Cuadro 10. Valores de alturas promedio con su desviación, en los diferentes estratos de la vegetación nuclear del manglar de la Bahía de La Unión, Nov/02 – Enero/03.

Especies	Estrato Externo	Estrato Medio	Estrato Interno
<i>Rhizophora mangle</i> L	5.8 ± 0.7	6.8 ± 0.6	7.3 ± 0.8
<i>Rhizophora racemosa</i> G	5.6 ± 0.3	6.1 ± 0.7	8.9 ± 4.4
<i>Laguncularia racemosa</i> L.	5.5 ± 0.2	5.9 ± 0.8	6.5 ± 0.7
<i>Avicennia germinans</i> L.	5.6 ± 0.6	6.3 ± 1.5	7.4 ± 0.8
<i>Avicennia bicolor</i> L.	*	*	7.5 ± 0.6

* No se encontró presente es estos estratos.



Fig. 9. Especies del genero *Rhizophora* perturbado por la fuerte acción del viento.



Fig. 10. *Rhizophora racemosa*, creciendo en el borde del canal de marea.

a)



b)



Fig. 11. Pequeños bosques monoespecificos de *Avicennia bicolor*. a) Vista desde el borde del canal de marea, b) Individuos de *A. bicolor* en suelo consolidado y sin fango.



Fig. 12. Ejemplares adultos y enanos de *Avicennia germinans*.



Fig. 13. Sitio donde se registraron los mayores promedios de salinidad, con ejemplares de *A. germinans* muertos.

VI. DISCUSIÓN

Distribución de las especies en los diferentes estratos.

Autores tales como Jiménez y Soto (1982), Snedaker y Getter (1985), plantean que la vegetación nuclear del manglar, generalmente se distribuye a lo largo de gradientes ambientales, con salinidades que van desde valores cercanos al agua dulce, hasta altas concentraciones de sal, sujetas a variaciones de temperatura, fluctuaciones de inundación como consecuencia de los ciclos de marea, topografía local y forma del relieve costero, lo cual determina la distribución espacial (zonación) de las especies, contribuyendo de esta forma a la estructura del manglar. De esta manera dentro del manglar es posible lograr una zonación precisa de las especies que lo componen, ya que estas presentan características anatómicas y fisiológicas, que les permiten aumentar sus oportunidades de supervivencia, favoreciéndole a cada una un ambiente en particular (Jiménez y Soto, 1985; Guerrero *et al.*, 1992).

Para determinar los patrones de zonación, establecidos en la vegetación nuclear del manglar de la Bahía de La Unión, los factores ambientales que se registraron fueron: nivel de inundación, salinidad del agua, estado del suelo, pH del agua, temperatura del ambiente y agua. Fue evidente observar que las especies identificadas no se distribuyen de manera homogénea a lo largo de los gradientes ambientales, lo cual indica diferencias anatómicas y fisiológicas entre ellas, que les limitan para colonizar, crecer y desarrollarse en áreas determinadas, permitiendo de esta manera, una zonación de las especies dentro del ecosistema.

Mckee (1995) plantea con respecto a la zonación espacial de las especies, que muchas veces se forman bandas monoespecíficas, ya que no todas las especies presentan mecanismos determinados, para contrarrestar las variaciones temporales de los factores físico – químicos, como el nivel de inundación mareal, topografía del suelo, salinidad, pH del agua y concentraciones de nutrientes; esta distribución espacial, también se ve reflejada como resultado de una serie de procesos dinámicos, como son el establecimiento, desarrollo, depredación y mortalidad de propágulos de las especies en un lugar determinado.

A lo largo de la cuenca de la Bahía de La Unión, se encontró una zonación particular de las especies en cada estrato, como respuesta a los factores ambientales. También se pudo comprobar que los sitios donde el suelo posee abundante fango y constante inundación, las especies que predominan son *Rhizophora mangle* y *R. racemosa* y en zonas alejadas de los canales con inundaciones intermedias *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*, pero esta última también fue encontrada creciendo en el borde interno del manglar, lejos de los canales de marea, donde las salinidades son mayores.

Distribución de las especies en las diferentes zonas del manglar.

Con los resultados obtenidos en esta investigación, se puede inferir que los factores ambientales que más limitan la distribución espacial de las especies son la salinidad, nivel de inundación y estado del suelo. Cuando en un sitio determinado se registraron bajos promedios para la salinidad e inundación y donde el suelo fue poco fangoso, se pudo observar una mayor diversidad de especies con mayores alturas y áreas basales.

Estos valores variaron en la zona externa e interna del manglar. Los promedios de inundación fueron mayores en las zonas externas del manglar y se fueron reduciendo a medida aumenta la distancia desde el canal de marea, el suelo se vuelve más consolidado con poco fango y los promedios de salinidad aumentan; además se encontró que las alturas y áreas basales se reducen en cuanto aumenta la distancia desde el canal de marea. Cantera *et al.* (1990), plantean que cuando los suelos se vuelven hipersalinos, el esfuerzo metabólico de las especies es mayor por lo que reducen su crecimiento y desarrollo del área basal, para poder contrarrestar los altos contenidos de sal en el suelo.

Respecto a los promedios de temperatura ambiente encontrados para la zona externa (34.2°C) e interna (34.8°C) estos no varían grandemente entre ellos. Pero Jiménez y Soto (1982); Álvarez *et al.* (1993), plantean que los altos promedios de temperatura, favorecen a una tasa mayor de evaporación, con la consecuente acumulación de sales en el agua superficial, creando condiciones que pueden ser perjudiciales para las especies del manglar. Muchas halófitas

como respuestas a las altas concentraciones de sal en el suelo, aumentan sus cantidades de solutos compatibles en las células, para evitar una disminución en la turgencia. La salinidad además de provocar cambios en la fisiología, también induce cambios en la morfología de las plantas, cambios estructurales en la succulencia, reducción del tamaño de las hojas (ancho y largo de la lámina y pecíolo) para reducir la pérdida de agua por transpiración, cambios en el tamaño y número de los estomas, aumento en el espesor de la cutícula, lignificación temprana, desarrollo de la tilosa y cambios en el número y diámetro de los vasos del xilema (Jiménez y Soto, 1982; Corrales y Soto, 1987). Estos cambios se pueden interpretar como adaptaciones que aumentan sus oportunidades para resistir al estrés impuesto por la salinidad. Dichas modificaciones pueden considerarse como signo de daño y desequilibrio en los signos vitales; si embargo, las modificaciones anatómicas y fisiológicas en las halófitas comúnmente se consideran como producto selectivo generadores de adaptaciones a la salinidad, lo cual les favorece para colonizar áreas determinadas (Poljakoff – Mayber, 1975).

En esta investigación se logró observar que las zonas externas de los estratos medio e interno se caracterizan por poseer mayor desarrollo y diversidad de especies, debido al importante aporte de agua dulce por parte de los afluentes de los ríos, que no permiten que existan altas concentraciones de sal en el suelo. Mientras que la zona externa en el estrato externo, mostró vegetación con desarrollo más limitado, como respuesta a mayores promedios de salinidad (35.2 *psu*) por estar en mayor contacto con el agua del mar;

además, se logró observar que otro factor importante que limita su desarrollo es la fuerte acción de los vientos (Fig. 9). Este es un factor que afecta el metabolismo de las especies, ya que permite que se abran los estomas contribuyendo a la pérdida de agua de la planta por altas tasas de transpiración (Tejada, 2003. Comunicación personal).

El género que más predominó en las zonas externas del manglar fue *Rhizophora mangle*, como respuesta a las características geomorfológicas y a los patrones de inundación, generalmente colonizando el borde del canal de marea y *R. racemosa* detrás de este. En esta investigación se observó en el estrato interno a *Rhizophora racemosa* bordeando el canal de marea, en suelo poco inundado y con bajo promedio de salinidad (22.7 *psu*) y fue donde alcanzó sus mayores alturas y áreas basales (Fig. 10). Snedaker (1982), Jiménez y Soto (1982; 1985); Molina (1988); Jiménez (1994), plantean que las especies de este género son las que más predomina en la zona externa, por que presenta adaptaciones anatómicas y fisiológicas que le permiten sobrevivir en suelos suaves e inestables y presentan su desarrollo óptimo, donde están protegidos del fuerte oleaje, fuertes vientos y en lugares donde poseen suministro de agua dulce por parte de las escorrentías de los ríos; pero en algunas ocasiones también se encuentran creciendo en sitios alejados del canal de marea expuestos a promedios de salinidad hasta de 57.5 *psu*. En esta investigación las especies del género *Rhizophora* en ocasiones se encontraron en la zona interna, pero fue evidente que a medida aumenta la distancia desde el canal de marea, las alturas y áreas basales disminuyeron, debido a las altas

concentraciones de sal en el agua superficial y a los procesos de evapotranspiración, induciendo en la planta un mayor esfuerzo fisiológico y gasto energético en la eliminación de sales.

En la Bahía de La Unión, *Laguncularia racemosa* se encontró en forma dispersa entre el género *Rhizophora* y *Avicennia germinans*; en una ocasión fue observada en el estrato medio, formando una pequeña franja de aproximadamente cinco metros de ancho, en suelo poco fangoso con inundación intermedia, esta especie rara vez fue observada cerca de los canales de marea con abundante fango. Snedaker (1982), sostiene que *L. racemosa* se encuentra en forma dispersa en el área intermareal, colonizando sedimentos depositados recientemente a lo largo de la orilla de los canales de marea y en algunas ocasiones formando pequeñas áreas monoespecíficas. Molina (1988), reporta para la Barra de Santiago que esta especie crece alejada de los canales de marea, en suelos sin fango asociado con *Avicennia germinans*. Mientras que en el estero de Jaltepeque, *L. racemosa* crece junto a *R. mangle*, en el borde de los canales de marea, en suelos suaves y formando extensas áreas (Tejada, 2003. Comunicación personal).

La distribución de *A. bicolor* se encontró restringida para la zona externa del estrato interno, ya que fue donde presentó un 97.3 % de sus individuos, se observó creciendo en el borde del canal de marea formando pequeñas áreas monoespecíficas (Fig. 11), cerca de la desembocadura de los ríos, con bajos promedios de salinidad (22.7 *psu*), en suelo consolidado sin fango. Sólo un

pequeño número de individuos fue observado en la zona interna asociados con *A. germinans* en suelo poco fangoso y promedios de salinidad mayores (35 *psu*). Con los resultados obtenidos sobre la distribución de esta especie, todo parece indicar que el relieve, estado del suelo y bajos promedios de salinidad, juegan un papel importante en su distribución y abundancia. Molina (1988); Jiménez (1994), plantean que esta especie se encuentra creciendo en suelos consolidados sin inundación, en el borde interno del manglar, con abundante escorrentía superficial y bajos promedios de salinidad.

En la presente investigación la especie que presento mayor densidad y área basal fue *A. germinans*, hecho que se puede justificar porque esta es una especie mejor adaptada, para tolerar mayores rangos de salinidad. La distribución de *A. germinans* se ve altamente influenciada por los cambios en los niveles de inundación, estado del suelo y salinidad. Generalmente esta especie se encontró creciendo en la zona interna del manglar, donde los promedios de inundación fueron bajos, suelos poco fangosos y que sólo en ocasiones quedan cubiertos por pocos centímetros de agua estancada y donde los promedios de salinidad registrados fueron altos (69.6 *psu*). También se encontró que las alturas y áreas basales se reducen a medida aumenta la distancia desde los canales de marea y fue común encontrar ejemplares enanos ya maduros, (Fig. 12). Nuestros resultados concuerdan con lo planeado por Jiménez y Soto (1982), Corrales y Soto (1987), Cantera *et al.*, (1990), ellos informan que esta especie se encuentra creciendo hasta salinidades de 155 *psu*, y por lo tanto representan el mayor índice de valor de importancia (IVI)

para estos sitios; además, encontraron una correlación inversa entre las concentraciones de salinidad en el agua superficial, alturas y áreas basales de las especies, a medida aumenta la distancia desde el canal de marea; en suelos hipersalinos y en sitios donde los nutrientes se pierden por lixiviación, se acumulan elementos tóxicos como hierro y aluminio, provocando un estrés osmótico a las plantas y como respuesta a ese estrés, el desarrollo de la vegetación se vuelve más pequeña y arbustiva.

En ocasiones se encontraron sitios en la zona interna del manglar, con ejemplares de *Avicennia germinans* muertos (Fig. 13), en suelos arcillosos con altos valores de salinidad, valores hasta de 100 *psu*. Sin embargo Jiménez y Lugo (1984), plantean que esta especie crece en suelo arenoso, cenagoso o arcilloso y en ocasiones se le encuentra en arcilla fuertemente oxidada o en suelo con altas concentraciones de pirita.

En ocasiones se observó *A. germinans* sobre el borde del canal de marea, en suelos consolidados sin fango, con bajos promedios de salinidad (20.8 *psu*), lugar donde presentó sus mayores alturas y áreas basales. Con respecto a la distribución de esta especie, Jiménez y Soto (1985); Molina (1988), plantean que se encuentra alejada de los canales de marea, con inundaciones intermedias, suelo poco fangoso y presenta su mayor desarrollo donde las salinidades son bajas.

En la presente investigación, se encontró un valor promedio de pH del agua ligeramente ácido, con valores que van desde 6.7 a 6.9. Jiménez (1994) y Mckee (1995) plantean que los suelos sobre los que crecen los manglares son

potencialmente ácidos y los promedios son mayores en condiciones anaeróbicas, esto debido a la acumulación de iones sulfatos provenientes del agua del mar, de pirita que es resultado de la descomposición de materia orgánica y hierro que es acarreado por los ríos.

Con respecto a los valores promedio de temperatura del agua, estos variaron de la zona externa donde se registro el menor valor (25.8° C) y la zona interna donde se encontró el valor mayor (28.3° C), esto como consecuencia de que los promedios de temperatura ambiente registrados para la zona interna fueron mayores. Sobre la influencia de la temperatura del agua en cambios morfológicos y fisiológicos de las especies, no encontramos información que nos permita sustentar, que éste sea un factor que limite el desarrollo y la distribución de las especies dentro del ecosistema de manglar.

VII. CONCLUSIONES

El presente trabajo de investigación es el primero realizado sobre la vegetación nuclear del manglar en la Bahía de La Unión, de manera sistemática referente al Índice de valor de Importancia (IVI), distribución y abundancia de las especies, considerando los factores ambientales propios de este ecosistema.

Se determinó que la distribución espacial de las especies de la vegetación nuclear del manglar, se ve fuertemente influenciada por los factores ambientales (principalmente inundación, estado del suelo y salinidad del agua). También se comprobó que existe una reducción en la diversidad de especies, en las zonas donde el suelo es fangoso y donde los promedios de salinidad e inundación fueron altos. La especie que presentó mayor densidad y área basal en este estudio fue *Avicennia germinans*, por ser ésta la especie mejor adaptada para tolerar amplios rangos de salinidad. Mientras que *A. bicolor* fue la especie que presentó menor abundancia y área basal y su distribución se encontró limitado para la zona externa del estrato interno, en suelos sin fango y con bajos promedios de salinidad.

Es necesaria la creación de políticas de manejo sostenible, para preservar este ecosistema para las presentes y futuras generaciones. Este trabajo de investigación es un elemento fundamental para el abordaje planificación y ejecución de planes de manejo en el área, pero es necesario otras investigaciones no sólo del área forestal, sino también de la diferente biota que esta vinculada a este ecosistema.

VIII. RECOMENDACIONES

Es necesario crear incentivos de apoyo para la investigación científica que permita evaluar, proteger y manejar el ecosistema de manglar. Es importante recalcar que para el manejo de esta área, deben existir estudios interdisciplinarios y multidisciplinarios que permitan abordar de una manera más eficiente dicho manejo.

Es necesario recabar datos sobre la dinámica del bosque de manglar, específicamente en lo que se refiere al crecimiento, fenología y regeneración natural, los cuales son aspectos fundamentales para la planificación del manejo de dicha área.

Se recomienda la realización de trabajos de investigación científica, sobre áreas potenciales para la reforestación dentro del ecosistema, como también fuera de él, para evitar asolvamientos en los canales de agua por sedimentos arrastrados por los ríos.

Elaborar proyectos demostrativos para el ecoturismo en el área, considerando las características ambientales del ecosistema, estableciendo de esta manera una alternativa de ingresos para las comunidades que habitan en las zonas aledañas a la bahía.

IX. LITERATURA CITADA.

- ABREGO, C.1994. Situación de Los Bosques Salados en El Salvador. *In* Suman, D. El Ecosistema de Manglar en América Latina y La Cuenca de El Caribe: Su Manejo y Conservación. Florida, US. P. 115-124.
- ACOSTA, T; L, ARMENTA; R, GRANADOS; J, MOLINA; y J, RAMÍREZ. 2000.Manglar: El Ecosistema de Vida. Colombia. (<http://www.monografías.com/trabajos6/maecolmaeco2.shtml>).
- ALVAREZ, R; P, BACON; J, CONDE; D, CROZ; B, KJERFVE y D, LACERDA. 1993. Ecosistema de Manglar de América Latina y el Caribe. *In* Lacerda, D. (ed). Conservación y Aprovechamiento de Bosque de Manglar en las Regiones de América Latina y África. Ecosistemas de Manglar. ITTO, JP. Vol 2: 1-39.
- AMMOUR, T; A, IMBACH; D, SUMAN y N, WINDEVOXHEL. 1999. Manejo Productivo de Manglares en América Central. Turrialba, C R, CATIE. 364 pp.
- BENITEZ, M; MACHADO, M; ERAZO, M; AGUILAR, J; CAMPOS, A; DURON, G; ABURTO, C; CHANCHAN, R y S, GAMMAGE. 2000. Una Plataforma de Acción para El Manejo Sostenible de los Manglares del Golfo de Fonseca. Editorial Centro Internacional para las Investigaciones Sobre la Mujer (ICRW). El Salvador. 32 pp.
- CAJINA, O; D, MARMILLOD; C, PANIAGUA y E, SIDELES. 2001. Elementos Técnicos Económicos y Sociales Para el Manejo Forestal de Los Manglares de la Costa Pacífica Norte de Nicaragua. Editorama. Turrialba, C R, CATIE.109 pp.
- CANTERA, J; CONTRERAS, R y VON PHAHL. 1990. Manglar y hombres del Pacífico Colombiano. Editorial Presencia. Colombia. p 31-184.

- CORRALES, L y R, SOTO. 1987. Variación de las características foliares de *Avicennia germinans* (L.) L. (Avicenniaceae) en un gradiente climático y de salinidad. Rev. Biol. Trop. C R. 35(2): 245 -256.
- CHIAL, S y M, VILLARREAL. 1995. Distribución de los Nutrientes Disueltos (fosfatos, nitritos y nitratos) en La Bahía de Chame, Golfo de Panamá: Actas del Simposium Ecosistemas de Manglares en el Pacífico Centroamericano y su Recurso de post larvas de Camarones Peneidos. 436 pp.
- DAWES, J. 1991. Botánica Marina. Editorial Limusa. México, D. F. 673 pp.
- DAY, JR, J.W; A.L. LARA-DOMINGUEZ; G. J. VILLALOVOS ZAPATA y A. YAÑES-ARANCIBIA. 1999. Ecología Y Manejo de los Manglares en la Laguna de Terminos Campeche, México, p. 263-274. *in*: A. Yañes-Arancibia y A.L. Lara-Dominguez (eds.) Ecosistemas de Manglar en America Tropical. Instituto de Ecología, A.C. México, UICN/HORMA, Costa Rica, NOAA/NMFS Silver Spring MD USA. 380 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1994. Directrices Para la Ordenación de los Manglares. Roma. 345 pp.
- FLORES, J S. 1980. Tipos de Vegetación de El Salvador y su Estado Actual (un estudio ecológico). Editorial Universitaria, Universidad de El Salvador, San Salvador. 273 pp.
- GREENPEACE. 2001. Manglares: Los Bosques Costeros. Uruguay. (<http://www.greenpeace.es/oceanos/campagna.asp?|dsito=79>).
- GUERRERO, R; GUILLÉN, D y M, NAVAS. 1992. Determinación de la Capacidad de Regeneración Natural de Cuatro Especies "El Amatal" y Prueba de Germinación Ex – Situ del Istatén (*Avicennia nítida* J).

Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de El Salvador. (Tesis de Ingeniería Agronómica). 188 pp.

HERRERA, N. 2001. Corredor Biológico Golfo de Fonseca El Salvador. G Silva. Guatemala. PROARCA/Costas.157 pp.

HOLDRIDGE, L.R.1975. Zonas de Vida Ecológicas de El Salvador. Memoria Explicativa. Dirección General de Recursos Naturales Renovables. Documento de Trabajo n° 6, FAO. San Salvador. 98 pp.

JIMÉNEZ, J y R, SOTO. 1982. Análisis Fisonómico Estructural del Manglar del Puerto Soley, La Cruz, Guanacaste, Costa Rica Rev. Biol. Trop. 30(2): 161 - 168.

JIMÉNEZ, J y R, SOTO. 1985. Patrones Regionales en la Estructura y Composición Florística de los Manglares de la Costa Pacífica de Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 33(1): 25 - 37.

JIMÉNEZ, J. 1994. Los Manglares del Pacífico Centroamericano. Editorial Fundación UNA. HEREDIA. CR. 336 pp.

JIMÉNEZ, J. 1999. El Manejo de los Manglares en el Pacífico de Centroamérica: Usos Tradicionales y Potenciales, p: 275-290. *in*: A. Yañes-Arancibia y A.L. Lara-Domínguez (eds.) Ecosistemas de Manglar en América Tropical. Instituto de Ecología, A.C. México, UICN/HORMA, Costa Rica, NOAA/NMFS Silver Spring MD USA. 380 p.

JIMÉNEZ, J y E, LUGO. 1984. Tree mortality in mangrove forest. *Biotropica* 17(3): 177-185.

MCKEE, L. 1995. Interspecific variation in growth, Biomass partitioning, and desensive characteristics of Neotropical Mangrove Seedlings: Response

to light and Nutrient Availability. American Journal of Botany. 82(3): 299 - 307.

MCKEE, L. 1995. Seedling recruitment patterns in a Belizean mangroves forest: effects of establishment ability and physico – chemical factors. *Oecologia*. 101: 448 – 460.

MENDEZ, L. 1997. Manual de Matemáticas para uso Agrícola Pecuario y Forestal. 4° Edición. 279 pp.

MOLINA, O. 1995. Los Manglares de El Salvador. Instituto de Desarrollo Humano Integral de la Universidad Tecnológica Julio-Septiembre. No VII, 48-57 pp.

MOLINA, O. 1988. Análisis Sinecológico del Manglar de la Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapan, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Universidad de El Salvador (Tesis en Biología). 55 pp.

MOLINA, O y R, ESQUIVEL. 1993. Asociaciones vegetales en el manglar de la Barra de Santiago, Ahuachapán, El Salvador. *Rev. Biol. Trop.* 41(1): 37 – 46.

NYBAKKEN, J W. 1993. Marine Biology, An Ecological Approach. 3 Ed. Harper Collins Collage Publisher. USA. 462 pp.

Proyecto de Conservación de los Ecosistemas Costeros del Golfo de Fonseca (PROGOLFO). 1998. Diagnostico del Estado Actual de los Recursos Naturales, Socioeconómicos e Institucionales de la Zona Costera del Golfo de Fonseca. 51 pp.

- POLJAKOFF – MAYBER, A. 1975. Morphological and anatomical changes in plants as a Response to salinity in: Poljakoff – Mayber, A y Gates, J (Eds). Plants in saline environments, Springer – Verlag, N. Y. 250 pp.
- QUEZADA, M L. 1996. Composición Florística de la Vegetación de Manglar de la Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales Y Matemática, Universidad de El Salvador (Tesis de Licenciado) 76 pp.
- RABINOWITZ, D. 1978. Dispersal Properties of Mangrove Propagules. *Biotropica*. 10: 47-57
- REY, J y R, RUTLEDGE. 2002. Los Mangles. Universidad de Florida. Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas. (http://edis.ifas.edu/BODY_IN196).
- REYNA M. 1995. Informe Técnico Plan estratégico Para el Desarrollo Sostenible del Área Salvadoreña del Golfo de Fonseca. Informe técnico. 24 pp.
- RUBIO, F R. 1994. Informe Sobre el Estado del Medio Ambiente Marino en el Área Pacífico de El Salvador. Secretaria Ejecutiva del Medio Ambiente (SEMA) y Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS). SV. 216 pp.
- SNEDAKER, S y G, SNEDAKER. 1984. The Mangrove Ecosystems: Research Methods. United Nations Educational, Bungay, United Kingdom. 250 pp.
- SNEDAKER, S. 1982. Mangroves species zonation: why?. Division of Biology and Living Resources, Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, Miami. 15 pp.
- SNEDAKER, S y G, GETTER. 1985. *Costas*. 2 ed. Research Planning Institute, Inc. Columbia, South Carolina. 285 pp.

- SUMAN, D. 1994. El Ecosistema de Manglar en América Latina y La Cuenca del Caribe: Su manejo y Conservación. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science. Miami Florida. 263 pp.
- TOMLINSON, P, B. 1986. The Botany of Mangroves. United States of America. Cambridge University Press. 413 pp.
- VENTURA N. & R, VILLACORTA. 2000. Vegetación Natural de Ecosistemas Terrestres y Acuáticos, Capítulo El Salvador. Banco Mundial/ Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo.
- YAÑES-ARANCIBIA Y A. L. LARA-DOMÍNGUEZ. 1999. Ecosistemas de Manglar en América Tropical. Instituto de Ecología, A. C. México, UICN/HORMA, Costa Rica, NOAA/NMFS Silver Spring MD USA. 380 pp.

ANEXOS.

Número de individuos totales = Σ total de la especie X

Frecuencia absoluta = N° de parcelas en que se encuentra la especie X.

Área basal expresada en m², es igual a $\pi \cdot d^2/4$;

en donde: $\pi = 3.1416$;

d^2 = diámetro a 1.30 m del nivel del suelo.

$Dr = \frac{\Sigma \text{ de los individuos de cada especie en todas las parcelas}}{\Sigma \text{ de los individuos presentes}} \times 100.$

$Fr = \frac{\text{N° de parcelas donde están presentes los individuos}}{\Sigma \text{ de las frecuencias de todas las especies}} \times 100.$

$Dor = \frac{\text{Área basal de la especie } x}{\Sigma \text{ de las áreas basales de todas las especies}} \times 100$

IVI = Densidad relativa (Dr), Frecuencia relativa (Fr), Dominancia relativa (Dor).

Anexo 1. Formulas para el calculo de Índice de Valor de Importancia (IVI).