

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

ANALISIS SINECOLOGICO DEL MANGLAR
DE LA BARRA DE SANTIAGO
DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN

OSCAR ARMANDO MOLINA LARA

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA



CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, JULIO 1988

T
583.42
M722a

EJ-2

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

UES BIBLIOTECA CENTRAL




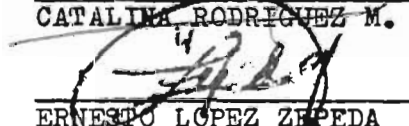


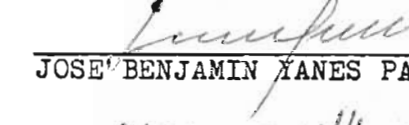

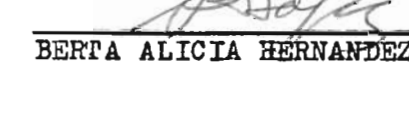
INVENTARIO: 10116465

ANALISIS SINECOLOGICO DEL MANGLAR DE LA BARRA DE SANTIAGO
DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN

OSCAR ARMANDO MOLINA LARA

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA

1988

DECANO	:	 CATALINA RODRIGUEZ M. DE MERINO
DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO	:	 ERNESTO LOPEZ ZEPEDA
ASESORES	:	 VICTOR MANUEL ROSALES SORIANO
		 JORGE ALCEIDES SANTAMARIA
JURADO	:	 JOSE BENJAMIN YANES PAREDES
		 MARINA ESTELA CONTRERAS DE TOBAR
		 BERTA ALICIA HERNANDEZ DE LOPEZ

DEDICATORIA

- A mi querida madre : Evangelina Lara v. de Molina.
- A mi recordado padre : Esteban Molina.
- A mis hijos : Oscar Armando
Denis Alexander
Yonatan Ernesto
- A mis hermanos : Ester, Blanca, Hilda, Goyita, María
Antonia, Vilma, Miriam, Alejandro y
Mario.
- Y a todos mis sobrinos.

AGRADECIMIENTOS

A los asesores Lic. Víctor Manuel Rosales, de la Facultad de -
Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador; y al Lic. Jor
ge Alcides Santamaría, del Departamento de Biología de la Facultad
de Ciencias y Humanidades de la Universidad de El Salvador, por la a
sesoría oficial, orientación y terminación de este trabajo.

Al Dr. Gustavo Adolfo Escobar, por la ayuda en el formato de la
Literatura Citada.

A los Licenciados: Marina Estela Contreras de Tobar, Berta Ali
cia Hernández de López y José Benjamín Yanes Paredes por las observa
ciones y correcciones hechas para la culminación del presente traba
jo.

Al Br. Lombardo Carranza, por la ayuda proporcionada en la pre
paración de diapositivas.

A la Srta. María del Carmen Orellana por la amabilidad en la -
preparación del trabajo mecanográfico.

A los señores: Juan Francisco García y José Alberto Aguilar por
su ayuda en el trabajo de campo.

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág. N ^o
RESUMEN	v
LISTA DE CUADROS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	3
MATERIALES Y METODOS	17
- Descripción del área de estudio.....	17
- Metodología de campo.....	18
- Metodología de laboratorio.....	19
- Metodología de análisis.....	23
RESULTADOS.....	27
DISCUSION.....	40
CONCLUSIONES.....	45
LITERATURA CITADA	48
 ANEXOS:	
- Ilustraciones de las especies arbóreas de la vegetación manglar.	
- Rutina de cálculos de eje "X" en ordenamiento polar indirecto; Barra de Santiago.	
- Rutina de cálculos para eje "Y" en ordenamiento polar indirecto; Barra de Santiago.	
- Coordenadas de ordenamiento polar indirecto, para la Barra de Santiago.	
- Rutina de cálculos para aplicación de correlación de ordenamiento, de la Barra de Santiago.	

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en los meses de Septiembre a Diciembre de 1986, en el manglar de la Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán. Se muestrearon 20 núcleos o estaciones, configurando cada núcleo de 0.1 has. por zona, como unidad de muestreo; se utilizó el método del cuadrado estratificado al azar muestreando 4 cuadrantes de 250 mts. cuadrados en cada una de las estaciones.

El ecosistema manglar es de suma importancia para el país por los productos forestales y pesqueros, refugio y sustrato de componentes faunísticos, productores de detritos y formadores de suelo y por sus funciones de productividad, protección y recreación.

Se hizo un análisis de la composición florística arbórea, su desarrollo estructural, los patrones de zonación y en términos de área basal se estimó la cantidad de biomasa del manglar por unidad de superficie; para conocer la estructura y composición de especies se realizó un muestreo cuantitativo de la vegetación arbórea, los resultados se procesaron mediante un análisis de conglomerados, encontrándose pocas especies arbóreas que se adaptan a este ecosistema se determinó una distribución espacial horizontal que se encuentra relacionado con el grado de inundación y la naturaleza del sustrato.

Las especies reportadas se encuentran distribuidas en 5 asociaciones bien definidas, dominadas por Rhizophora mangle, cuya área basal global fue de 16 m²/has., la codominante resultó ser Avicennia nitida con su área basal de 19 m²/has.

La especie que forma el margen exterior de la región submareal en zonas constantemente inundadas resultó ser Rhizophora mangle, seguido por asociaciones de Avicennia nitida y R. mangle en zonas próximas y alejadas de los canales con inundaciones intermedias; después de éstas, están las asociaciones de Avicennia bicolor y A. nitida en zonas no inundadas, sin fango y por último se encontró asociaciones Laguncularia racemosa y A. nitida en zonas totalmente alejadas de los canales.

La especie Conocarpus erectus no forma parte de ninguna asociación ya que resultó ser una especie suprimida.

LISTA DE CUADROS

<u>Cuadro</u>		<u>Pág. N^o</u>
1	Resultados de muestreos de vegetación arbórea, realizado en el bosque salado de la Barra de Santiago, Unidad de muestreo 0.1 Ha, año 1986.	31
2	Índice de similitud y disimilitud, utilizando índice de Gleason, para 20 estaciones de vegetación arbórea del manglar "Barra de Santiago".	32
3	Asociaciones de especies arbóreas de la Barra de Santiago para 1986.....	33
4	Áreas basales de la vegetación arbórea del manglar de la Barra de Santiago.....	34
5	Alturas promedio de la vegetación arbórea del manglar de la Barra de Santiago.....	35
6	Textura del suelo en 9 estaciones de muestreos, dividiendo los núcleos en 3 secciones de acuerdo a su profundidad: de 0-15 cm (superior), de 15-30 cm (medio) y de 45-60 cm (inferior).....	36
7	Contenido de materia orgánica en 9 estaciones de muestreos seleccionados por el grado de inundación: superior de 0-15 cm, medio de 15-30 cm e inferior de 45-60 cm de profundidad.....	37

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura</u>		<u>Pág. N^o</u>
1	Mapa de El Salvador con ubicación del Estero Barra de Santiago en el Departamento de Ahuachapán.....	20
2	Ubicación geográfica de la zona donde se efectuaron las estaciones de muestreo.....	21
3	Ubicación geográfica de la zona donde se efectuaron los muestreos de suelo.....	22
4	Ordenamiento bidimensional, de la vegetación arbórea de la Barra de Santiago, se puntualizan 5 asociaciones.....	38
5	Distribución de la vegetación en relación con el grado de inundación y la naturaleza del sustrato.....	39

INTRODUCCION

Los bosques salados están formados por el conjunto de especies que se desarrollan en los esteros inundados periódicamente por las aguas someras que se encuentran cerca de las costas (Zona Nerítica) de las regiones tropicales y subtropicales.

La utilización del manglar en El Salvador ha estado relacionado con la satisfacción de muchas necesidades básicas de la población humana, en la actualidad estos bosques soportan una explotación intensiva e irracional lo que hace peligrar su existencia.

En este ecosistema se llevan a cabo ciclos de vida de muchas especies de interés económico y alimenticio, son reservorios de organismos con alto contenido de proteína animal. Para poder manejar parte de estos recursos es necesario analizar la cantidad de organismos vegetales existentes por unidad de área, altura promedio de los árboles por especie, distribución espacial (estratificación), relación que guarda la estratificación respecto al gradiente de salinidad y la naturaleza del sustrato.

La Barra de Santiago como sistema ecológico presenta diferencias en la distribución espacial y temporal que permite la estratificación, es decir la zonificación de los organismos del manglar en áreas estructuralmente definidas. En consecuencia la hipótesis como puede apreciarse se centra en demostrar que la vegetación se distribuye siguiendo un gradiente físico.

*

El presente trabajo pretende hacer un análisis de algunos aspectos de la composición, el desarrollo estructural y los patrones de distribución espacial en la zona manglar de la Barra de Santiago; otro objetivo consiste en estimar la cantidad de biomasa del manglar por unidad de superficie, en términos de área basal se busca también aplicar métodos que permitan un manejo adecuado del recurso manglar.

Este sistema ecológico en los países tropicales de América ha despertado gran interés, y se ha de estudiar sus implicaciones como ambiente que protege flora y fauna de importancia económica, medio de sustento para habitantes de la costa, lugar donde la acuicultura puede desarrollarse en forma efectiva y también zona apropiada para el desarrollo turístico.

Dada la irracionalidad con que se explotan los manglares en nuestro país, es necesario conocer mejor su estructura y función para poder utilizarlos en forma adecuada, acorde con su delicado comportamiento ecológico y así poder recomendar técnicamente su conservación, el uso racional de este recurso y las medidas de manejo consecuentes.

REVISION DE LITERATURA

Distribución geográfica mundial.

Existen aproximadamente 80 especies de mangles distribuidas en las regiones tropicales y subtropicales del mundo, en la cual el mayor número de éstas, se encuentran al Sudeste de Asia (65 especies), en América y el Caribe con aproximadamente 11 especies (Dawes Clinton, 1986).

Walsh (1974, citado por López Zepeda & González, 1979), afirma que el número más grande de géneros y especies se presentan a lo largo de las costas de la India y de los mares Pacífico-Occidental. Reportando además que no existen especies comunes excepto las de Rhizophora, entre Africa Oriental y Africa Occidental, existiendo relaciones taxonómicas entre las especies de América y Africa Occidental.

Los manglares de las zonas del Indo-pacífico tienen una flora más rica que los de las zonas americanas y del Africa Occidental. En el mundo sólo se conocen 90 especies, de las cuales 55 se concentran en general en los manglares pantanosos (Christensen, 1983).

En América Latina las regiones de manglares van desde el Trópico de Cáncer hasta los 3° 30' S en el Océano Pacífico, deteniéndose allí debido al sistema de corrientes del Perú; y desde aproximadamente los 30° N hasta los 25° S (Florianópolis, Brasil) en el Atlántico (UNESCO, 1978).

*

Jiménez (1985), afirma que existe una gran variabilidad en los regímenes climáticos e hidrológicos a los que se ve expuesto un manglar, por lo que se hace difícil un resultado satisfactorio sobre los componentes típicos y su clasificación.

Pannier & Pannier (1977), mencionan que en Sur América, el área manglar se relaciona con la existencia de climas áridos o lluviosos.

Distribución geográfica local.

Para el año 1975, el área total de manglares en el país era de 33,468.63 has. reportando para el área de la Barra de Santiago una extensión aproximada de 1,980 has. correspondiente a un 5.92% de área total (Castillo Durán, 1980).

De acuerdo al M.A.G. (1977), afirman que en nuestro país existen aproximadamente 29,670 has. de Bosques salados distribuidos de la siguiente manera:

- a) 2,700 has. (9.1%), en la Garita Palmera, Cara Sucia, Bola de Monte, Barra de Santiago, Metalío y Barra Salada.
- b) 6,600 has (22.24%), en el Estero de Jaltepeque y San Antonio Potrerillos.
- c) 15,500 has. (52.24%), en la Bahía de Jiquilisco. ✓
- d) 4,870 has. (16.41%), en los Esteros de Cerique, del Tamarindo y la Bahía de La Unión.

Descripción taxonómica de las especies estudiadas.

El manglar presenta una diversidad taxonómica dependiendo de las peculiares condiciones del hábitat, caracterizado por suelos en su mayoría sedimentarios, extremadamente pobres en oxígeno, condiciones climáticas relativamente constantes y salinidad elevada y fluctuante (Lugo & Snedaker, 1974).

Lawrence (1951), ubica taxonómicamente las 5 especies encontradas en la zona costera en dos órdenes y tres familias; en el orden Myrtiflorae a la familia Rhizophoraceae (Rhizophora mangle L.) y Combretaceae (Laguncularia racemosa Gaetner y Conocarpus erectus L.) y el orden Tubiflorae con la familia Verbenaceae (Avicennia nitida - Jacq. y Avicennia bicolor Standley).

Dawes Clinton (1986), reporta a la familia Combretaceae y Verbenaceae pertenecientes a la misma familia Terminaliaceae y Avicenniaceae respectivamente.

La especie Rhizophora mangle L. "mangle colorado", se caracteriza por poseer raíces fulcreas, ramificadas, curvas y arqueadas, que le permiten extenderse en aguas salobres de poca profundidad formando espesuras densas impenetrables al nivel de la marea (Little et al., 1967).

Dawes Clinton (1986), reporta que esta especie para su fijación usa las raíces adventicias de tipo zancudas, las cuales son superficiales y constituyen grandes crecimientos densos, impenetrables - a partir de los cuales se originan las raíces de anclaje que están cu

biertas por lenticelas y una capa de corcho (peridermis). Las raíces absorbentes se originan a partir de las prominentes raíces de anclaje, cerca de la superficie del sustrato. Poseen además hojas, opuestas, carnosas, elípticas, coriáceas, haz de color verde lustroso, envés verde amarillento y una yema terminal conspicua e involucral - en cada rama. Flores generalmente de 2-4, pequeñas bisexuales (que aparecen durante toda la época seca) de color amarillo pálido. El fruto vivíparo con una sola semilla de color castaño oscuro que permanece adherido a las ramas conteniendo una plántula en desarrollo, la que tienen una radícula e hipocótilo que salen hasta más de 20 cm del fruto, éste al caer al suelo desarrolla una nueva planta (Anexo 1) (Little et al., 1967; Gill & Tomlinson, 1977; Castillo Durán, 1980, Dawes Clinton, 1986).

Laguncularia racemosa Gaetner "sincahuite", "mangle blanco" de la familia Combretaceae, (Anexo 2), se caracteriza porque sus raíces, emiten ramificaciones en forma de espárragos llamados neumatóforos - los cuales sobresalen de la superficie del suelo (geotropismo negativo) y cuya función es de respiración. Las hojas son opuestas, gruesas, brillantes, oblongas de 2-7 cm de largo y de 2-3 cm de ancho. En la base de cada hoja sobresale un par de glándulas de sal. La flor es perfecta y blancuzca en forma de campana, sin pedúnculo, en racimos terminales y laterales. El fruto vivíparo de color verde grisáceo, ligeramente en forma triangular de unos 2 cm de longitud aplanados y con listones salientes. El tamaño reducido del fruto impide que esta especie se establezca en suelos permanentemente inundados -

(Dawes Clinton, 1986; Villatoro, 1986).

Conocarpus erectus L. "mangle botón", "botoncillo", se distingue como la única especie de mangle con hojas alternas (Anexo 3). Se caracteriza además por presentar hojas simples, enteras, ovaladas de 4 a 9 cm de largo, con pecíolos cortos con dos glándulas semejantes a puntos. Las flores son perfectas en racimos terminales y laterales. Los frutos redondeados semejantes a conos es un agregado leñoso persistente de color castaño que está compuesto de muchos frutos individuales que contienen una semilla (Little et al., 1967; Dawes Clinton, 1986).

Avicennia nitida Jacq. "istaten" (Anexo 4), se distingue por poseer hojas opuestas, lanceoladas de 4 - 9 cm de largo de color verde amarillento en el haz, el envés de color verde grisáceo cubierto por pelos finos, los que le dan un matiz grisáceo a la copa del árbol; ambas caras poseen hidátodos. Los racimos de espiga son terminales y laterales, poseen varias flores blancas perfectas y apedunculadas. El fruto vivíparo es una cápsula carnosa compuesta que contiene una semilla, elíptica, aplanada de punta roma. Las raíces suelen dividirse en adventicias primarias que se desarrollan a partir del tallo, raíces horizontales que crecen debajo del sustrato produciendo neumatóforos erectos, raíces de anclaje descendente y raíces absorbentes que suelen formarse justo debajo de la superficie del sustrato sobre los neumatóforos (Little et al., 1967; Flores, 1974; Dawes Clinton, 1986).

La especie Avicennia bicolor Standley "madresal" (Anexo 5), posee hojas opuestas de color verde intenso, elípticas, coriáceas; - flores blancas apedunculadas dispuestas en racimo de espiga. El fruto es una drupa, con semillas alternas que caen parcialmente germinadas; la densidad de su follaje es abundante por lo que no permite - que crezca el sotobosque. El árbol alcanza aproximadamente 10 m de altura (Castillo Durán, 1980).

A pesar de la gran variabilidad taxonómica y rango geográfico, todos los manglares exhiben notables semejanzas en características fisiológicas y adaptaciones morfológicas, bajo las mismas condiciones ambientales (Lugo & Snedaker, 1974).

Desarrollo de un manglar.

Los manglares no dependen de la precipitación para su adecuado crecimiento, ya que las mareas los proveen de abundante agua. Sin embargo, la ausencia de manglares en climas áridos es debido a la - falta de sustratos colonizables, producto del reducido aporte sedimentario de los ríos (Chapman, 1976).

Pool et al. (1977), informan que la falta de escorrentía determina el limitado desarrollo de los manglares en climas áridos.

Según Cintron & Goenaga (1978), el escaso desarrollo del manglar se atribuye a la falta de aportes sedimentarios que acrecienten las costas y preparen un sustrato para su colonización. Muestran - que la salinidad del suelo determina la complejidad estructu --

ral del bosque, los patrones de sucesión y el grosor de las franjas de manglar. Concluyendo que la altura del manglar y el tamaño de sus hojas es inversamente proporcional a la salinidad intersticial ya que estas comunidades son halófitos facultativos.

Dawes Clinton (1986), opina que la salinidad es un factor importante para eliminar la competencia con las plantas terrestres. Aunque los manglares pueden crecer en hábitats de agua dulce, crecen lentamente y no compiten bien con las plantas típicas de un ambiente de agua dulce.

Walsh (1974), menciona que para el desarrollo amplio de estos bosques sus requerimientos más importantes son las temperaturas tropicales, terreno aluvial de grano fino, riberas libres de la fuerte acción de olas y marea, el agua salada como sistema de eliminación por la competencia con las plantas de agua dulce y el gran límite de la marea.

Las respuestas de los manglares a tensores naturales o inducidos por el hombre como por ejemplo el aislamiento por diques, el represado, canalizaciones, construcción de carreteras o rebordes, tienen un impacto más severo en forma exponencial o logarítmica en comparación con el fuego, la cosecha o pastoreo moderado que actúa en forma lineal (Lugo, Cintron & Goenaga, 1978).

Pascua (1980), menciona que existen efectos en cuanto al desarrollo estructural y la distribución espacial de algunas especies - causado por la concentración de sales en el suelo, inhibiendo la sf

tesis de proteínas por la modificación de su potencial osmótico.

Productividad.

Golley et al., (1962), suponen que la penetración de las raíces adventicias en el fango es importante en el proceso del ciclo mineral, que es necesaria para mantener la alta productividad primaria que exhibe la comunidad manglar. Estos mismos autores calcularon una productividad bruta para las hojas expuestas al sol de 8.23 g de carbono/m²/día.

Odum (1982), afirma que la hojarasca proporciona una cadena de alimentos de detritus y se ha comprobado que aportan a las pesquerías una de las principales fuentes energéticas.

Lugo & Snedaker (1974), señalan para Florida y Puerto Rico variaciones de biomasa según localidad de 1.4 a 17.0 g de carbono/m²/día.

Vegas Vélez (1980), reporta la biomasa, como peso seco/m², de la siguiente forma: 778 g en las hojas; 1,274 g en las ramas; 2,796 g de los troncos; 1,437 g de las raíces zancos y 5,000 g de las raíces principales.

El ecosistema manglar es tan buen productor y fijador de energía como otros estuarios^{1/} que siempre se mantienen verdes o suelos

^{1/} Estuario : es una zona de interfase entre el agua dulce y el océano actuando como un sistema de transporte de dos estratos. El estrato superior es agua dulce más clara con alto grado de oxigenación, mientras el estrato inferior es agua salada más densa con bajos niveles de oxígeno (Dawes Clinton, 1986).

fangosos bien cultivados (Odum, 1970).

Carter (1973), propuso algunos factores críticos que afectan la productividad de los manglares, los relacionados con las fluctuaciones de la marea como por ejemplo el transporte de oxígeno al sistema radical, agua del suelo y nivel de intercambio hídrico, flujo de la marea y fluctuación del nivel freático y los relacionados con la química del agua como por ejemplo el contenido salino del sustrato, los niveles de macro-nutrientes en el suelo y la cantidad de escurrimiento superficial.

El flujo de detritus (hojarasca) de un manglar es muy importante en la determinación de la biomasa estuarina y la productividad de aguas asociadas (Heald, 1971).

Zonación del bosque manglar.

La zonación^{1/} dentro de un bosque manglar evoluciona hacia una comunidad vegetal terrestre y de agua dulce hasta la formación del suelo (Dawes Clinton, 1986).

Cintron et al. (1980), consideraron la disminución de la altura y el área basal, asociados a cambios anatómicos en los manglares.

La posición de los fustes varía de acuerdo a la defensa constante de los vientos a que están sometidos, especialmente en la épo

^{1/} Zonación: es la distribución espacial de las especies que pueden ser encontradas durante el período de crecimiento y madurez de una vegetación (Lescure, 1978).

ca lluviosa, así como de las corrientes provocadas por las mareas, las especies periféricas truncan sus fustes casi al nivel del agua y las céntricas alcanzan posiciones más erectas, dándole así a toda la comunidad un aspecto de umbrela (Flores, 1974).

En el Caribe, los manglares típicamente tienen una zonación de árboles en la que Rhizophora forma el margen exterior en la región submareal somera. Detrás de éstos están las Avicennia, que van de la zona intermareal inferior a las zonas intermareal media o superior. Laguncularia se localiza de la región intermareal media al margen intermareal superior. Conocarpus puede existir en la región intermareal superior, pero con más frecuencia detrás de los árboles de Laguncularia (Dawes Clinton, 1986).

En Puerto Rico los manglares forman otro modelo de zonación, en la que Rhizophora va seguido de Laguncularia y ésta de Avicennia - formando grandes extensiones hacia mar adentro y este género puede ser sustituido por Conocarpus (Dawes Clinton, 1986).

Thom (1967), destaca que los manglares son halófitos facultativos, en donde la salinidad es simplemente un eliminador de la competencia y no el factor determinante de la zonación. Menciona que el sustrato y los efectos del agua son los principales factores que controlan la zonación y que cada especie posee una determinada serie de tolerancias a esos factores.

Lötschert (1955), describe la zonación en la laguna costera de Jaltepeque, Departamento de La Paz, San Salvador. Reportando que -

Rhizophora forma el margen exterior de la región submareal seguidos por asociaciones de Avicennia y Laguncularia y éstos por Conocarpus.

Relación suelo-mangle.

El fango blando, que consta de limo fino, arcilla y materia orgánica, permite el desarrollo de las plántulas. Los suelos de origen volcánico son también sitios altamente propicios para el desarrollo manglar, mientras que los terrenos aluviales de granito y cuarzo no lo son (Dawes Clinton, 1986).

El suelo pertenece al grupo de los halomórficos predominando los suelos superficiales, franco arcilloso limosos y limosos de color grisáceo muy oscuro sobre estratos muy variables, desde arcilloso limoso hasta arenosos, los colores predominantes son los gris o liva oscuros y claros. Son suelos bastante salinos a causa de su contacto diario con las aguas del mar (Denys & Bourne, 1962).

La concentración de sales en el suelo, varía la concentración de iones en los tejidos, modificando su potencial osmótico y afectando el balance metabólico del nitrógeno, reduciendo la síntesis proteica (Mizrachi et al., 1980).

Chapman (1978), comprueba que Laguncularia no está limitada a los suelos lodosos encontrándose frecuentemente en sustratos arenosos.

Las zonas bajas del manglar están caracterizadas por proporciones aproximadamente iguales de arcilla y limo y un pequeño porcenta

je de arena. Sin embargo, las zonas altas del manglar (mar adentro) consisten mayormente de arena y una pequeña cantidad de fango (Coutinho, 1978).

Horna (1978), menciona que el tipo de suelo arenoso o de formación rocosa se presenta como una limitante para el normal crecimiento y desarrollo del sistema radicular y del vástago; reportando que los suelos franco-arcillosos y arcilloso-limosos son los más óptimos para los ecosistemas manglares.

Importancia de los bosques salados.

Los mangles filtran el escurrimiento y remueven la materia orgánica terrestre; son importantes productores de detritos y formadores de suelo que contribuyen a la productividad de mar adentro; sirven de hábitat para muchas especies de pequeños peces, invertebrados y varias epifloras y epifauna, así como grandes aves (Heald, 1971; Odum, 1982; Dawes Clinton, 1986).

Los bosques salados cumplen con tres funciones principales como son de productividad, protección y recreación (Castillo Durán, 1980).

Los manglares representan un ejemplo típico de producción agregada y múltiple, proporcionando productos forestales como carbón vegetal, madera de obra, postes, productos pesqueros como: pescado, cangrejos y langosta. Estos valores no pueden ser expresados en términos monetarios, aunque contribuyen al desarrollo nacional (Aksornkoae, 1983).

Idyll et al., (1968); D'croz & del Rosario (1970), señalan la dependencia de algunos crustáceos en relación a las áreas estuari--nas en los manglares, que los utilizan como áreas de refugios y crecimiento durante las primeras etapas de su ciclo de vida, siendo los camarones detritívoros, salta a la vista el rol ecológico que -desempeñan los manglares como aportadores de detritus en el ecosistema marino.

Madrigal (1980), menciona que existe una relevante importancia en el flujo de energía proveniente del manglar, ya que algunos mo--luscos y muchas especies de peces habitan y se reproducen en estos estuarios tropicales. Además reporta que para conservar estas riquezas productivas de los manglares depende de la conservación del equilibro ecológico, el cual es altamente inestable en este tipo de ecosistema.

Legislación.

La ciencia del manejo del manglar está en su infancia debido a desacuerdos sobre los propósitos del manejo y problemas de percepción, administración e implementación (Bacon, 1978).

A nivel nacional, todos los bosques salados son de propiedad estatal, y la misma legislación nombra al Servicio Forestal y de Fau--na, dependencia de la Dirección General de Recursos Naturales Renovables del MAG, como administrador de estos bosques. Esta dependencia es la encargada de velar por mejorar, incrementar y conservar el desarrollo de estos ecosistemas. Asimismo, autoriza y controla cual--

quier aprovechamiento o utilización de los mismos (M.A.G., 1977).

Según Castillo Durán (1980), se conceden permisos para el aprovechamiento de $1 \text{ m}^3/\text{ha/año}$, partiendo del conocimiento de que el manglar se regenera en más de $1 \text{ m}^3/\text{ha/año}$.

MATERIALES Y METODOS

Descripción del área de estudio.

El estudio se realizó en los meses de Septiembre a Diciembre de 1986 en las costas del pacífico de la Barra de Santiago (Figs. 1 y 2), Departamento de Ahuachapán, aproximadamente a 13° 42' Latitud Norte y 90° 02' Longitud Oeste (Instituto Geográfico Nacional, 1978).

Según Castillo Durán (1980), el área total de bosque salado en el país es de 33,468.63 has. reportando para el área de la Barra de Santiago una extensión aproximada de 1, 980 has. que corresponde a un 5.92% del área total; abarca un área comprendida entre el río - El Rosario en su límite este y al oeste con el río Izcanal, cubriendo una franja norte sur de 3.5 Km de ancho promedio.

La Barra de Santiago se caracteriza por la presencia de un canal principal de aproximadamente 400 m de ancho, extendiéndose desde la bocana hasta 5 Km hacia el Este (Jiménez Durán, 1986).

El área recibe influencia de agua dulce de 6 riachuelos que drenan una cuenca de aproximadamente 16 Km².

El clima se caracteriza por ser del tipo sabana tropical caliente dentro de la planicie costera, con temperatura entre 22° y 27°C. Se delimitan dos estaciones anuales, una lluviosa de Mayo a Octubre, con precipitaciones entre 170 - 379 mm. y otra seca de Noviembre a - Abril de cada año (Datos para 1986, proporcionados por el Servicio Metereológico Nacional. No publicados).

Metodología de campo.

Con el objetivo de establecer variaciones de la vegetación a la altitud se trazaron transectos discontinuos de mayor a menor inundación, dandósele 500 m. de ancho y 1, 500 m. de longitud aproximadamente.

Según Cruz Pérez (1974); Rosales & Salazar (1976), para obtener una recolección de datos cuantitativos de la composición y estructura de las comunidades vegetales terrestres, se han utilizado diferentes técnicas; sin embargo una de las más empleadas para este objetivo es la del cuadrado.

Este método puede variar en forma y dimensiones dependiendo del tipo de estudio (Coosting, 1956; Pool et al, 1975; Bennett & Humphries, 1978).

En este trabajo se utilizó el método del cuadrado estratificado al azar en medidas de 250 mts. cuadrados (25 m. x 10 m. como nuestra unidad de registro) que es el tamaño recomendado para el estrato arbóreo manglar (Snedaker & Snedaker, 1984).

Se localizaron 20 núcleos o estaciones de muestreos configurando cada núcleo de 1,000 metros cuadrados (unidad de muestreo) por zona; distribuidos al azar de acuerdo a las zonas establecidas en este trabajo (Fig. 2). En cada estación se muestrearon 4 cuadrados de 0.1 ha., anotando en cada unidad de registro: especie, circunferencia a la altura del pecho y altura de cada individuo.

Los sitios de muestreo de suelo se seleccionaron por zona tenien

do en cuenta el grado de inundación (Fig. 3). Se sacaron 3 muestras de sedimento a lo largo del transecto por cada zona que fueron extraídos de 0 - 15 cm; 15 - 30 cm y 45 - 60 cm de profundidad para los núcleos seleccionados (Raúl, 1974).

Metodología de laboratorio.

Para cada muestra de sedimento se estableció su textura mediante el método del hidrómetro de Bouyoucos que consiste en hacer un análisis mecánico en donde el suelo debe estar completamente disgregado y disperso antes de la separación de partículas por sus dimensiones. La dispersión consiste en agregar un agente como el Hidróxido de Amonio, Carbonato de Calcio, Silicato de Sodio o Hexametafosfato de Sodio; todos ellos producen una reacción alcalina en la suspensión, luego se utilizó una escala internacional para su determinación (Raúl, 1974).

Además se analizó el contenido de materia orgánica utilizando el método de Walkley-Black que consiste en la oxidación del suelo con Dicromato de Potasio y Acido Sulfúrico concentrado que produce una elevación de temperatura. El exceso de ácido crómico no reducido por la materia orgánica del suelo es determinado por titulación con sal de Mohr (Sulfato Ferroso Amoniacal) y Difenil Amino, como indicador (Raúl, 1974).

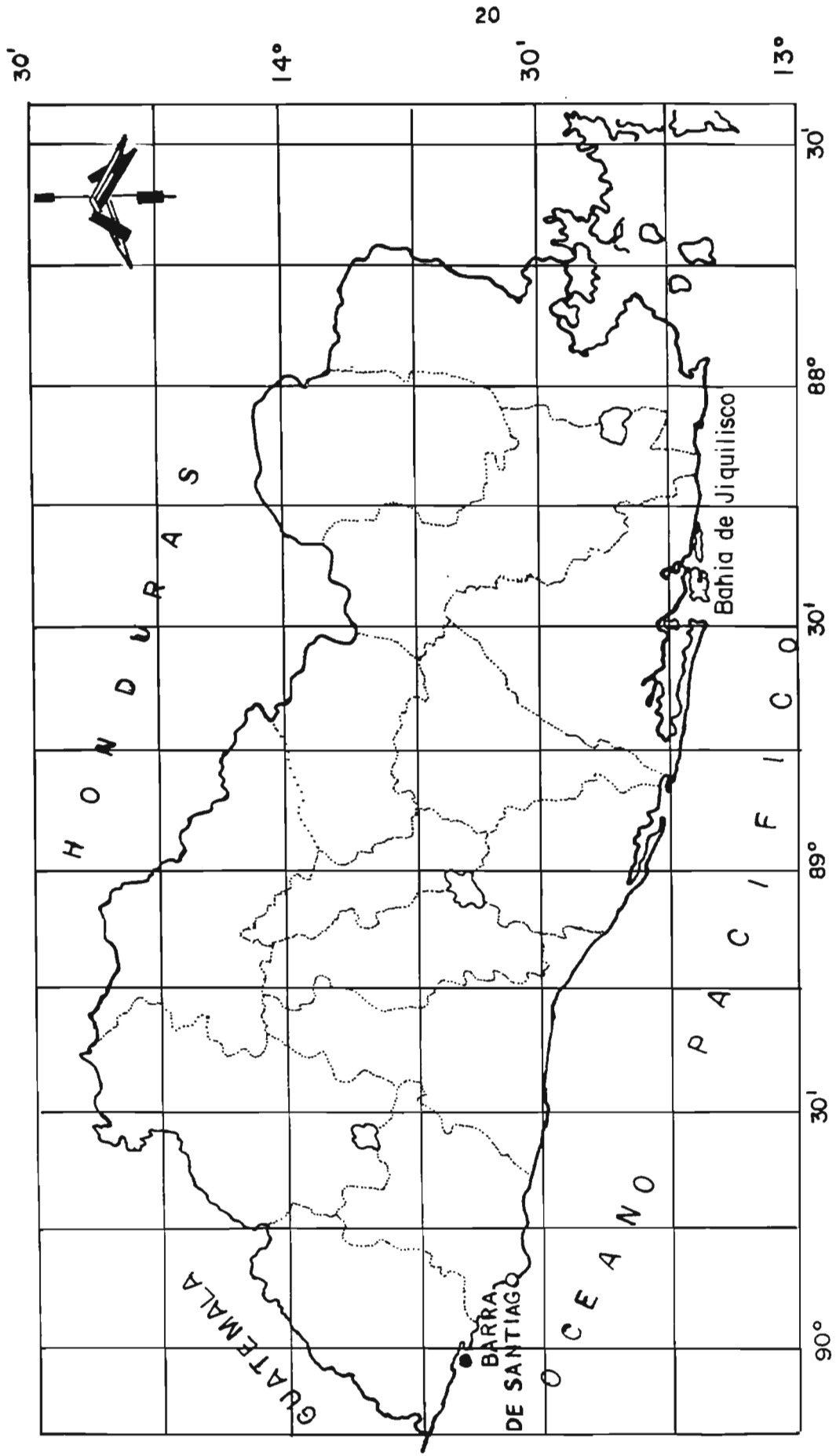


Fig.1 MAPA DE EL SALVADOR CON UBICACION DEL ESTERO BARRA DE SANTIAGO (●)
 EN EL DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN.

FUENTE: INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL ING. PABLO ARNOLDO GUZMAN MINISTERIO DE OBRAS
 PUBLICAS EL SALVADOR, NOVIEMBRE 1978
 ESCALA: 1: 1.250.000

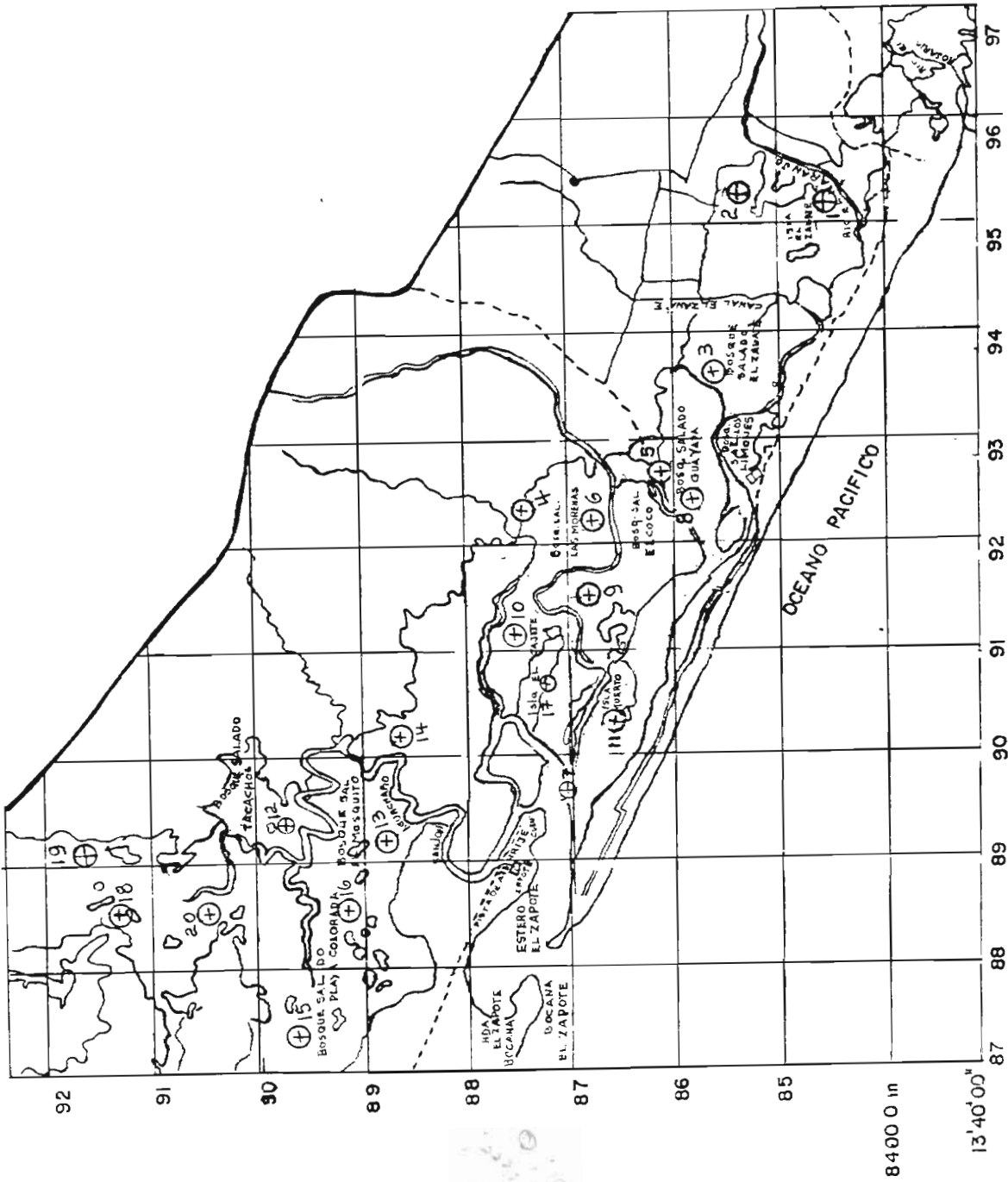
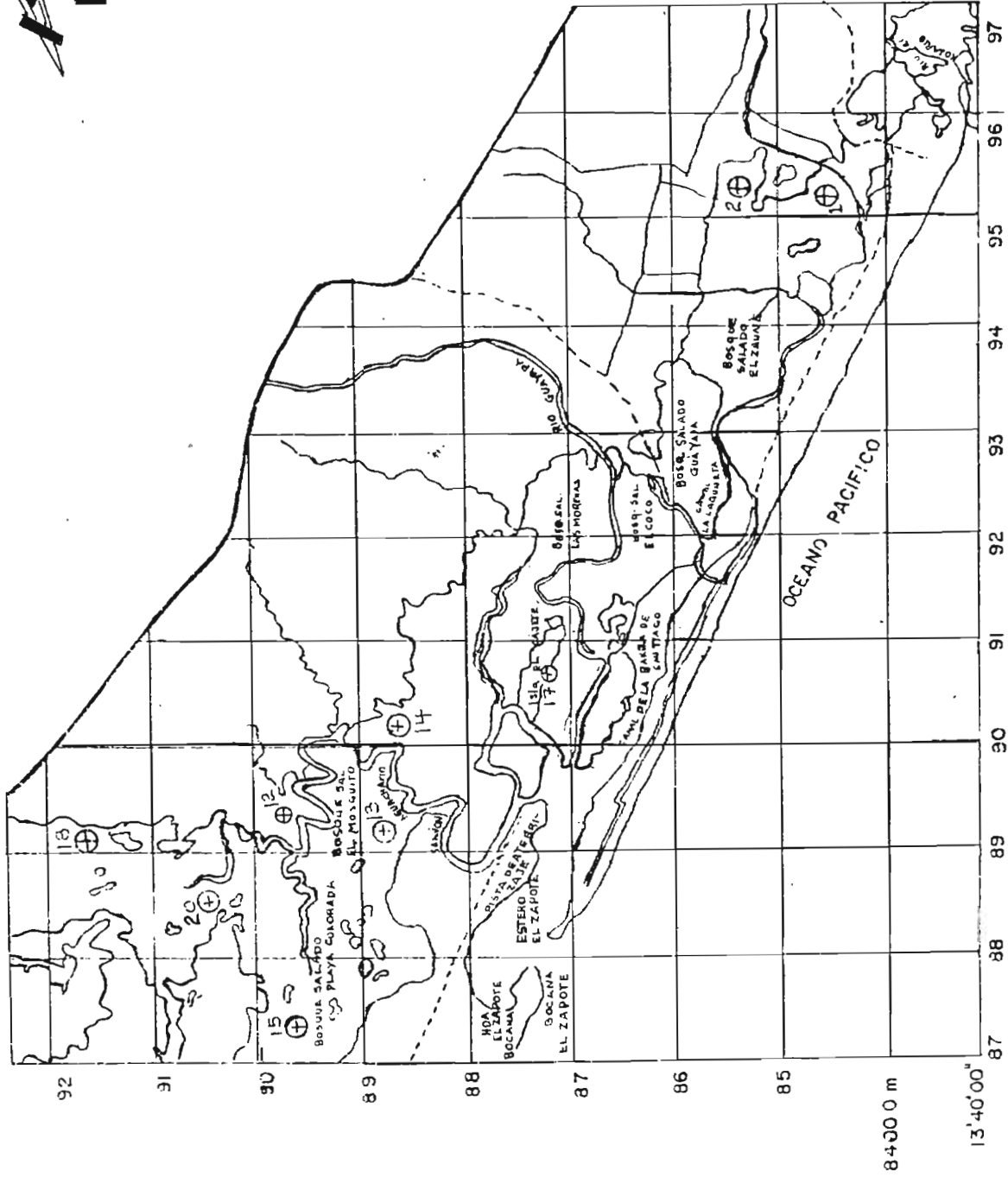
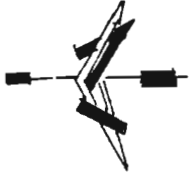


FIG. 2 UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MUESTREOS (+)
 FUENTE: INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. ING. PABLO ARNOLDO GUZMAN MINISTERIO DE
 OBRAS PUBLICAS EL SALVADOR, NOV. 1978
 Esc. 1:25.000

BIBLIOTECA CENTRAL
 UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR



Esc. 1: 25,000

FIG 3 UBICACION GEOGRAFICA DE LA ZONA DONDE SE EFECTUARON LOS MUESTREOS DE SUELO ⊕

Metodología de Análisis.

Emmell, (1973); Mueller-Dumbois & Elleberg, (1974); Smith - (1976), mencionan que la distribución de especies se obtienen por da tos estimados de las frecuencias y densidades obtenidos para cada u- na de las especies; además, por medio del análisis de ordenamiento u nidimensional y bidimensional, cuya técnica consiste en colocar las entidades ecológicas en un sistema de uno y dos ejes respectivamente.

Cox (1970); Mueller-Dumbois & Elleberg (1974), utilizaron para construir esta ordenación de comunidades dentro de un eje o un par de ejes de coordenadas al Índice de Similitud o de comunidad, para cada par de núcleos que se comparan; siendo el más usado el de Sorensen - que nos da un rango entre comunidades según la siguiente fórmula:

$$I.S. = \frac{2 W}{A + B} \times 100$$

En donde:

"W" = Sumatoria de los valores más bajos de la especie co-
mún entre un par de estaciones en comparación.

"A" = Número de individuos de la primera estación.

"B" = Número de individuos de la segunda estación.

Estos valores de I.S. se pueden expresar como fracción o en tér-
minos de porcentajes.

Luego se procedió a calcular el Índice de Disimilitud (I.D.) se
gún la siguiente fórmula:

I.D. = 100 - I.S.

El I.D. se usó para determinar la distancia espacial entre cada estación a lo largo de un par de ejes de coordenadas (Mueller-Dumbois & Elleberg, 1974; Rosales, 1982).

Los valores calculados tanto para I. S. e I. D. fueron transcritos a una matriz de correlación donde los I.S. se colocan en el triángulo superior derecho y el I.D. en el triángulo inferior izquierdo de dicha matriz (Rosales, 1982).

Para analizar las interrelaciones de similitud entre las 20 estaciones, se determinó los dos más disímiles; siendo ambos los puntos terminales o de referencia del primer eje de ordenación o eje X. Estos puntos son los que poseen mayor y menor sumatoria de I.S.; nombrando A la estación con menor sumatoria y B al núcleo con mayor sumatoria respectivamente. Dentro del eje X a A se le da la posición de cero y a B una posición opuesta a A.

Con los puntos establecidos se procedió a calcular el resto del eje X para el par de estaciones en cuestión usando la fórmula matemática, según (Orloci, 1966; Cox, 1970; Mueller-Dumbois & Elleberg, 1974). Dicha fórmula es:

$$X = \frac{L^2 + (DA)^2 - (DB)^2}{2L}$$

En donde:

"L" = Valor de disimilitud donde se unen las estaciones A y B.

"DA" = Valor de disimilitud entre las estaciones A y B.

"DB" = Valor de disimilitud entre las estaciones B y A.

Con las siguientes estaciones debe existir por lo menos tres de ellas con valores de I.S. mayores del 50% para calcular el eje Y. O cupando un par de estaciones terminales A' y B'; para encontrar estas estaciones primero se seleccionó un núcleo "mal fijado" dentro del eje X, y es aquel que tiene un alto I.D. con respecto al punto - terminal B; y se identifica por medio de valores de e^2 (bondad de ajuste); los cuales fueron calculados por la fórmula matemática siguiente (Mueller-Dumbois & Elleberg, 1974):

$$e^2 = (DA)^2 - X^2$$

En donde:

DA = Valor de disimilitud entre las estaciones "A" y "B".

X = Eje "X"

Con estos puntos se procedió a calcular el eje Y usando la fórmula matemática:

$$Y = \frac{(L')^2 + (DA')^2 - (DB')^2}{2 L'}$$

En donde cada término se identifica con el mismo nombre para el cálculo de X.

Para comprobar el grado de ordenamiento de las comunidades en el espacio se calculó el Coeficiente de Correlación (Rosales, 1982).

Este método de ordenamiento surge de la necesidad de explicar satisfactoriamente la enorme complejidad que existe entre las relaciones de vegetación y medio ambiente.

RESULTADOS

En el Cuadro 1 se observa con respecto al número de individuos en las diferentes estaciones de muestreos, que el mayor número de especies corresponde a Rhizophora mangle, seguido por Avicennia nitida, Avicennia bicolor, Laguncularia racemosa y con un menor número la especie Conocarpus erectus. En todas las estaciones de muestreo las densidades varían entre 27 a 110 árboles por hectárea.

Los valores del Índice de Similitud (I.S.) de los diferentes núcleos son muy afectados por el grado de inundación, encontrándose las estaciones 7, 11, 13 y 15 con un mayor I.S. (Cuadro 2). Caracterizándose estas zonas por estar constantemente inundadas por la acción de las mareas. Los núcleos que presentan mayor Índice de Disimilitud (Cuadro 2) resultaron ser las estaciones 12, 18, 19 y 20, caracterizándose por ser las zonas más alejadas de los canales con inundaciones estacionales (Fig. 2).

En el Cuadro 3 se exponen las 5 asociaciones de especies arbóreas existentes en todas las estaciones muestreadas, encontrándose la especie R. mangle en 6 núcleos de muestreos, como la especie dominante con características hidrológicas de zonas con abundante fango y con inundación constante. R. mangle y A. nitida se encontraron en 4 estaciones como dominante y codominante respectivamente, en zonas alejadas de los canales con inundaciones intermedias. A. nitida como dominante y R. mangle como codominante se encontraron en los núcleos próximos a los canales con inundación intermedia. En las -

zonas no inundadas, sin fango, se identificaron asociaciones de Avicennia bicolor como dominante y Avicennia nitida codominante. En las zonas no fangosas que se encuentran totalmente alejadas de los canales se determinaron las especies de A. nitida y Laguncularia racemosa como dominante y codominante respectivamente.

Todas estas asociaciones se grafican en la Fig. 4 siguiendo un ordenamiento bidimensional que fueron calculados mediante rutinas de cálculos para los ejes X y Y mediante un ordenamiento polar indirecto (Anexo 6, 7 y 8).

La especie Conocarpus erectus no forma parte de ninguna asociación debido a su poca densidad en que fue encontrado en esta zona manglar.

El contenido de materia orgánica en las asociaciones que se encuentran alejadas de los canales con inundaciones intermedias y de buena retención de agua es mucho mayor (19.67%) que en las diferentes zonas las cuales varían entre el 5 al 8% (Cuadro 3).

En el Cuadro 4 se representan las diferentes áreas basales de la vegetación arbórea que es un parámetro relacionado directamente con la productividad, resultando que la especie A. nitida posee un mayor área basal, no obstante el número de individuos de Rhizophora mangle es mayor.

Las alturas promedios de cada una de las especies presentadas en el Cuadro 5 en donde R. mangle posee una altura promedio de aproximadamente 18 m y la especie L. racemosa con una altura aproximada

de 7 m. variando las demás especies en alturas entre 9 a 12 m.

En sitios no inundados la altura de la vegetación decrece marcamente conforme aumenta la distancia de los canales; en sitios húmedos la altura de la vegetación no tiene patrón definido (Cuadro 5 y Fig. 2).

Los manglares no tienen un normal crecimiento y desarrollo en los tipos de suelo en donde existe un mayor porcentaje de arena ya que su altura promedio alcanzan los 8 m. con un diámetro aproximado de 30 cm. Los suelos óptimos resultaron ser los que tienen un mayor porcentaje de limo y una cantidad relativamente igual de arena y arcilla para la especie Rhizophora mangle, ya que en estos suelos alcanzan una altura promedio de aproximadamente 25 m. y un diámetro promedio aproximado de 90 cm. Sin embargo las otras especies están fuertemente adaptadas a suelos con mayor porcentaje de limo y arena y una menor cantidad de arcilla (Cuadro 6).

El contenido de materia orgánica (Cuadro 7) se encuentra relacionado con el flujo de la marea y su efecto sobre la deposición y erosión del sustrato, resultando un alto porcentaje promedio de materia orgánica (34.8) en sitios alejados de los canales con abundante acumulación de agua y en menor porcentaje las zonas fangosas constantemente inundadas, zonas próximas a los canales con inundaciones intermedias y en zonas en donde no existía fango.

Los manglares de la Barra de Santiago poseen una zonación de árboles en donde R. mangle forman el margen exterior de la región sub-

mareal en zonas constantemente inundadas, seguido por asociaciones de Avicennia nitida y Rhizophora mangle en zonas próximas y alejadas de los canales con inundaciones intermedias. Detrás de éstas están las asociaciones de Avicennia bicolor y A. nitida en zonas no inundadas, sin fango y por último encontramos asociaciones de Laguncularia racemosa y A. nitida en zonas totalmente alejadas de los canales - (Fig. 5).

Con respecto a la distribución del manglar se encontró una correlación positiva ($r = 0.98$); entre la zonificación de los árboles, el grado de inundación y la naturaleza del sustrato, resultando ser altamente significativo (Anexo 9).

CUADRO 1. RESULTADOS DE MUESTRAS DE VEGETACION ARBOREA, REALIZADO EN EL BOSQUE SALADO DE LA BARRA DE SANTIAGO, UNIDAD DE MUESTREO 0.1 Ha, AÑO 1986.

ESTACIONES Nº DE ESPECIES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Σ
<u>Rhizophora mangle</u> "mangle"	49	27	34	62	53	22	28	37	48	19	28	0	28	17	30	44	69	1	1	0	597
<u>Laguncularia racemosa</u> "sincahuite"	0	0	0	1	0	3	0	0	0	1	1	0	0	0	6	27	0	11	7	14	71
<u>Avicennia nitida</u> "istaten"	0	0	2	14	0	28	36	0	0	33	28	27	34	29	19	12	13	78	102	85	540
<u>Avicennia bicolor</u> "madresal"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	3	29	0	0	1	0	0	0	78
<u>Conocarpus erectus</u> "botoncillo"	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Σ	49	27	36	77	53	53	66	37	48	53	57	72	65	75	55	83	83	90	110	99	2288

CUADRO 2 . INDICE DE SIMILITUD Y DISIMILITUD, UTILIZANDO INDICE DE GLEASON, PARA 20

ESTACIONES DE VEGETACION ARBOREA DEL MANGLAR "BARRA DE SANTIAGO".

I.D	J.S	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	-	71	80	78	96	43	49	86	99	37	53	0	49	27	58	67	74	1	1	0	
2	28	-	86	52	68	55	58	84	72	48	64	0	59	33	66	49	49	2	1	0	
3	19	13	-	64	76	54	59	93	81	47	65	4	59	34	70	61	61	5	4	3	
4	21	47	35	-	82	57	59	65	77	52	64	19	59	41	68	71	94	19	17	17	
5	3	31	23	17	-	42	47	82	95	36	51	0	47	27	56	65	78	1	1	0	
6	56	44	45	42	57	-	84	49	44	91	93	43	85	70	81	54	51	45	39	41	
7	50	41	40	40	52	15	-	54	49	87	91	39	95	65	78	54	55	47	42	44	
8	13	15	6	34	17	50	45	-	87	42	60	0	55	30	65	62	62	2	1	0	
9	0	27	18	22	4	55	50	12	-	38	53	0	50	28	58	67	73	1	1	0	
10	62	51	52	47	63	8	12	57	61	-	87	43	88	72	72	47	47	49	43	45	
11	46	35	34	35	48	6	8	39	46	12	-	42	92	68	86	59	59	41	36	37	
12	99	99	95	80	99	56	60	99	99	56	57	-	44	76	30	15	18	33	30	32	
13	50	40	40	40	52	14	4	44	49	11	7	55	-	70	78	54	57	45	40	41	
14	72	66	65	58	72	29	34	69	71	27	31	23	29	-	55	37	39	36	32	33	
15	41	33	29	31	43	18	21	34	41	27	13	69	21	44	-	70	62	36	32	32	
16	32	50	38	28	34	45	45	37	32	52	40	84	45	62	29	-	67	28	21	29	
17	25	50	38	5	21	48	44	37	26	52	40	81	42	60	37	32	-	16	15	14	
18	98	97	94	80	98	54	52	97	98	50	58	66	54	63	63	71	83	-	86	94	
19	98	98	95	82	98	60	57	98	98	56	63	69	59	67	67	78	84	13	-	88	
20	99	99	96	82	99	58	55	99	99	54	62	67	58	66	67	70	85	5	11	-	
Σ	912	964	875	826	931	760	725	902	908	810	680	1413	714	1008	728	904	890	1294	1351	1331	

CUADRO 3. ASOCIACIONES DE ESPECIES ARBOREAS DE LA BARRA DE SANTIAGO
PARA 1986.

ASOCIACION	1	2	3	4	5
Núcleos	X ₁ , X ₂ , X ₃ , X ₅ X ₈ y X ₉ .	X ₄ , X ₁₅ , X ₁₆ y X ₁₇	X ₆ , X ₇ , X ₁₀ X ₁₁ , X ₁₃ y X ₁₄	X ₁₂	X ₁₈ , X ₁₉ y X ₂₀
Especie dominante	<u>Rhizophora mangle</u>	<u>Rhizophora mangle</u>	<u>Avicennia nitida</u>	<u>Avicennia bicolor</u>	<u>Avicennia nitida</u>
Especie codominante	No hay	<u>Avicennia nitida</u>	<u>Rhizophora mangle</u>	<u>Avicennia nitida</u>	<u>Laguncularia racemosa</u>
Características físicas (hidrológicas)	Zona fangosa - constantemente inundada.	Zona alejada de los canales con inundación intermedia.	Zona próxima a los canales con inundación intermedia.	Zona no inundada, sin fango (Isla).	Zona totalmente alejada de los canales.
Textura	Franco limoso Franco arcilloso	Franco Arena franca	Franco	Franco Arenoso	Arcilloso y - Franco limoso.
Suelo	5.19	19.67	7.21	5.55	6.87

CUADRO No.4 AREAS BASALES DE LA VEGETACION ARBOREA DEL MANGLAR DE LA BARRA DE SANTIAGO.

ESTACIONES ESPECIES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	TOTAL
Rhizophora mangle "mangle"	24935.6	26.010	26875.5	27.042	27305.2	27401.9	3.427.8	21683.6	28175.8	4534.8	7472.4	—	18.802.3	14.486.4	7212.4	15454.1	26449.5	1559.6	81.4	—	287.485.3
Laguncularia racemosa "sincuhuita"	—	—	—	81.4	—	667.3	—	—	—	71.6	76.4	—	—	—	448.2	4042.6	—	1142.6	609.1	1042.4	8.191.8
Avicennia nitida "islatan"	—	—	196.2	4.339	—	9245.2	41544.1	—	—	19463.6	5306.5	56378.1	18.258.8	13443.8	10.635.5	3168.4	5257.7	43234.1	42.632.8	39204.9	286.448.7
Avicennia bicolor "madresal"	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13761.7	645.8	8.624.9	—	—	66.9	—	—	—	22.739.3
Conocarpus erectus "botoncillo"	—	—	—	—	—	—	304.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	304.5
TOTAL	24935.6	26.010	27071.7	31462.4	27305.2	15354.4	15476.4	21683.6	28175.8	26070.	12810.3	70139.8	37706.9	42425.1	18296.1	22665.1	25994.1	45951.5	43383.3	40247.3	601169.6
X̄	24935.6	26.010	1353585	10844.7	27305.2	5118.13	4492.13	21683.6	28175.8	8.690	14240.1	35069.9	12568.97	14141.7	6098.7	7555.03	8.664715.918	14441.1	2012369		

CUADRO No 5 ALTURA PROMEDIO DE LA VEGETACION ARBOREA DEL MANGLAR DE LA BARRA DE SANTIAGO

ESTACIONES ESPECIES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	\bar{X}		
<u>Rhizophora</u> <u>mangla</u> "mangla"	24.24	24.24	25.58	22.89	22.86	18.14	16.63	25.81	23.77	17.31	18.64	—	17.85	18.17	8.88	9.25	10.11	12	6	—	—	17.92	
<u>Laguncularia</u> <u>racemosa</u> "sincavita"	—	—	—	6	—	12.66	—	—	—	8	8	—	—	—	6.6	5.4	—	6.36	6.85	5.5	—	7.26	
<u>Avicennia</u> <u>nitida</u> "istaten"	—	—	6.5	13.57	—	12.98	15.68	—	—	14.45	11.39	13.54	11.50	12.58	10.26	7.41	9.69	10.02	9.05	8.8	—	—	11.16
<u>Avicennia</u> <u>bicolor</u> "madrasal"	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11.54	9.33	10.20	—	—	4.0	—	—	—	—	—	8.76
<u>Conocarpus</u> <u>erectus</u> "botoncillo"	—	—	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12
TOTAL \bar{X}	24.24	24.24	16.04	14.15	22.86	14.59	14.77	25.81	23.77	13.22	12.67	12.54	12.89	13.65	8.58	7.35	7.93	9.46	7.3	7.15	—	—	—

CUADRO 6. TEXTURA DEL SUELO EN 9 ESTACIONES DE MUESTREOS, DIVIDIENDO LOS NUCLEOS EN 3 SECCIONES DE ACUERDO A SU PROFUNDIDAD: DE 0-15 cm (SUPERIOR), DE 15-30 cm (MEDIO) Y DE 45-60 cm. (INFERIOR).

ESTACION	SECCION	SUPERIOR			MEDIO			INFERIOR			ESPECIES
		A	C	L	A	C	L	A	C	L	
1	% Textura	20	24	56	14	26	60	22	26	52	<u>Rhizophora mangle</u>
2	% Textura	18.4	28.16	53.44	26.4	28.16	45.44	26.4	29.16	44.44	<u>R. mangle</u>
12	% Textura	62	20	18	64	13	23	66.4	10.16	23.44	<u>Avicennia bicolor</u> <u>Avicennia nitida</u>
13	% Textura	38	16	46	46	10	44	46	10	44	<u>A. nitida</u> <u>R. mangle</u>
14	% Textura	42.4	12.16	45.44	42.4	18.16	39.44	40.4	18.16	41.44	<u>A. nitida</u> <u>A. bicolor</u>
15	% Textura	47	14	39	54	12	34	46	13	41	<u>R. mangle</u> <u>A. nitida</u>
17	% Textura	84	6	10	82	7	11	82	7	11	<u>R. mangle</u> <u>A. nitida</u>
18	% Textura	24.4	47.44	28.16	17.4	55.44	27.16	20.4	23.44	56.16	<u>A. nitida</u> <u>Laguncularia racemosa</u>
20	% Textura	22.4	14.16	63.44	18.4	28.16	53.44	16.4	17.44	66.16	<u>A. nitida</u> <u>L. racemosa</u>

A = Arena
C = Arcilla
L = Limo

CUADRO 7. CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA EN 9 ESTACIONES DE MUESTREOS SELECCIONADOS POR EL GRADO DE INUNDACION: SUPERIOR DE 0-15 cm, MEDIO DE 15-30 cm E INFERIOR DE 45-60 cm DE PROFUNDIDAD.

Sección Estación	Superior %	Medio %	Inferior %	\bar{X}	Especies
1	4.56	6.94	6.68	6.06	<u>Rhizophora mangle</u>
2	6.82	3.02	3.17	4.33	<u>R. mangle</u>
12	6.09	4.92	5.65	5.55	<u>Avicennia bicolor</u> <u>Avicennia nitida</u>
13	5.65	7.26	8.43	7.11	<u>A. nitida</u> <u>R. mangle</u>
14	7.48	6.24	8.21	7.31	<u>A. nitida</u> <u>A. bicolor</u>
15	30.96	34.98	38.47	34.80	<u>R. mangle</u> <u>A. nitida</u>
17	4.56	4.63	4.48	4.55	<u>R. mangle</u> <u>A. nitida</u>
18	10.19	5.07	4.19	6.48	<u>A. nitida</u> <u>Laguncularia</u> <u>racemosa</u>
20	8.87	5.65	7.26	7.26	<u>A. nitida</u> <u>L. racemosa</u>

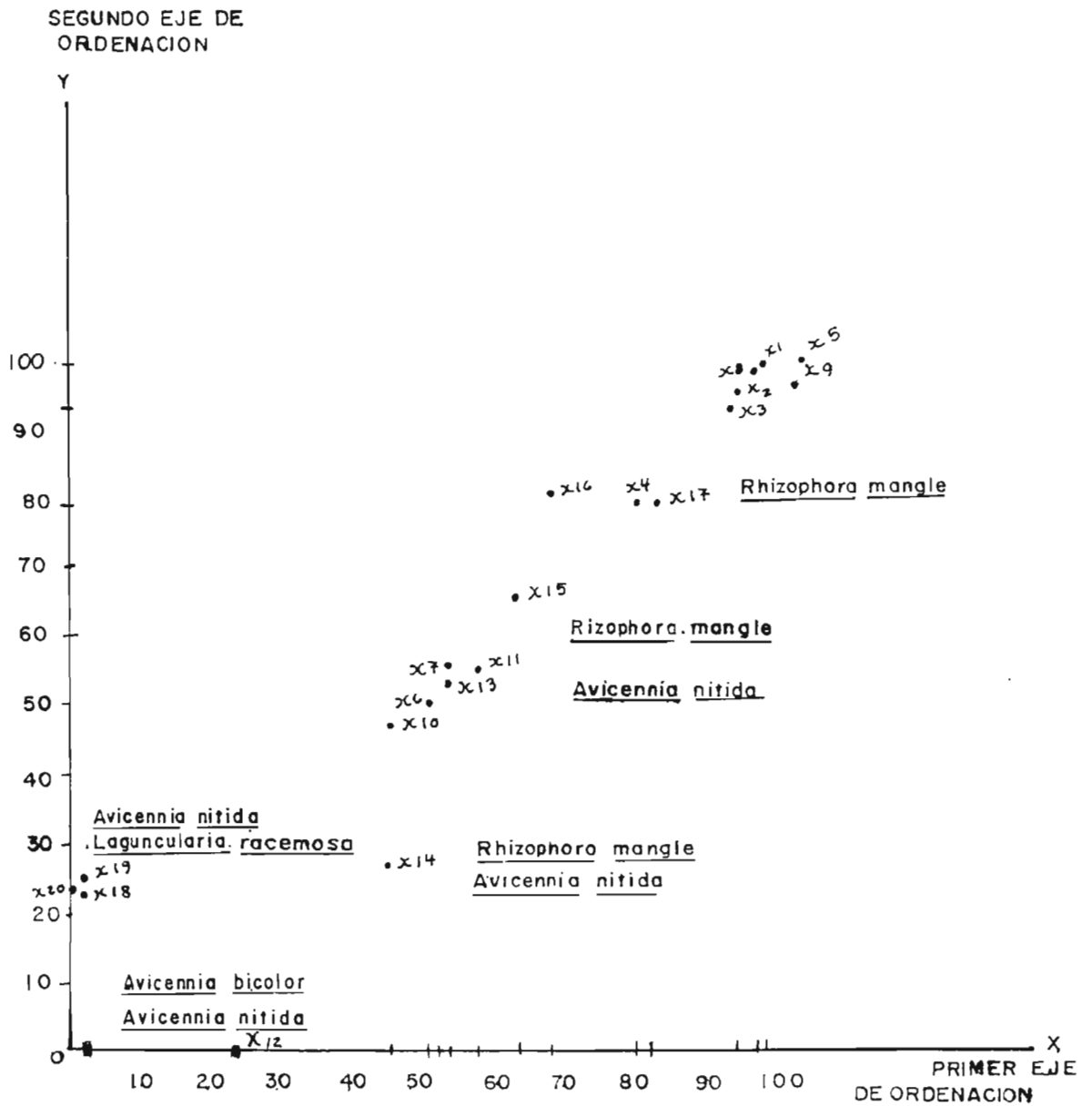


FIG. ORDENAMIENTO BIDIMENSIONAL, DE LA VEGETACION ARBOREA DE LA BARRA DE SANTIAGO, SE PUNTUALIZAN 5 ASOCIACIONES.

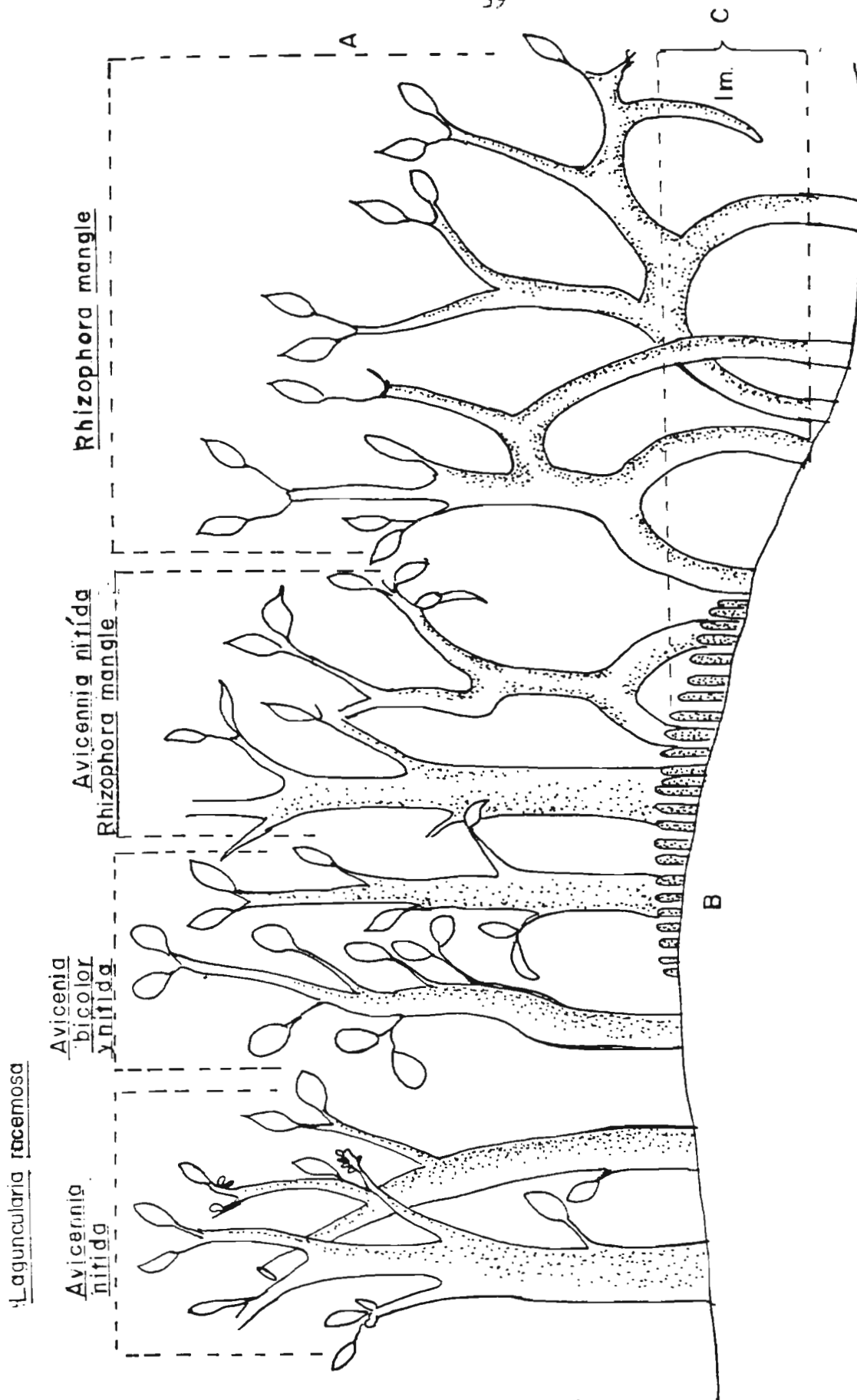


FIG. 5 DISTRUBUCION DE LA VEGETACION EN RELACION CON EL GRADO DE INUNDACION Y LA NATURALEZA DEL SUSTRATO

A = ALTURA DE LA VEGETACION B = SUSTRATO C = ZONA INTERMAREAL

DISCUSION

En la Barra de Santiago, los principales factores abióticos que influyen son la mezcla continua de aguas continentales y marinas, - con la consiguiente variación del sustrato; intensidad de las lluvias que aumentan el caudal de los ríos, temperaturas altas y poco variables.

Con relación al tipo de suelo óptimo para los manglares se determinó que Rhizophora mangle está adaptado a un mayor porcentaje de limo y una cantidad relativamente igual de arena y arcilla; Avicennia nitida, como la especie mejor adaptada a los diferentes tipos de suelo encontrados; sin embargo, las otras especies se adaptan a suelos con mayor porcentaje de limo y arena y una menor cantidad de arcilla. Estos resultados concuerdan con los reportados por Coutinho (1978) y Horna (1978), quienes afirman que los suelos franco-arcillosos y arcilloso-limosos, con características fangosas, excelente disponibilidad de nutrientes minerales, buena retención de agua y materia orgánica se presentan como los mejores para estas comunidades.

El mayor contenido de materia orgánica se encontró en aquellos sitios alejados de los canales con inundación intermedia y abundante acumulación de agua. En este caso, la altura y área basal es mayor en comparación a aquellos sitios con menor contenido de materia orgánica. Dawes Clinton (1986), reporta resultados similares, afirmando que el fango blando, con mayor contenido de materia orgánica permite un mayor crecimiento y desarrollo de las especies.

Los manglares estudiados se encuentran expuestos a lluvias estacionales y al drenaje de los canales que la estructuran, este ambiente hídrico, se refleja en una organización arbórea de especies adaptadas a este sistema y cuyas alturas oscilan de 8 a 18 m. siendo su área basal promedio de $8.44 \text{ m}^2/\text{ha}$. Estos datos proveen valores medios para hacer comparaciones entre ecosistemas y las bases para la evaluación de patrones de productividad.

Según Walsh (1974); Chapman (1978); Dawes Clinton (1986); el factor de salinidad es importante solamente para la eliminación de la competencia con las plantas del medio terrestre, estas especies halófitas (toleran el medio salino), también se pueden encontrar en ambientes de agua dulce lo que indica que las especies manglares no son halófitas obligadas. De acuerdo a las observaciones realizadas se encontró Rhizophora mangle esporádicamente creciendo en este tipo de ambiente, lo que coincide con estos autores.

Thom (1967), Dawes Clinton (1986), mencionan que en manglares drenados por ríos y con abundante precipitación pluvial, la salinidad simplemente es un factor limitante competitivo y no determinante de la zonación, siendo la naturaleza del sustrato y los efectos del agua los principales parámetros que determinan esta característica. Los resultados encontrados en el presente trabajo concuerdan con estos autores ya que se estableció la efectividad de los diferentes grados de inundación y la naturaleza del sustrato como variantes que determinan la zonificación en este ecosistema.

Existen diferentes modelos de zonación que se encuentran relacionados con las condiciones climáticas e hidrológicas de una región determinada; los resultados obtenidos denotan una diferente distribución espacial como los reportados por Lüttschert (1955); Dawes Clinton (1986).

Estos modelos pueden cambiar a través del tiempo debido a tensiones naturales o inducidos por el hombre, que conllevará a una disminución exponencial de las densidades de todos los componentes bióticos, de este ecosistema altamente productivo.

La distribución del área basal en la Barra de Santiago, se encuentra relacionado directamente con lugares en donde existe mayor densidad y con un menor grado de inundación e inversamente proporcional a la altura de la vegetación arbórea en lugares constantemente inundados por las escorrentías y la acción de las mareas. Estos resultados no concuerdan por lo descrito por Jiménez & Soto (1985), quienes encontraron mayores alturas, diámetros de copa y áreas basales de los árboles en sitios expuestos a un abundante suministro de agua dulce, debido a escorrentía o prolongada estación lluviosa. Estos resultados contradictorios están relacionados con el alto grado de perturbación, debido a la tala indiscriminada de las especies más desarrolladas que se encuentran actualmente en los manglares de la Barra de Santiago.

Otro de los factores que afectan la productividad en términos de área basal en la Barra de Santiago ha sido inducido por tensiones naturales, como por ejemplo, el huracán que azotó las costas en Sep-

tiembre de 1982 y artificiales como construcción de rebordes, aislamiento de canalizaciones; cuyo impacto se puede comparar con lo expresado por Lugo et al., (1978), quienes afirman que los tensores naturales o inducidos por el hombre determinan un desequilibrio en la densidad de componentes bióticos en forma exponencial. Este parámetro relacionado con la productividad nos indica que Avicennia nitida como la especie más desarrollada y adaptada a los diferentes niveles de inundación y sustrato posee mayor área basal con relación a Rhizophora mangle debido a estos tensores.

Los principales productores primarios del ecosistema manglar - lo constituyen la vegetación arbórea lo que fue demostrado por Christensen (1983), estimando que la producción primaria de árboles por unidad de superficie es aproximadamente 7 veces mayor que la del fitoplancton costero.

Tanto la composición florística como la estructura de los manglares poseen una fisonomía diferente a las demás comunidades vegetales, ya que es el único recurso valioso que alberga en su estado natural diversidad de peces y crustáceos, como cangrejos, que le dan al manglar una relevante importancia como lo expresado por Madrigal (1980), mencionando que la riqueza productiva de los manglares depende de la conservación del equilibrio ecológico.

Con respecto a Conocarpus erectus que es una especie arbórea no vivípara, se encontró poca densidad, lo que concuerda con lo planteado por Mizrachi et al. (1980), quienes mencionan que los factores limitativos para Conocarpus se deben a la extrema sensibilidad a -

aquellas áreas bien drenadas y pobres en materia orgánica.

Al hacer un análisis de los resultados obtenidos en el ordenamiento, se identificaron 5 asociaciones cuya composición florística y dominancia está determinada por factores físicos; encontrándose que especialmente se correlaciona con el grado de inundación, materia orgánica y textura.

CONCLUSIONES

Con respecto a este trabajo se concluyó:

- El mayor contenido de materia orgánica del sustrato se explica tanto por la descomposición de hojarasca y raíces en aquellos lugares con inundaciones intermedias y de buena retención de agua.
- Se encontró una mayor altura y área basal de la vegetación en suelos que poseen un mayor porcentaje de limo y una cantidad relativamente igual de arena y arcilla.
- La composición florística, patrones de zonación y desarrollo estructural de las especies manglares se encuentran estrechamente relacionados con el grado de inundación y la naturaleza del sustrato.
- La estructura y la composición florística de los manglares están determinados por los factores climáticos e hidrológicos.
- Las mayores alturas y áreas basales de los árboles se encontraron en sitios expuestos a un abundante suministro de agua dulce.
- La vegetación es afectada por las condiciones edáficas siendo común una reducción en altura y área basal de los árboles conforme aumenta la distancia del canal.
- El desequilibrio de estas zonas produce cambios drásticos en la cantidad de iluminación, temperatura, comunidades bióticas, afectando las características del suelo.

- En zonas fangosas constantemente inundadas, Rhizophora mangle actúa como especie dominante, mientras que en zonas no fangosas y totalmente alejadas de los canales, es Avicennia nitida.
- La especie suprimida resultó ser Conocarpus erectus debido a la poca densidad y agresividad que le caracteriza.

Es necesario que:

- El Servicio Forestal y de Fauna Silvestre, como responsable del manejo y desarrollo de los recursos manglares coordinen esfuerzos a fin de preservar estos ecosistemas, ya que son de gran importancia ecológica, económica y social.
- Los pocos ecosistemas manglares que quedan en el país deben ser - considerados como parte de la herencia nacional, por sus elevados valores biológicos, sociales, económicos, ^estéticos y científicos.
- Las áreas que se encuentran alrededor de los bosques salados deben ser considerados como parte componente de estos ecosistemas, porque la realización de cultivos con utilización de fertilizantes e insecticidas contaminan las aguas lluvias y continentales que drenan los manglares contribuyendo grandemente al desequilibrio ecológico de estos recursos.
- Es necesario hacer un inventario completo de todos los manglares del país, con el objetivo final de determinar su valor social y económico, teniendo en cuenta que lo más importante es consumir - proteína de origen animal y explotar en forma racional los productos forestales y sus derivados para elevar la calidad de la vida

humana.

- Antes de planificar cualquier proyecto de desarrollo de los manglares debe hacerse un estudio multidisciplinario e interinstitucional de las consecuencias ecológicas, locales y regionales, sociales y económicas.
- Que los trabajos de investigación enfaticen estudios de campo continuos y de períodos largos, que den las bases para un rendimiento sostenido, cuantificando aspectos biológicos útiles a la conservación y usos de estos recursos.
- Es necesario realizar estudios experimentales de respuesta de los manglares a factores naturales y artificiales, así como de restauración y manejo de los manglares.

LITERATURA CITADA

- AKSORNKOAE, S. 1983. Ordenación de los Ecosistemas de Manglares del Sud Este Asiático para Uso Múltiple. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma. 12 pp.
- BACON, P.R. 1978. Metodología para tomar decisiones para el manejo y la utilización de ecosistemas de manglares neotropicales. In: Estudio Científico e Impacto Humano en el Ecosistema de Manglares. UNESCO, Cali, Colombia. 40 pp.
- BENNETT, D.P. & D.A. HUMPHRIES. 1978. Introducción a la Ecología de Campo. Blume Ediciones, Madrid. 326 pp.
- CHRISTENSEN, B. 1983. Los manglares. Para qué sirven?. Rev. Unas- yiva. 35 (139): 1-15.
- CARTER, M.R. 1973. Ecosystems Analysis of the Big Cypress Swamp and Estuaries, Us. EPA, Atenas, Grecia. 120 pp.
- CASTILLO DURAN, L. 1980. Situación Actual de los Bosques Salados en El Salvador. Dirección General de Recursos Naturales y Renova- bles, San Salvador. 17 pp.
- CHAPMAN, V.J. 1976. Mangrove Vegetation. J. Gramer, Germany 447 pp.
- _____. 1978. La Vegetación de los Manglares: Una revisión. In: Estudio Científico e Impacto Humano en el Ecosistema de Manglares. UNESCO, Cali, Colombia. 40 pp.

CINTRON, G. & C. GOENAGA. 1978. Observaciones sobre el desarrollo del manglar en costas áridas. In: Estudio Científico e impacto humano en el ecosistema de manglares. UNESCO, Cali, Colombia. 40 pp.

& A.E. LUGO. 1980. Observaciones sobre el desarrollo manglar en costas áridas. Estudio Científico e Im pacto Humano en el Ecosistema de Manglares. UNESCO, Montevideo. 150 pp.

COUINHO, P.N. 1978. Los manglares de la planicie costera de Recife. In: Estudio Científico e Impacto Humano en el Ecosistema de Manglares. UNESCO, Cali, Colombia. 40 pp.

COX, A.P. 1970. Laboratory Manual General Ecology. W.M.C. Brown Publishers. U.S.A. 62 pp.

CRUZ PEREZ, L.M. 1974. Manual de Laboratorio de Ecología Vegetal. Editorial Universitaria, San Salvador. 72 pp.

DAWES CLINTON, J. 1986. Botánica Marina. Editorial Limusa, S.A. de C.V. México D.F. 673 pp.

D'CROZ, L.M. & J.A. DEL ROSARIO. 1970. Estudios ecológicos sobre las poblaciones de camarones Peneidos juveniles en los estuarios del Golfo de Panamá. Laboratorio de Biología Marina. Universidad de Panamá. 22 pp.

- DENYS J.R. & W.C. BOURNE. 1962. Levantamiento General de Suelos. Dirección General de Recursos Naturales y Renovables, San Salvador. 64 pp.
- EMMEL, T.C. 1973. Ecología de las Poblaciones. Nueva Editorial Interamericana, S.A. de C.V. México. 182 pp.
- FLORES, J.S. 1974. Ponencias en Diversos Eventos sobre Recursos Naturales. Editorial Universitaria, San Salvador. 81 pp.
- GILL, A.M. & P.B. THOMLINSON. 1977. Studies on the growth of red - mangrove (Rhizophora mangle L.). The Adult Root System. Biotropica 9: 145-155.
- GOLLEY, F.B., H.T. ODUM & R.F. WILSON. 1962. The structure and - metabolism of a Puerto Rican red mangrove forest in may. Ecology 43: 9-12.
- HEALD, E.J. 1971. The production of organic detritus in a south Florida estuary. Univ. Miami sea Grant Program. 20 pp.
- HORNA, R. 1978. Relación suelo-mangle (Rhizophora mangle, Conocarpus erectus, Laguncularia racemosa, Avicennia nitida). In: Estudio Científico e Impacto Humano en el Ecosistema de Manglares. UNESCO, Cali, Colombia. 40 pp.
- IDYLL, C.J., D.C. TABB & B. YORKEL. 1968. The value of estuaries to shrimps. Proc. Marsh and Estuary Management. 83-90.

INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL, 1978. Ministerio de Obras Públicas, República de El Salvador, C.A. Escala: 1: 25,000.

JIMENEZ DURAN, J. 1986. Efecto de la luz en la pesca de dos especies de sardinas en el estero de la Barra de Santiago. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias y Humanidades, Universidad de El Salvador. (Tesis de Licenciatura). 50 pp.

JIMENEZ, J.A. 1985. A hypothesis to explain the reduced range of the mangrove Pelliciera rhizophorae. Biotropica, 16: 304-308.

_____ & 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.

LAWRENCE, G.H.M. 1951. Taxonomy of Vascular Plants. Mc Millan Publishing CO. Inc. New York. 883 pp.

LESCURE, J.P. 1978. La arquitectura del bosque de los manglares en la Guayana Francesa. In: Estudio Científico e Impacto Humano en el Ecosistema de Manglares. UNESCO, Cali, Colombia. 40 pp.

LITTLE, Jr., L. ELBERT, F.H. WADSWORTH & J. MARRERO. 1967. Arboles Comunes de Puerto Rico y las Islas Vírgenes. Editorial UPR. - 827 pp.

LOPEZ ZEPEDA, E. & J.C. GONZALEZ. 1979. El ecosistema manglar. Boletín No. 14. Depto. de Biología, Facultad de Ciencias y Humanidades, Universidad de El Salvador, San Salvador. 26 pp.

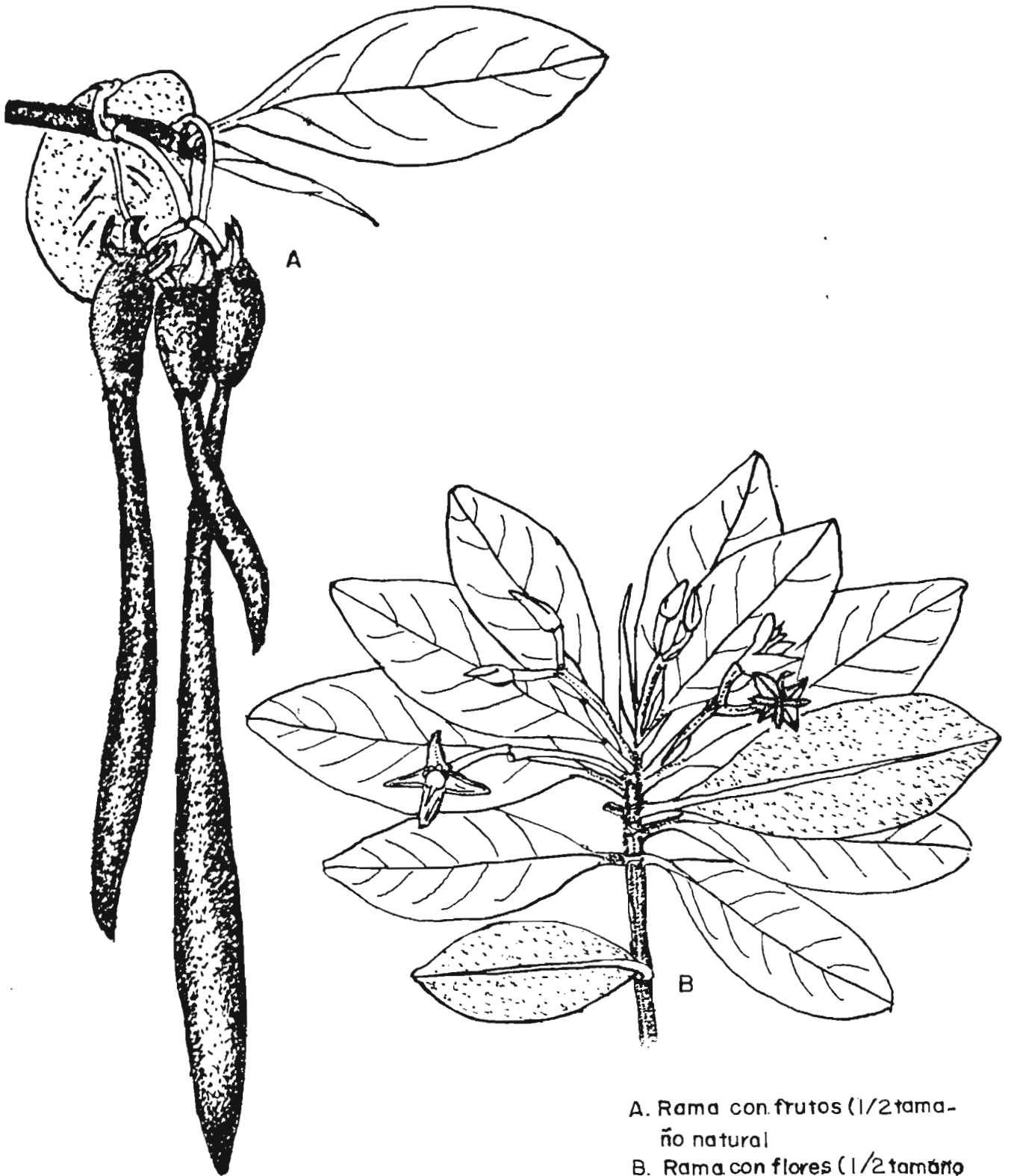
- LOTSCHER, W. 1955. La vegetación de El Salvador. Comun. Inst. Trop. Invest. Cient. 4: 65-79.
- LUGO, A.E. & S.C. SNEDAKER. 1974. The ecology of mangroves. Ann. Rev. Ecol. Syst. 5: 39-64.
- LUGO, A.; G., CINTRON & C. GOENAGA. 1978. El ecosistema del manglar bajo tensión. In: Estudio Científico e Impacto Humano en el Ecosistema de Manglares. UNESCO, Cali, Colombia. 40 pp.
- MADRIGAL, A.E. 1980. Estudio preliminar sobre la productividad neta de un ecosistema de manglar en Abangaritos, Golfo de Nicoya. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección General de Recursos Pesqueros y Vida Silvestre. Departamento de Pesca y Caza Marítima. 10 pp.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1977. Los Bosques Salados. Dirección General de Recursos Naturales Renovables. Departamento de Relaciones Públicas y Documentación. Unidad de Relaciones Públicas, San Salvador. 5 pp.
- MIZRACHI, D., R. PANNIER & F. PANNIER. 1980. Assesment of salt - resistance mechanisms as determinant physio-ecological parameters of zonal distribution of mangrove species. Bot. Mar., 23: 289-296.
- MUELLER-DUMBOIS, D. & H. ELLEMBERG. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley and Sons, New York. 547 pp.

- ODUM, E.P. 1982. Ecología. 3a. Ed. Editorial Interamericana, México, D.F. 619 pp.
- ODUM, W.E. 1970. Pathways of Energy Flow in a South Florida Estuary. University of Miami. (Dissertation). 180 pp.
- OOSTING, J. 1956. The Study of Plant Communities. 2nd. Ed. W.H. Freeman & Co., San Francisco. 150 pp.
- ORLOCI, L. 1966. Geometric models in ecology. The theory application methods. J. Ecol. 54: 193-215.
- PANNIER, F. & R. PANNIER. 1977. Interpretación fisiocológica de la distribución de manglares en las costas del continente sudamericano. Interciencia 2 (3): 153-162.
- PASCUA, N.B. 1980. Características Filosociológicas de los Manglares en el Parque Nacional Tayrona. Estudio Científico e Impacto Humano en el Ecosistema de Manglares. UNESCO, Montevideo. 95 pp.
- POOL, D.B.; S.C. SNEDAKER & A.E. LUGO. 1975. Structure of mangrove forest in Florida, Puerto Rico, Mexico and Costa Rica. II Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica. Cumaná. Venezuela. 49-77 pp.
-
- _____ . 1977. Structure of mangrove forest in Florida, Puerto Rico, Mexico and Costa Rica. Biotropica, 9: 195-212.

- RAUL, L.G. 1974. Métodos para Análisis Físicos y Químicos en Suelos Agrícolas. Instituto de Investigaciones Desérticas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, México. 74 pp.
- ROSALES, V.M. 1982. Clasificación de sitios para teca (Tectona grandis L.S.) en plantaciones de la reserva forestal de Caparo, en base a criterios edáficos. Centro de Estudios Forestales de Post-Grado, Fac. de Ciencias Forestales, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela. 114 pp.
- _____ & C.H. SALAZAR. 1976. Análisis cuantitativo de la vegetación arbórea del Cerro Verde. Boletín No. 8, Departamento de Biología, Fac. de Ciencias y Humanidades, Universidad de El Salvador. 25 pp.
- SMITH, R.S. 1976. Ecology and Field Biology. Harper & Row, Publishers, New York and London. 686 pp.
- SNEDAKER, S.C. & J.G. SNEDAKER. 1984. The Mangrove Ecosystem: Research Methods. United Nations Educational, Bungay, United Kingdom. 250 pp.
- THOM, B.G. 1967. Mangrove ecology and deltaic geomorphology: Tabasco, México. J. Ecol. 55: 301-343.

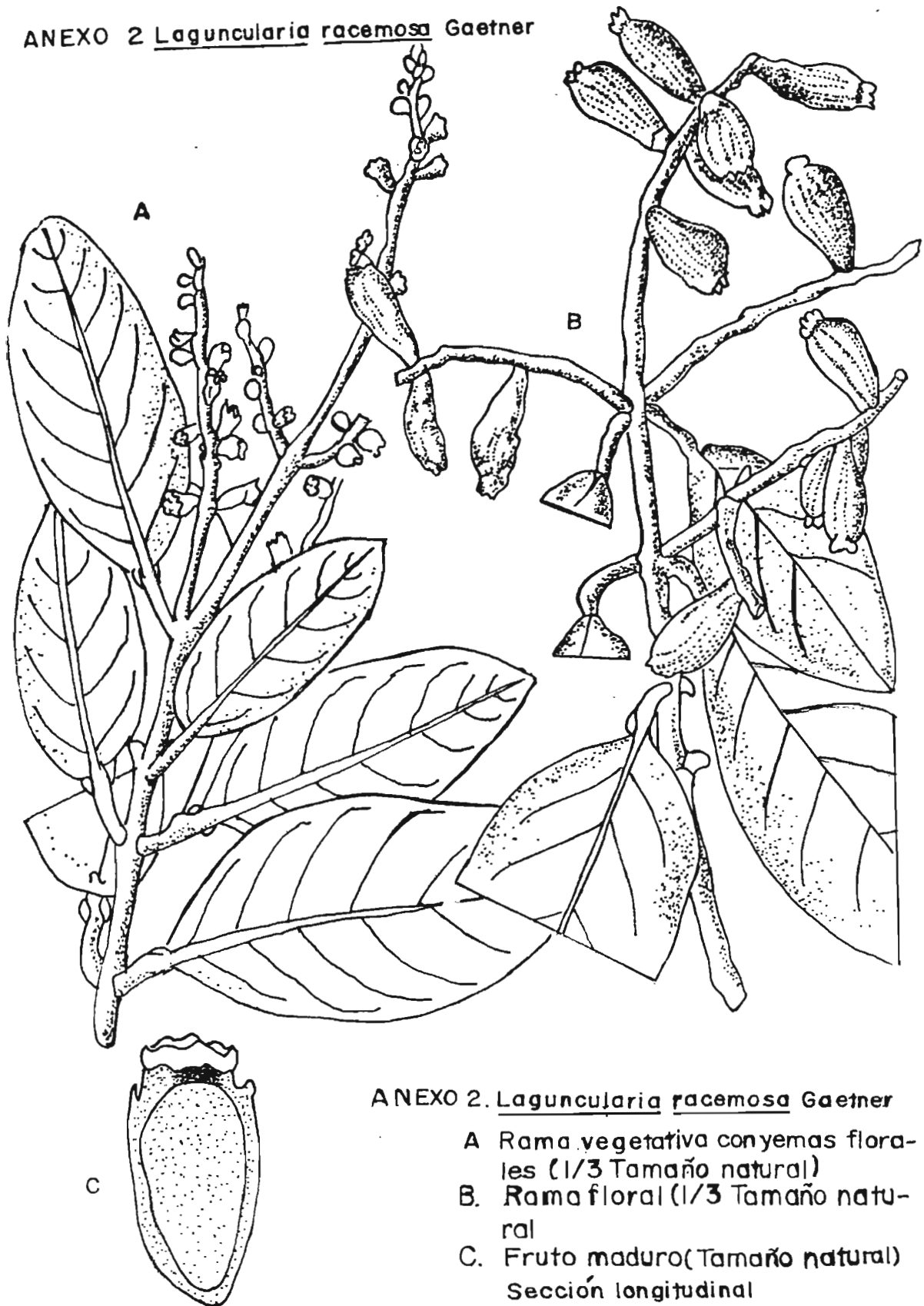
- ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACION, LA CIENCIA Y LA CULTURA. 1978. Estudio Científico e Impacto Humano en el Ecosistema de Manglares. Cali, Colombia. 40 pp.
- VEGAS VELEZ, M. 1980. Introducción a la Ecología del Bentos Marino. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Washington D. C. 98 pp.
- VILLATORO, O.A. 1986. Información referente a los bosques salados de El Salvador. Dirección General de Recursos Naturales y Renovables. San Salvador. 10 pp.
- WALSH, G.E. 1974. Mangroves a Review. In Reimold, R. J. & W. H. Queen (eds.). Ecology of Halophytes. Academic, New York. 174 pp.

ANEXO I Rhizophora mangle L



A. Rama con frutos (1/2 tamaño natural)
B. Rama con flores (1/2 tamaño natural)

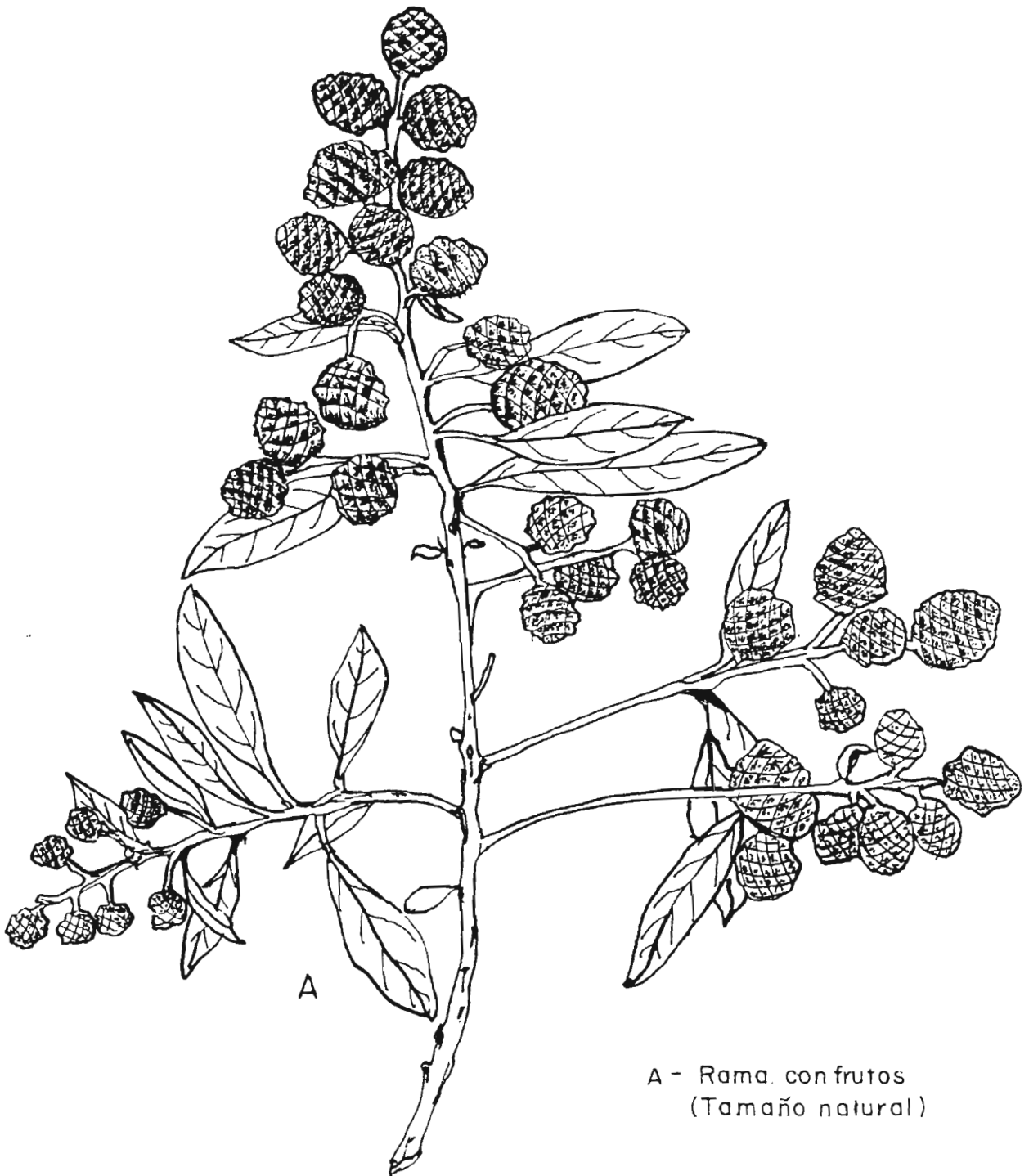
ANEXO 2 Laguncularia racemosa Gaetner



ANEXO 2. Laguncularia racemosa Gaetner

- A Rama vegetativa con yemas florales (1/3 Tamaño natural)
- B. Rama floral (1/3 Tamaño natural)
- C. Fruto maduro (Tamaño natural) Sección longitudinal

ANEXO 3 Conocarpus erectus L.

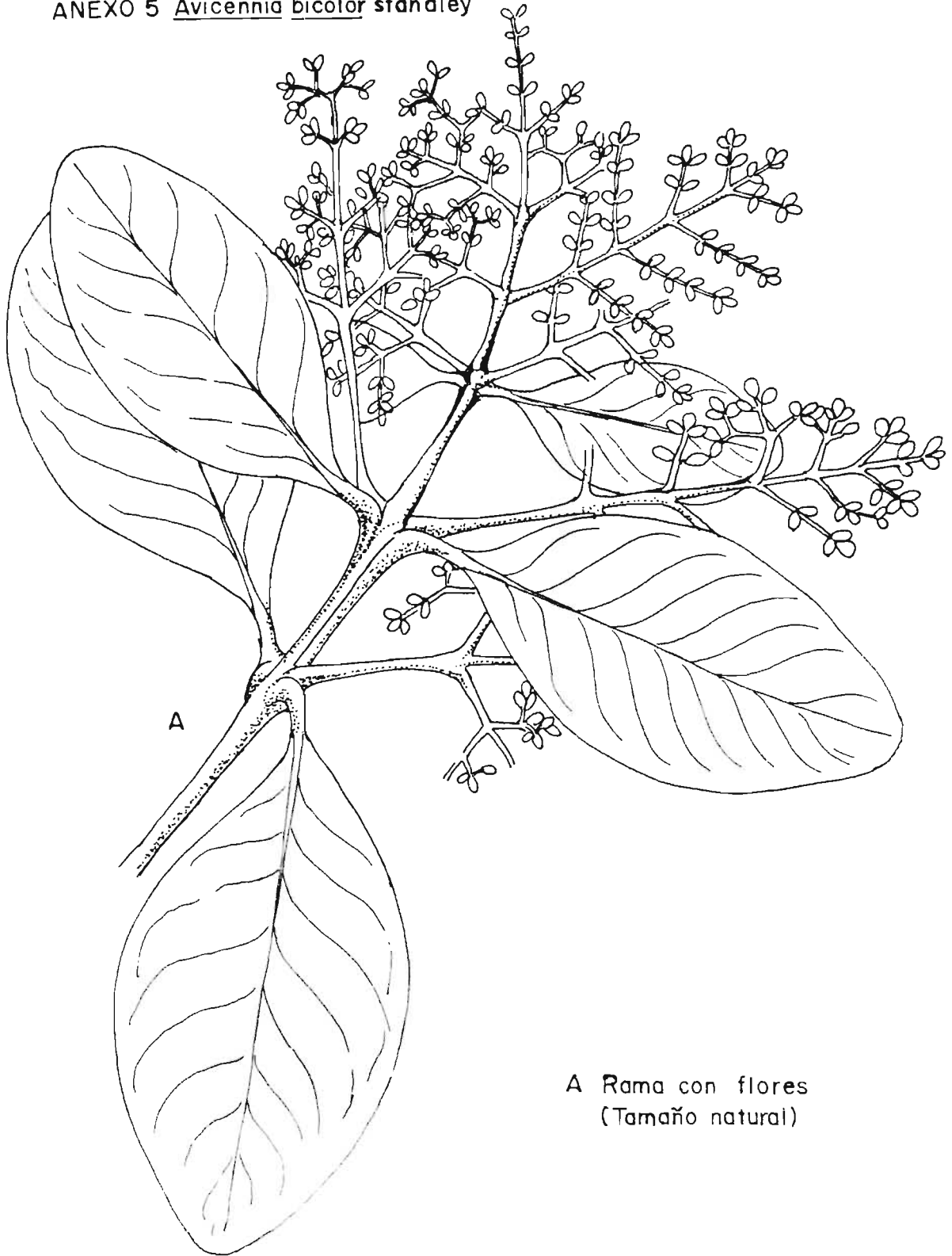


A - Rama con frutos
(Tamaño natural)



A) Rama con inflorescencia juvenes (2/3 tamaño natural)
B) Fruto maduro (tamaño natural)

ANEXO 5 *Avicennia bicolor standley*



A Rama con flores
(Tamaño natural)

ANEXO 6. RUTINA DE CALCULOS DE EJE "X" EN ORDENAMIENTO POLAR
INDIRECTO; BARRA DE SANTIAGO.

ESTACIONES	DA	DB	(DA) ²	(DB) ²	X
1	99	0	9,801	00	99
2	99	27	9,801	729	95.32
3	96	18	9,216	324	94.41
4	82	22	6,724	484	81.02
5	99	4	9,801	16	98.92
6	58	55	3,364	3,025	51.21
7	55	50	3,025	2,500	52.15
8	99	12	9,801	144	98.27
9	99	--	9,801	00	99.00
10	54	61	2,916	3,721	45.43
11	62	46	3,844	2,116	58.22
12	67	99	4,489	9,801	22.67
13	58	49	3,364	2,401	54.36
14	66	71	4,356	5,041	46.04
15	67	41	4,489	1,681	63.68
16	70	32	4,900	1,024	69.07
17	85	26	7,225	676	82.57
18	5	98	25	9,604	1.12
19	11	98	121	9,604	1.61
20	--	99	00	9,801	0.00

DA = Valor de disimilitud entre las estaciones "A" y "B"

DB = Valor de disimilitud entre las estaciones "B" y "A"

X = Puntos terminales del primer eje de ordenación.

ANEXO 7. RUTINA DE CALCULOS PARA EJE "Y" EN ORDENAMIENTO POLAR
INDIRECTO; BARRA DE SANTIAGO.

ESTACIONES	DA	DB	(DA) ²	(DB) ²	Y
1	99	00	9801	00	99.00
2	99	27	9801	729	95.32
3	95	18	9025	324	93.44
4	80	22	6,400	484	79.38
5	99	4	9,801	16	98.92
6	56	55	3,136	3,025	50.06
7	60	50	3,600	2,500	55.06
8	99	12	9,801	144	98.27
9	99	0	9,801	00	99.00
10	56	61	3,136	3,721	46.54
11	57	46	3,249	2,116	55.22
12	00	99	00	9,801	0.00
13	55	49	3,025	2,401	52.65
14	23	71	529	5,041	26.71
15	69	41	4,761	1,681	65.05
16	84	32	7,056	1,024	79.96
17	81	26	6,561	676	79.22
18	66	98	4,356	9,604	22.99
19	69	98	4,761	9,604	25.04
20	67	99	4,489	9,801	22.67

DA = Valor de disimilitud entre las estaciones "A" y "B"

DB = Valor de disimilitud entre las estaciones "B" y "A".

Y = Puntos terminales del segundo eje de ordenación.

ANEXO 8. COORDENADAS DE ORDENAMIENTO POLAR INDIRECTO,
PARA LA BARRA DE SANTIAGO.

ESTACION	X	Y
1	99.00	99.00
2	95.32	95.32
3	94.41	93.44
4	81.02	79.38
5	98.92	98.92
6	51.21	50.06
7	52.15	55.06
8	98.27	98.27
9	99.00	99.00
10	45.43	46.54
11	58.22	55.22
12	22.67	0.00
13	54.36	52.65
14	46.04	26.71
15	63.68	65.05
16	69.07	79.96
17	82.87	79.22
18	1.12	29.99
19	1.61	25.04
20	0.00	22.67

ANEXO 9. RUTINA DE CALCULOS PARA APLICACION DE CORRELACION DE ORDENAMIENTO, DE LA BARRA DE SANTIAGO.

Intervalo de Ordenamiento = \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2}

Estación

Table with 3 columns: Station pair, calculation formula, and result. Rows include (1-11), (17-4), (13-12), (5-10), (4-12), (19-2), (2-13), (16-20), (4-5), and (10-20).

Continuación, Anexo 9.

PARES DE ESTACIONES	INTERVALO DE ORDENAMIENTO X	INDICE DE DISIMILITUD Y	XY	X ²	Y ²
1 - 11	59.83	46	2,752.18	3,579.63	2,116
17 - 4	1.86	5	9.3	3.4596	25
13 - 12	61.45	55	3,379.75	3,776.10	3,025
5 - 10	74.87	63	4,716.81	5,605.52	3,969
4 - 12	98.52	80	7,881.6	9,706.19	6,400
19 - 2	117.14	98	11,479.72	13,721.78	9,604
2 - 13	59.18	40	2,367.2	3,502.27	1,600
16 - 20	89.74	70	6,281.8	8,053.27	4,900
4 - 5	26.50	17	450.5	702.25	289
10 - 20	51.32	54	2,771.28	2,633.74	2,916
Σ	640.41	528	42,090.14	51,284.21	34,844

Continuac. Anexo 9.

Cálculo de r .

$$r = \frac{\sum XY - \frac{\sum X \sum Y}{n}}{\sqrt{\left[\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n} \right] \left[\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n} \right]}}$$

$$r = \frac{42,090.14 - \frac{(640.41) \cdot (528)}{10}}{\sqrt{(51,284.21 - 41,012.50) (34844 - 27878.4)}}$$

$$r = \frac{8276.492}{\sqrt{(10,271.71) (6965.6)}}$$

$$r = \frac{8276.49}{8458.64}$$

$r = 0.98$

$$t = \frac{r}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}} = \frac{0.98}{\sqrt{\frac{1-(0.98)^2}{10-2}}} = \frac{0.98}{\sqrt{\frac{0.0396}{8}}} = \frac{0.98}{\sqrt{0.00495}}$$

$t = \frac{0.98}{0.07} = 14$
