



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores

"ZARAGOZA"

El Manglar y su Productividad Primaria Anual en el Estero Conchal, Edo. de Chiapas.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
B I O L O G O
P R E S E N T A N

AVELINO GUILLERMINA
LOPEZ SANCHEZ JOSE FERNANDO

MEXICO, D. F.

1993

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

	Pág.
RESUMEN	
INTRODUCCION	
Generalidades de los manglares.....	2
Aspectos biogeográficos de los manglares	5
Usos del manglar	7
Aspectos de la productividad primaria del manglar.....	9
ANTECEDENTES	12
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
JUSTIFICACION	16
DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO	
Localización	19
Geología	19
Hidrología	21
Clima	21
Suelo y Vegetación	21
OBJETIVO GENERAL	22
OBJETIVO PARTICULAR	22
MATERIAL Y METODO	22
Trabajo de campo	22
Trabajo de laboratorio	29
Trabajo de gabinete	30
RESULTADOS Y DISCUSION	
CARACTERIZACION FISIONOMICO-ESTRUCTURAL DEL MANGLAR	
Variables estructurales	32
Indice de área foliar	33
PRODUCTIVIDAD PRIMARIA	
Producción de hojarasca por componente	35
Fenología	37

PRODUCTIVIDAD PRIMARIA-NUTRIMENTOS	44
PRODUCTIVIDAD PRIMARIA-SALINIDAD	
Variación anual	48
Influencia de la salinidad en la vegetación ..	48
MATERIA ORGANICA EN SEDIMENTO	49
TEMPERATURA	51
PH DEL AGUA INTERSTICIAL	53
ANALISIS GLOBAL DE LA RELACION DE FACTORES BIOTICOS Y ABIOTICOS CON LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA	54
CONCLUSIONES	59
APENDICE I	60
APENDICE II	63
APENDICE III	64
APENDICE IV	65
APENDICE V	68
BIBLIOGRAFIA	69

RESUMEN

El manglar localizado al margen del estero Conchal se caracterizó como tipo ribereño, desarrolla alturas mayores a 30 m., y esta dominado por la especie *Rhizophora mangle* L., la biomasa vegetal desprendida se estimó en 3, 476.95 g peso seco/m²/año de los cuales el 61.03% corresponde a las hojas de *Rhizophora mangle*, 18.10% a varios, 10.63% a hipocótilos de *Rhizophora mangle*, y 1.21% a hojas de *Laguncularia racemosa* (L.) Gaerth. El índice de área foliar a 2 m de altura fue de 9.2 y a 5 m de 10.5 . La salinidad mínima registrada en el agua superficial del manglar fue de 0.5391 o/oo y la máxima de 31.29 o/oo. De los nutrimentos cuantificados el amonio es el dominante durante todo el ciclo anual y el pH promedio del agua superficial fue de 6.8. La relación de los parámetros considerados permiten concluir lo siguiente: 1) La salinidad del agua es el parámetro más importante y su efecto es visible en la reproducción y regeneración del manglar. 2) El gradiente de humedad no influye directamente en la productividad del manglar.

INTRODUCCION

Una de las características de la República Mexicana es la extensa y variada cobertura vegetal que existe en su territorio. La extraordinaria longitud de sus litorales rebasan los 10,000 Km., de los cuales 12,500 km² corresponden a lagunas costeras (Contreras, 1988). Es aquí donde estratégicamente se ubican los ecosistemas de manglar que representan al tipo de vegetación característico de la mayoría de lagunas costeras y estuarios de regiones tropicales y subtropicales del planeta.

En México, los estudios de las comunidades de manglar son escasas y se han abordado sólo desde un punto de vista cualitativo, con descripciones fisionómicas de la vegetación que incluye la composición florística. En el caso particular del Estado de Chiapas se han realizado estudios básicos encaminados a obtener diagnósticos hidrobiológicos y ambientales de los sistemas lagunares, sin embargo, las investigaciones ecológicas son escasas o incompletas. De los trabajos más recientes reportados para el sistema lagunar de Chantuto-Panzacola que esta referido a la vegetación de manglar es el realizado por Flores et. al., (1990), donde describe algunos aspectos de la estructura de la vegetación, y su distribución.

El presente estudio tiene como propósito contribuir al conocimiento de la ecología del manglar a través del análisis de sus características estructurales y la estimación de valores de producción de hojarasca, con el fin de resaltar la importancia que tienen estas comunidades en los procesos de la dinámica costera.

GENERALIDADES DE LOS MANGLARES

Los manglares presentan regularmente altas tasas de productividad primaria, las hojas de mangle y el detritus, son fuente importante de alimento para la fauna béntica. Los manglares se localizan en la interfase tierra firme-mar abierto, ocupan áreas entre mareas en zonas protegidas del oleaje y son frecuentes en espacios donde desembocan ríos u otras vías de agua de origen continental. Se caracterizan por estar adaptados a habitat salobres, ricos en materia orgánica lo que propicia condiciones reductoras en los sedimentos, además de estar sujetos a periodos de influencia marina.

Los mangles son árboles que tienen una adaptación para tolerar cambios de salinidad en el medio, desarrollandose tanto en zonas marinas como en totalmente dulceacuícolas. Sin embargo, se localizan con mayor frecuencia en los ambientes salobres (Menéndez, 1976). No todas las especies de mangle son igualmente tolerantes a altos niveles de salinidad, por ejemplo; *Rhizophora mangle* forma rodales (conjunto característico de árboles o plantas) en suelos con salinidades de agua superficial entre 50 y 55 o/oo, pero su desarrollo es pobre, en cambio, *Avicennia germinans* forma bosques a 60-65 o/oo y rodales achaparrados a 90 o/oo (Cintrón y Schaeffer, 1988).

Las diferentes especies de mangle dan una fisonomía peculiar a los estuarios y lagunas costeras, sobre todo *Rhizophora* debido a sus raíces aéreas que forman una verdadera maraña impenetrable. Estas raíces de origen adventicio, además de servir de sostén al individuo, tienen también la función de realizar intercambio

gaseoso por medio de lenticelas, que se localizan en la superficie de la misma raíz. En su base, se va fijando sedimento y material detrítico, que sirve de sustrato a las plantas de nuevos individuos del manglar y proporciona un medio excelente para diversos organismos, entre los que destacan los moluscos bivalvos, crustáceos decápodos, poliquetos, esponjas y algas, a la vez que estados juveniles de peces y camarón. En los canales con menos concentración de sales, se pueden encontrar reptiles y anfibios (Chapman y Traverther, 1953; Díaz-Piferrer, 1976; en Menéndez 1976) Entre otras especies típicas de mangle, están *Avicennia* spp y *Laguncularia racemosa* que presenta otra adaptación a sus raíces aéreas llamadas neumatóforos; son raíces epígeas, geotrópicas negativas de tamaño variable, crecen a partir de la raíz primaria, emergen del suelo y presentan un aerénquima muy desarrollado, y lenticelas que captan el oxígeno directamente del aire (Cuatrecasas, 1958)

De acuerdo a Cintrón y Schaeffer (1992), el desarrollo del manglar está controlado por factores tales como, la hidrología, fisiografía y el clima local, las especies tienen un mayor desarrollo donde la precipitación pluvial, el aporte de nutrimentos por ríos y la influencia de mareas es prolongado, alcanza un desarrollo en mayor grado en zonas donde se presentan las siguientes condiciones:

- a) Costas de bajo relieve con intensa intrusión de mareas.
- b) Un régimen de mareas que contribuya a la distribución de la salinidad, y de los diversos materiales así como los propágulos de las especies, y la formación de un sustrato adecuado.

- c) En costas donde el aporte de nutrimentos por ríos sea continuo y origine condiciones de baja salinidad.
- d) En climas tropicales lluviosos, que mantengan un sustrato con bajos niveles de salinidad, donde generalmente la precipitación pluvial es mayor a 2000 mm/año y sin una prolongada época de estiaje (Macnae, 1967).
- e) En zonas protegidas que permitan además del enraizamiento de las plántulas de mangle, la estabilidad de los individuos.
- f) Areas ricas en sedimento, que faciliten el establecimiento de las especies de mangle.

Odum et. al., (1982), consideran que la productividad del manglar esta determinada por los siguientes factores:

- 1) Composición de especies del rodal
- 2) Edad de los individuos del rodal
- 3) Presencia o ausencia de competencia de las especies
- 4) Grado de herbivoría
- 5) Tipo y profundidad del sustrato
- 6) Contenido de nutrimentos en el agua intersticial y en el sustrato.
- 7) Salinidad del suelo y del agua intersticial
- 8) Transformación eficiente de oxígeno hacia el sistema radicular
- 9) Flujo de mareas
- 10) Periodicidad del "stress" (huracanes, fuegos, entre otros)
- 11) Presencia de compuestos tóxicos por actividad humana
- 12) Influencia humana tales como: la construcción de diques, zanjas y en general, la alteración de los patrones de desagüe.

Day et. al., (1989), reporta que las altas concentraciones de ácido sulfhídrico (tóxicos para las plantas) en el suelo es un factor importante que regula la productividad primaria así como la estructura del manglar. Esta es una razón por la cual, los manglares ribereños son muy productivos, ya que la concentración de sulfatos es baja debido al continuo flujo de agua y por lo tanto la generación de sulfuro de hidrógeno es mínima.

ASPECTOS BIOGEOGRAFICOS DE LOS MANGLARES

La presencia de elementos faunísticos y florísticos propios de los manglares (endemismo), así como también la diversidad de adaptaciones morfológicas y ecológicas que presentan los integrantes del manglar, y que son sólo explicables por largos procesos evolutivos, hacen pensar que los manglares de las costas tropicales tienen un origen muy remoto. Evidencias paleobotánicas situán la época de su origen en el Cretácico, y su origen en el Asia Sur-Oriental, desde donde fueron dispersándose hasta poblar todas las costas tropicales de nuestro planeta (Pannier y Salvatierra, 1983).

Respecto al origen genético y geográfico de los manglares, lo más probable es que lo tuvieron en el sur de Asia, en la región Indomalaya, la existencia del mayor número de géneros y especies apoya esta presunción (Cuatrecasas, 1958). El mangle, cuyo nombre es de origen caribeño, es también conocido en la literatura europea e inglesa en general con el nombre de mangrove, término de origen malayo (Sánchez, 1963).

De acuerdo a Chapman (1975), geográficamente, la vegetación de manglar tiene una distribución intertropical, pero la composición genérica y específica, varía distinguiéndose en dos regiones: la región oriental o del Indo-Pacífico y la región occidental o de África occidental y América. La región del Indo-Pacífico comprende África oriental, el Mar Rojo, la India, el sudeste de Asia, el sur de Japón, las Filipinas, Australia, Nueva Zelanda y el Archipiélago del Pacífico del sureste hasta Samoa. La región oeste de África y América incluye las costas del Atlántico de África y América, las costas del Pacífico de América tropical y las Islas Galápagos.

En América Latina las regiones de manglar van desde el trópico de Cáncer hasta los 30° 30' latitud sur en el Océano Pacífico, deteniéndose ahí debido al sistema de corrientes de baja temperatura del Perú; y desde aproximadamente los 30° 00' latitud norte hasta los 25° 00' latitud sur, en el Atlántico.

En México los manglares se localizan en las costas del Golfo, desde la Laguna Madre de Tamaulipas hasta la parte sur de Quintana Roo, alcanzan su máximo desarrollo en diversidad y altura en los estados de Tabasco y Campeche; en las costas del Pacífico se distribuyen en forma continua desde la mitad de la Península de Baja California, Mar de Cortés y desde Sonora hasta Chiapas (López-Portillo, 1982).

Los manglares de México están constituidos principalmente por las siguientes especies:

Rhizophora mangle L. (mangle rojo)

Avicennia geminans (L.) L. (mangle negro)

Laguncularia racemosa (L.) Gaertn (mangle blanco)

Conocarpus erectus L. (mangle botoncillo)

USOS DEL MANGLAR

Las especies de mangle tienen numerosos usos populares e industriales; en el cuadro 1 se presenta un resumen de sus principales usos (reportados en Venezuela), se considera cada parte del árbol. De manera general se utilizan como leña y carbón, se extraen taninos para la industria de la curtiduría, sus resinas son usadas como pegamento y sus hojas, corteza y raíces contienen tintes (Walsh, 1974). En lugares donde alcanzan tallas muy grandes, la madera se emplea a pequeña escala en construcciones rurales y fabricación de instrumentos rústicos, las ramas son utilizadas en la elaboración de artes de pesca para el camarón en algunas lagunas costeras.

En México se conoce poco sobre el uso que se le puede dar a los mangles. Actualmente sólo se ha reportado que en Veracruz se le utiliza como fuente maderera, en la construcción de vivienda, postes, durmientes, vigas, remos, muebles, muelles, mangos para instrumentos de trabajo, techos, cercas y como combustible (Guerra y Durán, 1986).

Los taninos extraídos de la corteza son utilizados para curtir pieles y teñir cuerdas, las hojas y frutos son usadas como forraje para el ganado vacuno, caprino y porcino. En la medicina popular tienen diferentes propiedades curativas, las hojas son utilizadas para la anemia, várices, diabetes, caída de pelo, males

biliares, estreñimiento, asma, tuberculosis; la corteza se usa como tónico, para curar llagas y lepra y los embriones se usan como astringente (Guerra y Durán, 1986).

Los manglares de Chiapas son particularmente densos y desarrollan alturas mayores a 30 m. esta característica de altura permite utilizarlos a nivel local como postes de electrificación aunque su principal utilidad es para la construcción de vivienda, y elaboración de instrumentos de pesca.

DE LAS HOJAS	Vitamina B-2 de primera calidad. Alimento para animales en especial para vacas lecheras.
DE LA CORTEZA, RAMAS PEQUEÑAS RAICES Y HOJAS	Tanino de la mejor calidad utilizado a nivel mundial en la industria del cuero, química-farmacéutica y petrolera.
DEL TRONCO	Durmientes, postes para electrificación de alta tensión, postes para líneas telefónicas y postes para muelles.
DE LAS RAMAS LARGAS	Postes pequeño que son utilizados en granjas y en linderos de carreteras.
DEL RESTO DE LA MADERA Y OTRAS RAMAS	Celulosa para la industria textil, de papel y cartón, aglomerados utilizados para fabricar puertas, láminas y tabiques.
OTROS RESTOS DE TRONCOS Y RAICES	Producción de carbón natural y activado los cuales se consumen en grandes cantidades (filtros para cigarrillos, consumo doméstico y centrales azucareras).

Cuadro 1. Resumen de los principales usos del mangle (Pannier y Salvatierra, 1983)

En áreas donde anualmente existe actividad de ciclones o tormentas similares, los manglares son reconocidos como un amortiguador contra los oleajes derivados de la marea y de las tormentas, en ciertos lugares son notorios por su habilidad para estabilizar los litorales que de otra forma estarían sujetos a la erosión y destrucción.

ASPECTOS DE LA PRODUCTIVIDAD DEL MANGLAR

Las lagunas costeras y estuarios se caracterizan por disponer de diversas fuentes de energía, la que proviene de la combinación de productividades primarias de diversas comunidades vegetales, entre las que destacan las siguientes (Flores V. 1989):

- 1) La comunidad fitoplanctónica
- 2) El microfitobentos
- 3) Las macroalgas
- 4) Pastos marinos
- 5) Los manglares
- 6) Los pastos pantanosos
- 7) Las bacterias fotosintéticas
- 8) Las bacterias quimiosintéticas
- 9) Fuentes alóctonas de carbono

De las cuales, la comunidad de manglar tiene relevancia por ser la vegetación arbórea dominante y contribuir con importantes cantidades de biomasa (principalmente hojas) al ecosistema. La biomasa se describe como la masa de organismos (ó partes de organismos) por unidad de superficie de terreno (o de agua), suele expresarse en unidades de energía o de materia orgánica muerta, por ejemplo; toneladas/ha (Begon *et. al.*, 1986).

Se considera la evaluación de hojarasca como indicativo de productividad, debido a que la mayor parte de la biomasa de las comunidades esta formada casi siempre por plantas que son las productoras primarias de materia disponible, que al sufrir un

proceso degradativo ya sea por acción de bacterias u hongos originan un alto valor nutritivo para el siguiente nivel trófico. Chapman (1976), Rico-Gray (1983) y Flores V. (1985), definen a la hojarasca como: el material muerto (de origen vegetal o animal) que llega a la superficie del suelo por unidad de área en un tiempo determinado.

La productividad primaria es la tasa con que la biomasa es producida por unidad de superficie, puede ser expresada en unidades de energía, o de materia orgánica seca (Kg/ha/año). La fijación total de energía a través de la fotosíntesis se denomina productividad primaria bruta (PPB), mientras que a la productividad primaria neta (PPN), como el residuo de la PPB después de la respiración de los mismos organismos autótrofos.

Los estudios de productividad primaria tienen sus limitantes y sólo se pueden obtener estimaciones aproximadas, ya que los métodos utilizados para este fin poseen sus inherentes errores. Entre los métodos utilizados, están los siguientes: método de la cosecha, intercambio gaseoso (CO_2), colecta de hojarasca, seguimiento de ramas y brotes durante un cierto tiempo.

El método de la cosecha requiere de un tratamiento extensivo y depende en gran medida de la extensión de la capa del cultivo y del tiempo de desarrollo, esta técnica tiene un mejor empleo cuando es combinada con técnicas de silvicultura. La técnica por intercambio de gases, se basa en la medición de CO_2 transferible, tiene la ventaja de ser preciso y responder a cambios de luz a corto plazo, temperaturas y mareas altas, además incluye la producción sobre el suelo y debajo del mismo. Entre los problemas

que presenta esta técnica es que el equipo necesario es costoso y su manejo requiere de experiencia en el campo, para operarlo con propiedad. En el método por seguimiento de ramas y brotes se pueden calcular las hojas producidas y las que caen, sin embargo, su desventaja esta en que es difícil cuantificar la biomasa por unidad de área que cae o se produce (Odum et. al., 1982).

La productividad primaria en este trabajo, fué evaluada por el método de colecta de hojarasca. Esta técnica fue propuesta por Teas (1979), basada en los trabajos pioneros de Bray Gorham (1964), en Odum et. al., (1982). Con este método se puede conocer la biomasa que se desprende por unidad de área. Cabe mencionar que el método es eficiente para hojas, flores y ramas pequeñas, pero no en lo que respecta a frutos, ya que por tener un peso más elevado no son arrastrados por el viento sino que caen directamente por lo que el registro no es representativo (López Portillo, 1982), sin embargo, si los colectores de hojarasca son colocados a intervalos regulares a lo largo de un transecto, entonces es posible hacer inferencias acerca de la producción de plántulas (hipocótilos), Rico Gray, (1979). Esta técnica puede enfocarse por un lado, a considerar la cantidad de materia orgánica (vía foliar) que ingresa a los ecosistemas costeros y por otro, a considerar a la hojarasca como fuente de nutrimentos de sistemas marinos y terrestres (López Portillo, 1982).

Rico Gray (1979) menciona que la evaluación de la productividad primaria mediante este método, se aproxima a la realidad, ya que no se está tomando en cuenta la materia orgánica fijada en tronco y raíz, que requiere de otro tipo de metodología.

Sin embargo, dada la importancia que el material considerado (hojas, material reproductivo y ramas pequeñas) tiene para las cadenas tróficas de comunidades cercanas a los manglares se considera válido el método de la colecta de hojarasca.

ANTECEDENTES

La primera estimación aproximada de la productividad primaria se realizó en 1926, en el oeste medio de E.U.A bajo la dirección de Nelson Transeau, en la Universidad del Estado de Ohio (Transeau, 1926, en Colinvaux 1980) y tuvo su origen en la preocupación por el abastecimiento de alimentos, aunado a la creciente necesidad de la utilización de combustibles, ya que se pensaba que éstos se agotarían en pocas décadas.

La explotación forestal de los bosques de manglar exigió sus primeras descripciones cuantitativas. Esta información se requería para la determinación de la aptitud de las parcelas para su manejo forestal (Cintrón y Schaeffer, 1985).

Existen diversos estudios realizados a nivel mundial sobre aspectos ecológicos del manglar, donde se destaca la importancia de estas comunidades. Sin embargo, es importante mencionar de manera breve, algunos de los trabajos realizados en México y particularmente los que han sido enfocados a la evaluación de la biomasa vegetal del manglar.

En México los estudios ecológicos de las comunidades de manglar han tenido una evolución en cuanto a complejidad, desde los trabajos donde se hacen descripciones de la composición florística hasta los que intentan una clasificación, por ejemplo; Rzedowski

(1981), clasifica al manglar como vegetación acuática y subacuática; Miranda y Hernández X. (1963), clasifican y describen a estas comunidades de la siguiente manera: A) Agrupaciones de plantas arbóreas de ramificaciones abundantes (Multidendricales). II) Selvas inermes con raíces aéreas. 8) Manglar; selva bravaisia (mangrove; woodland; swamp forest; selva de pantano, en parte). Breedlove (1981), en su descripción de la vegetación de Chiapas tipifica al manglar como formaciones de bosque lluvioso. Por otro lado estudios detallados en áreas de manglar realizados por Snedaker y Lugo (1974), fueron la base utilizada para formular un sistema fisiográfico de clasificación de manglares en América (apéndice 1), en la que establecen cinco tipos de bosques; 1) Bosque ribereño, 2) Bosque de borde, 3) Bosque de cuenca, 4) Bosque enano y 5) Bosque de hamaca, cada uno con sus particulares características. Vázquez-Yañes (1980) reporta algunos aspectos de la taxonomía y distribución geográfica de la familia y género *Rhizophora*, y además presenta datos acerca de su biología, la variabilidad geográfica y ecológica de *Rhizophora* en Veracruz.

En trabajos más recientes, se ha pretendido obtener datos cuantitativos del aporte de materia orgánica (por defoliación natural), a las comunidades aledañas. Rico Gray (1979), estudió la estructura y productividad neta del manglar en la Laguna de la Mancha, Veracruz; López Portillo (1982), encontró una relación de la vegetación con algunos factores ambientales, además de cuantificar la producción de hojarasca y cobertura de la vegetación, en la Costa de la Laguna de Mecocan, Tabasco; Flores V. (1985), registró parámetros ambientales, intervalos de máximos

y mínimos de salinidad, estructura de vegetación y valores de producción de hojarasca por temporada, determinó degradación foliar y cuantificó los detritus acumulados en el suelo del bosque de manglar, en la Laguna de El Verde, Sinaloa; Jardel, et. al., (1987), cuantificaron la producción y descomposición de hojarasca en distintos tipos de manglar caracterizados por su fisonomía (Estero Bahamita, Laguna de los Negros e Isla Aguda) en la Laguna de Términos, Campeche. Recientemente y de manera particular en la zona de Chiapas, Flores et. al., (1992), realizaron un estudio en el sistema Chantuto-Panzacola, del cual presentan datos de estructura de vegetación; encontraron como especie dominante a *Rhizophora mangle* y como especie acompañante a *Laguncularia racemosa*.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los ecosistemas de manglar han sido considerados durante mucho tiempo como tierras insalubres, inservibles y hostiles debido a su estructura pantanosa poco firme, sus olores azufrosos y a la presencia de numerosas plagas de insectos hematófagos (Pannier y Pannier, 1978).

En muchas regiones del mundo, los bosques de manglar han sido transformados en puertos industriales y turísticos, campos agrícolas y ganaderos o estanques de acuicultura, por ejemplo; algunos de los estanques más productivos de acuicultura de Indonesia y Filipinas se localizan en lo que eran antes zonas de manglar y actualmente se cuestiona si el sistema natural no era tan productivo como los estanques (Odum, 1975).

En Filipinas de las 450,000 ha. de manglares que tenía este país en 1920, sólo quedan 120,000 ha., a causa del crecimiento de la acuicultura (Blasco, 1991). En Ecuador, desde 1978 se han destruido de 60 a 70,000 ha. de manglares para ampliar el cultivo de camarón (*Penaeus vannamei*), (Blasco, 1991). En Puerto Rico, el área inicial de 24,300 ha se ha reducido por tala a menos de 4,000 ha, y en las restantes se establecieron cultivos tierra adentro, en lugar de ecosistemas en transición entre el mar y la tierra (Lugo y Cintrón 1975).

La transformación a estanques de acuicultura o campos agrícolas va acompañada de una serie de problemas tales como el hundimiento, calidad del agua, erosión y el problema de la arcilla ácida. Esta última es originada por la oxidación de los compuestos reducidos de azufre (productos de la respiración anaeróbica) en el sedimento al estar expuesto al aire durante las operaciones de desagüe, con el consecuente abatimiento del pH, aumento en la disolución de metales tóxicos como el aluminio de los aluminosilicatos (Brikman y Pons, 1972) que afectan negativamente la producción camaronera y de peces (Watts, 1979), citados por Flores V. (1989).

En México, una de las áreas críticas de destrucción de los manglares es la Costa del Golfo de México (Gallegos, 1986; Jardel et. al., 1987), debido a las presiones que genera la explotación petrolera, el crecimiento urbano, la industrialización y la ampliación de la frontera agrícola y ganadera.

Se estima que la extensión de manglares en México es aproximadamente de 6,600 Km² (Flores, 1989), es una extensión mayor

a la que se puede encontrar en la mayoría de los países de Africa, con excepción de Nigeria que cuenta con 9,730 Km², y en América de Venezuela con 6,736 Km², y por supuesto Brasil cuya extensión es de 25,000 Km² (Cintrón y Schaeffer, 1985).

Se ha observado que las comunidades de manglar proveen de una importante cantidad de beneficios, no obstante se sigue ignorando su caracter de ecosistema abierto, por lo que ciertas actividades no planificadas han causado la pérdida de vitales zonas de manglar en todo el mundo. Por este motivo es importante realizar más estudios ecológicos que contribuyan a una mejor educación ambiental de la población en general, para su mejor aprovechamiento.

JUSTIFICACION

El manglar es un sistema abierto que utiliza los nutrimentos traídos por las aguas continentales y marinas para transformarlos mediante la actividad fotosintética en materia orgánica. Una porción significativa de esa materia orgánica la constituye la hojarasca. Este componente de la producción orgánica total se transforma en el punto inicial de una importante trama trófica. Basados en la estimación de la caída de hojarasca se puede estimar que desde las áreas de manglar se pueden exportar hacia los cuerpos de agua aledaños materia orgánica a razón de 1 a 3 ton/ha/año; y se asume que solamente entre el 10 y el 20% del material foliar es exportado fuera del manglar. A su vez se considera que por lo menos un 10% de esa producción es transformada en tejidos de peces y otros organismos marinos (Cintrón y Schaeffer, 1988).

El significado ecológico y económico de los manglares es diverso y desde un punto de vista económico directo, su trascendencia puede apreciarse fácilmente si se tiene presente que aproximadamente las dos terceras partes de las poblaciones de peces del mundo dependen del aporte de detritus procedente de los manglares (Odum y Heald, 1975).

Más del 20% del contenido estomacal de todos los organismos clasificados como herbívoros y omnívoros de lagunas costeras contienen detritus de plantas vasculares, principalmente de hojas de mangle (Odum y Heald 1975).

Para resaltar la importancia de los estudios de productividad primaria como base para la conservación del manglar, mencionaremos por ejemplo, que en Bangladesh, los juveniles de *Peneus indicus*, *P. merguensis* y *P. monodor* se desarrollan en una de las regiones más importantes de manglar del viejo continente, el delta del Ganges en la región de Khulna Sundarbans, con 587,380 ha de bosque de mangle natural y 24,120 ha de manglar pantanoso (Flores, 1989).

Odum y Heald (1975), calcularón que entre un 80 y 90% de las pesquerías en el Golfo de México eran dependientes del manglar, durante parte de uno o más estadios de su ciclo de vida. Day et. al., (1989), determinaron que el 43% de la productividad de la laguna de Términos, Campeche es aportado por el manglar.

En Tabasco, las actividades agropecuarias de las últimas décadas han provocado la desaparición de selvas, pantanos y manglares. Para el año de 1979 de una área de 68,170 ha. de manglar 40.960 habían sido desmontadas para actividades agropecuarias; las

restantes "27,210" ha. son aun objeto de destrucción por las intensas actividades petroleras en el estado (Tabasco, Plan Estatal de Desarrollo, 1979; citado por Gallegos, 1986).

Desafortunadamente en el sureste de México, las actividades agropecuarias ya afectan seriamente al medio, en tanto que la información de las comunidades vegetales de la zona (particularmente de manglares) no es aun suficiente para optar por un manejo adecuado de estas zonas.

A pesar de su extensión (73 887 Km²) y riqueza biológica del estado de Chiapas, los estudios enfocados a obtener información detallada de las zonas de manglar es escasa. La falta de interés en estas comunidades se ve reflejada en las pocas investigaciones sobre el aporte energético que el manglar ofrece sobre los sistemas estuarino - lagunar. Actualmente se tienen referencias del comportamiento de factores físico-químicos de las Lagunas localizadas al Sur del estado (Contreras et. al., 1993).

Por lo tanto el estudio y la conservación, en un sentido operacional de los manglares, es justificable desde un punto de vista ecológico, económico, social y cultural.

DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

Chiapas cuenta con lagunas litorales que ocupan una superficie aproximada de 76,230 Ha; los sistemas lagunares más importantes son de norte a sur: Laguna Mar Muerto, Laguna La Joya Buenavista, Sistema de Marismas Las Tendidas, Sistema Carreta-Pereyra y Chantuto-Panzacola.

Localización

El estero Conchal se encuentra dentro de un amplio sistema lagunar denominado Chantuto-Panzacola, se localiza en la región costera sur de Chiapas, en las coordenadas de $15^{\circ} 09'$ a $15^{\circ} 17'$ de longitud oeste y $93^{\circ} 00'$ a $93^{\circ} 50'$ de latitud norte, ubicado dentro del municipio de Acapetahua. Las lagunas que forman este sistema son: Chantuto, Campón, Teculapa, Cerritos y Panzacola, además de un estero angosto y alargado paralelo a la Costa llamada el Guayate, presenta una superficie total de 2,312 Ha. El estero conchal (nombre local) se localiza aproximadamente a 30 minutos (transportándose en lancha) de la comunidad La Palma, el estero se ubica frente a la laguna Cerritos (Figura 1).

Geología

Las Costas litorales de Chiapas se formaron por colisión continental y forman parte de la provincia Centroamericana, corresponde a un batolito ígneo emergido en el sitio de subducción del Golfo de Tehuantepec, provocada por la presión de la placa de Cocos. Esta placa se localiza perpendicularmente a las costas del Golfo de Tehuantepec y se esta hundiendo bajo la llanura costera de Oaxaca y Chiapas, lo que provocará, a largo plazo, la incorporación de las lagunas costeras a la parte terrestre del macizo continental (Carranza et. al., 1975).

El litoral de Chiapas comprendido en la Llanura del Pacífico forma parte del complejo basal de la época del Pleoceno, el cual tiene una anchura variable entre los 12-30 Km de ancho, la parte más angosta a la altura de los municipios de Tonalá y Pijijiapan, y la más ancha en Acapetahua.

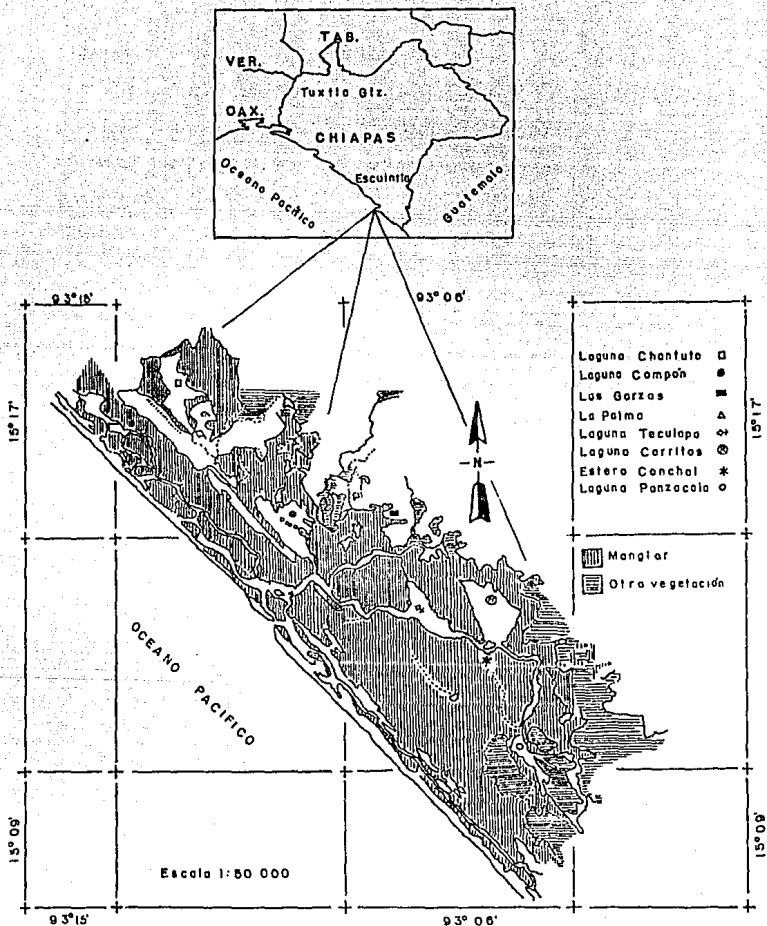


Fig.1 Localización geográfica del estero Conchal en el sistema logunar Chantuto-Panzacola.

Hidrología

Este sistema se formó por la inundación de depresiones de la planicie costera. La temperatura promedio del sistema es de 29.5 °C mientras que la salinidad tiene intervalos variables de 3 a 35 o/oo con promedio de 10 o/oo.

Clima

Para todo el Estado de Chiapas encontramos un clima cálido, sin embargo, es muy variado, pero predomina el tropical con lluvias durante todo el año. Para la zona de estudio la temperatura promedio es de 29 °C, y el clima es Am (f) w' tropical lluvioso, cálido húmedo con lluvias en verano (García, 1980).

Suelo y Vegetación

Los tipos de suelo registrados son pluvisoles eútricos con un 68% de acarros continentales. En las partes bajas se registra 32% de gleysoles eútricos (SEPESCA, 1990).

La vegetación circundante del litoral de Chiapas, comprende desde los pastizales halófitos e inducidos en la llanura costera, hasta la selva mediana tropical caducifolia y perennifolia, así como grandes extenciones de mangle, bosques arbustivos, selvas pantanosas y palmares (Rzedowski, 1981)

El manglar que se desarrolla en el sistema lagunar Chantuto-Panzacola desarrolla alturas de 30 m. y lo conforman las especies: *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*; en su estrato herbáceo crece el helecho *Acrosticum aureum*, L. y la trepadora *Rhabdadenia biflora*, (Jacq.) Muell. Arg.

Dentro de los epífitos se encuentran especies de bromeliáceas y cactáceas.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la productividad primaria en función de la biomasa vegetal de la comunidad del manglar y su relación con algunos factores bióticos y abióticos en el estero Conchal, Estado de Chiapas.

OBJETIVOS PARTICULARES

A) Evaluar el aporte anual de biomasa total y por especie de mangle.

B) Relacionar el aporte de biomasa con algunos factores físicoquímicos del agua intersticial y la cantidad de materia orgánica en sedimento.

C) Relacionar el tipo y cantidad de biomasa aportada, con la estructura del manglar y el índice de área foliar.

MATERIAL Y METODOS

Se efectuó un muestreo de la vegetación del manglar así como colecta de hojarasca durante un ciclo anual, a partir de Julio 1991 a julio 1992, simultaneamente se realizó el muestreo de parámetros hidrobiológicos, y la colecta de muestras de sedimento. La realización del trabajo requirio de tres etapas; de campo, laboratorio y gabinete.

TRABAJO DE CAMPO

Se realizó un recorrido visual del área con el fin de elegir el sitio de trabajo, se elijio el manglar del estero Conchal por presentar pocos signos de perturbación.

Se marco un transecto de 150 m con dirección 20° SW ubicado en el Estero Conchal; se colocaron 15 colectores de hojarasca con una

distancia entre cada uno de 10 m. La colocación de colectores para hojarasca a lo largo de un transecto, distribuidas homogéneamente permiten detectar algún patrón de formación y caída de las estructuras de los individuos presentes en el área.

Cada canasta está formada de un marco metálico de 0.50 m por lado (0.25 m²) con una malla de nylon unida al marco, con 15 cm de profundidad, (luz de malla de 1x1 mm), el marco soportado por cuatro estacas de madera de 1.50 m del nivel del suelo para evitar que se mojara el material colectado cuando la marea sube y disminuir la pérdida de peso por descomposición de la hojarasca (Figura 2), esta misma técnica fue empleada por Pool et. al., (1975); Snedaker y Brown (1981); Rico Gray (1983); Flores V. (1987); Brown (1984).

Las colectas se hicieron bimestrales.

En cada sitio se colectó el siguiente material:

a. Hojarasca acumulada

Este material fue colectado en bolsas de plástico, para su posterior separación y secado en el laboratorio.

b. Sedimento.

La muestra de sedimento se extrajo en cada uno de los 15 puntos donde se encontraban colocados los colectores de hojarasca, utilizando un nucleador de PVC, se guardó en bolsas de plástico negras y se mantuvieron en refrigeración.

c. Agua superficial.

En cada colecta se tomaron 45 muestras de agua superficial, de las cuales 15 fueron para evaluar nutrimentos, 15 para salinidad y 15 para amonio respectivamente.

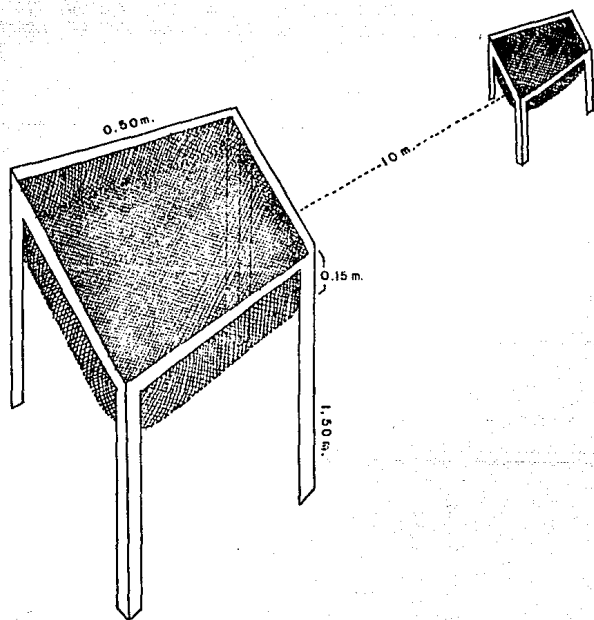


Fig.2 Colectores de hojarasca

El agua se colectó en los 15 puntos, cerca de cada canasta en botellas de plástico de 150 ml, se filtraron.

Las muestras para salinidad se tomaron en frascos ambar de 100 ml, se evitó la turbidez del agua.

Para la determinación del amonio las muestras de agua también fueron tomadas sin sedimentos, en envases de plástico de 100 ml y se fijaron cada uno con fenol (2 ml).

En cada uno de los sitios de colecta se cuantificó *in situ*, pH con un potenciómetro digital y temperatura del agua.

Para obtener la estructura de la vegetación de manglar ubicado en el estero Conchal se muestrearon 20 puntos, se utilizó el método empleado por Cintrón y Schaeffer (1984), conocido como Cuadrantes Centrados en un punto (Cottam y Curtis, 1956), el cual consiste en localizar una serie de puntos al azar a lo largo de una línea transecto. El área alrededor de cada punto se dividió en cuatro partes iguales o cuadrantes, se cruzó con una línea perpendicular al transecto en el punto de muestreo (Fig. 3).

En cada cuadrante se registraron las distancias desde el punto de muestreo hasta el punto medio del árbol más cercano, la especie, diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura del árbol.

Para tomar estos parámetros se tomó el criterio utilizado por Cintrón y Schaeffer (1984) el cual indica que de acuerdo a la forma y modo de crecimiento de los mangles el DAP se mide arriba de las raíces de sostén. Se toma la altura aproximada de cada individuo localizado en cuadrante y se registra la especie presente en esos puntos. El área basal (AB) se evalúa a partir de los datos obtenidos del DAP de todos los árboles (Apéndice 2).

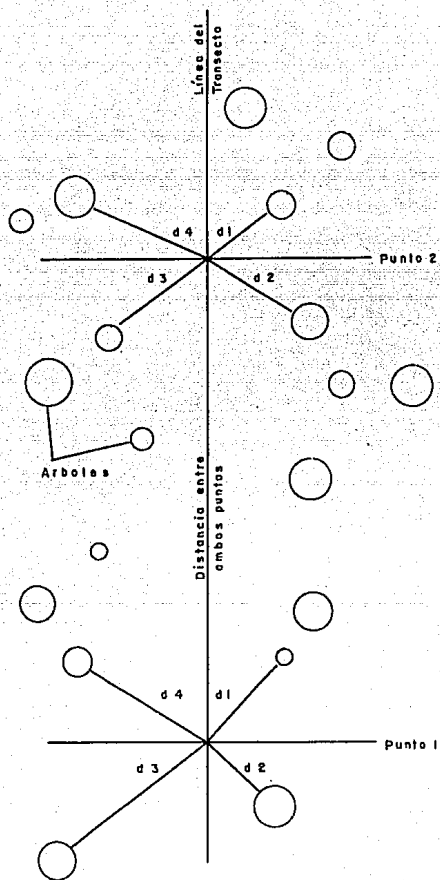


Fig. 3 Esquema del método: Cuadrantes Centrados en un Punto (Cottam y Curtis, 1956).

Para la evaluación del índice de área foliar (I.A.F.) se realizó una colecta de hojas a dos alturas (2 y 5 m.), con el propósito de relacionar la superficie foliar con la altura, se colocó un marco de metal de 0.50 m por lado debajo de las hojas y se cortaron todas aquellas estructuras foliares que interceptaran el área delimitada por el marco, esto con el fin de tener un área de referencia al realizar el cálculo, el material colectado se prensó para posteriormente fotocopiar cada una de las hojas. Este parámetro se utiliza como complemento estructural de la vegetación, por ejemplo; Pool (1975) presenta datos de caída y renovación foliar que son retomados por Cintrón y Schaeffer (1985) y concluyen que la mayor productividad de hojarasca es atribuible a un mayor índice de área foliar, donde los rodales son más desarrollados y tienden a renovar su capa en un plazo relativamente corto.

TRABAJO DE LABORATORIO

Vegetación

El material fue separado en cada uno de sus componentes y por especie; es decir, Hojas, flores, estructuras reproductivas o hipocótilos y misceláneos o varios, aquí se consideran fragmentos de hojas que no son reconocidas incluyendo pequeños organismos vivos o muertos (Figuras 4-5).

Todo el material ya clasificado se pesó en una balanza granataria marca Ohaus con capacidad de 2610 g, se secó en una estufa a 65°C durante 48 hrs, para posteriormente registrar el peso seco de cada uno, por canasta, por especie y por componente (Rico Gray, 1983).

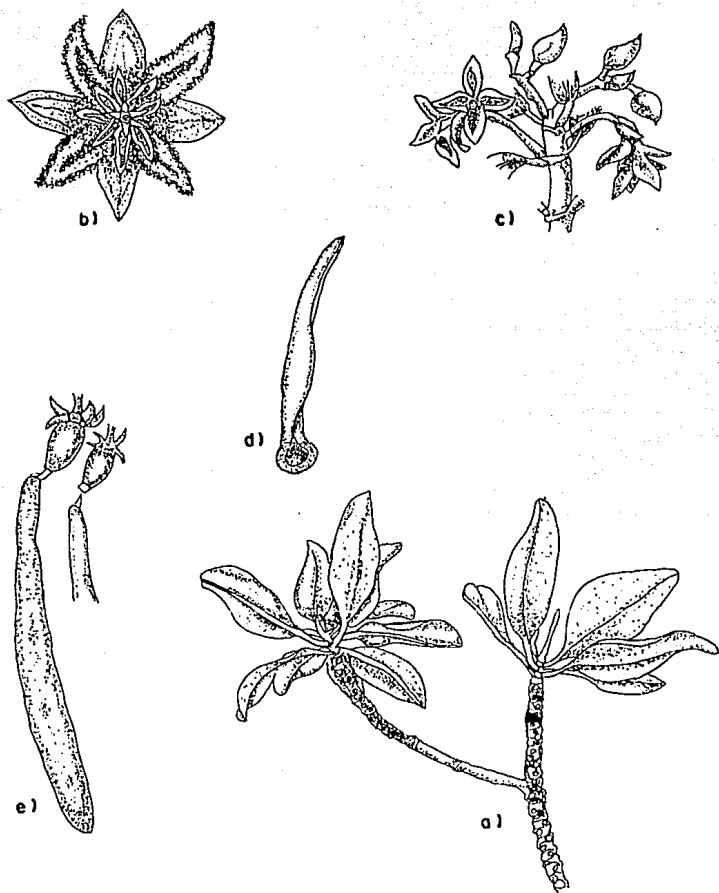


Fig. 4 Morfología de Rhizophora mangle: a) Rama vegetativa. b) Vista frontal de la flor. c) Rama con yemas florales. d) Estípulas. e) Fruto (Hipocófito). (Gill y Tomlinson. 1969).

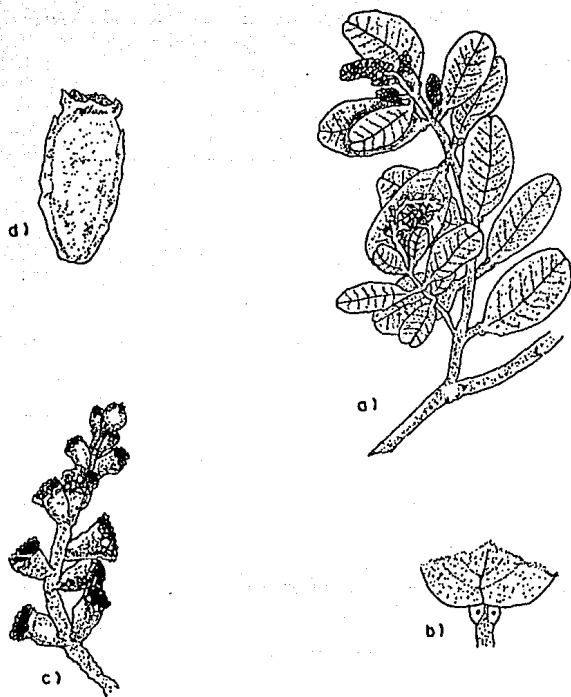


Fig. 5 Morfología de Laguncularia racemosa: a) Rama vegetativa con yemas florales. b) Base de una hoja mostrando las dos glándulas características de la especie. c) Racimo de flores. d) Fruto. (Dawes y Clinton, 1986).

A las hojas colectadas para el índice de área foliar, se les imprimió en una fotocopia, se recortó su contorno y se pesaron, finalmente con esto se obtuvo una relación peso/área (Roberts, 1985).

Nutrimientos

El nitrógeno en su forma de amonio, nitratos y nitritos, así como el fósforo orgánico e inorgánico fueron considerados por ser los que más influyen en la fertilidad del agua.

Las técnicas utilizadas para la evaluación de los nutrientes fueron tomadas del manual de Chesapeake Research Consortium, Incorporated (Apéndice 3).

Antes de proceder a la cuantificación de nutrientes, las muestras se filtraron.

La salinidad fue medida mediante la utilización de un salinómetro de inducción Beckman, modelo RS-07c.

Las muestras (aproximadamente 50 g) de sedimento se llevaron a sequedad a una temperatura de 60°C durante 24 hrs, se maceraron, se pesó un gramo y por el método del crisol a peso constante se calcinó la muestra a 950 °C por 2 hrs, y por diferencia de peso se obtuvo el porcentaje de materia orgánica.

ETAPA DE GABINETE

Se analizaron los datos de la colecta de hojarasca para detectar comportamientos fenológicos y poder observar si hay o no una relación con los factores ambientales.

A partir de los datos obtenidos de la vegetación, mediante un método de muestreo sin área se determinaron los valores absolutos

y relativos de densidad, dominancia, frecuencia (Apéndice 2), así como el valor de importancia para cada especie (Cintrón y Schaeffer, 1984).

Para observar una mejor relación de la estacionalidad vegetal, se consultaron datos de los últimos diez años de precipitación pluvial y temperatura de la estación metereológica de Huixtla cercana a la zona de estudio.

RESULTADOS Y DISCUSION

CARACTERIZACION FISIONOMICO-ESTRUCTURAL DEL MANGLAR

Variables Estructurales

La comunidad de manglar estudiada se describe como un bosque tropical lluvioso perennifolio, halófito y subacuático (según Rzedowski, 1981), con raíces aéreas, localizado en la región costera sur de Chiapas, entre las coordenadas 15° 00' a 15° 17' de latitud norte y 93° 00' a 93° 50' de latitud oeste, prácticamente sin vegetación herbácea, *Rhizophora mangle* es la especie dominante tanto horizontal como verticalmente, desarrolla alturas que van de los 30 a 35 m., esporádicamente se encuentra como especie acompañante *Laguncularia racemosa*. De acuerdo a la clasificación propuesta por Snedaker y Lugo (1974), el manglar estudiado se describe como manglar tipo Ribereño (Apéndice I).

Las características estructurales del manglar se muestran en el cuadro 2. *Rhizophora mangle* L. presenta un densidad (D.R.) de 92.5%, frecuencia (F.R.) de 76.90% y una dominancia (DO.R.) de 96.11%, la segunda especie es *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn, con una densidad de 7.50%, frecuencia de 27.0% y dominancia de 3.89% . El valor de importancia (V.I.) para cada especie es de 265.5% y 38.39% para *Rhizophora* y *Laguncularia* respectivamente.

El desarrollo estructural que presenta tanto *Rhizophora mangle* como *Laguncularia racemosa*, es consecuencia de las permanentes condiciones de estuarinidad en la zona, la influencia marina y la disponibilidad de nutrimentos aportados por los ríos.

Cuadro 2. Comparación estructural de las dos especies de mangle presentes en el estero Conchal.

ESPECIE	D.R. %	F.R. %	DO.R. %	V.I. %	ALTURA (m)			I.A.F.	
					mn.	mx.	x	2m	5m
<i>Rh-m</i>	92.50	76.90	96.11	265.5	4	35	19	9.2	10.5
<i>Lg-r</i>	7.50	27.0	3.89	38.39	4	30	17	-	-

Rh-m: *Rhizophora mangle*

Lg-r: *Laguncularia racemosa*

I.A.F.: Índice de Área Foliar

En la figura 6, se muestra el perfil de vegetación de la zona estudiada. Conforme nos adentramos al bosque localizamos aproximadamente en la parte media de la línea transecto individuos jóvenes de *Rhizophora*, que están definidos claramente en un estrato, con alturas que van desde los 4m hasta 8m (Apéndice 4), así como, pequeñas plántulas de esta misma especie con una densidad de 20 a 27 individuos/m², lo que indica que en esta zona de manglar un porcentaje considerable es de individuos jóvenes. De acuerdo a datos reportados por Flores et. al., (1992), un 60 % de las especies tienen alturas entre 1.3 - 1.7 m. pero no forman una capa definida, sin embargo, hay individuos conformados en un estrato de aproximadamente 7 m., después de los cuales se presenta una distribución homogénea de individuos con alturas de 35 m.

Índice de Área Foliar

El índice de área foliar (I.A.F.) determinado a 2 y 5m. de altura correspondientes al mes de mayo fue de 9.5 m² de área foliar/ m² de superficie de suelo y 10.5 m²/m² respectivamente (Cuadro 2), estos índices parecen indicar que el follaje es más denso en la parte superior del bosque.

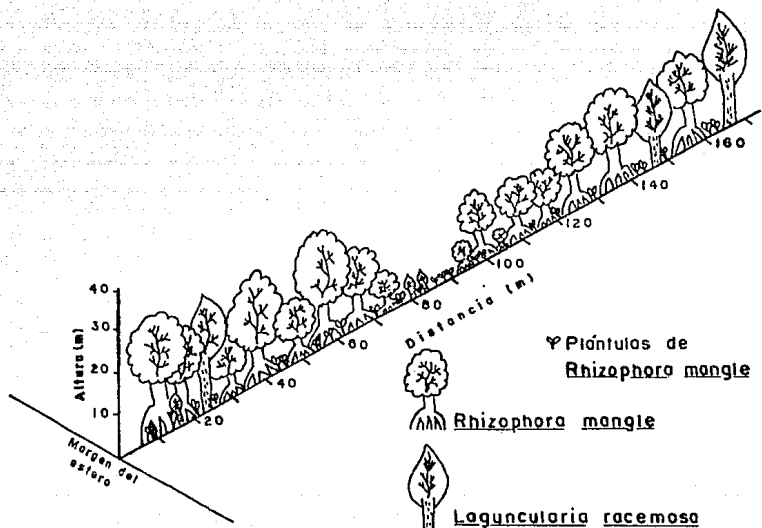


Fig.6 Perfil de vegetación del manglar en el estero Conchal. Chiapas.

De acuerdo a la relación entre la extensión del limbo foliar y la superficie del suelo cubierta por la vegetación, la mayor parte de los valores del I.A.F. se aproximan a 4.0 que es el más común (Margalef, 1977). Más allá de esta relación, generalmente aumenta mucho la respiración y la utilización de luz es ineficiente, sin embargo, en condiciones de gran intensidad luminosa, especialmente si la vegetación es alta y se crea un ambiente de luz difusa se observan índices foliares mayores (6.0 ó más), en bosques tropicales y húmedos se obtienen valores entre 6.5 y 16.5 de I.A.F (Margalef, 1977).

PRODUCTIVIDAD PRIMARIA

a) Producción de hojarasca por componentes

El cuadro 3 presenta el aporte mensual y anual de hojarasca por especie y por componente vegetal; el mayor aporte ocurre en el período de julio a octubre con 587.90 g peso seco/mes/m² sólo de hojas de *Rhizophora mangle*, disminuye hacia los meses de febrero a marzo. En la temporada de intensa precipitación pluvial es más notable la caída de hojas, que posiblemente sea en parte a la acción mecánica del agua, es decir, el impacto de las gotas de agua en las hojas puede provocar un desprendimiento prematuro y si se considera a las hojas que ya están en la etapa de desprendimiento (hojas senescentes) más las que son desprendidas, la biomasa foliar es generosa. Es importante mencionar que en el componente considerado como varios, un 80% del total de este corresponde a estructuras denominadas estípulas que envuelven a las

nuevas hojas de *Rhizophora*, y que consecuentemente las cantidades registradas muestran un comportamiento similar al de las hojas, el 20% restante esta distribuido entre ramas, partes foliares no reconocidas y restos de pequeños animales. El mayor desprendimiento de flores de *Rhizophora* se cuantificó en el período de octubre a diciembre y su mínimo en mayo- junio (99.4 - 17.7 g peso seco/mes/m²) respectivamente. Con respecto a los hipocótilos de *Rhizophora* (estructuras reproductivas) su registro máximo ocurre en julio - octubre (214.17 g peso seco/mes/m²) y disminuye hacia el período de diciembre - febrero (5.4 g peso seco/mes/m²).

MES	H-Rh	Fl-Rh	Hip-Rh	H-Lg	VARIOS
JUL-OCT	587.90	58.32	214.17	2.49	155.60
OCT-DIC	524.0	99.4	104.1	4.97	157.8
DIC-FEB	260.8	68.7	5.4	9.91	92.0
FEB-MAR	230.0	40.40	8.6	8.21	62.4
MAR-MAY	253.0	28.53	16.4	15.17	65.54
MAY-JUL	266.4	17.7	21.2	1.56	96.3
ANUAL	2122.1	313.04	369.87	42.30	629.64

Cuadro 3 Aporte de hojarasca por especie y componente vegetal, total por temporada y anual (g peso seco/mes/m² H-Rh; hojas, Fl-Rh; flores Hip-Rh; hipocótilos de *Rhizophora mangle*. H-Lg; hojas de *Laguncularia racemosa*).

En cuanto a *Laguncularia racemosa* solamente se reconocieron y pesaron partes foliares, su máximo desprendimiento se presentó en marzo - mayo con 15.17 g peso seco/mes/m², y disminuye en el siguiente intervalo de muestreo (mayo-julio) con 1.56 g peso seco/mes/m², aunque la biomasa producida por esta especie es mínima (comparada con la producida por *Rhizophora*) su presencia indica cierta afinidad de resistencia entre ambas especies a las condiciones de la zona. Las estructuras reproductivas así como de flores no se detectaron debido a que sus flores son pequeñas y con tejidos frágiles (no presentan ningún tipo de cubierta coriácea) por lo que su permanencia en el medio es relativamente corta degradándose con facilidad. Finalmente, se presenta lo que se denomina como varios o misceláneos que lo constituyen diferentes componentes vegetales que no son reconocidas a simple vista, así como pequeños organismos, de estos se tiene un registro de 157.8 - 62.4 g peso seco/mes/m² de octubre a diciembre y de febrero a marzo respectivamente. Evidentemente la importancia de las hojas de *Rhizophora* es tal que contribuye con más del 60% del peso total de hojarasca anual (fig. 7) y el resto está distribuido en flores (9%), Hipocótilos (10.63%), varios (18.10%) y hojas de *Laguncularia* (1.21%).

b) Fenología

En los registros (por intervalos de muestreo) de caída de flores e hipocótilos de *Rhizophora*, (gráfica 1) hay una relación en donde el incremento de hipocótilos responde a la época de mayor

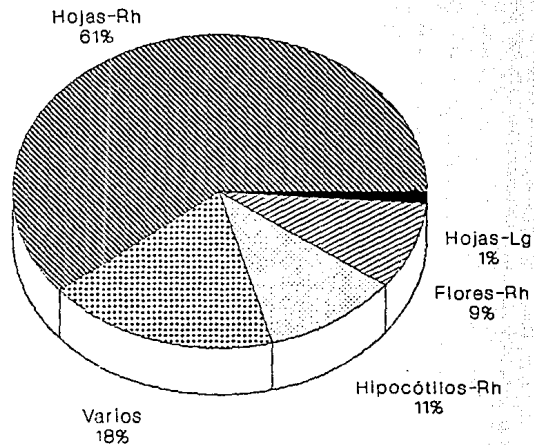
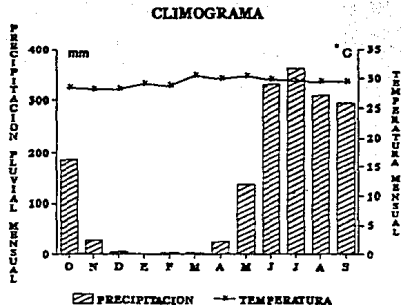
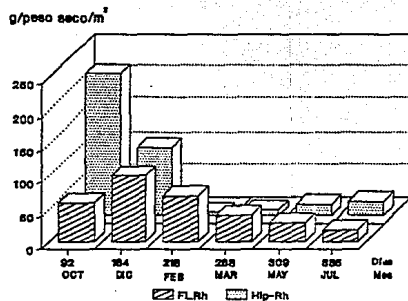


Fig. 7 Contribución porcentual de los diferentes componentes de hojarasca durante el período julio-91 a julio-92. Rh;*Rhizophora mangle*, Lg;*Laguncularia racemosa*.



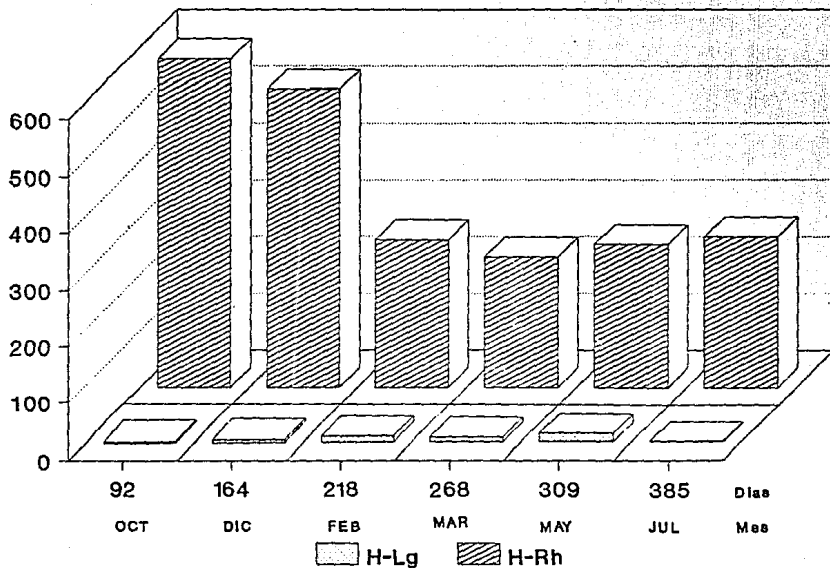
Gráfica 1. Relación del desprendimiento de hypocótilos y flores de *Rhizophora mangle* respecto a la variación climatológica de la región.

aporte pluvial (lluvias locales y aporte de ríos), disminuye en relación a las mismas. Es probable que su comportamiento estacional se deba a que en la temporada de lluvias se asegure el establecimiento de plántulas, ya que en el medio se registran salinidades mínimas de 0.53 o/oo, debido a que el aporte constante de agua continental impide el desarrollo de condiciones de alta salinidad, lo que permite finalmente un menor gasto energético por parte de los individuos jóvenes capaces de desarrollar raíces para su implantación bajo esas condiciones. Esta sincronía con el ambiente de acuerdo a Rico-Gray (1979), puede obedecer a una característica evolutiva de la especie. La producción de flores registra una mayor caída conforme se aproxima la temporada de estiaje (Gráfica 1), en el siguiente período (diciembre -febrero) tiende a disminuir al tiempo que los hipocótilos lo hacen pero en menor proporción, sin embargo, ambas se siguen presentando a lo largo del año. Cuando los niveles de agua continental comienzan a aumentar, se incrementa nuevamente la caída de hipocótilos y disminuye la de flores. En la gráfica 1, se incluye un climograma (con datos promedio de precipitación y temperatura de los últimos 10 años) con el fin de obtener una mejor relación de los datos de vegetación, el cual se presenta haciendo corresponder cada punto con los períodos de muestreo.

De la misma manera, hay un comportamiento similar entre el desprendimiento de hojas de *Rhizophora* y *Laguncularia*; este comportamiento se representa en la gráfica 2. La diferencia entre las cantidades de una y otra especie se debe a que el manglar

2 PRODUCCION DE HOJAS POR ESPECIE

g peso seco/m



Gráfica 2 Comparación de la caída de hojas entre *Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa* (Octubre-91 - Julio-92)

muestreado está dominado totalmente por *Rhizophora*, y *Laguncularia* sólo se presenta esporádicamente a lo largo del transecto. En el desprendimiento de hojas de *Rhizophora* se observa un descenso notable (Dic-Feb) estabilizándose a lo largo de los siguientes meses. Para *Laguncularia*, el desprendimiento de hojas se mantiene casi constante con ligeros incrementos en febrero y mayo.

La gráfica 3, presenta la producción de hojarasca a lo largo de un año de muestreo, aquí se refleja un comportamiento similar al que presentan las hojas de *Rhizophora* (gráfica 2), debido a que el bosque de manglar está dominado por dicha especie.

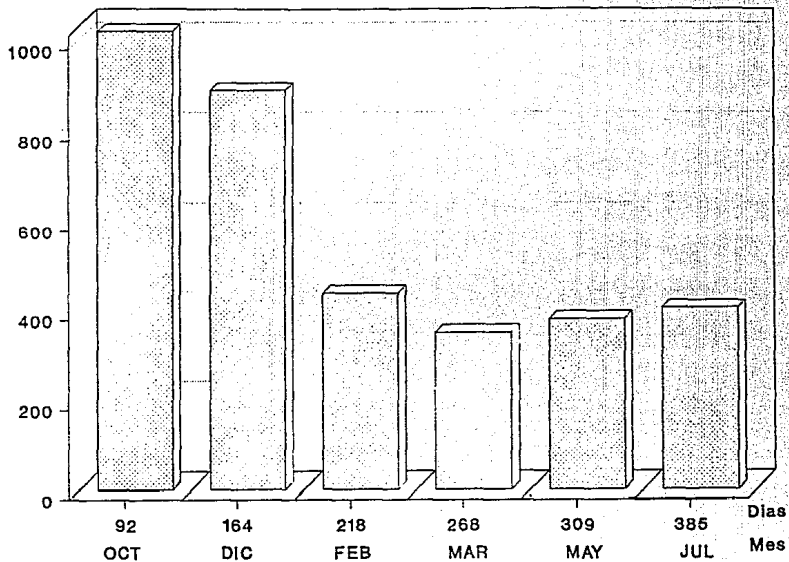
Los valores de producción de hojarasca para diferentes períodos de recolecta se presentan en el cuadro 4; los patrones de aumento en la caída de hojarasca corresponden a un ambiente donde el máximo se manifiesta en los meses de lluvias intensas (Jul-Oct) 1018.477 g peso seco/mes/m². El aporte disminuye en la estación de estiaje con un mínimo de 349.603 g peso seco/mes/m².

JUL - OCT	1018.477
OCT - DIC	890.265
DIC - FEB	436.812
FEB - MAR	349.603
MAR - MAY	378.635
MAY - JUL	403.165
A N U A L	3476.958

Cuadro 4. PRODUCTIVIDAD PRIMARIA GLOBAL POR TEMPORADA Y ANUAL (g peso seco/mes/m²)

2 Período Octubre-91 a Julio-92

g peso seco/m



Grafica 3 Desprendimiento de hojarasca total de ambas especies

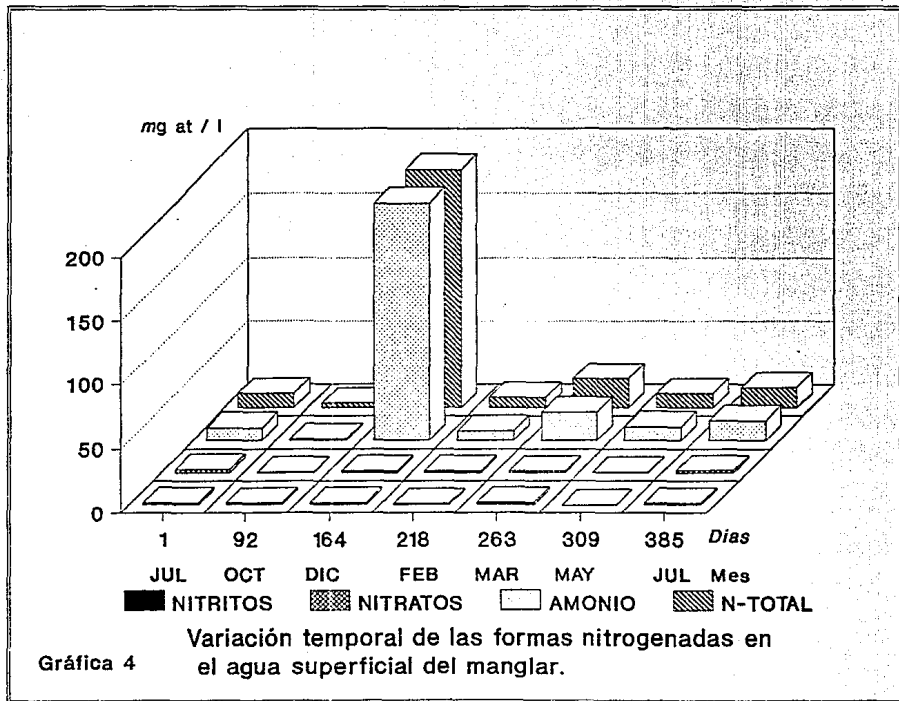
Relación de la productividad primaria-nutrientes

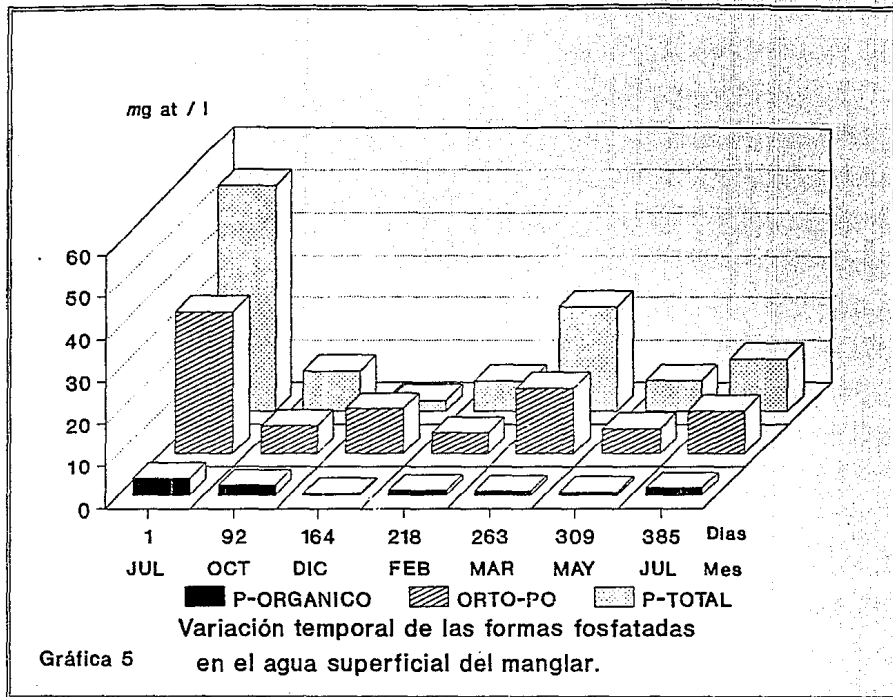
Esta parte del trabajo no se concluyó; inicialmente se había planteado una posible relación de los nutrientes del agua (en el manglar) con respecto a la degradación foliar y la tasa de degradación en el mismo, para ello se contaba con una metodología adicional para cubrir el objetivo, uno de los inconvenientes que se presentaron para el desarrollo del objetivo, fueron los intervalos de cada muestreo que se realizaban cada dos o tres meses, durante este lapso de tiempo la degradación foliar no fue posible registrarla debido a que la cantidad de hojarasca (10 g.) expuesta en bolsas de degradación fue removida totalmente; para poder observar y cuantificar la tasa de degradación, el tiempo mínimo para las primeras recolectas debería ser de cinco días aproximadamente y después con intervalos de veinte días. Sin embargo, se presentan como datos adicionales los siguientes resultados del muestreo hidrológico del agua superficial de manglar (Apéndice 5), además de una breve descripción de ellos con respecto a los hidroperíodos.

De las formas nitrogenadas presentes en el agua intersticial del manglar, el amonio es el dominante durante todo el ciclo anual, las magnitudes en las concentraciones de amonio indican la dominancia de procesos como la respiración y/o la heterotrofia, es este último el dominante a lo largo del año. El amonio está considerado como el nutriente nitrogenado fundamental, ya que es preferido sobre las otras formas de nitrógeno por estar en forma reducida, lo que facilita su incorporación celular (en fitoplancton) para la asimilación de aminoácidos (Wetzel, 1981).

La segunda fuente en importancia de nitrógeno son las formas oxidadas, correspondientes a NO^+ y NO^2 , debido a que son suministradas principalmente por los aportes pluviales (lluvias y ríos) guardan una estrecha relación con la temporada. Su comportamiento a lo largo del año fue similar, y entre ambas formas existe un cierto equilibrio, es evidente que en la época de lluvia (Gráfica 4) hay un incremento a la par, consecuencia de lo mencionado anteriormente.

De manera general, las diferentes formas de fósforo mantienen un comportamiento similar, con un importante incremento en el mes de máxima pluviosidad en la zona (Gráfica 5). El máximo valor de este compuesto iónico durante el muestreo correspondiente a JUL-91 es de $33.40 \mu\text{g at/l}$ y el mínimo de $4.88 \mu\text{g at/l}$ que corresponde a FEB-92. El fósforo orgánico presenta niveles muy bajos en relación a ortofosfatos, sus concentraciones van desde $0.375 \mu\text{g at/l}$ en DIC-91 hasta $3.984 \mu\text{g at/l}$ para el mes de JUL-91, esta proporcionalidad de acuerdo a Wetzel (1981), es consecuencia de que la porción más importante (aproximadamente el 90%) del fósforo en el agua está en forma de fosfato orgánico, constituyente de células de la materia viva particulada, o asociada de diversas formas con partículas orgánicas muertas y materiales inorgánicos. De aquí que, las concentraciones de fosforo orgánico son menores ya que es fácilmente reciclado en la comunidad. Resulta interesante destacar que en general durante el ciclo de muestreo no se observó una relación clara de los nutrimentos con respecto al gradiente de humedad.





PRODUCTIVIDAD PRIMARIA-SALINIDAD

a) Variación Anual

Si bien los manglares se desarrollan en un medio salobre, dependen en gran medida del agua continental para mantener un equilibrio de salinidad adecuada y para asimilar los nutrimentos necesarios que están presentes en la escorrentía terrestre.

El régimen de lluvia tiene su inicio en el mes de abril, y finaliza en septiembre, la reacción inmediata del aporte pluvial, se refleja en el establecimiento de condiciones de baja salinidad, 0.5391 o/oo (ver cuadro 5 para el mes de octubre), por lo que el sistema tiende a ser dulceacuícola. Hacia la temporada de estiaje, que principia en el mes de diciembre, se registra el inicio de la influencia mareal con valores de salinidad que van desde 23 o/oo. en febrero, hasta su máximo de 31 o/oo. en mayo, mes en el cual el sistema es prácticamente marino.

JUL-91	OCT	DIC	FEB-92	MAR	MAY	JUL
2.859	0.539	11.763	23.821	27.302	31.297	0.826

Cuadro 5. Variación anual de la salinidad en agua intersticial del manglar (o/oo).

b) Influencia de la salinidad en la Vegetación

Una de las consecuencias eventuales de la estacionalidad salina es la factible influencia que ejerce sobre *Rhizophora mangle*, al inducir (con base en los registros realizados de estas estructuras) la expulsión del hipocótilo, de acuerdo al cuadro 5 y

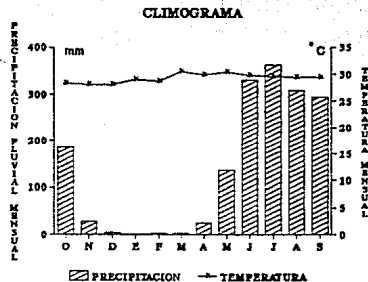
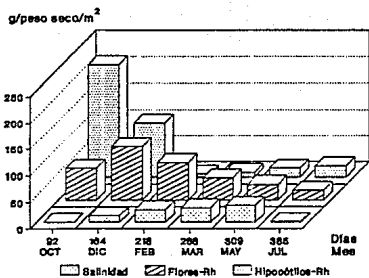
gráfica 6, el máximo de caída de estructuras reproductivas que es de 214.16 y 104.10 g peso seco/mes (registrados en períodos de intensas lluvias) corresponde al mínimo de salinidad de 0.5391 o/oo.

La poca diversidad del manglar, reafirma el desarrollo de estrategias propias de las especies de mangle que les permite una mayor tolerancia a la salinidad, en comparación con las especies de plantas potencialmente competidoras. Durante una parte del año los niveles de salinidad son mayores de 20 o/oo en la zona (cuadro 5), por lo que en estas condiciones se asegura, por una parte, la exclusión de otras especies y por otro asegura la sobrevivencia de la especie dominante que en este caso es *Rhizophora*.

Cada especie de mangle está asociada a un rango de salinidad que varía de una a otra, de acuerdo a esto su respiración con respecto a los niveles de salinidad está controlada para llevar a cabo su metabolismo. Para estas especies ante una salinidad mayor a la tolerada, su respiración aumenta y como resultado, su crecimiento neto disminuye. Ante salinidades más bajas que el requerido, las especies competidoras adaptadas para llevar al máximo su eficiencia metabólica, ante salinidades menores ganan ventaja y con el tiempo llegan a ser especies dominantes de ese lugar en particular (Snedaker, 1978)

MATERIA ORGANICA

La variación estacional de la materia orgánica en el suelo de manglar se muestra en el cuadro 6, de acuerdo a estos datos el porcentaje mínimo general no rebasa el 50 % , esta particularidad



Gráfica 6 Influencia de la salinidad sobre la vegetación y su relación con los hidroperíodos, Rh; *Rizhophora mangle*.

se podría deber a que la producción de biomasa en la comunidad es evidente durante todo el año, con sus respectivas fluctuaciones.

JUL-91	OCT	DIC	FEB-92	MAR	MAY	JUL
59.42	48.92	62.45	55.63	53.22	59.85	48.74

Cuadro 6. Porcentaje de materia orgánica en el sedimento de manglar.

La particularidad de presentar a lo largo del año un porcentaje mayor al 50 % es reflejo del equilibrio que existe entre la acción de las mareas y la tasa de defoliación de los mangles (generación-exportación), es decir; la acción de las mareas genera la distribución del material deshechado en el bosque de manglar, que es repuesta en su momento por la defoliación natural de los mangles. La importancia de la materia orgánica presente en el manglar radica en que es un reservorio energético importante que es suministrado hacia las lagunas costeras.

De acuerdo a Flores V. (1989), el aporte, concentración y distribución de materia orgánica en las lagunas costeras está influenciada por las mareas, ríos y escurrimientos locales, y su concentración es un indicador del potencial productivo que se tiene en el ecosistema a nivel heterotrófico.

TEMPERATURA

La temperatura del agua superficial en el manglar (cuadro 7) se estimó a partir de febrero-92 . La variación térmica esta

influenciada con el período de lluvia, si se considera el factor causa-efecto el notable aumento registrado en mayo-92 (32.33 °C) acondiciona el medio (temperatura de 30.13 °C y salinidad de 0.53 o/oo) para que una vez que los hipocótilos sean desprendidos tengan mayor posibilidad de sobrevivencia.

Febrero	Marzo	Mayo	Julio	Promedio
27.41	28.58	32.33	30.13	29.61

Cuadro 7. Variación térmica (°C) en el agua superficial del manglar (Febrero - Julio, 1992)

Pannier (1977), observó que el tiempo de inducción para el enraizamiento de los hipocótilos de *Rhizophora mangle* a la temperatura de su habitat natural de 30 ± 2 °C, es de 7 a 10 días.

Esta correspondencia con la temperatura y el establecimiento de bajos niveles de salinidad le proporcionan tanto a la plántula como a la comunidad una razonable ventaja; por un lado, facilita el desarrollo del sistema radicular de la plántula en poco tiempo y a consecuencia de un bajo estrés salino, adquiere un rápido establecimiento ya sea dentro o fuera del bosque, por otro lado, existe una mayor probabilidad de regeneración del bosque, es decir, se prueba en poco tiempo el vigor genético de los posibles nuevos individuos.

Pannier (1977) en sus experimentos de sensibilidad térmica de las plántulas de *Rhizophora mangle*, en condiciones de laboratorio encontró que mientras la temperatura de 30 °C bajo condiciones de

cultivo específicas de los hipocótilos provoca el despliegue de un 95% de yemas foliares terminales, a la temperatura de 20 °C permite solamente el despliegue del 16%, observándose una inhibición total de desarrollo de las yemas foliares terminales a 17 °C.

pH

El pH del agua intersticial se registro a partir del mes de diciembre, las oscilaciones durante el muestreo fueron mínimas y en general los valores observados son de 6.0 a 6.96 (Cuadro 8), lo que indica que existe una ligera tendencia hacia la acidez, resultado de la interesante relación con los procesos de transformación de la materia orgánica, la generación de ácido sulfhídrico principalmente y su correspondiente liberación de ácidos húmicos disueltos en el agua, característica general en los bosques de manglar. Según Hess (1961), el pH de los suelos de *Rhizophora* es de 6.6., y según Pannier y Pannier (1974), los suelos de manglar presentan pH de 4.8 y 8.8.

DIC-91	FEB-92	MAR-92	MAY-92	JUL-92
6.33	6.66	6.69	7.26	7.05

Cuadro 8. Variación de pH en agua intersticial de manglar.

ANÁLISIS GLOBAL DE LA RELACION DE FACTORES BIOTICOS Y ABIOTICOS CON LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA

De acuerdo con los resultados presentados, existen dos variaciones estacionales de gran importancia; el régimen de lluvias y el estiaje, que determinan la productividad primaria de la comunidad de manglar originando cada uno condiciones propicias para que se lleven a cabo diversos acontecimientos, entre los que destacan el desprendimiento de hojarasca, flores e hipocótilos, disminución de la salinidad del agua y aumento de los nutrimentos, entre otros.

La primera, se caracteriza por una temporada en la que existe una constante incorporación de cantidades importantes de agua continental ya sea por precipitación pluvial y/o aporte de ríos. En esta temporada es donde se detecta la mayor productividad primaria, que está relacionada con diversos acontecimientos de los cuales el más evidente es la disminución en las concentraciones de salinidad del agua, este proceso repercute de dos formas en la comunidad de manglar. Por un lado, crea un medio adecuado para la regeneración del bosque mediante el desprendimiento e implantación de los hipocótilos de *Rhizophora mangle*. Las concentraciones de salinidad son mínimas aproximadamente durante cuatro meses (julio-octubre) tiempo en el cual el desarrollo del hipocótilo se lleva a cabo, este hecho coincide con lo expresado por Vázquez-Yañez, (1980); las plántulas se producen durante todo el año, pero son más abundantes en los meses de agosto y septiembre. El desarrollo del hipocótilo toma aproximadamente 4 meses. Rico-Gray (1979); menciona que la

producción de hipocótilos llega a su máximo en la temporada de lluvias, es posible que este hecho asegure el mejor establecimiento de las plántulas debido a que el medio es menos extremo, y se ha reportado que la concentración de sales en el suelo pueden influenciar las concentración de iones en los tejidos que pueden modificar el potencial osmótico y afectar el balance metabólico del nitrógeno, reduciendo la síntesis protéica (Mizrachi et. al., 1980, en Soto y Jiménez, 1982).

Por otro lado, el desprendimiento general de hojarasca corresponde también a la época de mayor precipitación pluvial. Gill y Tomlinson (1969) y López Portillo (1982), reportan que es durante esta temporada, donde se pierde la mayor proporción de hojarasca y que hay una tasa de producción de hojas proporcional a la pérdida. Por lo tanto la productividad de los mangles está en relación con la periodicidad, la frecuencia del flujo de mareas y la calidad de las aguas de inundación; un flujo frecuente de agua, con una salinidad moderada y relativamente rica en nutrimentos, está relacionada con los mayores índices de productividad (Snedaker, 1978).

El segundo acontecimiento (estiaje), propicia un aumento en la concentración salina del agua (al disminuir los aportes de agua continental). En esta temporada el desprendimiento de hipocótilos y hojas disminuye, contrariamente a esto, el desprendimiento de flores comienza a incrementarse.

Por lo que se refiere a la estructura de la vegetación, ésta indica un buen desarrollo de los rodales que son el reflejo de las condiciones propias del sistema. La disponibilidad y abundancia de corrientes de agua, la incorporación de nutrimentos acarreados por

los ríos, le permiten a la vegetación adquirir un nivel de desarrollo más elevado. Sin embargo, de acuerdo a Cintrón y Schaeffer (1985), los factores tales como las sequías, tormentas y bajas temperaturas limitan el desarrollo de los individuos, lo cual, de acuerdo a los datos de estructura estos factores no suceden con frecuencia en esta región.

El índice de área foliar también es un estimador del buen desarrollo de la comunidad, los valores obtenidos en este trabajo así lo indican. Pool, et. al., (1975); encontraron una relación directa entre el índice foliar como complemento de la estratificación vertical de la vegetación, lo que parece indicar que la mayor productividad es atribuible a un índice de área foliar mayor, donde los rodales están más desarrollados y tienden a renovar su capa en un plazo relativamente corto.

En este trabajo los valores de pH indican una ligera tendencia hacia la acidez, Cintrón y Schaeffer (1985), mencionan que el pH está en función del contenido de humedad y que las fluctuaciones en el nivel freático afectan este valor.

La temperatura limita el desarrollo y crecimiento de los mangles. En el manglar estudiado la temperatura mínima fue de 27.4 °C y la variación anual de 4.9 °C. Pannier y Pannier (1973), realizaron trabajos específicos sobre *Rhizophora*, encontraron un intervalo de tolerancia con respecto a la temperatura. Cuando son sometidos a temperaturas menores a 24 °C, se afecta el desarrollo y crecimiento de las plántulas de mangle y aún más, se puede llegar a inhibir totalmente el crecimiento a los 17 °C, razón por la cual los manglares sólo pueden proliferar en regiones donde la temperatura promedio del mes más frío del año no sea menor de 20°C,

y las variaciones estacionales anuales no sean mayores a 5°C.

El desarrollo de las raíces del hipocótilo está relacionado directamente con la temperatura. Pannier y Pannier (1977); midieron la sensibilidad térmica de las plántulas de *Rhizophora mangle* y observaron que mientras menor sea la temperatura en la cual se mantienen los hipocótilos, mayor es el tiempo requerido para que se inicie el desarrollo de las raíces. La importancia general de la temperatura radica en que este parámetro es un factor fitogeográfico limitante para la extensión y distribución de los manglares.

Aunque no hay un patrón aparente de correspondencia de los nutrimentos con la comunidad de manglar, es evidente que su permanencia y concentración en el medio es vital, para ello sería necesario realizar estudios puntuales a nivel fisiológico de las especies. Sin embargo, se observa que de las formas nitrogenadas que se cuantificaron, el amonio fue el predominante a lo largo del año, en comparación con las formas oxidadas, lo que indica la rápida utilización de oxígeno que se genera en la interfase agua-sedimento. Pannier y Pannier (1977), han confirmado que el amonio (en suelos dominados por *Rhizophora mangle*) es la forma de nitrógeno mineral más disponible para las plantas. Experimentos fisiológicos de nutrición efectuados con plántulas jóvenes de *Rhizophora* en cultivos, han comprobado que dichas plantas utilizan eficientemente esta forma de nitrógeno, esto es debido a que la actividad nitrificante está limitada por las características pobres en oxígeno de los suelos de manglar, mientras que el proceso de amonificación propiamente no parece ser afectado, resultando así una acumulación prevaleciente de amonio en el suelo.

Estas condiciones hacen suponer que de las formas nitrogenadas aportadas por ríos y precipitación local, una pequeña parte es retenida en el bosque de manglar y el resto es depositada en los esteros y lagunas cercanas. En lo referente a las formas fosfatadas sólo se puede destacar que los ortofosfatos son los que se mantienen en suficiente cantidad a lo largo del ciclo anual.

CONCLUSIONES

1) La productividad primaria de la comunidad de manglar estudiada esta determinada por *Rhizophora mangle*.

2) La temporada de lluvias establece condiciones de baja salinidad que favorece la propagación y regeneración del manglar.

3) La caída de flores de *Rhizophora mangle* se realiza entre los meses de octubre-diciembre.

4) La generación y desprendimiento de biomasa de las especies de mangle en la zona, así como su fenología responden a dos épocas del año; en donde el mayor desprendimiento de componentes vegetales corresponde a un ambiente de intensa precipitación pluvial, mientras que la menor es en época de estiaje.

5) El aporte de biomasa por componentes de acuerdo a su cantidad fueron; hojas, varios (tomando en cuenta que la mayor parte de estos está conformado por estípulas de las hojas nuevas), hipocótilos y flores.

6) El valor de índice de área foliar determinado para la comunidad de manglar, es característico de zonas tropicales húmedas, e indican un buen desarrollo de los rodales (35 m), así como una mayor producción de hojarasca.

7) A lo largo del año las formas nitrogenadas presentes en el agua superficial, fue el amonio. En cuanto a las formas fosfatadas los ortofosfatos son los más evidentes.

APENDICE I

CLASIFICACION FISIOGRAFICA DEL MANGLAR

(Lugo y Snedaker, 1974)

BOSQUE RIBEREÑO: Este tipo de manglar se desarrolla a lo largo de los márgenes de los ríos, frecuentemente hasta el punto donde llega la máxima intrusión salina. En este ambiente el flujo de agua intenso y las aguas ricas en nutrientes son factores que conducen a un alto grado de desarrollo de la vegetación. En las márgenes y cerca de la desembocadura, la especie dominante es el mangle rojo (*Rhizophora mangle*).

Estos manglares no tienen problemas de acumulación de sales o falta de nutrientes ya que los flujos de agua continental son continuos y la energía cinética del agua contribuye a la oxigenación y disipación de sustancias nocivas.

La salinidad intersticial de los bosques ribereños varía durante el año pero son generalmente más bajos que la de los demás tipos estructurales. En la parte superior del estuario pueden dominar otras especies, tales como, *Laguncularia racemosa* o *Conocarpus erectus*.

BOSQUES DE BORDE: Este tipo de bosque se desarrolla a lo largo de las márgenes de costas protegidas o sobre escollos, espigones o proyecciones de la costa. Se caracteriza por un lavado diario al estar sometido a una fluctuación vertical de la marea la cual inunda y seca alternadamente al suelo del bosque. Como resultado de este frecuente intercambio de agua se evita la formación de fuertes gradientes físico-químicos. En general, en esos bosques

el mangle rojo es la especie dominante en la parte externa, en las partes más internas y estancadas del interior, *Avicennia* sustituye al mangle rojo.

La estructura de estos bosques depende de la cantidad de nutrimentos de las aguas que bañan al bosque. Los rodales bañados por aguas oligotróficas están menos desarrollados que aquellas dentro de lagunas costeras donde prevalecen concentraciones de nutrimentos.

BOSQUES DE CUENCA: Este tipo de bosques se establece en las partes interiores, detrás de los bosques ribereños o de los de borde. Son áreas de poco relieve donde la renovación de las aguas ocurre mucho más lento, siendo el movimiento de las mismas estacional y difícil de detectar.

Las especies que dominan en las cuencas se caracterizan por tener adaptaciones muy desarrolladas para proveer oxígeno a su sistema radicular y tolerar salinidades más elevadas que las que caracterizan a los de borde. Las especies dominantes son, el mangle negro (*Avicennia germinans*) y el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*). En general el mangle negro predomina en los sectores de mayor salinidad y el mangle blanco en aquellos sectores donde hay mayores aportes de agua continental. Los bosques de cuenca pueden ser monoespecíficos o mixtos y generalmente el mangle rojo se encuentra a lo largo de los canales que drenan las cuencas o en depresiones dentro de éstas.

BOSQUES ENANOS: Los bosques enanos se desarrollan en turbas bañadas por aguas oligotróficas o sobre marga. En ambos tipos de ambiente el desarrollo estructural parece estar limitado por factores edáficos tales como la ausencia y la no disponibilidad de nutrimentos. En estos rodales enanos suele desarrollarse *Rhizophora* o *Avicennia*, la salinidad no es el factor casual del poco desarrollo.

BOSQUE DE HAMACA: Se desarrollan sobre depresiones en las que hay acumulaciones de materia orgánica. En estas depresiones se desarrollan rodales de *Rhizophora* cuyo porte es mucho mayor que la vegetación que le rodea, generalmente son gramíneas o mangles enanos.

APENDICE II Tomado de: Métodos para el Estudio de la Estructura del Manglar (Cintrón y Schaeffer, 1984).

FRECUENCIA ABSOLUTA:

$$\frac{\text{Nº de puntos en el que se presenta la especie}}{\text{Nº total de punto muestreados}} \times 100$$

FRECUENCIA RELATIVA:

$$\frac{\text{Valor de Frecuencia Absoluta para una especie}}{\text{Total de los valores de frecuencia para todas las spp.}} \times 100$$

DENSIDAD RELATIVA:

$$\frac{\text{Individuos de una especie}}{\text{Total de individuos de todas las especies}} \times 100$$

DENSIDAD:

$$\frac{\text{Densidad relativa de una especie}}{100} \times \text{Densidad total de todas las especies}$$

DOMINANCIA:

$$= \text{Densidad de la especie} \times \text{Valor promedio de dominancia por especie}$$

DOMINANCIA RELATIVA:

$$\frac{\text{Dominancia para una especie}}{\text{Dominancia total para todas las especies}} \times 100$$

VALOR DE IMPORTANCIA:

$$= \text{Densidad Relativa} + \text{Dominancia Relativa} + \text{Frecuencia Relativa}$$

Area Basal:

$$= \frac{P_i}{4} \text{ (DAP}^2\text{)}$$

APENDICE III

TECNICAS PARA NUTRIMENTOS

Nitratos (NO_3); por el método de reducción a nitritos mediante una columna de Cu-Cd (EPA., Parsons, Miata and Lalli, 1984).

Nitritos (N-NO_2); diazotizado con la sulfanilamina y con la asociación de N-(1-Naphtyl) etilendiamina (idem que nitratos).

Amonio (N-NH_4); reacción con hipoclorito de sodio en presencia de fenol (Solórzano, 1969).

Ortofosfatos (P-PO_4); por el método de reducción con el ácido ascórbico (U. S. EPA., 1985).

Fósforo Total (P-Total); mediante la digestión con persulfato de amonio (U.S. EPA., 1974).

Tomadas del manual, Chesapeake Resaerch Consortium, Incorporated.

APENDICE IV

DATOS DE LA ESTRUCTURA DE VEGETACION DEL MANGLAR, EN EL ESTERO CONCHAL, CHIAPAS, OBTENIDOS POR EL METODO DE PUNTO CENTRADO EN EL CUADRANTE.

	D.A.P.	ALTURA	ESPECIE
L 1 0m			
D 1	2.25	30	Rh
D 2	4.75	25	Rh
D 3	1.6	30	Rh
D 4	0.25	18	Rh
L 2 8m			
D 1	1.32	26	Rh
D 2	2.0	30	Rh
D 3	0.75	15	Rh
D 4	1.03	18	Rh
L 3 6m			
D 1	0.25	12	Rh
D 2	0.25	7	Lg
D 3	0.9	20	Rh
D 4	1.2	18	Rh
L 4 12m			
D 1	0.86	30	Rh
D 2	0.86	30	Lg
D 3	0.25	10	Rh
D 4	0.9	35	Rh
L 5 11m			
D 1	1.18	30	Rh
D 2	0.27	6	Rh
D 3	0.3	12	Rh
D 4	1	30	Rh
L 6 10m			
D 1	0.62	12	Rh
D 2	0.22	8	Rh
D 3	0.30	15	Rh
D 4	0.97	30	Rh
L 7 8m			
D 1	0.45	20	Rh
D 2	1.10	25	Rh
D 3	0.90	30	Rh
D 4	0.30	8	Rh
L 8 10m			
D 1	0.72	30	Rh
D 2	1.10	25	Rh
D 3	0.57	30	Rh
D 4	0.90	30	Rh

L 9 17m			
D 1	0.69	30	Rh
D 2	0.30	15	Rh
D 3	1.13	30	Rh
D 4	0.22	8	Rh
L 10 6m			
D 1	0.13	4	Rh
D 2	0.25	8	Rh
D 3	0.25	8	Rh
D 4	0.50	5	Rh
L 11 6m			
D 1	0.27	6	Rh
D 2	0.13	5	Rh
D 3	0.14	4	Lg
D 4	0.40	15	Rh
L 12 8m			
D 1	0.15	6	Lg
D 2	1.01	30	Rh
D 3	1.4	30	Rh
D 4	0.30	5	Rh
L 13 7m			
D 1	0.10	4	Rh
D 2	0.13	5	Rh
D 3	0.10	6	Rh
D 4	0.16	6	Rh
L 14 9m			
D 1	0.96	30	Rh
D 2	0.15	4	Rh
D 3	0.61	13	Rh
D 4	0.58	25	Rh
L 15 5m			
D 1	0.45	20	Rh
D 2	0.11	8	Rh
D 3	0.8	28	Rh
D 4	1	38	Rh
L 16 12m			
D 1	0.51	15	Rh
D 2	0.56	20	Rh
D 3	0.70	25	Rh
D 4	0.410	15	Rh
L 17 8m			
D 1	0.94	30	Rh
D 2	0.45	18	Rh
D 3	0.69	25	Rh
D 4	0.72	25	Rh

L 18	8m			
D 1		0.6	23	Rh
D 2		0.90	28	Lg
D 3		0.20	6	Rh
D 4		0.46	22	Rh
L 19	8m			
D 1		0.30	15	Rh
D 2		0.40	27	Rh
D 3		0.96	28	Rh
D 4		0.62	30	Rh
L 20	8m			
D 1		0.30	16	Rh
D 2		1	30	Lg
D 3		0.20	6	Rh
D 4		0.17	5	Rh

L; Punto de muestreo

D; 1,2,3,4, número de cuadrante

D.A.P.; Diámetro a la Altura del Pecho

Rh; *Rhizophora mangle*

Lg; *Laguncularia racemosa*

APENDICE V

Concentración de nutrimentos cuantificados durante un ciclo anual en el agua superficial del manglar ($\mu\text{g at/l}$).

	Amonio	Nitratos	Nitritos	N-Total	Orto-PO	P-Total	POrg.
JUL-91							
Mín.	1.34	0.972	1.28	3.27	3.93	23.04	2.18
Máx.	11.61	3.98	3.58	13.41	94.36	159.99	65.62
Moda	9.7	2.65	1.96	11.25	33.40	53.27	3.98
OCT							
Mín.	0.6	0.35	0.05	1.45	5.52	6.69	2.25
Máx.	3.15	3.05	3.21	5.10	7.23	26.23	19.40
Moda	1.05	0.57	1.57	3.47	6.66	9.58	2.39
DIC							
Mín.	20.44	0.51	0.54	21.38	1.54	2.05	0.29
Máx.	185.87	2.15	7.08	187.78	17.67	15.64	2.43
Moda	185.87	1.54	1.75	186.78	10.65	2.63	0.37
FEB-92							
Mín.	4.64	0.60	0.62	5.68	3.06	3.07	0.01
Máx.	67.46	3.55	3.43	68.94	56.18	54.71	8.39
Moda	7.42	1.54	0.92	8.30	4.88	7.27	1.14
MAR							
Mín.	41.95	0.17	0.61	15.87	6.05	9.18	0.94
Máx.	58.54	2.32	5.90	59.63	47.31	48.33	15.65
Moda	21.58	1.42	1.99	23.14	15.53	24.62	0.99
MAY							
Mín.	7.81	0.32	0.11	8.41	4.66	5.68	0.002
Máx.	13.43	1.27	0.46	14.48	7.39	15.06	7.66
Moda	10.33	0.46	0.11	11.34	5.94	7.33	0.74
JUL							
Mín.	9.63	1.88	1.16	8.70	9.62	10.26	0.72
Máx.	59.26	3.18	14.29	62.42	12.64	14.35	3.46
Moda	14.99	1.94	1.38	16.23	10.12	12.40	1.71

BIBLIOGRAFIA

- Ball, C. M. 1988. Ecophysiology of mangrove. *Trees* 2: 129-142.
- Begon, M., J. L. Harper y Townsend. 1986. Ecology: individuals, population and communities. Ed. Blackwell Scientific. Oxford. pp 639-679.
- Blasco, F. 1991. Los manglares. *Mundo Científico*. 114: 616-625.
- Breedlove, E. Dennis. 1981. Flora of Chiapas. Published by the California Academy of Sciences. U.S.A.
- Brown, S. M. 1984. Mangrove litter production and dynamics. In: *The mangrove ecosystem, research methods* by Snedaker and Snedaker. Cap. 14 U.N.E.S.C.O.
- Carranza, E. A., Gutierrez E., y Rodríguez T., 1975. Unidades morfotectónicas continentales de las costas mexicanas. *An. centro Ciencias del Mar y Limnología*. U.N.A.M. 2 (1): 81-88.
- Cintrón, G., A. E. Lugo, y R. Martínez. 1980. Structural and functional properties of mangrove forest. A Symposium Signaling the completion of the flora of Panama. Universidad de Panama. *Monographs in systematic botany*. Missouri Botanical Garden.

- Cintrón, G., Y. N. Schaeffer. 1984. Methods for studying mangrove structure. In: The mangrove ecosystem; research methods by Snedaker and Snedaker. Cap. 6 pp 91-113. U.N.E.S.C.O.
- Cintrón, G., Y. N. Schaeffer. 1985. Características y desarrollo estructural de los manglares de Norte y Suramerica. Ciencia Interamericana, 25: 4-15.
- Cintrón, G., Y. N. Schaeffer. 1988. Introducción a la ecología del manglar. U.N.E.S.C.O.
- Cintrón, G., Y. N. Schaeffer, 1992. Ecology and management of new world mangroves. pp 233-258 In Urlich, S. (ed), Coastal plant communities of Latin American. Academic Press, Inc.
- Colinvaux, A. P. 1980. Introducción a la Ecología. ed. LIMUSA. México, D. F. 181-187.
- Contreras, F. 1988. Las lagunas costeras mexicanas. 2a ed. Centro de Ecodesarrollo. México, D. F.
- Contreras, F., García, A. y Castañeda, O. 1992. Hidrología, Nutrientes y Productividad Primaria en el Sistema Lagunar-Estuarino de Carretas-Pereyra, Chiapas, México. Universidad y Ciencia, Vol., 9, No 17.

- Cottam, G., y Curtis, J. 1956. The use of Distance measures in Phytosociological Sampling. *Ecology*, 37:451-460.
- Cuatrecasas, J. 1958. Introducción al estudio de los manglares. *Bol. Soc. Bot. de Méx.* 23: 84-99
- Chapman, J. V. 1974. Salt marshes and salt deserts of the world. pp 3-19. In: Reimold, R. J. y Queen, W. II. (Eds). *Ecology of Halophytes* Academic Press. New York.
- Chapman, J. V. 1975. Mangrove Biogeography. En G. Walsh, S. Snedaker y Teas (Eds) *Proceedings of International Symposium on Biology and Management of Mangrove* University of Florida, Gainesville.
- Chapman, S. B. 1976. Production ecology and nutrient budgets; In: *Methods in plant ecology*. 2a. ed. Alden Press. Osney Mead, Oxford.
- Chesapeake Research Consortium, Incorporated. C. R. C. U. S. A. 1985.
- Christensen, B. 1978. Biomass and primary production of *Rhizophora apiculata* BL. in a mangrove in southern Thailand. *Aquatic Botany*. 4: 43-52.

- Daubenmire, R. 1968. Plant communities: a textbook of plant synecology. Harper and Row, Publishers. New York.
- Day, W. J., B. A. Hall; W. M. Kemp y A. Yañez. 1989. Intertidal wetlands: Salt marshes and mangrove swamps. Estuarine Ecology. WILEY and SONS, INC. Cap. 5-7.
- Dawes, J. Clinton, 1986. Botánica marina. Ed. LIMUSA. México, D. F. pp 553-577.
- Flores, V. F. 1985. Aporte de materia orgánica por los principales productores primarios a un ecosistema lagunar estuarino de boca efímera. Tesis Doctoral. Inst. Cienc. Mar y Limnol. U.N.A.M.
- Flores, V. F. 1989. Algunos aspectos sobre la ecología, uso e importancia de los ecosistemas de manglar. pp 21-56. In: Rosa-Vélez y Gonzáles-Farías (eds) Temas de Oceanografía Biológica en México. U.A.B.C. Ensenada. 337 pp.
- Flores, V. F., J. W. Day y R. D. Briseño. 1987. Structure, litter fall, decomposition and detritus dynamics of mangrove in a Mexican Coastal lagoon with an ephemeral inlet. Marine Ecology - Progress series. 35: 83-90.

Flores, V. F., F. F., González y O. F. Ramírez. 1990. Mangrove ecology, aquatic primary productivity, and fish community dynamics in the Teacapan - Agua Brava lagoon - estuarine system. (Mexican Pacific). *Estuaries* 13: 219-230.

Flores, V. F. F. González; S. Zamorano y G. Ramírez 1992. Mangrove Ecosystem of the Pacific Coast of Mexico; Distribution, Structure, Litterfall, and Detritus Dinamics. pp 269-268. In: Urlich, S. (ed), Coastal plant communities of Latin American. Academic Press, Inc.

Fuentes, E. 1973. La desconocida riqueza del manglar. *Técnica Pesquera*. 69: 24-28.

Gallegos, M. 1986. Petróleo y manglar: serie medio ambiente en Coatzacoalcos. Vol. 3. Centro de Ecodesarrollo. México, D. F.

Gill, A. M. and Tomlinsin, P. B. 1969. Estudios on the growth of red mangrove (*Rhizophora mangle* L.) *Biotrópica* 1: 1-9.

González, F., Hernández, G. 1989. Aspectos ecológicos de la materia orgánica en lagunas costeras de México. pp 79-105. In: Rosa-Vélez y González-Farías (eds). Temas de Oceanografía Biológica en México. U.A.B.C. Ensenada.

Guerra J., y Durán T., 1986. La utilización del Manglar en la Laguna de Alvarado, Ver. Informe Final de Servicio Social. U.A.M.-Iztapalapa.

IMERNAR. 1975. Chiapas y sus recursos naturales renovables. Décima Octava serie de mesas redondas. Ed. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, A. C. México, D. F. 150 pp.

Jardel, E. J., A. A. Saldaña y M. G. Barreiro, 1987. Contribución al conocimiento de la ecología de los manglares de la Laguna de Términos, Campeche, México. Ciencias Marinas. 13: 1-22.

Jiménez, A. J. 1992. Mangrove forests of the Pacific coast of central America. pp 259-267 In: Urlich, S. (ed), Coastal plant communities of Latin American. Academic Press, Inc.

Krebs, J. C. 1985. Ecología: Estudio de la distribución y la abundancia. 2a. ed. Harla. México. pp 753.

- López, M. J., A. W. Stoner; J. R. García y L. García-Muñiz.
1988. Marine food webs associated with Caribbean
Island Mangrove Wetlands. *Acta Científica*. 2:
94-123.
- López Fortillo, J. 1982. Ecología de los manglares y las
comunidades halófilas en la Laguna Mecoacan,
Tabasco. Tesis Facultad de Ciencias. U.N.A.M.
- López, P. J., Ezcurrea E. 1985. Litter fall of *Avicennia germinans*
L. in a one-year cycle in a mudflat at the laguna
de Mecoacan, Tab. México. *Biotrópica* 17: 186-190.
- López, P., Ezcurrea E. 1989. Response of three mangrove to
salinity in two geofoms funtional. *Ecology* 3:
355-361.
- López, P., Ezcurrea, E. 1989. Zonation in mangrove and salt marsh
vegetation at Laguna Mecoacan, México. *Biotrópica*
21: 107-114.
- Lot-Helgueras, A., Menéndez, L. F. 1977. Los manglares: una
síntesis general. *Biología* 7: 58-62.
- Lugo, E. A. y Patterson, Z. C. 1977. The impact of low
temperature stress on mangrove structure and growth.
Tropical Ecology 18: 149-161.

- Lugo, E. A., M. Sell y S. C. Snedaker. 1976. Mangrove ecosystem analysis. In: System Analysis and Simulation in Ecology. (ed) Patten B. C. Vol. IV Academic Press.
- Lugo, E. A. y Snedaker, S. C. 1974. The ecology of mangrove. Ann. Rev. Ecol. Syst. 5: 39-64.
- Macnae, W. 1967. Zonation within mangroves associated with estuaries in North Queensland. In Lauff, G. H. (ed). Estuaries publ. An. Ass. Adv. Sci. 83: 432-441.
- Mall, L. P., P. V. Singh y A. Garge, 1991. Study of biomass, litter fall, litter decomposition and soil respiration in monogeneric mangrove and mixed mangrove forests of Andaman Islands. Trop. Ecol. 32: 144-152.
- Margalef, R. 1977. Ecología. ed. Omega, S. A. Barcelona, España. pp 951.
- Matteucci, D. S. y Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. O.E.A. Washington, D. C. pp 168.
- Menéndez, L. F. 1976. Los manglares de la laguna de Sontecomapan, Los Tuxtlas, Ver. Estudio florístico-ecológico. Tesis Facultad de Ciencias U.N.A.M.

Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. Méx. 28: 29-179.

Mueller-Dombois y E. Heinz 1974. Aims and methods of vegetation ecology. Wiley International edition. New York.

Odum, P. E. 1982. Ecología. 3ra. ed. Interamericana S.A. de C.V. México, D. F. pp 400.

Odum, W. E. y E. J. Heald. 1975. Mangrove forests and aquatic productivity. pp 129-136 In: A. D. Hasler (ed). Cumplin of Land and Water System. Springer-Verlag, Ecological studies. New York.

Odum, W. E. y E. J. Heald. 1975. The detritus-based food web of an estuarine mangrove community. In: Estuarine Research vol. 1 (ed) Eugene Cronin. Academic Press, Inc. London.

Odum, W. E., C. McIvor y J. Smith. 1982. The ecology of the mangroves of South Florida: a community profile. U.S. Fish and Wildlife Service, Office of Biological Service, Washington, D. C. 144 pp.

Pannier, F. y Dickinson, C. J. 1989. Manglares (la importancia económica de los manglares en la política, planeamiento y manejo de los recursos naturales costeros) F.U.D.E.N.A. - A.V.I.P.L.A. Caracas, Venezuela.

Pannier, F., Pannier, F. R. 1973. Manglares: Un enfoque fisiológico. Manuscrito de la ponencia presentada en la reunión Continental sobre la ciencia y el hombre. Simposium de ecosistemas tropicales. CONACYT y AAAS. Junio 20 - julio 4. México, D. F.

Pannier, F., Pannier, F. R. 1976. Manglares: un enfoque fisiológico. Biología 6: 51-57

Pannier, F., Pannier, F. R. 1977. Interpretación fisioecológica de la distribución de manglares en las costas del Continente Suramericano. Interciencia 2: mayo-jun 153-162.

Pannier, P. y Pannier, F. 1978. Estructura y dinámica del ecosistema de manglar. Memorias del Seminario sobre el estudio científico e impacto humano en el ecosistema de manglares. U.N.E.S.C.O. 46-54.

Pannier, F., Salvatierra, M. 1983. Manglares. Revista Ambiente Nº 5 año 7 50 pp.

Pomeroy, R. L. 1980. Detritus and its role as a food source. In: Fundamentals of Aquatic Ecosystems. Barnes. R. S. K.

Pool, J. D., A. E. Lugo y S. C. Snedaker. 1975. Litter production in mangrove forest of southern Florida and Puerto Rico. En G. Walsh, S. Snedaker y Teas (eds) Proceedings of International Symposium on Biology and Management of Mangrove. University of Florida, Gainesville.

Pool, J. D., S. C. Snedaker y A. E. Lugo. 1977. Structure of mangrove forest in Florida, Puerto Rico, México and Costa Rica. Biotrópica 9 (3): 195-212.

Rico Gray, V. 1979. El Manglar de la Laguna de La Mancha, Ver. Estructura y Productividad Neta. Tesis. Facultad de Ciencias. U.N.A.M.

Rico Gray, V., Lot A. 1983. Producción de hojarasca del manglar de la Laguna de la Mancha Veracruz, México. Biotrópica 8 (3): 295-301.

Roberts, M. J., P. S. Long, L. L. Tieszen and L. C. Beadle. 1985. Measurement of plant biomass and net primary production. In: Techniques in Bioproductivity and Photosynthesis. U.N.E.P. Combs. D. O. Hall. pp 1-49.

Rzedowski, J. 1981. Vegetación de México. Ed. LIMUSA México, D. F. pp 432.

Saenger, E. J., Hergel y J: D: S. Davie. 1985. Global status of mangrove ecosystems. Commissions on Ecology, papers number 3. I.U.C.N.

Sánchez, R. M. 1963. Datos relativos a los manglares de México. An. Esc. Nac. Cienc. Biol. Méx. 12: 61-72.

SEDUE. 1984. El manglar de México. Dirección de Flora y Fauna Acuáticas. 70 pp.

SEPESCA, 1990. Bases para el ordenamiento costero pesquero de Oaxaca y Chiapas (Aspectos Generales). Secretaria de Pesca. México, D. F. 219 pp.

Snedaker, C. S. 1978. Los manglares: su valor y su perpetuación. La Naturaleza y sus recursos. XIV: 7-14 Jun-Sep.

Snedaker, S. C., Ch. D. Getter. 1985. Pautas para el manejo de los recursos costeros. En serie de información sobre recursos renovables. National Park Service. U.S.D. Pub. Nº 2 pp. 33-53.

Srivastava, P. B., M. N. Majid y H. A. Shariff, 1980. Foliage and soil nutrients in *Rhizophora apiculata* B. L. Stands. Tropical Ecology 21: 113-124.

- Twilley, R. R., A. E. Lugo y Patterson-Zucca. 1986 Litter production and turnover in basin mangrove forests in southwest Florida. *Ecology* 67: 670-683.
- Valiela, I., Teal, M. 1978. Nutrient and particulate fluxes in a salt marsh ecosystem: Tidal exchanges and inputs by precipitation and ground water. *Limnology Oceanographic* 23: 798-812
- Vázquez Yañez C. 1980. Notas complementarias a la familia *Rhizophoraceae* en Veracruz. *Biótica* 5: 15-21.
- Walsh, G. E. 1974. Mangroves: a review. pp 51-174. In: Reimold, R. J. y Queen, W. H. (eds). *Ecology of Halophytes*. Academic Press. Inc. New York.
- Wetzel, G. R. 1981. *Limnología* eds. OMEGA. Barcelona, España. pp 678.