

FALLA DE ORIGEN

27
zey



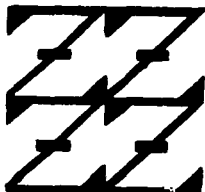
**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

Facultad de Estudios Superiores Zaragoza

**ESTRUCTURA Y DEMOGRAFIA DEL MANGLAR DEL
ESTERO "LA ANGOSTURA", LAGUNA ORIENTAL, OAX.
Y SU RELACION CON ALGUNOS PARAMETROS
AMBIENTALES**

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

MARIA DEL CARMEN RAMIREZ AHUMADA



México, D. F.

1995



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.

AGRADECIMIENTOS

Es importante mencionar que este trabajo fue posible gracias a la ayuda y apoyo de mucha gente a la que hago patente todo mi agradecimiento.

Agradezco al Maestro en Ciencias Pedro Ramírez García por haber dirigido este trabajo y por sus valiosos comentarios con respecto al trabajo de investigación.

A los miembros del jurado, Maestra en Ciencias Alejandrina Ávila Ortiz, Maestro en Ciencias Eloy Solano Camacho, Doctor Arcadio Monroy Ata y al Biólogo Efraín Angeles Cervantes por la cuidadosa revisión del manuscrito y por sus interesantes observaciones que sirvieron para enriquecerlo.

Al Doctor Antonio Lot Helgueras por el apoyo prestado para la realización de este trabajo.

A mis compañeros de trabajo, Maestra en Ciencias Martha Olvera García y al Biólogo Daniel Ocaña por la invaluable ayuda en el trabajo de campo y en la realización del manuscrito.

Al señor Magdiel Martínez Francisco y a su familia por la hospitalidad y por toda la ayuda prestada para la realización del trabajo de campo y a la Sociedad Cooperativa de Pueblo Nuevo, Oaxaca por las facilidades proporcionadas para trabajar en la zona.

Al Maestro en Ciencias Agustín Quiroz Flores por la asesoría en técnicas de análisis químicos y al Maestro en Ciencias Antonio Sarmiento por su invaluable ayuda en todo el desarrollo de este trabajo.

Por último, agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México, en especial al Instituto de Biología, por darme la oportunidad y el apoyo para realizar este estudio.

A MIS PADRES, MARIA ESTHER Y ARTURO
*porque toda mi vida no será suficiente para
agradecerles todo el amor que me han dado*

**A MARIA ESTHER, ARTURO, EDGAR
Y OCTAVIO** *por su cariño y apoyo*

A MARTHA
por su amistad y paciencia

A MARIA LUNA Y ANTONIO
*por el amor y la motivación para
seguir adelante*

INDICE

RESUMEN	
INTRODUCCION	2
JUSTIFICACION	9
ANTECEDENTES	10
ZONA DE ESTUDIO	13
OBJETIVOS	16
MATERIAL Y METODO	17
Trabajo de campo	17
Trabajo de laboratorio	19
Trabajo de gabinete	20
RESULTADOS Y DISCUSION	24
Estructura de la vegetación	24
Parámetros demográficos	29
Crecimiento poblacional	37
Parámetros químicos del agua intersticial	45
Parámetros químicos del sedimento	52
Parámetros ambientales y su relación con el crecimiento	59
CONCLUSIONES	61
BIBLIOGRAFIA	63

INDICE DE CUADROS

TABLA 1. Parámetros estructurales del manglar del estero "La Angostura", Laguna Oriental, Oaxaca	25
TABLA 2. Desarrollo demográfico anual para el período de mayo de 1992 a julio de 1993.	31
TABLA 3. Valores de λ y r correspondientes a los modelos matriciales	43
TABLA 4. Parámetros químicos del agua.	46
TABLA 5. Parámetros físicos y químicos del sedimento.	53

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Zona de estudio.	15
FIGURA 2. Clases altimétricas por especie.	27
FIGURA 3. Clases diamétricas por especie.	27
FIGURA 4. Perfil de la vegetación del manglar del estero "La Angostura", Laguna Oriental, Oaxaca.	28
FIGURA 5. Distribución inicial de plántulas de <i>Rhizophora mangle</i> en mayo de 1992	30
FIGURA 6. Distribución anual de plántulas de <i>Rhizophora mangle</i> en agosto de 1993.	30
FIGURA 7. Reclutamiento de plántulas de <i>Rhizophora mangle</i>	32
FIGURA 8. Altura de la tabla de agua.	32
FIGURA 9. Supervivencia de plántulas de <i>Rhizophora mangle</i>	35
FIGURA 10. Porcentaje de supervivencia de reclutas de cada muestreo.	35
FIGURA 11. Mortalidad de plántulas de <i>Rhizophora mangle</i> a lo largo del año.	36

FIGURA 12. Crecimiento en talla en plántulas de <i>Rhizophora mangle</i>	36
FIGURA 13. Matriz de transición anual	38
FIGURA 14. Matriz de transición de los individuos contabilizados en el mes de agosto.	41
FIGURA 15. Matriz de transición de los individuos contabilizados en el mes de noviembre.	41
FIGURA 16. Matriz de transición de los individuos contabilizados en el mes de marzo.	41
FIGURA 17. Matriz de transición de los individuos contabilizados en el mes de junio.	42
FIGURA 18. Matriz de transición de los individuos contabilizados en el mes de julio	42
FIGURA 19. Concentración de nitratos en el agua	47
FIGURA 20. Concentración del potasio en el agua.	49
FIGURA 21. Concentración del sodio en el agua	49
FIGURA 22. Concentración del calcio en el agua	49
FIGURA 23. Concentración de los cloruros en el agua	49
FIGURA 24. Valores de pH del agua.	51
FIGURA 25. Concentración de dióxido de carbono en el agua	51
FIGURA 26. Salinidad del agua	51
FIGURA 27. Concentración de fósforo total en los sedimentos	54
FIGURA 28. Concentración de ortofosfatos en los sedimentos	54
FIGURA 29. Porcentaje de nitrógeno total en los sedimentos	54
FIGURA 30. Porcentaje de materia orgánica en los sedimentos.	56
FIGURA 31. Valores de pH de los sedimentos	56
FIGURA 32. Salinidad presente en los sedimentos	56

FIGURA 33. Concentración de cloruros en los sedimentos.	58
FIGURA 34. Concentración de potasio en los sedimentos	58

RESUMEN

Se hizo un estudio de la estructura y demografía del manglar del estero "La Angostura" y se relacionó con los parámetros físicos y químicos de sedimento y agua intersticial.

Para determinar los parámetros estructurales y demográficos se utilizó el método de muestreo por área denominado relevé.

El manglar estudiado se ubica dentro de la categoría de bosque ribereño y lo conforman tres especies; *Rhizophora mangle* L., *Laguncularia racemosa* (L.) Gaerth.f., y *Avicennia germinans* (L.) Stearn. La primera domina tanto en la estratificación vertical como en el horizontal y sus plántulas están bien representadas en el estrato herbáceo.

La mayoría de los individuos se ubican en un intervalo de talla de 4.4 a 7.9 m y tienen un diámetro entre 31.4 y 54.2 cm.

La sobrevivencia media anual de las plántulas se estimó en 0.22 (± 0.11 , $\alpha=0.05$), mientras que la tasa de mortalidad fue de 0.78 ($\alpha=0.05$). Se registró un crecimiento de 5.81 cm/año (± 1.42 $\alpha=0.025$). Los valores para λ y r fueron de 0.127 y - 2.120 respectivamente.

El comportamiento de los parámetros ambientales considerados en este estudio, responden en gran medida a las fluctuaciones de las mareas, aportes de agua dulce al sistema y el clima.

INTRODUCCION

Se conoce como manglar una comunidad vegetal ampliamente distribuida en litorales de regiones cálidas, esencialmente ocurre en la zona costera intertropical. También prospera en orillas de lagunas costeras, bahías protegidas y desembocaduras de ríos, en donde hay zonas de influencia de agua marina. Ocasionalmente se le puede encontrar tierra adentro (Rzedowsky, 1978).

Los manglares sostienen un gran número de especies de invertebrados y vertebrados, asimismo, constituyen áreas de refugio y anidación para numerosas especies de aves, además son una fuente de recursos que el hombre utiliza directa o indirectamente como combustible y construcción (madera), curtiduría (taninos), productos químicos diversos, medicinas y alimentación (Morton, 1965). Juegan un importante papel en la protección de la línea de costa, pues estabilizan sedimentos y previenen erosiones.

Los manglares son un tipo de vegetación característica de costas tropicales y subtropicales del mundo. Predominan en ellos el estrato arbóreo, aunque puede presentarse un estrato herbáceo, en raíces y suelo es posible encontrar comunidades algales. Pannier y Pannier (1980) los han caracterizado como unidades integradas, autosuficientes, con componentes vegetales con alta adecuación a condiciones específicas del ambiente: suelos periódicamente sumergidos por la acción de las mareas y salinidad fluctuante.

Según Tomlinson (1986) los manglares son esencialmente tropicales, ocupan dos

regiones hemisféricas separadas y son más abundantes en los trópicos del viejo mundo que en los del nuevo mundo.

Chapman (1975) afirma que los manglares tienen una distribución esencialmente intertropical. Sin embargo, la composición genérica y específica varía, pudiéndose distinguir dos regiones: Indopacífico y región del Nuevo Mundo-Oeste de África. La primera región comprende las costas de Este de África, el Mar Rojo, la India, Sureste de Asia, Sur de Japón e Islas del Pacífico al este de Samoa. La segunda región comprende las costas del Atlántico de África y América, el Golfo de México, las costas del Pacífico de América Tropical y las Islas Galápagos. Las especies existentes en Hawái son introducidas.

La región del Indopacífico tiene más de 20 especies pertenecientes a 13 géneros de los 16 registrados como componentes de la vegetación de manglar, en tanto la otra región tiene 10 especies repartidas en 6 géneros, si se suma *Pelliceria rhizophorae* Triana and Planchon. En vista de esto se ha sugerido que lo que ahora es la península Malaya fue el centro de origen de los géneros de mangles.

México forma parte de la llamada región del Nuevo Mundo-Oeste de África con las especies *Rhizophora mangle* L., *Avicennia germinans* (L.) Stearn, *Laguncularia racemosa* (L.) Gaerth.f. y *Conocarpus erectus* L. Recientemente se reportó la presencia de individuos de *Rhizophora harrisonii* Leechman, en un estero del municipio de Acapetahua, Chiapas (Rico-Gray, 1981).

Los mangles se encuentran en las costas del Golfo de México desde la Laguna Madre (Tampaulipas) hasta la parte sur de Quintana Roo, tienen su desarrollo máximo

en diversidad y altura en los estados de Tabasco y Campeche. En las costas del Pacífico se encuentran distribuidos irregularmente, se localizan en los litorales de la península de Baja California y en todos los estados desde Sonora hasta Chiapas (Rzedowsky, 1978).

Las áreas de manglar más grandes de México corresponden a los sistemas estuarinos de Teacapan-Agua Brava-Marismas Nacionales con 113,238 ha y Chantuto-Teculpa-Panzacola con 30,000 a 40,000 ha que corresponden a 22 % del área total de manglares en México. Ambos sistemas están localizados en extensas planicies costeras (La Sinaloa e Istmica-Chiapaneca respectivamente) en un clima subhúmedo (Flores-Verdugo *et al.*, 1992).

Chapman (1975) caracteriza el manglar de acuerdo a:

- Los elementos arbóreos dominantes presentan marcadas modificaciones en sus raíces .

- Muestran alta capacidad en el mantenimiento del balance osmótico de los tejidos, por medio de la especialización de mecanismos para eliminar el cloruro de sodio.

- El viviparismo es un fenómeno convergente en algunas especies dominantes.

- El sistema foliar es muy semejante entre los principales componentes del manglar en cuanto a forma, textura, color, succulencia, persistencia, estomas y sistema de venación.

- Presentan un gradiente de distribución con respecto al grado de inundación y salinidad.

Según Walsh (1974), los requerimientos indispensables para el desarrollo óptimo de manglares son :

- Lugares ricos en materia orgánica y arcillas finas.
- Costas libres de oleaje y acción de mareas fuertes.

Aunque la concentración de sales no es de por sí una limitante, los manglares crecen mejor en zonas con influencia de agua salobre. Sin embargo, Lot y Noveló (1990) reportan que suelos con baja salinidad, textura intermedia, drenaje superficial y alto porcentaje de materia orgánica son los factores edáficos que determinan manglares de mayor talla a diferencia de suelos calcáreos con altos contenidos de sulfuros que soportan manglares de talla menor (1.5 - 2.5 m).

- Las fluctuaciones y variaciones de la marea contribuyen eficientemente a distribuir nutrimentos, materia orgánica y sales en general, y esto promueve un mejor desarrollo del manglar no solo en el borde directamente comunicado con el océano sino en toda su extensión.

Según Chapman (1975) existen otros factores responsables de la zonación de especies:

a) El grado de inundación por mareas. Pues de éste dependen la profundidad y permanencia de la tabla de agua, así como parte de los cambios en la salinidad de agua y suelo.

b) El tipo de suelo determina el grado de aereación, el movimiento del nivel de agua y su drenaje.

c) La concentración de cloruro de sodio en suelo y agua.

d) La cantidad de luz es importante en el establecimiento así como en la evolución de las plántulas y desarrollo de algunas especies. La mayoría de las

comunidades muestran una estratificación, con especies que alcanzan diferentes alturas, esto conduce a una disminución en intensidad de la luz solar (Whittaker, 1975).

La estructura de la vegetación está definida por tres componentes; arreglo vertical de especies (estratificación de la vegetación); arreglo horizontal (distribución espacial de los individuos), y abundancia (Kershaw, 1964).

El aspecto vertical de la vegetación es estudiado en el "perfil de vegetación". El más obvio aspecto de este patrón vertical es la estratificación (Zonneveld, 1988).

Para establecer la estructura en una comunidad vegetal existen métodos de muestreo con y sin área. Dentro de los primeros se halla el método de relevé y en los segundos, el transecto en línea es aplicado con mucha frecuencia. Los criterios usados comunmente (medidas standard) son:

- 1) Cobertura (dominancia).
- 2) Abundancia. Puede ser expresada como frecuencia o densidad.
- 3) Biomasa. (Küchler y Zonneveld, 1988)

Por otro lado, la dinámica poblacional estudia fluctuaciones en los números de individuos de plantas y animales analizándolas como resultantes de interacciones entre población y ambiente con objeto de tratar de explicar sus causas y en lo posible predecirlas (Voute, 1971).

En esta disciplina se reconocen tres enfoques diferentes (Solbrig, 1980), que se identifican por el tipo de variable principal a estudiar: a) energético, basado en el estudio de fijación, transformación y uso de energía, b) genético, concerniente a cambios en frecuencias genéticas de la población y, c) demográfico, al que atañen fluctuaciones

poblacionales a través del tiempo.

Las etapas fenológicas en el ciclo de vida de plantas proporcionan intervalos útiles para analizar la dinámica poblacional. La demografía es el estudio de esos cambios y sus causas a través del ciclo de vida (Silvertown, 1982).

Por otro lado, tenemos que la tabla de vida es una relación de registros de mortalidad específica en categorías de edad (o talla) en la población (Gomez Pompa y del Amo, 1985).

Las proporciones de individuos dentro de varios grupos de edad son colectivamente referidos, como estructura de edades de una población.

La aproximación vertical sigue el desarrollo de una cohorte en particular, es decir, de un grupo de individuos que nacen en un mismo período. De tal forma que para saber su edad, se sigue su sobrevivencia hasta que todos hayan muerto, mientras que la aproximación horizontal usa datos de todas las edades dentro de una población dada a un tiempo determinado (Brower y Zar, 1981).

El procedimiento que se sigue es registrar el número de individuos por cada edad. Generalmente los números son registrados por clase de edad más bien que por edades exactas.

El investigador debe también registrar mediciones como la longitud y/o peso de la planta o de alguna parte de ésta.

La estructura de la población puede ser especificada por el número relativo de organismos que corresponden a varias categorías, que pueden ser clases de edad o grupos funcionales de desarrollo. En plantas, éstas pueden ser semillas, plántulas, ramets

(retosios vegetativos), adultos de un año de edad sin flores, adultos de dos años, etc. (Sarukhán y Gagdil, 1974).

La estructura de edades depende de muchos factores tales como longevidad, porcentaje de incremento poblacional, mortalidad e influencias ambientales. En general una población creciente mostrará una mayor porcentaje de individuos jóvenes, una estable no sufrirá incremento o decremento en números relativos en cada clase de edad, mientras una en decadencia tendrá un aumento en la proporción de organismos viejos y una disminución en juveniles. (Brower y Zar, 1981).

La síntesis de parámetros demográficos y estructurales puede expresarse adecuadamente en forma de un modelo poblacional, que puede ir desde los más sencillos (en forma gráfica y cualitativa) hasta los más complejos que utilizan cierto tratamiento matemático, como los trabajos de Piñero *et al.* (1984). Estos modelos incluyen el uso de matrices, que a partir de datos de la tabla de vida, intentan predecir el tamaño futuro y estabilidad poblacional (Cordova, 1985).

Los modelos matriciales simples permiten observar cambios en poblaciones donde los individuos se ubican dentro de clases de edad y tienen diversas tasas de reproducción (Silvertown, 1982).

JUSTIFICACION

La dinámica poblacional tiene gran importancia en administración de recursos naturales. En explotación forestal, se requiere, una serie de conocimientos acerca del comportamiento que presentan especies aprovechables para poder llevar a cabo una explotación sostenible del recurso. La determinación de los ciclos de tala, regímenes de aclareo, estimación de cortes permisibles, o volúmenes explotables están basados en edad y ritmo de crecimiento.

Son escasos los trabajos que se han realizado en especies arbóreas tropicales debido en parte, a las dificultades para conocer la edad de los individuos, ya sea porque las especies no presentan anillos de crecimiento, o bien, si es que los tienen, éstos no son siempre de producción anual. En la mayoría de los casos no es posible realizar estudios que incluyan tasas de crecimiento, estructura de edades y reconstrucción de la historia de la población (Enrigh y Harshorn, 1981).

Debido a lo anterior se resalta la gran necesidad de realizar trabajos de dinámica poblacional aplicados a especies arbóreas trópicas, pues muchas de ellas, tales como los mangles, son de gran utilidad y requieren de estudios profundos sobre fenología, tasas de crecimiento, mortalidad, etc. para poder hacer un uso adecuado de ellas, y evitar dañar e incluso acabar con el recurso.

ANTECEDENTES

El desarrollo de técnicas demográficas aplicadas a la ecología, como las tablas de vida y fecundidad, han permitido realizar descripciones detalladas de las poblacionales (Krebs, 1978), y han sido determinantes para el estudio de dinámica poblacional estructurada por edades. Los primeros intentos en este sentido corresponden a Leslie (1945) y Lewis (1942), quienes desarrollaron un modelo de crecimiento para poblaciones con individuos diferenciados por su capacidad de influir en el crecimiento global de la población. Con este modelo se puede predecir no solamente el número total de individuos existentes en un instante particular, sino también la estructura de edades. Este modelo, que utiliza como herramienta el álgebra matricial, puede verse como la expresión dinámica de una tabla de vida instantánea (Caswell, 1978).

Los modelos matriciales han tenido aplicaciones en diversos aspectos de la ecología, lo cual se refleja en los trabajos de Lefkovitch (1965), que aplica los modelos matriciales a ciclos de vida complejos de insectos; Usher (1966) los utiliza para manejo de recursos forestales y para flujo de energía a través de cadenas alimentarias (1972); Sarukhán y Gagdil (1974), Werner y Caswell (1977) lo aplican a estudios en herbáceas; Horst (1977) determina impacto ambiental utilizando peces como ejemplo. En base a lo anterior ha sido posible aplicar dichos modelos a estudios demográficos, tal es el caso de los trabajos de Arriaga (1982) acerca de demografía modular y Piñero *et al.* (1984) que los aplican a una palma dominante de las selvas mexicanas.

Recientemente se publicaron los trabajos de Burns y Ogden (1985) sobre

demografía de *Avicennia marina* en Nueva Zelanda, Silvertown *et al.* (1993) acerca de demografía comparada de plantas, Saifullah *et al.* (1994) estudió estructura poblacional y patrones de dispersión en manglares.

Duke y Pinzón (1992) realizaron un trabajo sobre técnicas para conocer la edad de plántulas a través de cicatrices de los nodos de las hojas con lo cual es posible llevar a cabo estudios de reclutamiento y crecimiento en manglar.

Existen trabajos que contribuyen de forma muy importante al conocimiento de los manglares de México pues abordan aspectos estructurales, fisonómicos y florísticos que son la base para el desarrollo de programas de uso racional del recurso, ejemplo de ello son los estudios realizados por la F.A.O. (1974) acerca de la estructura y florística de los manglares de la laguna Agua Brava, Nayarit (Marismas Nacionales), laguna de Términos, estero de Sabancuy e Isla del Carmen (Campeche), así como las lagunas, Oriental, Occidental y Mar Muerto en Oaxaca, este trabajo fué publicado por Rollet (1974 y 1974 b) en Francia. Lot *et al.* (1975) realizó un trabajo a lo largo de un gradiente latitudinal para observar cambios florísticos y fisonómicos que sufre la vegetación de manglar. Las localidades analizadas fueron; Laguna de Mandinga, Laguna de Tamiahua y Laguna de Farallón (Veracruz) y La Pesca, Barra de Ostiones y Barra del Tordo en Tamaulipas. En Tamiahua, Sánchez (1965) menciona los tipos de vegetación y presenta perfiles de sucesión en manglar. Para Veracruz hay dos estudios muy importantes, uno en la laguna de Sontecomapan (Menéndez, 1976) en donde además de hacer un estudio florístico-descriptivo se hacen inferencias acerca de abundancia y complejidad, y otro en la Laguna de la Mancha (Rico-Gray, 1979), (Rico-Gray y Lot, 1983), en el que se estima

la productividad utilizando el método de captura de hojarasca y además se determina estructura.

Otros trabajos de gran importancia son los que se han hecho en manglares de Tabasco. Entre ellos están los de Thom (1967-1975) que son estudios profundos de los manglares en el delta del Grijalva-Usumacinta, López-Portillo (1982) hace un análisis ecológico y florístico en la Laguna de Mecoacán. Este trabajo incluye componentes florísticos, estimaciones de productividad, análisis de parámetros físico-químicos para agua y sedimentos y estructura de la vegetación.

Para la costa del Pacífico de México se encuentran el trabajo de Flores-Verdugo (1992) en el que se estudian distribución, estructura, hojarasca y dinámica de detritus en ecosistemas de manglar en la costa del Pacífico de México y la publicación de Ramírez y Segura (1994) que presenta una ordenación de vegetación de manglar de la laguna de Panzacola, Chiapas.

DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

Las lagunas Oriental y Occidental, forman parte de un complejo estuarino de lagunas costeras y marismas que se inician hacia su extremo occidental en las inmediaciones de Salina Cruz, Oaxaca y terminan en la costa chiapaneca, con el Mar Muerto a la altura de Tonalá. De este grupo de lagunas, resaltan, por su tamaño, las conocidas como Superior e Inferior en el extremo occidental del sistema, y el Mar Muerto, en el extremo oriental del mismo (Chávez , 1974).

La laguna Oriental se ubica a 16° 14' 38" latitud norte y 95° 25' 87" longitud oeste, tiene forma semitriangular y el eje mayor, correspondiente a la longitud máxima efectiva, está dirigido en sentido Suroeste-Noreste con 11.6 Km de largo. La anchura máxima, medida en sentido aproximadamente perpendicular al eje longitudinal, se localiza cerca del eje septentrional y mide 5.8 Km. Muy cerca del extremo norte recibe aporte del Río Ostuta, cuyo caudal es reducido la mayor parte del año, excepto en una corta temporada durante el verano, cuando la descarga hidráulica aumenta considerablemente.

El clima predominante en la zona es Aw-(w)lg caliente subhúmedo con lluvias en verano, precipitación promedio anual de 1369.5 mm y temperatura promedio de 27.5°C (García, 1981).

Por su origen, Lankford (1977) la clasifica en el tipo III-A; barreras arenosas externas, ocasionalmente múltiples; escurrimiento ausente o muy localizado; forma y batimetría modificadas por acción de las mareas, oleajes tormentosos, arena llevada por

el viento y presencia de corrientes locales que tienden a segmentar las lagunas; energía relativamente baja, excepto en los canales y durante condiciones de tormenta; salinidad variable.

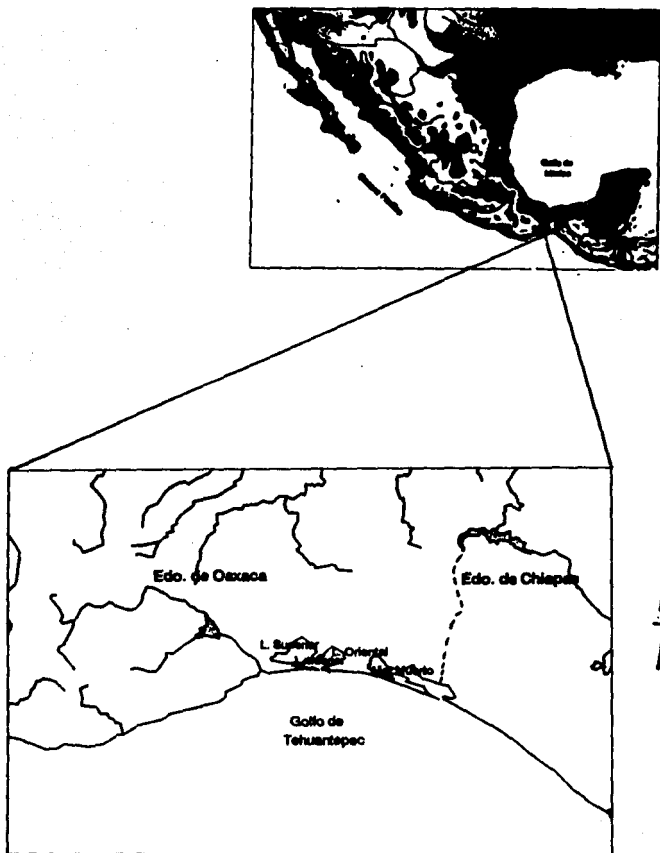


Fig. 1 Zona de estudio.

OBJETIVOS

1) Determinar estructura de la comunidad, estimando para ello la abundancia, dominancia y estratificación vertical.

2) Determinar algunos parámetros demográficos en plántulas de la especie dominante tales como tasas de sobrevivencia, mortalidad, crecimiento, reclutamiento, y tasa finita de incremento poblacional.

3) Determinar la posible relación entre crecimiento de plántulas y parámetros físicos y químicos de agua intersticial y sedimento.

MATERIAL Y METODO

Trabajo de campo.

Se llevaron a cabo seis salidas a la zona de estudio comprendidas dentro del período de mayo de 1992 a junio de 1993.

Para el análisis de vegetación se aplicó el método de muestreo por área denominado réleve, pues nos proporciona unidades de muestreo permanentes en las que es posible mapear y etiquetar cada individuo, lo cual es necesario para poder hacer observaciones de crecimiento, mortalidad y reclutamiento.

La elección de los sitios de muestreo se realizó tomando como criterio la representatividad y la accesibilidad. Se efectuó un recorrido por los márgenes de la Laguna Oriental hasta encontrarse que el estero "La Angostura" mostraba la sección menos perturbada del manglar debido a que se halla distante del paso de animales y personas.

En la determinación de estructura se delimitaron cuatro cuadrantes de 12.5 X 12.5 m, sumando un área total de 625 m². El tamaño y número de sitios de muestreo se estableció en base al criterio de área mínima teniendo en consideración la talla de los individuos que componen la comunidad y la homogeneidad de la vegetación (Mueller - Dombois, 1974).

Los cuadrantes se agruparon en pares y se ubicaron en forma transversal en relación a la orilla del estero para apreciar efectos de zonación en las especies.

Se eligió un área de 5 X 5 m en la que se registraron un total de 439 plántulas.

En este cuadrante se estimaron parámetros demográficos tales como tasas de sobrevivencia, mortalidad, reclutamiento y crecimiento.

Se consideró solo un cuadrante para el estudio demográfico por razones principalmente prácticas, pues la gran variabilidad de las características del manglar hace muy complejo el manejo de datos obtenidos a partir de diferentes sitios de muestreo.

Todos los árboles que se encontraron en los cuadrantes de 12.5 X 12.5 m se ubicaron por coordenadas usando una cuadrícula milimétrica a escala, mientras que las plántulas contenidas dentro del área de 5 X 5 m se etiquetaron con cinta plástica de colores para localizarlas con facilidad.

Los cuadrantes se marcaron acordonando el área y la altura de la tabla de agua se midió mediante el uso de varillas de fierro clavadas en el suelo marcadas previamente en metros y centímetros.

En lo que respecta a las plántulas, en cada salida se llevaron a cabo mediciones tales como número de individuos vivos, tamaño en altura, individuos muertos o desaparecidos por alguna causa y reclutamiento. Con lo anterior fue posible determinar el número de organismos que permanecieron en la misma categoría después de transcurrido el período y cuantos de ellos pasaron a la siguiente. Estos datos se colocaron dentro de la matriz de transición y el vector para multiplicarlos posteriormente.

La determinación de pH y salinidad del agua intersticial se efectuó en campo utilizando un medidor de pH y un salinómetro respectivamente.

Trabajo de laboratorio.

La determinación de iones contenidos en el agua intersticial, tales como calcio, sodio, potasio y nitratos, se realizó utilizando un analizador de iones ORION Modelo EA 940 en conjunto con los electrodos iónico-selectivos necesarios para cada determinación. Para obtener las muestras se cavó un agujero en el sedimento y se permitió que se llenara con el agua del suelo, se tomó después una cantidad de ésta en botellas de plástico para trasladarles al laboratorio manteniendo una temperatura menor a 4 grados centígrados para su conservación.

Las muestras de sedimento se colectaron con un nucleador y se transportaron al laboratorio para su análisis. El nitrógeno se estimó utilizando un digestor automático Kjeltec Sistem I, siguiendo la técnica Kjeldahl para determinación de nitrógeno total, la cual consistió en digerir muestras de 1 g de sedimentos durante 45 minutos para después destilar sobre ácido bórico el digerido resultante. Como último paso, el destilado obtenido se titula con una solución standard de ácido clorhídrico 0.1 M .

La concentración de cloruros se determinó en extracto de pasta de saturación utilizando el analizador de iones ORION Modelo EA 940.

Las concentraciones de fosfatos se estimaron aplicando una técnica de colorimetría (Saiz del Río y Bornemisza, 1961), en la cual primero se utilizó una solución extractora para separar del sedimento los nutrimentos que son aprovechables por las plantas y una vez obtenido el extracto del sedimento se le aplicó la técnica de fosfomolibdato con la que se cuantificaron fosfatos como ortofosfatos.

El pH del agua y sedimento, se estimó con un medidor de pH y la salinidad por medio de un salinómetro, ambos instrumentos de marca Orion. La textura se determinó usando el método de tamices.

La materia orgánica se determinó por el método de titulación Walkley-Black descrito por Saiz del Río y Bornemiza (1961), que tiene como fundamento la oxidación de materia orgánica por medio de ácido sulfúrico y dicromato de potasio en primer término, para posteriormente valorar esta solución con un agente reductor tal como sal de Mohr o una solución standard de ácido sulfúrico.

Para realizar los análisis anteriores se tomaron en cada salida al campo, una muestra de agua intersticial y una de sedimento, con una repetición tomada de forma independiente.

Los análisis físicos y químicos de agua intersticial y sedimento se llevaron a cabo en el Laboratorio de Vegetación Acuática del Instituto de Biología de la UNAM.

Trabajo de gabinete.

Para establecer la estructura de la comunidad, y de acuerdo a Mueller-Dombois (1974) las medidas cuantitativas más importantes en el muestreo de comunidades fueron:

- 1) Número de individuos o densidad.
- 2) Frecuencia, cuantas veces es registrada una especie en un número dado de cuadrantes o puntos de muestreo.
- 3) Densidad, expresada como cobertura (área basal).

De acuerdo con Krebs (1978) la densidad está definida como número de individuos por unidad de área o volúmen.

La frecuencia relaciona las veces que una especie ocurre en un número dado de muestras tomadas repetidamente, es expresado como una fracción del total, usualmente en porcentaje (Mueller-Dombois, 1974). Se contó el número de individuos de cada especie en los cuadrantes definidos y con este valor se obtuvieron dos tipos de frecuencia:

$$\text{FRECUENCIA ABSOLUTA} = \frac{\text{Número de cuadrantes con la especie } x}{\text{Número total de cuadrantes muestreados}}$$

$$\text{FRECUENCIA RELATIVA} = \frac{\text{Frecuencia de la especie } x}{\text{Frecuencias de todas las especies}} \times 100$$

La cobertura se puede definir como proyección vertical de la copa de una especie sobre la superficie del suelo y se expresa como una fracción ó porcentaje del área de referencia. En vez del área de la copa, la cobertura puede obtenerse midiendo el área basal. En los árboles se mide a través de la estimación del diámetro a la altura del pecho (DAP) :

$$AB = \pi r^2$$

donde:

AB = Area basal

$r = 1/2$ DAP (Mueller-Dombois, 1974)

Se utilizó este criterio para medir cobertura, ya que en este caso, es imposible medir la proyección vertical de las copas, pues en los manglares las copas de los árboles se superponen.

El DAP es aceptado como una medida de área basal en la mayoría de los bosques templados. Sin embargo, en los tipos de vegetación tropical algunas especies tienden a presentar individuos empalmados o con troncos bifurcados, cuando esto ocurre es necesario medir los troncos a la altura de la base (Mueller-Dombois, 1974).

Lo anterior es aplicable a individuos de *R. mangie* pues debido a su morfología las mediciones del DAP no son siempre posibles. En este caso el diámetro se mide encima del nivel de la última raíz aérea.

Cuando se presentan troncos bifurcados se consideraron los siguientes criterios:

- Si los troncos se bifurcaban a la altura del pecho, se midió el diámetro por abajo de la bifurcación.

- Si el tronco se bifurcaba por abajo de la altura del pecho se consideraron como dos troncos y se registraron dos medidas de diámetro (Scheaffer y Cintrón, 1986).

El índice que se empleó para la determinación de dominancia de las especies es el diseñado por Sarukhán (1968). En él se integran valores de densidad, frecuencia en escala relativa y datos de área basal en metros cuadrados. Se calcula de la siguiente

forma:

$$I.D. = i.d. \times A.B.$$

Donde:

I.D. = Índice de dominancia.

i.d. (Índice de distribución) = Frecuencia relativa \times Densidad de la especie.

A.B. = Area basal total de la especie en el estrato

Este parámetro es importante ya que indica la especie dominante en la comunidad

El método utilizado para determinar los parámetros demográficos en plántulas de la especie dominante consistió en el uso de un modelo matricial, se consideraron categorías de talla según lo propuesto por Lefkovitch (1965), pues en especies de manglar es difícil determinar la edad. Las categorías se establecieron tomando como referencia las alturas de plántulas registradas en el primer muestreo.

Se calcularon tasas de sobrevivencia, mortalidad, reclutamiento así como crecimiento en talla de los individuos. Este último parámetro se relacionó, mediante el uso de una matriz de correlación de Kendall, con las características químicas de agua intersticial y sedimento.

RESULTADOS Y DISCUSION

Estructura de la vegetación.

El manglar estudiado se ubica, según la clasificación de Lugo y Snedaker (1974), dentro de la categoría de bosque ribereño, pues se desarrolla a lo largo de un río, en este caso el Río Ostuta, por lo cual hay aportes de agua continental en dirección al manglar.

En la tabla 1 se resumen las características estructurales de la comunidad. Fueron tres las especies de mangle que se registraron en la zona de estudio: *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*. La primera es la especie dominante y la que presenta la mayor cobertura con 82.99 m²/ha, en segundo término se encuentra *Laguncularia racemosa* con una cobertura de 21.15 m²/ha y un índice de dominancia de 9.94. La especie que presenta la menor proporción es *Avicennia germinans* con un índice de dominancia de 0.141 y una cobertura 1.99 m²/ ha. Tanto en frecuencias como en densidades *R. mangle* presenta los valores más altos, después *L. racemosa* y por último se encuentra *A. germinans*.

En lo referente al arreglo vertical de las especies (fig. 2), la mayor parte de individuos se ubican en el intervalo de 4.4 a 7.9 m mientras que la clase de 22.7 a 26.3 m estuvo representada por un sólo individuo perteneciente a la especie *R. mangle*. Se aprecia la dominancia de esta especie en todo el estrato arbóreo.

Tabla 1. Parámetros estructurales del manglar del estero "La Angostura", Laguna Oriental, Oaxaca.

Especie	Número de Individuos	Densidad (Ind/ Ha)	Frecuencia	Frecuencia Relativa (%)	Cobertura (m ² /Ha)	Índice de Dominancia
<i>Rhizophora mangle</i>	20	320	100	44.4	82.99	84.41
<i>Leguncularia racemosa</i>	9	144	75	33.3	21.15	9.94
<i>Avicennia germinans</i>	2	32	50	22.3	1.99	0.141
Totales	31	496		100	106.13	

En la figura 3 se representan las clases diamétricas y se observa que la mayoría de los árboles tienen un diámetro entre 31.4 y 54.2 cm.

Las plántulas de *R. mangle* están bien representadas en el estrato herbáceo. En algunos lugares formaban manchones densos pero generalmente se encontraban dispersas de forma regular.

En la figura 4 se aprecia la distribución de individuos presentes en un transecto de 25 m , en el que se observa que se trata de un manglar con una densidad baja (496/ha) comparada con (1730 Ind/ha) reportado por Flores-Verdugo, *et al.* (1992) para las costas del Pacífico de México .

Lo anterior define el patrón horizontal de la comunidad, y muestra el arreglo de especies sobre el área de estudio.

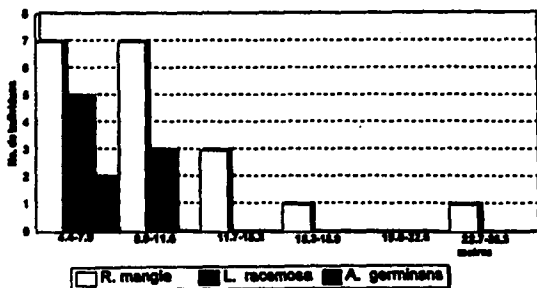


Fig. 2 Clases alimétricas por especie.

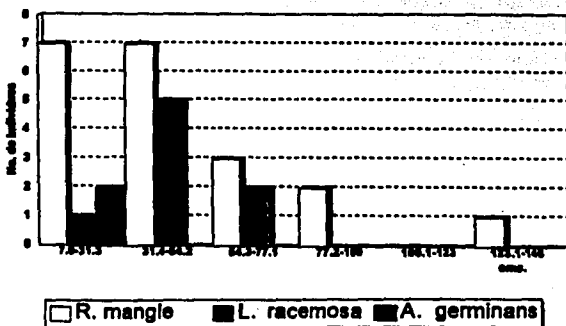


Fig. 3 Clases diamétricas por especie.

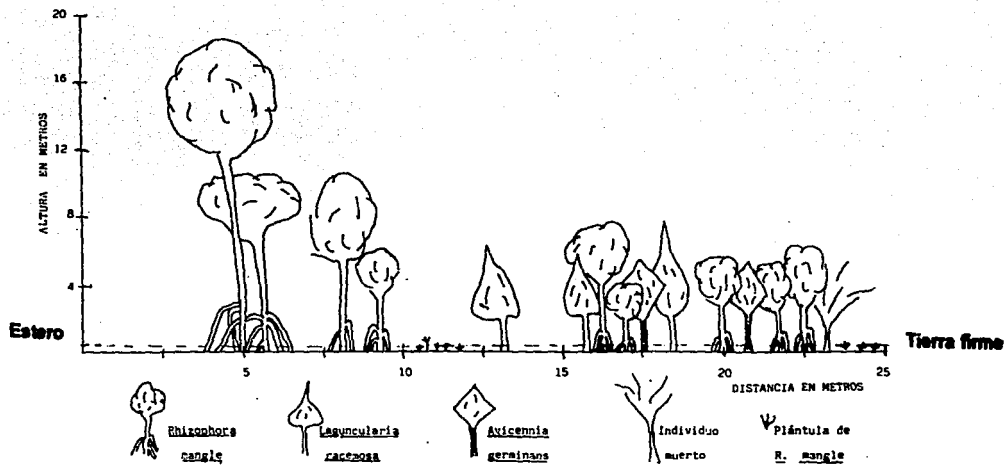


Fig. 4 Perfil de vegetación del manglar del estero "La Angostura", Laguna Oriental, Oaxaca.

Parámetros demográficos.

La figura 5 muestra la distribución inicial de individuos en diversas clases de altura durante el primer muestreo llevado a cabo en mayo de 1992. El mayor número de individuos se encuentran concentrados en categorías de altura de 41 a 50 cm y en 51 a 60 cm, mientras que la figura 6 muestra la distribución general a lo largo del año considerando el reclutamiento, en ella se aprecia que la mayor concentración está en los rangos de 31 a 40 cm y 41 a 50 cm infiriendo con ello que los organismos que se reclutan caen dentro de estos intervalos o bien que individuos pertenecientes a grupos de menor talla se transfieren a ellos.

La tabla 2 muestra los parámetros demográficos calculados para un período anual, se incluyen en ellos a todas plántulas cuantificadas desde el inicio hasta el final del estudio.

En la figura 7 se observa claramente que durante marzo se obtuvo el mayor porcentaje de reclutamiento (46.99%), mientras que en julio se presentó el mínimo 6.55%. Lo anterior puede explicarse, en parte, si se relaciona con la altura de la tabla de agua a lo largo del año (fig. 8), pues los valores mínimos de reclutamiento corresponden a los meses en los que se presentó la mayor inundación, lo cual hace pensar que los hipocótilos al caer no alcanzaban a llegar al sedimento y no penetraban en él sino que quedaban flotando en el agua, mientras que en los meses en los que el sedimento se encontraba húmedo, el porcentaje de reclutamiento es alto. Lo anterior también puede deberse a que en esta época la producción de plántulas es menor.

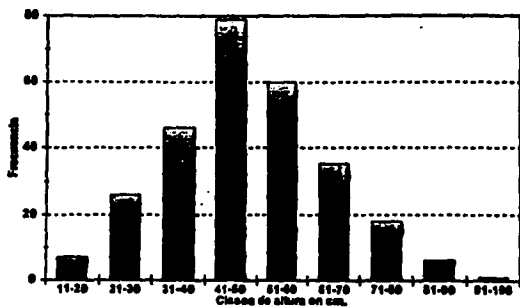


Fig. 5 Distribución inicial de plántulas de *Rhizophora mangle* en mayo de 1992.

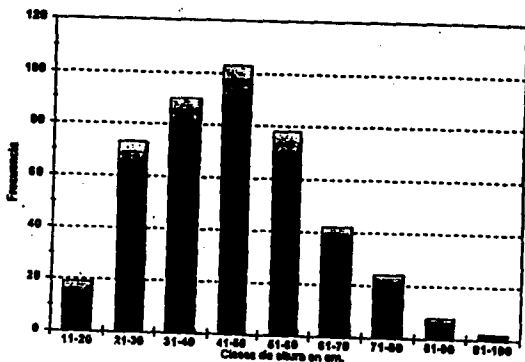


Fig. 6 Distribución anual de plántulas de *Rhizophora mangle* en agosto de 1993.

Tabla 2. Desarrollo demográfico anual para el periodo de mayo de 1992 a julio de 1993.

Categoría (cm)	Número Inicial de Individuos	Número de Individuos vivos al final del período.	Número de Individuos transferidos	Número de individuos que permanecen	Número de organismos muertos	Tasa de Supervivencia	Tasa de Permanencia	Tasa de Transferencia
11-20	19	0	3	0	16	0.15	0.85	0.15
21-30	73	1	1	1	71	0.027	0.986	0.013
31-40	90	1	1	1	88	0.022	0.988	0.111
41-50	103	2	2	0	101	0.019	0.980	0.019
51-60	78	4	1	0	77	0.012	0.987	0.012
61-70	42	1	1	1	40	0.047	0.976	0.023
71-80	24	2	3	0	21	0.125	0.875	0.125
81-90	8	3	0	1	7	0.125	1.0	0.0
91-100	2	2	0	0	2	1.0	1.0	0.0
Total	439	16	12	4	423			

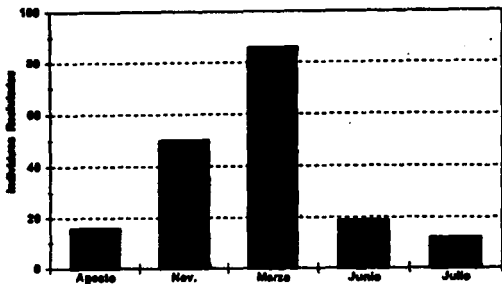


Fig. 7 Reclutamiento de plántulas de *Rhizophora mangle* a lo largo del año.

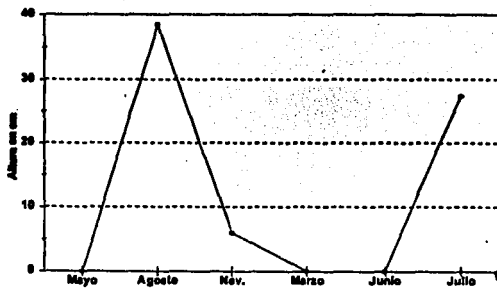


Fig. 8 Altura de la tabla de agua a lo largo del año.

La figura 9 muestra la sobrevivencia para cada uno de los muestreos, es decir, para cada conjunto de plántulas que se reclutaron y se marcaron en cada una de las visitas a la zona de estudio. La sobrevivencia media anual de las plántulas fue estimada en una proporción de 0.22 (± 0.11 $\alpha=0.05$).

La figura 10 indica que los individuos reclutados en noviembre presentan el mayor porcentaje de sobrevivencia mientras que las menores proporciones fueron registradas en agosto de 1992 y julio de 1993

La tasa de mortalidad media anual es de 0.78 ($\alpha=0.05$). La figura 11 muestra que la mayor mortalidad se presentó en julio, que corresponde al último muestreo de este estudio, lo cual podría relacionarse con una inundación prolongada ocasionada por las mareas altas y los aportes de agua dulce procedentes tanto del río Ostuta como de las lluvias.

La tasa media anual de crecimiento fue estimada en 5.81 cm/año (± 1.42 $\alpha=0.05$). El máximo crecimiento en talla se registró en agosto, durante la temporada de lluvias lo que podría relacionarse con una disminución de la salinidad en el sistema y un aumento en la temperatura media mensual, mientras que el valor mínimo se registro en junio (fig. 12).

La tasa de crecimiento obtenida en este estudio es similar a la reportada por Duke y Pinzón (1992) para sitios sombreados que es de 5.66 cm/año (1 SE ± 1.8), mientras que la tasa de crecimiento reportada para sitios soleados es de 16.5 cm/año (1 SE ± 1.8). Esto indica la natural intolerancia a la sombra por parte de *Rhizophora mangle*. Estos autores encontraron la mayor mortalidad de plántulas en sitios sombreados así como

una disminución en el crecimiento, sin embargo la salinidad y la concentración de nutrientes también afectan estos parámetros.

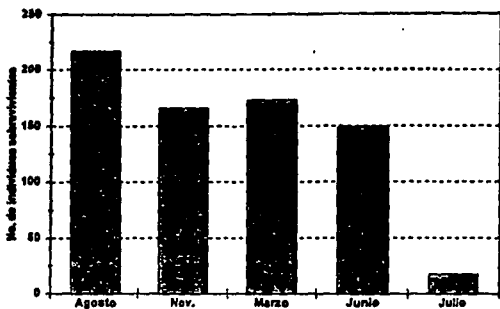


Fig. 9 Sobrevivencia de plántulas de *Rhizophora mangle* a lo largo del año.

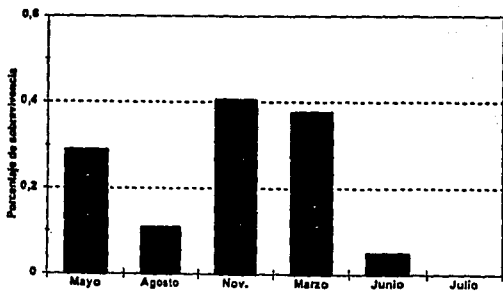


Fig. 10 Porcentaje de sobrevivencia de reclutas en cada muestreo.

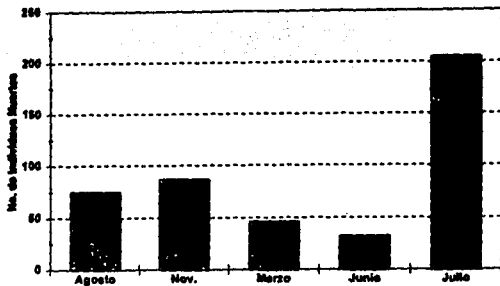


Fig. 11 Mortalidad de plántulas de *Rhizophora mangle* a lo largo del año.

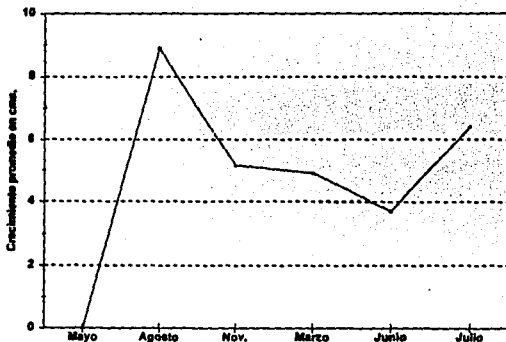


Fig. 12 Crecimiento en talla de plántulas *Rhizophora mangle* a lo largo del año.

Crecimiento poblacional.

Se construyó una matriz considerandose categorías de talla según lo propuesto por Lefkovich (1965).

La figura 13 muestra la matriz de transición que se propone para describir el comportamiento anual de plántulas de *R. mangle*. Tiene una dimensión de 9×9 , la diagonal principal representa la tasa de individuos pertenecientes a la clase i que permanecen en ella transcurrido el período. Las subdiagonales del triángulo inferior contienen la tasa de individuos que se transfieren a la clase $i+1$ al final del período $t+1$.

Para medir la transferencia, se contaron los organismos que pasaron a la siguiente categoría y se dividieron entre el número de éstos originalmente contados en la categoría de procedencia, con lo que se obtiene la tasa de transición. La tasa de permanencia se obtuvo restando a 1 la tasa de transición. Antes de introducir estos resultados en la matriz de transición fueron multiplicados por el dato de sobrevivencia específica para cada clase de talla, y se colocaron en la diagonal principal o en la subdiagonal según correspondía.

La sobrevivencia para cada categoría de tamaño se calculó dividiendo el número de individuos muertos entre los contados inicialmente, restando el resultado a 1.

La matriz de transición se multiplica por un vector, cuyos elementos corresponden al número de organismos pertenecientes a la categoría i al tiempo t . Este producto da como resultado otro vector columnar que está formado por los organismos contenidos en i al tiempo $t+1$.

Fig. 13 Matriz de transición anual.

$$\begin{pmatrix}
 0.1275 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0.0266 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0.0217 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0.0075 & 0 & 0.002 & 0.010 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0.015 & 0.0003 & 0 & 0.0002 & 0.0110 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.045 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0.0001 & 0 & 0.001 & 0.109 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0.0001 & 0 & 0.005 & 0.125 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.01 & 0 & 0.1
 \end{pmatrix}
 \times
 \begin{pmatrix}
 19 \\
 73 \\
 90 \\
 103 \\
 70 \\
 42 \\
 24 \\
 8 \\
 2
 \end{pmatrix}
 =
 \begin{pmatrix}
 2.4226 \\
 1.9410 \\
 1.953 \\
 2.2125 \\
 1.2470 \\
 1.09 \\
 2.6603 \\
 1.190 \\
 0.44
 \end{pmatrix}$$

En esta matriz no se consideró que los elementos del primer renglón representaran tasas reproductivas de la población para cada categoría, ya que en este caso la población estudiada estuvo constituida por plántulas, en las cuales no están presentes las características reproductivas.

El valor de λ es referido como "tasa finita de incremento de una población", y es el parámetro individual más importante en dinámica poblacional en plantas (Crawley, 1986).

Para obtener los determinantes de la matriz y calcular las raíces latentes se efectuó una expansión diagonal usando el programa Mathematica.

Se observa que la matriz de transición presenta ceros en todo el triángulo superior pues las plántulas no "disminuyen" de talla al paso el tiempo por lo que no retroceden a categorías de menor talla. Por esta razón, al efectuar la expansión diagonal los eigenvalores o raíces latentes corresponden a los valores que ocupan la diagonal principal. Por tanto, el valor de λ es de 0.127.

Al multiplicar la matriz por el vector que contiene la distribución inicial para cada clase de talla se obtiene una disminución del número de individuos en todas las categorías lo cual es confirmado si se observa el valor de λ , que al ser menor de 1 indica que la población decrece al transcurrir el período. Al efectuar repetidamente la multiplicación anterior se observa que el tamaño poblacional decrece sin llegar a estabilizarse, lo que indica que la tasa de mortalidad es mucho más alta que la de reclutamiento en plántulas con talla entre 20 y 100 cm. Esto sugiere que para esta especie la mortalidad es muy alta en etapas tempranas.

Se construyeron modelos matriciales para cada grupo de individuos reclutados en cada muestreo. Todos presentan valores de λ menores a 1 por lo que el número de individuos decrece al final del periodo de tiempo, sin embargo se observan diferencias entre una y otra al comparar el número de individuos presentes en el tiempo $t+1$.

La figura 14 muestra la matriz de transición para las plántulas contabilizadas en el muestreo llevado a cabo en agosto de 1992, se aprecia que aunque la población disminuye muy notablemente en el tiempo $t+1$, aún hay individuos sobrevivientes en algunas categorías. Lo mismo se observa en los modelos matriciales que representan el comportamiento de los individuos en marzo y junio de 1993 figuras 15 y 16. Lo anterior no ocurre en noviembre de 1992 (fig. 17) y julio de 1993 (fig. 18), cuyas subpoblaciones prácticamente se extinguieron al final del período. Lo anterior podría atribuirse a factores tales como grado de inundación, salinidad y régimen de mareas, lo cual influye de forma importante en el establecimiento de plántulas.

Donde el reclutamiento es ilimitado y los micrositios estén disponibles, la población puede incrementarse a la tasa más grande. El valor de λ determinado bajo estas condiciones es usado para computar otro parámetro importante de dinámica poblacional, denominado "tasa intrínseca de crecimiento" (r):

$$\ln \lambda = r$$

Y su importancia yace en el hecho de que resume la tasa a la cual la población puede recuperarse de la siguiente perturbación (Crawley, 1986).

El conocimiento de r permite estimar el nivel de rendimiento que puede ser mantenido sin agotar la población. Esto es particularmente útil en planeación de

$$\begin{pmatrix}
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0.117 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0.013 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.028 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0.0001 & 0.0002 & 0 & 0.048 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.0065 & 0 & 1
 \end{pmatrix}
 \times
 \begin{pmatrix}
 7 \\
 26 \\
 48 \\
 79 \\
 60 \\
 35 \\
 18 \\
 6 \\
 1
 \end{pmatrix}
 =
 \begin{pmatrix}
 0 \\
 0 \\
 0 \\
 0.924 \\
 0.06 \\
 0.98 \\
 0.988 \\
 0 \\
 0
 \end{pmatrix}$$

Fig. 14 Matriz de transición de los individuos contabilizados en agosto de 1992.

$$\begin{pmatrix}
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0
 \end{pmatrix}
 \times
 \begin{pmatrix}
 0 \\
 2 \\
 4 \\
 5 \\
 4 \\
 1 \\
 0 \\
 0 \\
 0
 \end{pmatrix}
 =
 \begin{pmatrix}
 0 \\
 0 \\
 0 \\
 0 \\
 0 \\
 0 \\
 0 \\
 0 \\
 0
 \end{pmatrix}$$

Fig. 15 Matriz de transición de los individuos contabilizados en noviembre de 1992.

$$\begin{pmatrix}
 0.2343 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0.475 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0.046 & 0 & 0 & 0.25 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0.0937 & 0.0025 & 0 & 0 & 0.4 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0
 \end{pmatrix}
 \times
 \begin{pmatrix}
 8 \\
 20 \\
 11 \\
 4 \\
 5 \\
 0 \\
 1 \\
 1 \\
 0
 \end{pmatrix}
 =
 \begin{pmatrix}
 2.374 \\
 0.98 \\
 0 \\
 0 \\
 2.799 \\
 0 \\
 0 \\
 0 \\
 0
 \end{pmatrix}$$

Fig. 16 Matriz de transición de los individuos contabilizados en marzo de 1993.

$$\begin{pmatrix}
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0.0768 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0.0032 & 0.0564 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0.0026 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.1344 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.0236 & 0.1878 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.0628 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0
 \end{pmatrix}
 \times
 \begin{pmatrix}
 2 \\
 21 \\
 28 \\
 18 \\
 9 \\
 6 \\
 4 \\
 1 \\
 1
 \end{pmatrix}
 =
 \begin{pmatrix}
 0 \\
 0 \\
 1.92 \\
 0.926 \\
 0.084 \\
 0.8064 \\
 0.9024 \\
 0.378 \\
 0
 \end{pmatrix}$$

Fig. 17 Matriz de transición de los individuos contabilizados en junio de 1993.

$$\begin{pmatrix}
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0.28 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0
 \end{pmatrix}
 \times
 \begin{pmatrix}
 2 \\
 4 \\
 4 \\
 0 \\
 0 \\
 0 \\
 0 \\
 1 \\
 0 \\
 0
 \end{pmatrix}
 =
 \begin{pmatrix}
 0 \\
 1 \\
 0 \\
 0 \\
 0 \\
 0 \\
 0 \\
 0 \\
 0 \\
 0
 \end{pmatrix}$$

Fig. 18 Matriz de transición de los individuos contabilizados en julio de 1993.

explotación de bosques que se regeneran naturalmente (Crawley, 1986)

Al calcular el valor de r tanto para el modelo matricial anual como para los modelos bimestrales se obtienen valores negativos (Tabla 3), de donde se puede deducir que la población de plántulas estudiada no creció, sino disminuyó por lo que no se puede hablar de una tasa intrínseca de crecimiento, sino de una tasa de variación poblacional que en este caso es negativa.

Tabla 3. Valores de λ y r correspondientes a los modelos matriciales.

MUESTRA	VALOR DE λ	VALOR DE r (año ⁻¹)
ANUAL	0.127	- 2.129
AGOSTO	0.117	- 2.140
NOVIEMBRE	0	0
MARZO	0.47	- 0.756
JUNIO	0.187	- 1.676
JULIO	0.25	- 1.385

Según Poole (1974) mientras r es la tasa de incremento poblacional, λ es la multiplicación en un intervalo de tiempo. En otras palabras, λ es el valor por el cual se multiplica la población durante el período de tiempo t a $t+1$.

Si se tiene en cuenta lo anterior y de acuerdo con la tabla 3 se explica que la

población disminuya notablemente, pues al ser λ menor a 1 en todos los casos, el número poblacional disminuirá cada vez que sea multiplicado por esta constante.

La alta mortalidad aunada a una baja tasa de reclutamiento resulta en una baja capacidad de la población de plántulas para recuperarse de las perturbaciones.

Parámetros químicos del agua intersticial.

La tabla 4 resume los valores registrados para parámetros químicos del agua intersticial registrados a lo largo del año.

El nitrógeno se puede hallar de diversas formas en la naturaleza, sin embargo, estas se pueden dividir en dos grupos principales; formas orgánicas e inorgánicas. Estas últimas son formas de nitrógeno que pueden ser aprovechadas directamente por las plantas, y se encuentran como NO_3^- y NH_4^+ . Según Chapman (1992) el ión nitrato es la forma común de nitrógeno hallado en aguas naturales y puede ser bioquímicamente reducido a nitritos. Las fuentes naturales de nitratos incluyen rocas ígneas, drenaje de la tierra y desechos de plantas y animales. Los niveles naturales de este ión rara vez exceden 0.1 mg/l NO_3^- . En los resultados obtenidos (Fig. 19), se observa que la mayoría de las concentraciones de nitratos exceden el valor anteriormente mencionado, esto se debe, en parte, a que las plantas acuáticas contribuyen a las fluctuaciones estacionales por medio de su crecimiento y descomposición, pues el nitrógeno es un nutrimento esencial para las mismas. Además, se debe considerar que el estero "La Angostura" es de poca profundidad y presenta un flujo hídrico bajo que trae como consecuencia una eutrofización alta y un crecimiento explosivo de organismos tales como las algas.

Tabla 4. Parámetros químicos del agua.

mes	pH	Cl ⁻ ppm	CO ₂ ppm	K ⁺ ppm	Na ⁺ ppm	Ca ⁺⁺ ppm	NO ₃ ⁻ ppm	Salinidad
Mayo	6.08	3.64	23.15	25.15	700.00	131.92	1.55	6.60
Agosto	7.60	0.07	57.84	1.70	9.28	33.40	0.06	0.16
Noviembre	7.56	0.44	16.50	5.80	317.50	56.00	0.34	2.28
Marzo	8.39	2.21	17.15	17.95	268.00	75.80	0.62	4.02
Junio	8.63	4.20	33.40	29.45	903.00	40.00	3.56	7.62
Julio	7.46	0.08	19.80	2.30	10.10	30.00	0.49	0.17

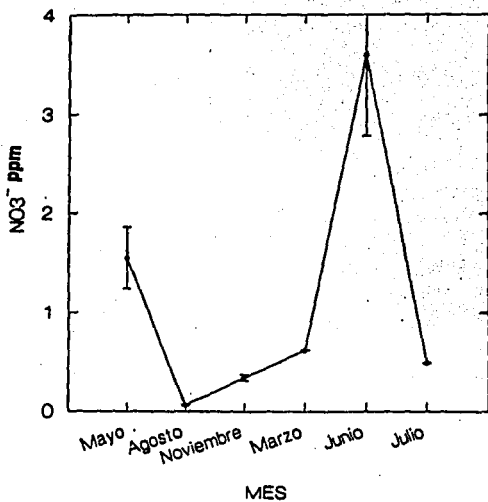


Fig. 19 Concentración de los nitratos del agua a lo largo del año.

El potasio se halla en bajas concentraciones en la mayoría de las aguas naturales, según la A.P.H.A. (1992) rara vez alcanza 20 mg/l aunque en marismas puede llegar a 100 mg/l o más. Las concentraciones de potasio que se encontraron en este estudio caen en este rango y en la figura 20 que muestra las fluctuaciones de este ión a lo largo del año se observa que tienden a bajar durante agosto y julio, y se elevan en los otros meses. Según Tomlinson (1986) dentro de los cationes minerales esenciales para la nutrición de plantas el potasio es requerido en más grandes cantidades.

Lo anterior se puede relacionar con altura de la tabla de agua presente en el manglar pues los aportes de agua dulce, al contener una menor concentración de potasio, podrían ejercer un efecto de dilución.

Al observar el comportamiento anual de los iones de sodio y calcio, figura 21 y figura 22 respectivamente, se aprecia que es similar a la del potasio, con aumentos de estos iones en los meses secos y disminución en julio y agosto, esto puede también explicarse por aumento en aportes de agua dulce.

La concentración de cloruros (fig. 23) fluctúa en estrecha relación con las concentraciones de sodio, esto tiene su explicación en cambios de salinidad efectuados al ingresar agua dulce al sistema, lo cual ocurre en tal medida que la concentración de sales disminuye hasta un grado en que el sistema se vuelve prácticamente dulceacuícola.

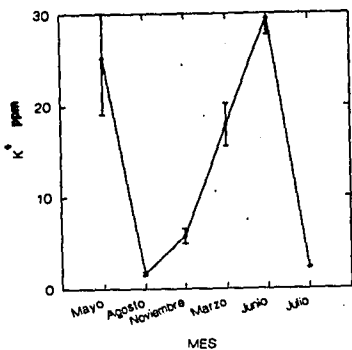


Fig. 20 Concentración del potasio del agua a lo largo del año.

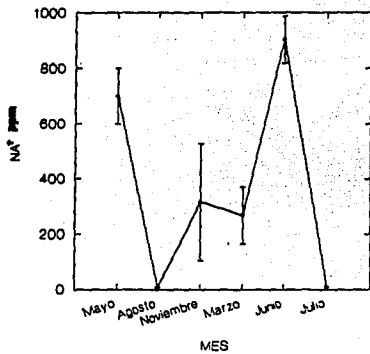


Fig. 21 Concentración del sodio del agua a lo largo del año.

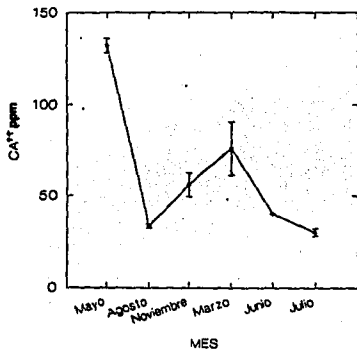


Fig. 22 Concentración del calcio del agua a lo largo del año.

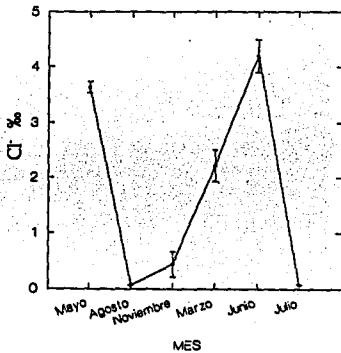


Fig. 23 Concentración de los cloruros del agua a lo largo del año.

Según A.P.H.A. (1992) el pH de la mayoría de las aguas naturales cae dentro del rango de 4 a 9, son ligeramente básicas por la presencia de carbonatos y bicarbonatos. Los valores registrados a lo largo del año (fig. 24) entran dentro de este intervalo, observándose un valor máximo en junio.

Las concentraciones de CO_2 (fig. 25) presentan valores entre 57.84 y 17.15 ppm que son altos en comparación con los valores reportados por A.P.H.A. (1992) (menores a 10 mg/l). Sin embargo, en ecosistemas de manglar este valor es excedido en gran medida por las cantidades de CO_2 producido durante la descomposición aeróbica y anaeróbica de materia orgánica suspendida y sedimentada. Por otra parte, según Chapman (1992), las proporciones de este gas disueltas en aguas naturales son parte de un equilibrio interconectado que involucra iones carbonato y bicarbonato, que depende en gran medida del pH.

La salinidad del agua (fig. 26) se encuentra en un intervalo de 7.62 a 0.165 partes por mil, presentando dos valores máximos en mayo y junio, así como dos valores mínimos en agosto y julio. Lo anterior se relaciona directamente con aportes de agua dulce hacia el sistema propiciados por la época de lluvias.

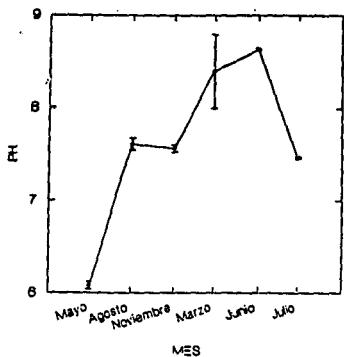


Fig. 24 Valores de pH del agua a lo largo del año.

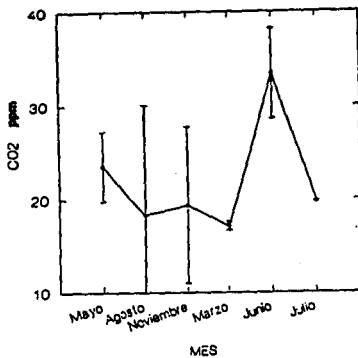


Fig. 25 Concentración de Dióxido de Carbono en el agua a lo largo del año.

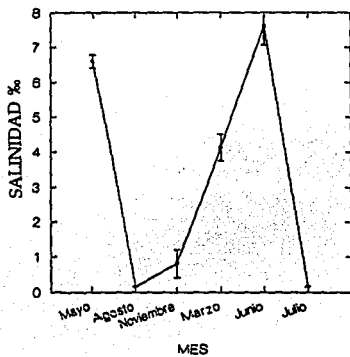


Fig. 26 Salinidad del agua a lo largo del año.

Parámetros químicos del sedimento.

En la tabla 5 se encuentran los valores registrados para parámetros químicos del sedimento a lo largo del año.

Los manglares crecen principalmente en suelos anaeróbicos, inundados y salinos. La anaerobiosis ejerce una profunda influencia sobre la química del fósforo y nitrógeno (Clough y Boto, 1983). Según este mismo autor las concentraciones de fósforo total en los sedimentos del manglar se ubican en un intervalo de 200 a 1500 ppm sobre peso seco. La figura 27 muestra los valores registrados a lo largo del año los cuales caen en un rango de 622.45 a 845.5 ppm sobre peso seco, se observan dos valores máximos en julio y agosto y mínimos en en los meses de noviembre a junio.

La figura 28 muestra las fluctuaciones en la concentración de fósforo como ortofosfatos a lo largo del año, mostrando un intervalo de 9.35 a 12 ppm, los valores mínimos se presentan en julio y agosto y los máximos en mayo y noviembre.

El fósforo que se separa del sedimento, se compensa por el que entra al mismo a través de la lluvia (entre 0.01 y 0.006 g/m² año) y con lixiviados procedentes del suelo y erosión de las rocas (Margalef, 1983).

La figura 29 muestra los valores de nitrógeno total del sedimento que se registraron a lo largo del año, éstos se hallan dentro de un intervalo de 0.301 y 0.369 %, que es un poco más alto que el reportado por Chapman (1973) (0.05 a 0.3 %), sin embargo, debe tenerse en cuenta que los sedimentos de manglar tienen un mayor contenido de materia orgánica que otros suelos. En este caso también se observa que las fluctuaciones en contenidos de nitrógeno total son similares a fluctuaciones en el

Tabla 5. Parámetros físicos y químicos del sedimento.

MES	pH	Cl ⁻	K ⁺ PPM	Salinidad	% Materia Orgánica	PO ₄ ⁻ ppm	% Nitrógeno Total	Fósforo Total ppm	Textura
Mayo	5.56	21.36	59.75	38.60	5.69	11.50	0.342	775.00	arenosa. limosa
Agosto	6.12	0.59	32.40	1.10	3.45	9.35	0.321	835.5	Arenosa. limosa
Noviembre	6.12	7.18	59.00	13.00	6.45	12.00	0.340	622.45	Arenosa. limosa
Marzo	6.33	11.83	40.60	21.4	6.75	10.85	0.369	664.17	Arenosa. limosa
Junio	5.76	11.67	37.10	21.10	5.51	10.85	0.333	636.00	Arenosa. limosa
Julio	6.05	0.137	46.40	0.28	3.43	9.85	0.301	854.50	Arenosa. limosa

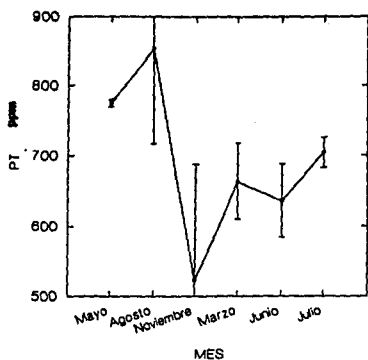


Fig. 27 Concentraciones del fósforo total (PT) en los sedimentos a lo largo del año.

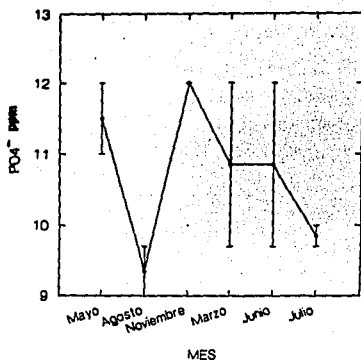


Fig. 28 Concentraciones de ortofosfatos en los sedimentos a lo largo del año.

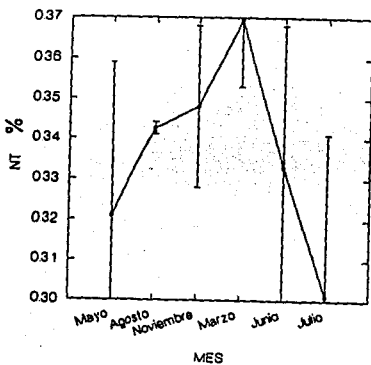


Fig. 29 Porcentaje de nitrógeno total (NT) en los sedimentos a lo largo del año.

porcentaje de materia orgánica (fig. 30) , que se encuentra en el rango de 3.43 a 6.75%

Los porcentajes de materia orgánica son bajos comparados con otros valores reportados para suelos de manglar como los Avelino y López (1993), que van de 48.74 a 62.45 %. Esto concuerda con observaciones hechas en el campo tales como la poca cantidad de hojarasca y materiales orgánicos sobre el suelo.

En los sedimentos del manglar como en otros suelos inundados, la mayoría del nitrógeno total se presenta como nitrógeno orgánico, el cual no es asimilable por las plantas.

En suelos de manglar anóxico la nitrificación no se lleva a cabo debido a la carencia de oxígeno para oxidarlo hasta nitrato. Bajo condiciones reducidas el nitrato es rápidamente desnitrificado por bacterias anaeróbicas a formas de nitrógeno gaseoso u oxido nitroso (Clough y Boto, 1983).

El pH (fig. 31), se registró dentro de un rango de 5.56 a 6.33. En este caso se observa una tendencia ácida que puede atribuirse a la descomposición de la materia orgánica muy abundante en lo suelos de manglar.

En la figura 32 se muestran las oscilaciones de la salinidad del sedimento a lo largo del año y se observa que el valor más alto es de 38.6 partes por mil y el más bajo de 0.28 partes por mil, correspondiente a los meses secos y de lluvias respectivamente.

Según Tomlinson (1986) el mejor crecimiento de *Rhizophora mangle* ocurre en soluciones de cultivo con una concentración salina baja comparado con aquellas de agua dulce.

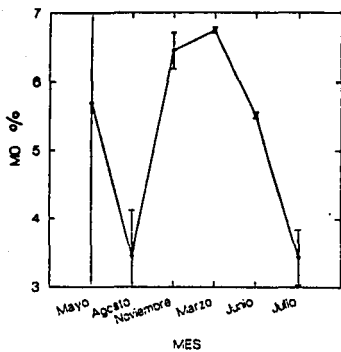


Fig. 30 Porcentaje de materia orgánica (MO) en los sedimentos a lo largo del año.

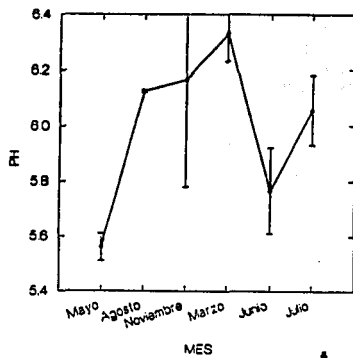


Fig. 31 Valores de pH de los sedimentos a lo largo del año.

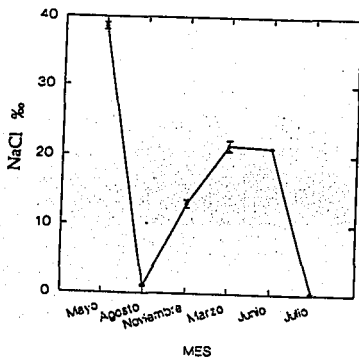


Fig. 32 Salinidad (NaCl) en los sedimentos a lo largo del año.

La salinidad es un factor de gran importancia en la caracterización de suelos de manglar, pues afecta de forma importante las características morfológicas y fisiológicas de las plantas (Peng y Xin-men, 1983).

Las concentraciones de cloruros (fig. 33) registraron dos valores máximos en mayo y marzo y dos mínimos en agosto y julio, lo cual se encuentra en relación con las oscilaciones que presenta la salinidad a lo largo del año.

El potasio, con concentración máxima de 59.75 ppm en el mes de mayo y una mínima de 32.4 ppm en el mes de agosto se presenta en la figura 34.

El suelo presentó textura arenosa-limosa y no hubo variación a lo largo del año.

Hay muchos factores ambientales que pueden afectar producción primaria y distribución de especies de plantas en ecosistemas tales como manglares y marismas salinas; de ellos, las características del sustrato son posiblemente las más importantes en términos de influencia directa sobre el crecimiento de plántulas. Sin embargo, debe ser considerado que el tipo de suelo y su estado químico son a su vez afectados por la topografía, patrones de sedimentación ribereña, clima, rango de mareas y cambios de nivel del mar a lo largo del tiempo (Tomlinson, 1986).

La perturbación por parte del hombre así como la ocasionada por la fauna silvestre (herbivoría) también influyen en gran medida en el desarrollo de la vegetación.

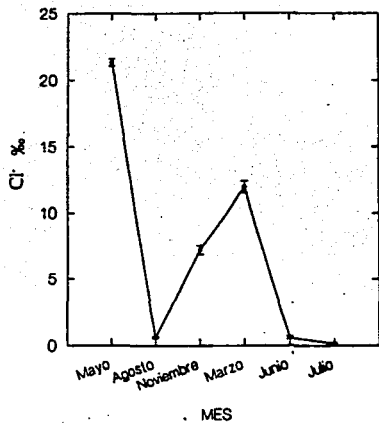


Fig. 33 Concentración de cloruros (Cl⁻) en los sedimentos lo largo del año.

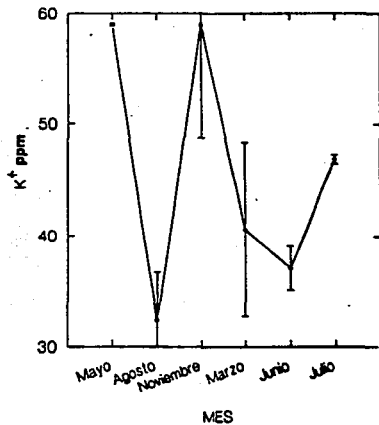


Fig. 34 Concentración de potasio (K⁺) en el sedimento a lo largo del año.

Parámetros ambientales y su relación con el crecimiento de las plántulas.

Las técnicas estadísticas no paramétricas tienen la ventaja de no requerir que los datos que se analizan presenten una distribución determinada. Dentro de estas pruebas, las llamadas "pruebas de rango" pueden usarse con valores que no son exactos en sentido numérico sino simples rangos. Según Sokal y Rohlf (1969) y Siegel (1982), en los últimos años los análisis no paramétricos han sido muy populares debido a la facilidad de su cómputo y a la libertad con respecto a la distribución de la población estudiada.

El coeficiente aplicado fue el de correlación de rango de Kendall, generalmente simbolizado por τ (tau), que es un estadístico y no un parámetro.

Con la ayuda del programa Systat se desarrolló la matriz de coeficientes de Kendall, que incluyó a todos los parámetros químicos de agua intersticial y sedimento, así como el crecimiento de las plántulas.

Las correlaciones observadas se resumen a continuación:

Parámetros relacionados	Coefficiente de correlación τ (tau) (p<0.01)
Cloruros - Potasio	0.899
Cloruros - Sodio	0.870
Cloruros - Nitratos	0.828
Cloruros - Salinidad	0.646
Cloruros - Crecimiento	-0.699
Potasio - Sodio	0.769
Potasio - Nitratos	0.756
Potasio - Crecimiento	-0.624
Sodio - Nitratos	0.729
Sodio - Crecimiento	-0.646
Salinidad - Crecimiento	-0.613

Los coeficientes de correlación fueron sometidos a una prueba de significancia para coeficientes tau , como indica el Sokal y Rohlf (1969) encontrandose que todas las correlaciones anteriormente enumeradas son significativas ($p \leq 0.01$).

Si se analizan los datos anteriores se puede apreciar que parámetros tales como las concentraciones de cloruros, potasio y sodio se relacionan de manera estrecha y positiva, la razón es que el agua marina contiene mayor cantidad de estos iones, por lo que las fluctuaciones en las concentraciones podrían tener relación con aportes tanto de agua salada como de agua dulce al sistema. Por otro lado, también se observan correlaciones positivas de las concentraciones de nitratos con los iones anteriormente mencionados.

El crecimiento presentó correlaciones con concentraciones de iones como cloruros, potasio y sodio, esto concuerda con la correlación negativa que se observa con respecto a la salinidad.

Debe tomarse en consideración el hecho de que la correlación negativa existente entre el crecimiento y las concentraciones de potasio en el sistema pueden atribuirse a que dentro de los cationes esenciales para las plantas el potasio es requerido en mayores cantidades (Tomlinson, 1986).

Hay una evidente relación de las concentraciones de cloruros, potasio y sodio con la salinidad lo cual influye de forma muy clara sobre el crecimiento.

Esto último está acorde con los resultados obtenidos por Saifullah *et al.* (1994) quien encontró que la densidad y la talla de las plantas se correlacionan negativamente con la salinidad.

CONCLUSIONES

1) Las especies que componen la comunidad son *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*.

Rhizophora mangle domina tanto en el arreglo vertical como en el horizontal y sus plántulas están bien representadas en el estrato herbáceo.

2) La comunidad estudiada es de mediana altura mientras que la cobertura obtenida a través del área basal es pequeña.

3) La densidad de la comunidad es baja, comparada con valores reportados para las costas del Pacífico de México por Flores-Verdugo (1992).

4) La tasa de sobrevivencia media anual en plántulas de *R. mangle* es baja, lo que indica una tasa de mortalidad alta alcanzando un valor máximo en el mes de julio.

5) El mayor porcentaje de reclutamiento se presentó en marzo y el mínimo en junio.

6) De acuerdo con las tasas de mortalidad y reclutamiento se considera que regeneración del sistema estudiado es baja, lo que trae como consecuencia una baja capacidad de la población para recuperarse de las perturbaciones.

7) El mayor crecimiento de las plántulas en talla se observó en agosto correspondiendo con la disminución de la salinidad propiciada por la temporada lluviosa.

8) El valor obtenido para la tasa finita de incremento de la población de plántulas (λ), es menor a uno, lo que implica que la población no se incrementa a esa tasa

determinada, sino más bien que disminuye anualmente en esa proporción.

9) Se obtuvo un valor negativo para r . En consecuencia, la población de plántulas decrece paulatinamente al paso del tiempo.

10) La salinidad presenta la correlación más importante con el crecimiento.

11) El comportamiento de los parámetros ambientales considerados en este estudio responde en gran medida a las fluctuaciones de mareas, aportes de agua dulce al sistema y clima.

BIBLIOGRAFIA

- A.P.H.A. (1992).** Standard Methods for the Examination of water and Waste Water. 14a . Ed. Am. Public. Healt. Assoc. New York. 1193 pp.
- Arriaga, C.L. (1982).** Análisis demográfico de la copa de *Pinus hartwegii* Lindl. Facultad de Ciencias. UNAM. México. Tesis de licenciatura. 157 pp.
- Avelino, G. & J.López.(1993).** El manglar y su productividad anual primaria en el estero Conchal Edo. de Chiapas. FES Zaragoza. México. Tesis de licenciatura. 81 pp.
- Brower, J. E. & J. Zar H. (1981).** General Ecology. Field and laboratory methods. UMC Brown Company Publishers U.S.A. 87-90 pp.
- Burns, B.R. y J. Ogden (1985).** The demography of the temperate mangrove [*Avicennia marina* (Forsk.) Vierh.] at its southern limit in New Zealand. *Australian Journal of Ecology* 10:125-133
- Caswell, H. (1978).** A general formula for the sensitivity parameters. *Theoretical Population Biology* 14: 215-230
- Caswell, H. & P. Werner A. (1977).** Population growth and age versus stage - distribution models for teasel *Dipsacus silvestris*. Huds. *Ecology* 58:1103-1111.

- Chapman, V.J. (1973).** Coastal vegetation. Pergamon Press. Gran Bretaña.
68-72 pp.
- Chapman, V.J. (1975).** Mangrove biogeography. *In*; Walsh G.E., S.C. Snedaker y H.S. Teas (Eds.). *Proceeding of International Symposium on Biology and management of mangroves*. Oct 8-11, 1974. Honolulu Hawaii, Univ. de Florida 1:3-22
- Chapman, D. (1992).** Water Quality assessment. Chapman & Hall (Eds.)
USA. 69-78 p.
- Chávez, E. A. (1974).** Estudio para determinar la época de entrada de postlarvas de camarón a las lagunas Oriental y Occidental de Oaxaca. Informe definitivo IPN, E.N.C.B. contrato No. AC - E -73-6 con SRH.
- Clough, B. F. & K. Boto G. (1983).** Mangrove and sewage. a re-evaluation. *In*: Teas H.J. (Eds.). *Physiology and management of mangroves*. Dr. W. Junk Publishers. USA. 151-162 pp
- Córdova, C.B. (1985).** Demografía de árboles tropicales. *In*: Gomez Pompa A. y Silvia del Amo R. (Eds) *Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz*. México. volumen II INIREB. Ed. Alhambra Mexicana. 103- 128 pp.
- Crawley, M. J. (1986).** The structure of plant communities. *In*: Crawley, Michael (Ed). *Plant Ecology*. Blackwell Scientific Publications. USA 80-93 pp.

- Duke, N. C. & M. Pinzón Z. (1992).** Aging *Rhizophora* Seedlings from Leaf Scar Nodes: A Technique for Studying Recruitment and Growth in Mangrove Forest. *Biotropica* 24: 173-186.
- Enright, N.J. & G. Hartshorn, S., (1981).** The demography of tree species in undisturbed tropical rain forest. In: Borman, F.H. y Berlyn, G. (Eds.) *Age and growth rate of tropical trees: new directions for research.* Yale University, New Haven, Connecticut . 107-121 pp.
- F.A.O. (1974).** Programa de investigaciones y fomentos pesqueros, México. Ecología y reforestación de los manglares de México, basado en la labor de Bernard Rollet. Informe Técnico 6 126
- Flores, M.G.,J. Jimenez, L. Jimenez, X. Madrigal S.,F. Moncayo R. & F. Takaki T. (1971).** Memoria del mapa de tipos de vegetación de la República Mexicana. Secretaria de Recursos Hidraulicos. México D.F. 59 pp.
- Flores-Verdugo, F. Gonzalez, D.S. Zamorano & P. Ramirez (1992).** Mangrove Ecosystems of the Pacific Coast of México: Distribution, Structure, Litterfall, and Detritus Dynamics. In: Seeliger E. (Ed.). *Coastal Plant Communities of Latin America.* Academic Press, Inc. New York 269-288 pp.
- García, E. (1981).** Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México D.F. 99 p.

- Gomez Pompa, A. & S. del Amo R., (1985).** Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. Vol. II INIREB. Editorial alhambra Mexicana. 421 pp.
- Harper J. & J. White (1974).** The Demography of plants. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 5:419-463
- Horst, T.J. (1977).** Use of the Leslie matrix for assesing enviromental impact with an example for a fish population. *Transactions of the American Fisheries Society* 106:253-257 pp.
- Jhonson, R. R. (1980).** Elementary Statistics. 3a. Ed. Duxbury Press. USA. 607 pp.
- Kershaw, A. K. (1964).** Quantitative and dynamic ecology. Edward Arnold (Publishers) LTD London. 308 pp.
- Krebs, C.J. (1978).** Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance. Harper and Row Publ N. York 139-144 pp.
- Küchler, A. W. & I.S. Zonneveld (1988).** Floristic analysis of vegetation. *In:* A. W. Kuchler e I.S. Zonneveld (Eds). *Handbook of vegetation science vegetation mapping*. Vol. 10. Kluwer Academic Publishers. Netherlands.
- Lankford, R.R. (1977).** Coastal lagoon of México. Their origin and classification. *In:* Wiley M., (Ed). *Estuarine Processes*. Academic Press Inc. 182-215 pp.

- Lecuanda, Camacho. R. (1968).** Aspectos ecológicos sedimentológicos de los manglares existentes en las lagunas de Topolobampo, Sinaloa, República Mexicana. Escuela Superior de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California, Mexico. **Tesis de licenciatura.** 93 pp.
- Lefkovich, L.P. (1965).** The study of population growth in organisms grouped by stages. **Biometrics**, 21:1-18
- Leslie, P.H. (1945).** On the use of matrices in certain population mathematics. **Biometrika**, 33:183-213
- Leslie, P.H. (1948).** Some further notes on the use of matrices in population biology. **Biometrika**, 35:213-245
- Leslie, P.H. (1959).** The properties of a certain lag type of population growth and influence of an external random factor on a number of such population. **Physiol. zool.** 32:151-159
- Lewis, E.G. (1942).** On the generation and growth of a population. **Sankhya**. 6:93-96
- López-Portillo, J.A. (1982).** Ecología de manglares y de otras comunidades de halófitas de la costa de la laguna Mecoacán, Tabasco. Facultad de Ciencias. UNAM. México. **Tesis de licenciatura.** 160 p.

- Lot-Helgueras, A. , C. Vazquez- Yanes & F. Menéndez (1975).**
Phisiognomic and Floristic changes near the Northern limit of mangroves in the Gulf Coast of México. *In: Proceedings of International Symposium on Biology and Management of Mangroves.* Vol. 1 Oct. 8-11. 1974. Honolulu, Hawai. 52-61 pp.
- Lot A., & A. Novelo (1990).** Forested Wetlands of México. *In: Lugo, Brinson y Brown (Eds). Ecosistems of the world.* Elseviere Science Publishers B.V.
- Lugo, E. A. & S. Snedaker C., (1974).** The Ecology of mangrove. *Ann. Rev. Ecol. Syst.,* 5:39-64.
- Ludwig J.A. & Reynold F.J., (1988).** Statistical ecology. A primer methods and computing. A Wiley Intrescience Publication. 145 pp.
- Margalef, R. (1983).** Limnología. Ediciones Omega S.A. Barcelona España. 871-917 pp.
- Menéndez, F. (1976).** Los manglares de la laguna de Sontecomapan, Los Tuxtlas, Ver. Estudio Florístico y Ecológico. Facultad de Ciencias, UNAM. México. *Tesis de licenciatura.* 115 pp.
- Morton, J.F. (1965).** Can the red mangrove provide, food, feed, and fertilizer ? *Economic Botany* 19:113-123
- Mueller D. & H. Dombois E. (1974).** Aims and methods of vegetation ecology. Jhon Wiley and Sons. U.S.A. 547 pp.

- Oosting, J. H. (1951).** Ecología Vegetal. Título original. The Study of Plant Communities. Aguilar, S.A. de Ediciones Madrid. España. 215-265 pp.
- Pannier, R. & F. Pannier (1980).** Estructura y dinámica del ecosistema de manglar: Un enfoque de la problemática. Memorias del seminario sobre el estudio científico e impacto humano en el ecosistema de manglares. UNESCO Cali, Colombia. 27 Nov- 1o. de Dic 1978 46-55 pp.
- Peng, L. & W. Xin-men. (1983).** Ecological notes on the mangroves of Fujian, China. In: Teas H. J. (Eds.). *Physiology management of mangroves*. Dr. W. Junk Publishers. USA. 31-36 pp.
- Pennington, T.D. & J. Sarukhán. (1968).** Árboles tropicales de México. INIF y FAO. México. 28-30 pp.
- Piñero D., M. Martínez-Ramos & J. Sarukhán (1984).** Population dynamics of *Astrocarium mexicanum* and sensitivity analysis of its rate of increase. *Journ. Ecol.* 4:32-40
- Poole, R.W. (1974).** An introduction to quantitative ecology. International Student Edition Mc Graw-Hill Kogakucha.
- Ramírez, P. & D.Segura (1994).** Ordenación de la vegetación de manglar de la laguna Panzacola, Chiapas. In: Serie Grandes Temas de Hidrobiología: Los Sistemas Litorales. UAMI, UNAM. 2:105-113.

- Rico - Gray, V. (1979). El manglar de la Laguna de la Mancha, Ver. Estructura y productividad neta. Facultad de Ciencias, UNAM. México. Tesis de licenciatura. 115 pp.
- Rico - Gray V. (1981). *Rhizophora harrisonii* (Rhizophoraceae), un nuevo registro de las costas de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 41:163-166
- Rico - Gray, V. & A. Lot. (1983). Producción de Hojarasca del manglar de la laguna de La Mancha, Ver. México. *Biótica*, Vol. 8 No. 3 pp 95-301
- Rollet, Bernard. (1974) a. Introduction a l'Etude des Mangroves du Mexique. Part 1. *Rev. Bois Forest Tropiques*. 157: 53-74.
- Rollet, Bernard. (1974) b. Introduction a l'Etude des Mangroves du Mexique. Part 2. *Rev. Bois Forest Tropiques*. 157 : 53-74
- Rzedowsky, J. (1978). Vegetación de México. Editorial Limusa. México. 340-343 p.
- Saifullah, S.M., S.S. Shaukat & S. Shams. (1994). Population structure and dispersion pattern in mangroves of Karachi, Pakistan. *Aquatic Botany*, 47: 329-340
- Salz del Río, J.F. & S.E. Bornemisza. (1961). Análisis químico de suelos. Métodos de Laboratorio para diagnosis de fertilidad. Centro Tropical de Investigación y Enseñanza. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Costa Rica. 51-55 95-97 pp.

- Sánchez, M. F. (1965).** Estudio preliminar de la vegetación litoral de la Laguna de Tamiahua, Ver, Secretaria de Industria y Comercio. Contr. del Instituto Nacional de Inv. Biológico-Pesqueras al 2o. Congreso Nal. de Oceanografía. Ensenada B.C.
- Sarukhán, K. J. (1968).** Los tipos de vegetación en la zona cálido-húmeda de México. In: Pennington, T.D. y J. Sarukhán (Eds). *Manual para la identificación de los principales árboles tropicales de México.* 3-46 pp.
- Sarukhán, J. (1971).** Studies on plant demography. Univ. de Wales. Bangor. *Tesis de doctorado.* 158 pp.
- Sarukhán J. & M. Gagdil (1974).** Studies on plant demography *Ranunculus repens* L. *R. bulbosus* L. and *R. acris* L. III A mathematical model incorporating multiple modes of reproduction. *Journal of Ecology* 62, 921-936
- Shaeffer-Novelli, Y. & G. Cintrón. (1986).** Guía para el estudio de áreas de manguezal. Estructura, fauna y flora. Caribbean Ecological Research. Sao Paulo Brasil. 150 pp.
- Siegel, S.(1982).** Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta. Ed. Trillas. México. 50-55 pp.
- Silvertown, J. W. (1982).** Introduction to plant population ecology. Willian Clowes Ltd. Great Britain.

- Silvertown, J., M. Franco, J. Pisanty & A. Mendoza. (1993).** Comparative plant demography—relative importance of life cycle components to the finite rate of increase in woody and herbaceous perennials. **Journal of Ecology.** 81: 465-476.
- Sokal, R. & F.J. Rohlf. (1969).** Biometry. Ed. W.H. Freeman and Company. USA. 532-538 pp.
- Solbrig, O.T. (1980).** Demography and natural selection. In: Solbrig, O.T. (Ed). *Demography and evolution in plant population.* Botanical Monographs 15. University of California Press. Blackwell Scientific Publications. Berkeley.
- Thom, B.G. (1967).** Mangrove ecology and deltaic geomorphology: Tabasco, México. **Journal of ecology.** 55 : 301-343
- Thom, B.G. (1975).** Mangrove ecology from a geomorphic viewpoint. In: *Proceedings of the International Symposium on Biology and Management of Mangroves.* Vol. II. Oct 8-11 Honolulu, Hawaii. 469-481 p.
- Tomlinson, P.B. (1986).** The Botany of mangroves. Cambridge University Press U.S.A. 116-129, 145-160.
- Usher, M.B. (1966).** A matrix approach to the management of renewable resources, with special reference to selection forest. **Appl. Ecol.** 3:355-357

- Usher, M.B. (1972).** Developments in the Leslie matrix model. *In: Jeffers J.N. R. (Eds). Mathematical models in Ecology.* Symposium of the British Ecological Society 12:29-60 Blackwell Scientific Publ. Oxford.
- Vallente, B. A. (1984).** Análisis de la vegetación de la región de Gómez Farias, Tamps. Facultad de Ciencias. UNAM. México. **Tesis de licenciatura.** 87 pp.
- Vazquez- Yanes, C. (1971).** La vegetación de la laguna de Mandinga, Veracruz. *An. Inst. Biol. Univ. Nat. Auton. México.* 42. Serie Botánica 1: 49-94.
- Voute, A.D.,(1971).** Dinamics of populations. *Proc. Adv. on Dyn. Num. Pop. Ooeterbeek* 1-3 pp.
- Walsh, G.E. (1974).** Mangroves. *In: R. Reinhold and W. Queen (Eds). Ecology of Halophytes.* Academic Press: N. Y. 51-343 pp.
- Werner, P.A. & H. Caswell. (1977).** Population growth rates and age versus stage- distribution models for teasel (*Dipsacus sylvestris* Huds.) *Ecology* 58:1103-1111
- Whittaker, R.H. (1975).** *Communities and Ecosystems.* Ed. Mac Millan Publishing Co., Inc. USA.
- Zonneveld, A. W. (1988).** Composition and structure of vegetation. *In: A.W. Küchler e I. S. Zonneveld (Eds). Handbook of Vegetation Science mapping.* Vol 10. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. 270-294 PP.