

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

Ruppia maritima L. EN UNA LAGUNA COSTERA TROPICAL:

ALGUNOS ASPECTOS AUTOECOLOGICOS.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

B I O L O G O

PRESENTA

MARTHA GONZALEZ GUTIERREZ

MEXICO, D.F.

1976



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

PROLOGO

En este trabajo se presentan las observaciones realizadas a lo largo de un año (abril de 1974 a mayo de 1975) sobre la especie Ruppia maritima L. en la laguna de Sontecomapan, Veracruz.

Esta fanerógama es el productor primario dominante del área y se encuentra formando masas vegetales, generalmente puras, arraigadas al fondo. A estos agrupamientos se les denomina "manchones" los cuales tienen inicialmente una forma más o menos circular y crecen formando franjas paralelas al manglar que rodea a la laguna en casi todo su borde.

Se seleccionaron seis estaciones permanentes de muestreo para poder realizar algunas observaciones con respecto al desarrollo de los "manchones" y para hacer evaluaciones de su productividad. Se hicieron, además, muestreos de sedimento y aguas que junto con los datos climáticos formaron el conjunto de factores abióticos analizados.

Las observaciones de los fenómenos de floración, fructificación y germinación se realizaron en acuarios monta-

dos para tal efecto y de los cuales se obtuvieron los conteos preliminares del porcentaje de germinación.

Con el fin de aclarar algunos aspectos de la ecología de la especie y su comprensión taxonómica, se plantean algunas recomendaciones para la realización de investigaciones posteriores.

En la realización de este trabajo conté con la ayuda de muchas personas a las cuales deseo hacer patente mi agradecimiento:

Al M. en C. Antonio Lot Helgueras, quien fungió como Jefe de la Estación de Biología Tropical los "Tuxtlas" durante la realización de este estudio. A él deseo agradecer tanto su dirección en la realización de la tesis así como las facilidades que me brindó a través de la Estación de los Tuxtlas para el trabajo de campo, como fueron transporte, ayudas de campo, alojamiento y material de trabajo.

A la señora Norma Turrent de López Miranda quien me prestó su lancha particular para poder hacer recorridos en la laguna.

A Juan Ismael Calzada y Abel Sacramento, ayuda de campo y lancharo, por su ayuda en la realización del trabajo

de campo.

La corrección del manuscrito fue realizada por el Dr. Carlos Vázquez Yanes, el M. en C. Alfredo Pérez Jiménez, el Biol. Javier Valdéz Gutiérrez y la Biol. Alma D.L. Orozco Segovia. La revisión bibliográfica fue realizada por el Sr. Armando Butanda.

La determinación de las algas fue hecha por la M. en C. Martha Pérez P.

Por último y de manera muy especial a mis compañeros de estudio por sus diversas muestras de apoyo. Los Biólogos: Margarita E. Gallegos Martínez, Javier Caballero Nieto, Mónica Herzig Zücher, Alejandro Novelo Retana, Lourdes Trejo Pérez, Fernando Menéndez Liguori y muy particularmente a mi hermana Graciela González Gutiérrez.

CONTENIDO

PROLOGO

INTRODUCCION

Distribución Geográfica

Breve Descripción Morfológica

ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

Aspectos Taxonómicos

Aspectos Ecológicos

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

Geomorfología

Climatología

METODOLOGIA

Trabajo de Campo

Trabajo de Laboratorio

RESULTADOS

Distribución y Zonificación de Ruppia maritima

Asociación de Ruppia maritima con otras Hidrófitas

Etapas Durante el Establecimiento de Ruppia maritima

Algunas Observaciones sobre el Ciclo de Vida de Ruppia maritima

Productividad

Biología Floral

DISCUSION

Influencia de Algunos Factores Abióticos sobre los "manchones"
de Ruppia maritima en la Laguna de Sontecomapan

Algunas Consideraciones Generales sobre el Comportamiento de
Ruppia maritima en la Laguna de Sontecomapan

Algunas Interacciones de Ruppia maritima con otros Organismos

CONSIDERACIONES FINALES Y RECOMENDACIONES

RESUMEN

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

Este trabajo es una contribución al estudio "Flora de Veracruz" y forma parte de una serie de investigaciones en caminadas a conocer tanto florística como ecológicamente los sistemas acuáticos de México. Este estudio en particular, fue planeado en colaboración con la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, U N A M, para aumentar el conocimiento que se tiene acerca de las especies sumergidas dominantes de las lagunas costeras tropicales y se basa exclusivamente en las observaciones de Ruppia maritima L., especie que se encuentra como productor primario dominante en la Laguna de Sontecomapan, Veracruz.

Los objetivos centrales de este estudio son los siguientes:

- I) Conocer los factores altamente selectivos que intervienen en la distribución y zonación de Ruppia maritima en la Laguna de Sontecomapan.
- II) Describir algunos aspectos autoecológicos en relación a su ciclo de vida.

Distribución Geográfica

Ruppia maritima L. es una fanerógama acuática que

se caracteriza por su gran tolerancia a la salinidad y por su amplia distribución geográfica.

Para (Lawrence, 1951; Arber, 1963; Good, 1964) Ruppia maritima es una especie cosmopolita presente en una gran variedad de sistema acuáticos. Sin embargo, el término cosmopolita aplicado a un grupo taxonómico puede llegar a ser muy ambiguo , ya que dentro de una amplia distribución se puede reconocer una mayor frecuencia o una mejor representación del mismo en algunas zonas. Por ejemplo, Correl y Correl (1972) definen a Ruppia maritima como una especie cosmopolita con una mejor representación en las zonas templadas y subtropicales. Un estudio más detallado como el realizado por Muenscher (1964) sobre la distribución de la especie en los Estados Unidos, demuestra que no obstante que R. maritima está bien representada en todo el país, se encuentra con mayor frecuencia en la costa Atlántica del mismo. Los autores mencionados coinciden en señalar a las lagunas costeras, estuarios y bahías como los habitats típicos de la especie, sin embargo, ésta se encuentra con cierta frecuencia viviendo exitosamente en aguas continentales tanto salobres como dulces.

En la República Mexicana, Ruppia maritima ha sido colectada en los estados de Baja California Norte, Baja California Sur, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Oaxaca, Chiapas, Yuca

tán, Veracruz, Tamaulipas, San Luis Potosí, Puebla y Estado de México, en donde ocupa distintos ambientes acuáticos como son: bahías, esteros, lagunas costeras, lagunas continentales y charcas dulces o salobres. Esta información se obtuvo de los ejemplares de herbario que se encuentran en el Herbario Nacional (MEXU) y en el Herbario del Instituto Politecnico Nacional (ENCB), en la Ciudad de México. Sin embargo, la información sobre la distribución de Ruppia maritima en México es incompleta ya que en general, la flora acuática del país no ha sido estudiada a fondo.

Breve Descripción Morfológica

Ruppia maritima es una fanerógama acuática, herbácea y sumergida, que presenta un tallo blanquecino o verde con nudos y entrenudos, el cual puede crecer en forma postrada o erecta. Cuando el tallo crece postrado presenta hojas y raíces en cada nudo, cuando crece erecto, sólo presenta hojas. Al tallo postrado se le denomina eje horizontal o rizoma y al erecto, eje vertical o tallo verdadero.

La especie presenta tres distintos tipos de hojas: lineares, escamosas y brácteas. En cada nudo pueden crecer de tres a cuatro hojas lineares protegidas en su parte externa por dos hojas escamosas, a este conjunto se le denomina grupo foliar. Las hojas lineares son anchas en la base y agu

das en la punta, carecen de haz o envés y poseen tres nervaduras, las hojas escamosas son pequeñas y rodean a las lineares en su base. Las brácteas dan la impresión de ser un par de hojas lineares opuestas y envuelven a la inflorescencia, dándole protección durante sus primeras etapas de desarrollo.

La inflorescencia consta de dos flores alternas sobre un ráquis. Se trata de dos flores muy reducidas, sin perianto, con cuatro estigmas y dos anteras. Cuando la flor sale de la bráctea por crecimiento del pedúnculo floral, las anteras se desprenden de la flor y llegan a la superficie del agua donde se abren de forma explosiva liberando al polen. El polen presenta intina y exina, es oblongo y flota en el agua.

Los ovarios fecundados aumentan de tamaño, el fruto maduro mide menos de 4 milímetros, es ovalado, conserva el conducto estigmático y posee una sola semilla. Concomitantemente a la maduración del fruto se lleva a cabo el crecimiento del podogino y del pedúnculo floral el cual tiende a espi-
ralarse en algunos casos.

Es importante hacer notar que la formación de todos los órganos de la planta se lleva a cabo de modo alterno (Graves, 1908).

ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

Aspectos Taxonómicos

Ruppia maritima está cercanamente emparentada con un gran grupo de plantas acuáticas de origen antiguo, las cuales, debido a su condición acuática presentan muchas simplificaciones estructurales. Esto hace especialmente complicado al grupo cuando se desea establecer tanto su posición taxonómica como las relaciones filogenéticas dentro del mismo.

Empezando por la categoría taxonómica de orden encontramos dos claras tendencias, una que considera la existencia del orden Helobiae, el cual reúne a un gran grupo de monocotiledóneas de hábito acuático, Engler y Prantl, 1889 citados por Sing (1965) y Ascherson, 1907 citado por Den Hartog (1970) y la tendencia contraria postulada por Hutchinson (1959), quien consideró que se habían agrupado bajo ese orden a distintos grupos taxonómicos lo suficientemente diferenciados como para formar sus propios órdenes, familias y demás categorías taxonómicas. El trabajo de Hutchinson tuvo como resultado, que muchas de las antiguas familias del orden Helobiae pasaran a la categoría de orden y en otros casos, los géneros pasaron a formar sus propias familias. Por ejemplo, la familia Potamogetonaceae del orden Helobiae, pasó a formar el orden Potamogetonales y el género Ruppia que era antes uno de

los géneros de la familia Potamogetonaceae pasó a ser el único género de la familia Ruppiaceae.

La clasificación de Hutchinson fue aceptada y seguida por autores como (Sculthorpe, 1967; Fassett, 1969). Sin embargo, los especialistas en morfología y anatomía, (Chrysler, 1907; Lawrence, 1951; Sing, 1965 ; Davis y Tomlinson, 1974) demostraron que existe una gran semejanza entre los taxa considerados por Hutchinson como entidades distintas.

En 1970, Den Hartog propuso un nuevo sistema de clasificación el cual vuelve a considerar al orden Helobiae como una entidad taxonómica real. La clasificación propuesta por este autor concilia algunas de las ideas de Engler y Prantl, Ascherson y Hutchinson. El mismo Den Hartog reconoce, sin embargo, que es necesario hacer más estudios taxonómicos para poder delimitar bien las relaciones filogenéticas dentro del grupo. La clasificación propuesta por Den Hartog, parece ser hasta el momento la más apropiada y es la que se seguirá en este trabajo.

La familia Potamogetonaceae del orden Helobiae es considerada como una de las familias de hidrófitas más grandes que se conocen (Muenscher, 1964) y debido a su gran variación fenotípica, una de las más complicadas desde el punto de vista del taxónomo y del sistemático. Según Den Hartog (1970),

la familia consta de cinco subfamilias:

Zosteroidae

Posidonioideae

Zannichellioideae o Cymodoceoideae

Potamogetonioideae

Ruppioideae

Las tres primeras subfamilias tienen representantes exclusivamente marinos, a excepción de los géneros Zannichellia y Le pilaena (= Althenia) de la subfamilia Zannichellioideae los cuales presentan especies salobres y dulceacuícolas. La subfamilia Potamogetonioideae con un género y más de cien especies es principalmente dulceacuícola con un subgénero salobre. La subfamilia Ruppioideae consta de un género, tres especies y no se sabe cuantas variedades, se encuentra viviendo en aguas dulces, marinas y salobres.

Actualmente se considera sólo la existencia de tres especies de Ruppia:

Ruppia maritima L.

Ruppia cirrrosa (Petag.) Grande.

Ruppia tuberosa D. & T.

Sin embargo, su diferenciación no fue muy clara en el pasado. En 1729 Micheli (Setchell, 1949) describió a las especies Buccaferrea maritima foliis minus acutis y Buccaferrea maritima foliis acutissimus en el "Nova Plantarum". El nombre de Buccaferrea lo puso también a otras fanerógamas acuáticas que hoy

llevan el nombre genérico de Potamogeton. En 1737 Lineo (Setchell, 1949) describió a la especie Ruppia maritima en el "Genera Plantarum" refiriéndose a Buccaferrea maritima foliis minus acutis de Micheli y describe también a la especie Ruppia spiralis "in herbarium". En 1911 Hagström (Setchell 1949), sinonimizó a Buccaferrea maritima foliis minus acutis de Micheli como Ruppia spiralis de Lineo y a Buccaferrea maritima foliis acutissimus como Ruppia maritima. El hecho de que Lineo no hubiese legitimado el nombre de R. spiralis en una publicación científica llevó a Petagna (Gamerro, 1968) a introducir el nombre de Buccaferrea cirrhosa, pero como el nombre del género (Buccaferrea) era un nombre prelineano y además se había puesto a taxa distintos (entre ellos a los actuales Potamogeton), Grande (Gamerro, 1968) actualizó el nombre de la especie como Ruppia cirrosa.

La tercera especie, Ruppia tuberosa fue descrita en 1974 por Davis y Tomlinson quienes la encontraron viviendo en unas salinas en Australia. Esta especie es notable por la semejanza que presenta con otros representantes de la familia Potamogetonaceae: los frutos de R. tuberosa se parecen a los de Zannichellia (Subfamilia Zannichellioidae) y los bulbos y turiones que presenta, a los de Potamogeton (Subfamilia Potamogetonioideae).

Las especies R. maritima y R. cirrhosa fueron confundidas por mucho tiempo ya que se tomaron en cuenta para su determinación caracteres tales como longitud y grado de espiralización del pedúnculo floral y número de frutos, los cuales han mostrado ser muy variables. Sin embargo, el número cromosómico parece ser ahora un carácter confiable para su separación, ya que mientras Ruppia maritima es un diploide ($n=20$), Ruppia cirrhosa es un tetraploide ($n=40$) (Gamerro, 1968). Ya en 1894, Roze había sugerido que Ruppia cirrhosa podía ser un ejemplo de euploidía intragenérica dentro del grupo.

Existen numerosas descripciones de especies de Ruppia las cuales han pasado a ser consideradas con el tiempo como sinónimos o variedades de R. maritima o de R. cirrhosa. Sin embargo, no se sabe todavía en el caso de las variedades, si se trata de entidades taxonómicas reales. Por ejemplo, mientras Gamerro (1968) considera que existe una sola variedad para R. maritima, Fernald y Wiegand (1914) describieron un total de catorce variedades de la especie, solamente para el este de los Estados Unidos. Analizando el problema de las variedades de Ruppia, Phillips (1958) sugirió que se tuviera más cuidado con ellas ya que se podían estar confundiendo a las variedades ecológicas con las taxonómicas.

Aspectos Ecológicos

La gran variación que presenta Ruppia maritima en cuanto a su morfología, fisiología y comportamiento dentro de su área de distribución, se debe a que esta especie cosmopolita se vé afectada por las distintas condiciones climáticas que se pueden presentar a diversas altitudes, latitudes y longitudes del planeta y por la naturaleza química del agua y la permanencia o estacionalidad de los cuerpos de agua en los cuales habita.

Una de las características de Ruppia maritima que más ha llamado la atención de los científicos es la gran tolerancia que presenta a la salinidad. Sin embargo, todavía no se ha podido delimitar su amplitud de tolerancia, ya que los resultados varían de acuerdo con el lugar de donde se toma el material para los experimentos (Bourn, 1935). McMillan (1974) explica esto diciendo que las especies cosmopolitas difieren en sus tolerancias a ciertos factores ambientales y que en el caso de Ruppia ese factor es la salinidad.

Por otro lado, la especie puede presentarse en ocasiones como una planta anual y a veces como planta perenne. En Massachussets fue descrita por Conover (1958) como una hidrófita perenne con época de latencia en los meses fríos y Phillips (1960), encontró que presentaba un comportamiento si

milar en Florida, pero Ungar (1974), la señaló como una especie anual ya que habitaba en charcas las cuales se secaban en una época del año. En la bahía de San Francisco, California, Setchell (1924) describió poblaciones anuales y perennes de Ruppia maritima, la fanerógama presentaba además una cierta variación fenotípica de acuerdo con su permanencia en las localidades estudiadas; las perennes eran en general más gruesas y robustas que las anuales y presentaban diferencias en cuanto a la forma del fruto, longitud del pedogino y grado de espiralización del pedunculo floral por lo que consideró que se trataba de dos variedades de la misma especie viviendo en una localidad. Según Setchell, R. maritima var. rostrata era la que formaba las poblaciones anuales y R. maritima var. longipes, las perennes.

Dado que R. maritima tiene un área de distribución muy amplia, su asociación con otras hidrófitas se verá determinada por el área de distribución de sus especies asociadas. En Estados Unidos Holden (1899), encontró al alga Ectocarpus corymbosa viviendo de modo epífita sobre los tallos y hojas de Ruppia, en muchas localidades, en Australia, Wood (1959) encontró a Ruppia asociada a Ectocarpus y a la diatomea Synedra ulna, en Camargue, Francia, Verhoeven (1975) describe a las poblaciones de Ruppia asociadas a otras fanerógamas como Potamogeton y Althenia y con algas del tipo de Chaetomorpha, Cladophora y Chara y en las lagunas de Caimanero y Huizache,

Sinaloa, (Ortega, 1970), describe a Ruppia conviviendo con Cla
dophora, Enteromorpha y Chaetomorpha. Ortega y Oliva (comuni-
cación personal) han encontrado recientemente a la cianofita
Entophysalis conferta viviendo de modo epífita sobre las raí-
ces de Ruppia maritima en Sinaloa.

En algunas ocasiones se habla de la asociación de
Ruppia y Zostera como elementos de una comunidad de "pastos
marinos". Sin embargo, se trata de la asociación de dos comu-
nidades donde Zostera forma la comunidad de "pastos marinos"
y Ruppia una comunidad de hidrófitas sumergidas. Estas comuni-
dades pueden presentar zonas de contacto pero difícilmente se
traslapan, ya que mientras Zostera se encuentra en zonas de
mayor salinidad o donde las fluctuaciones de salinidad son mo-
deradas, Ruppia se encuentra en las zonas de menor salinidad
o donde las fluctuaciones de ésta son muy drásticas como a la
salida de ríos o donde el agua de lluvia se filtra hacia el
mar (McMillan y Moseley, 1967). Fenómenos de este tipo lleva-
ron a Den Hartog y Segal (1964) a insistir en la separación
de estas comunidades, ya que el hecho de que Zostera y Ruppia
aparezcan juntas en una localidad se debe a que Zostera puede
resistir una moderada variación en los valores de salinidad,
mientras que las comunidades de Ruppia se verán favorecidas
en zonas donde las fluctuaciones de salinidad sean muy am-
plias. El mismo Den Hartog (1970), insiste en separar a Ruppia
del grupo de los verdaderos "pastos marinos", ya que esta es

pecie habita tanto en aguas dulces como salobres y aún en zonas donde se sobrepasa la concentración salina del agua de mar, mientras que los verdaderos "pastos marinos" no pueden vivir fuera de él. Otro argumento de Den Hartog (1970) para no considerar a Ruppia un "pasto marino" es el de la poca capacidad que presenta la especie para establecer poblaciones en el mar en zonas ya ocupadas por aquellos. Esta aseveración queda demostrada por las observaciones realizadas en las costas de América y Australia (Bourn, 1935; Wood, 1959), en donde las poblaciones de Ruppia llegaron a ocupar los terrenos antiguamente ocupados por Zostera cuando esta última desapareció al ser destruidas sus poblaciones por aves acuáticas.

Como productor primario Ruppia maritima tiene una gran importancia en la pirámide trófica. El mayor aporte de la especie a la cadena alimenticia es el que se lleva a cabo a nivel de detritus. De modo secundario, lo hace como alimento de aves acuáticas y aunque no se sabe si es utilizada como alimento de peces u otros animales acuáticos, tiene gran importancia como proveedor de microambientes donde muchas especies animales se desarrollan.

Ruppia maritima presenta un alto porcentaje de proteínas y carbohidratos (Walsh y Grow, 1973; Luján, 1975) y ha sido utilizada de modo experimental como fertilizante con buenos resultados (Van Breedveld, 1966) lo que sugiere que pro-

blemente esta especie pueda llegar a ser importante como recurso biótico.

La floración de la especie se lleva a cabo durante el verano en las zonas templadas, sin embargo, se puede producir durante todo el año en el laboratorio (Setchell, 1924; Phillips, 1960). Estos autores han indicado que se requiere de una determinada temperatura y un cierto fotoperiodo para que ésta se lleve a cabo. Estos autores encontraron que los procesos de floración y germinación se efectúan dentro de determinados rangos de temperatura: la floración se realiza entre los 20° y 25°C y la germinación entre los 10° y 18°C.

El mecanismo de polinización de la planta no está bien estudiado aún. Algunos autores sostienen que ésta se lleva a cabo en la superficie del agua (Roze, 1894; Graves, 1908), mientras que otros opinan que se realiza dentro de la masa de agua (Scultorphe, 1967; Gamero, 1968).

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

Geomorfología

La Laguna de Sontecomapan se encuentra localizada entre las coordenadas $18^{\circ} 30'$ a $18^{\circ} 33'$ latitud norte y $94^{\circ} 59'$ a $95^{\circ} 02'$ longitud oeste, en la región de "Los Tuxtlas" en el estado de Veracruz.

Esta región se caracteriza por presentar un gran macizo volcánico formado durante el cuaternario (Plioceno a Reciente), sobre las planicies aluviales terciarias (Mioceno) de los ríos Coatzacoalcos y Papaloapan. Las rocas terciarias son arenosas y calcáreas, mientras que las cuaternarias son lavas, brechas y tobas. Estas últimas pueden ser andesíticas y basálticas (Comité de la Carta Geológica de México, 1960).

Según Friedlaender y Sonder (1924), el macizo se formó por tres grandes centros de erupción. Al noreste el grupo del San Martín, al centro el grupo del Lago Catemaco y al sureste la Sierra de Acayucan. La extensa red fluvial del área está determinada por dichos derrames lávicos de donde parten algunos de los afluentes que alimentan la laguna.

Coll (1970), considera a los fenómenos hídricos como los principales agentes modeladores de la zona, actuando

en algunos casos como factores erosivos y en otros como depositadores. La laguna de Sontocomapan, es en este caso, un típico ejemplo del fenómeno de depositación.

De acuerdo con las características que cita Ringulet (1962), esta laguna que mide casi nueve kilómetros de longitud se puede dividir en dos regiones, una semejante a una albufera y otra que puede ser considerada como un estuario (fig. 1). En ambos casos se tienen ambientes mixohalinos (mezcla de aguas dulces y marinas) sólo que en el caso de la albufera las aguas son "lénticas" (quietas) y en el estuario "lóticas" (móviles).

La profundidad promedio en la región de la albufera vá de un metro a metro y medio, dependiendo del nivel de mareas, pero se puede llegar a una profundidad superior a los dos metros en los canales que la atraviesan. El estuario presenta una pendiente que vá de dos metros en su zona de contacto con la albufera a cinco o seis metros en la desembocadura al mar. El agua de la albufera presenta una visibilidad muy baja por tener mucho material en suspensión, mientras que en el estuario, la transparencia del agua va aumentando gradualmente conforme se avanza hacia la bocana. El gran azolvamiento que ha sufrido la laguna en las últimas décadas se debe principalmente a la tala de las selvas del macizo de "los Tuxtlas".

La elevada precipitación de la zona y su particular relieve tienen como consecuencia un aporte constante de agua dulce a la laguna, lo cual se manifiesta claramente en la composición florística del manglar que la rodea en casi todo su borde (Menéndez, 1976).

Climatología

El clima dominante del área es un Am (f)i, o sea, cálido-húmedo con época seca corta (enero a mayo), con lluvias de monzón y oscilación diurna de temperatura inferior a 5° C (García, 1973). La representación gráfica de los factores climáticos se observa en el climograma de la figura 2. Este climograma presenta los valores promedio de temperatura y precipitación registrados por un lapso de diez años en la Estación Meteorológica del Faro de Zapotitlán (18° 33' latitud norte y 94° 46' longitud oeste), localizada a un kilómetro de la laguna.

Durante los meses de septiembre a mayo, toda la costa del Golfo de México se vé afectada por vientos huracanados que vienen del norte. Estos vientos comunmente denominados "nortes" se producen por zonas de baja presión en la costa Atlántica y afectan notablemente a las comunidades costeras.

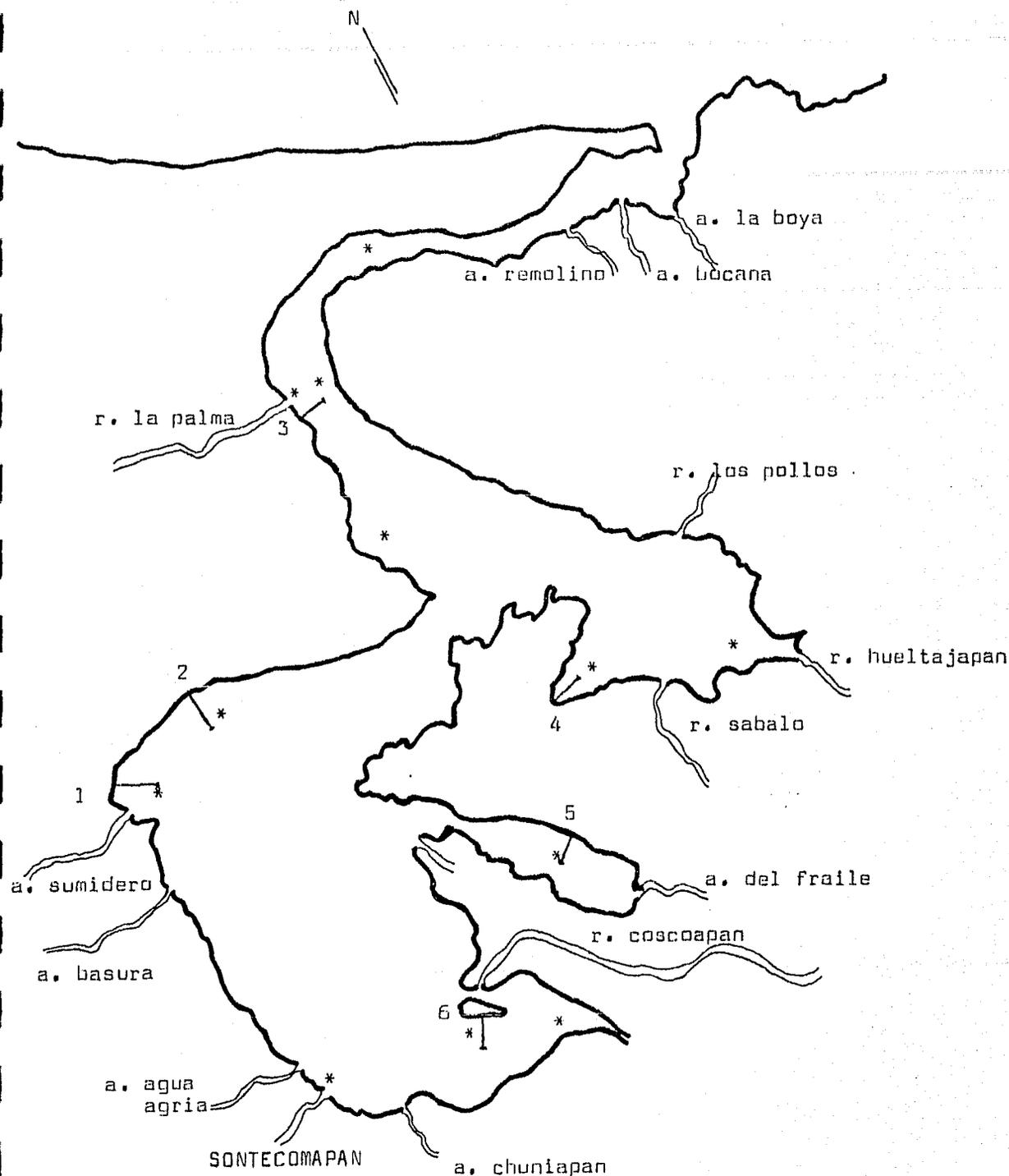


Fig. 1. Mapa general de la Laguna de Sontecomapan (modificado de Vázquez-Yanes et al, 1972). Las estaciones permanentes de muestreo y observación de los "manchones" de *Ruppia maritima* están marcadas con números. El agua se colectó en las zonas señaladas con asteriscos (*)

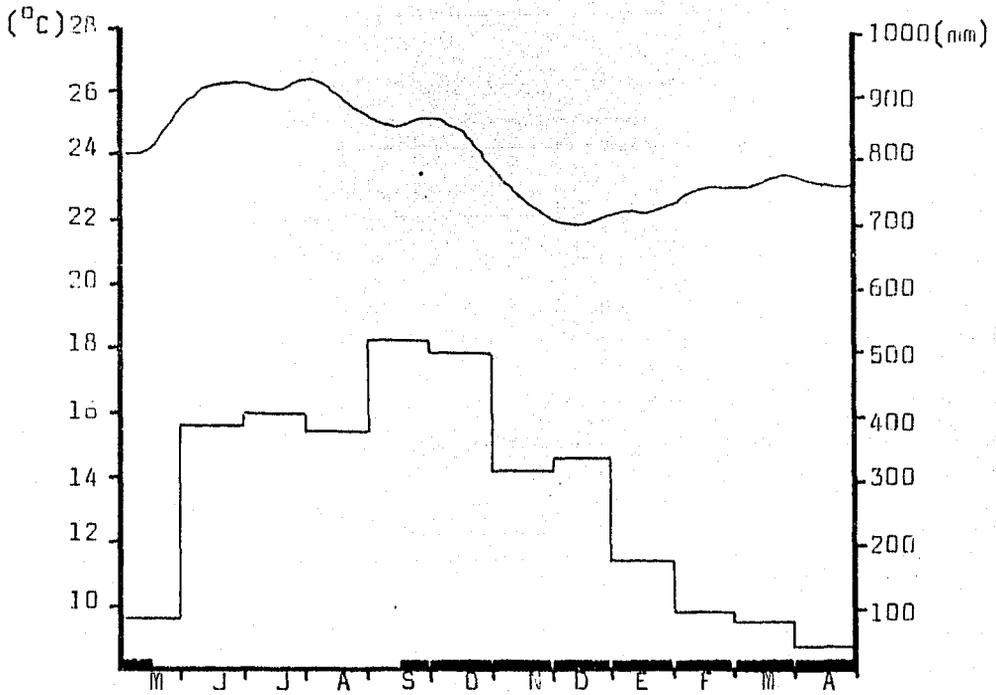


Fig. 2. Climograma de la Estación Meteorológica del Faro de Zapotitlán, Ver. En la parte inferior, las barras oscuras marcan la época de "nortes".

METODOLOGIA

Trabajo de Campo

Durante el mes de abril de 1974, se hizo una visita preliminar a la Laguna de Sontecomapan, con el fin de conocer el área de estudio y se elaboró un mapa en el que se localizaron de manera general los "manchones" de Ruppia anotando su extensión y grado de desarrollo.

En el mapa elaborado durante la visita preliminar se delimitaron seis estaciones permanentes de muestreo (fig.1), las cuales mostraban ciertas diferencias en cuanto a su orientación, tipo de sustrato y la presencia de afluentes cercanos. En algunas ocasiones los "manchones" se encontraban en zonas del litoral que formaban pequeñas bahías y en otras, se encontraban en partes muy abiertas donde el litoral seguía una línea recta. Inicialmente se consideró, que la laguna presentaba dos tipos de sustrato, de manera general: arenoso y limoso. Cuando se realizaron los análisis de textura se observó que en realidad se trataba de tres tipos: arenoso, areno-francoso y franco-arenoso. Los tipos arenoso y areno-francoso fueron considerados "a priori" como sustrato arenoso y el tipo franco-arenoso como limoso. Se consideró la presencia de afluentes cercanos cuando las estaciones de muestreo se encontraban cerca de un radio de quinientos metros de la salida de algún

afluente.

De acuerdo con estos tres factores las estaciones permanentes de muestreo se caracterizaron de la siguiente forma:

Estación	Localización en área	Afluentes cercanos	Sustrato
1	expuesta	si	limoso
2	expuesta	no	limoso
3	protegida	si	arenoso
4	expuesta	si	limoso
5	protegida	no	limoso
6	expuesta	no	arenoso

Se hicieron visitas mensuales a la laguna durante un año, en las cuales se realizaba un recorrido en lancha abarcando toda el área, se anotaba la posición y abundancia relativa de los "manchones" y en cada una de las estaciones permanentes de muestreo se obtenían los siguientes datos:

- a) profundidad de la columna de agua
- b) altura a la que llegaban los tallos de la planta
- c) profundidad a la que se encontraba el rizoma
- d) estado general de la planta
- e) presencia de flores o frutos
- f) forma del "manchón"

Las evaluaciones de productividad se obtuvieron por

el conocido método de biomasa de peso seco por área, para lo cual se empleó un marco de metal de 30 cm por lado el cual se arrojaba al azar sobre el "manchón", de tal manera de que lo que quedaba dentro de él se colectaba, se limpiaba con agua de la laguna para eliminar animales y epífitos y se guardaba en bolsas de plástico para su posterior desecación en la Ciudad de México. En cada visita se tomaron tres muestras del mismo modo para cada estación.

Durante los meses de mayo, septiembre y diciembre, se realizaron transectos en las estaciones permanentes de muestreo los cuales se iniciaban desde la playa hacia el centro de la laguna. En esas ocasiones se tomaron tres muestras de sedimento para posteriores análisis, de la siguiente manera: una en la zona intertidal entre el "manchón" de Ruppia y el manglar, la segunda en el centro del "manchón" en la región infralitoral y la tercera en el vaso de la laguna donde Ruppia desaparecía. En algunas ocasiones, no se encontraron "manchones" de la especie en las estaciones de muestreo por lo que se tomó una única muestra en la región infralitoral a 10 m de la playa. Las muestras se obtuvieron con la ayuda de un tubo de hierro de 12 cm de diámetro por 25 cm de longitud.

Para hacer evaluaciones sobre la salinidad promedio del agua de la laguna durante el año de estudio, se seleccionaron doce estaciones (fig. 1), las cuales fueron muestreadas

mensualmente.

Trabajo de Laboratorio

Se montaron dos acuarios en el Departamento de Botánica del Instituto de Biología en la U.N.A.M., uno con agua dulce (cero partes por mil) y otro con agua salina (15 partes por mil). En ellos se colocó material fértil traído de la laguna para poder hacer algunas observaciones sobre los fenómenos de floración y fructificación.

Se hizo además una colecta masiva de semillas, las cuales se pusieron a germinar en los acuarios para poder observar el fenómeno y hacer conteos preliminares sobre el porcentaje de germinación. Se separó además un lote de 200 semillas las cuales se dejaron deshidratar y se almacenaron por un lapso de seis meses, después de los cuales se pusieron a germinar en cajas de petri con agua-agar.

El único análisis efectuado en las muestras de agua fue para conocer la salinidad, cuyo valor se obtuvo empleando un refractómetro.

Las muestras de suelo fueron tratadas en forma diferente para determinar los siguientes factores:
pH.- con el método electrométrico del electrodo de vidrio (Con

tin, 1973).

Porcentaje de cloruros.- bajo el método de titulación de Mohr (Contin, 1973).

Porcentaje de materia orgánica.- con el método de digestión de dicromato ácido (Contin, 1973).

Porcentaje de Nitrógeno; con base en los valores de materia orgánica (Jackson, 1964).

Textura.- con el método de clasificación de partículas según los sistemas del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y la Sociedad Internacional de Ciencias del Suelo (Sam pat, 1973).

RESULTADOS

Distribución y Zonificación de Ruppia maritima

Aunque siempre se encontraron "manchones" en la laguna, éstos no se encontraron ocupando las mismas localidades ni con el mismo grado de desarrollo.

En la figura 3, se esquematiza la posición y extensión de los "manchones" de Ruppia durante cuatro meses del año. Durante los meses de mayo y agosto los "manchones" mejor desarrollados se encontraban ocupando la región de la albufera. En mayo ocupaban principalmente la costa oeste y en agosto, la este. En diciembre los "manchones" mejor desarrollados se encontraban en la región del estuario, ocupando dos tercios de la costa oeste del mismo. Sin embargo, en abril sólo se pudieron observar pequeños "manchones" aislados a lo largo del litoral tanto en la albufera como en el estuario. Algunos de los cuales empezaban a expandirse.

La salinidad del agua (fig. 4) y la del sedimento (tablas 1, 2 y 3) mostraron ciertas variaciones a lo largo del año, presentando valores bajos durante la época de lluvias y aumentando en la época de secas (fig. 2).

De las seis estaciones permanentes de muestreo, se

encontró que los "manchones" desaparecieron en tres de ellas (estaciones 1, 2 y 4) y permanecieron en las tres restantes (estaciones 3, 5 y 6). En las estaciones 3 y 6 el sustrato presentaba altos porcentajes de arena (tablas 1, 2 y 3), mientras que en el resto presentaba altos porcentajes de limo. Los análisis efectuados sobre las muestras de sedimento revelaron que cuando los "manchones" desaparecían de alguna localidad el porcentaje de materia orgánica aumentaba, mientras que los valores de pH bajaban. Es interesante hacer notar que en las estaciones analizadas que mantuvieron siempre un "manchón" de Ruppia, los valores de pH fueron ácidos pero nunca bajaron de 6.0 (tablas 1, 2 y 3).

Ruppia maritima se encuentra representada en la Laguna de Sontecomapan, principalmente en la región infralitoral. Inicialmente forma pequeños agrupamientos más o menos circulares los cuales crecen rápidamente llegando a formar franjas que crecen paralelas al manglar y que pueden ocupar varios kilómetros sobre el litoral e internarse por más de ciento cincuenta metros hacia el centro de la laguna. Posteriormente las extensas franjas que se habían formado, se reducen quedando pequeños "parches" de Ruppia a unos cuantos metros del manglar. Aunque la especie puede llegar a ocupar áreas muy grandes, nunca se encontraron "manchones" de la misma en el centro de la laguna al destruirse las franjas.



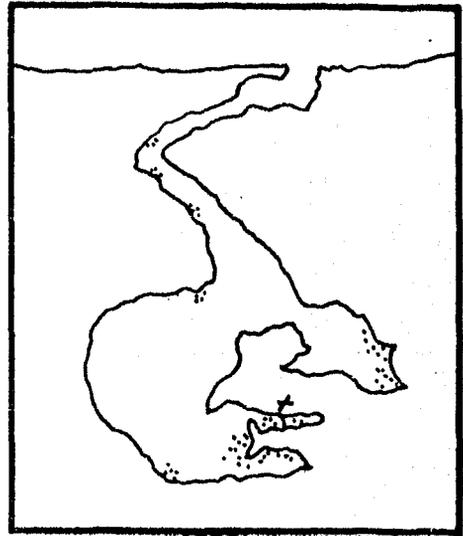
MAYO



AGOSTO



DICIEMBRE



ABRIL

Fig. 3. Distribución de los "manchones" de *Ruppia maritima* en la Laguna de Sontecomapan durante el año de estudio. Las x indican la presencia de los fenómenos de floración y fructificación en los "manchones" (zonas sombreadas).

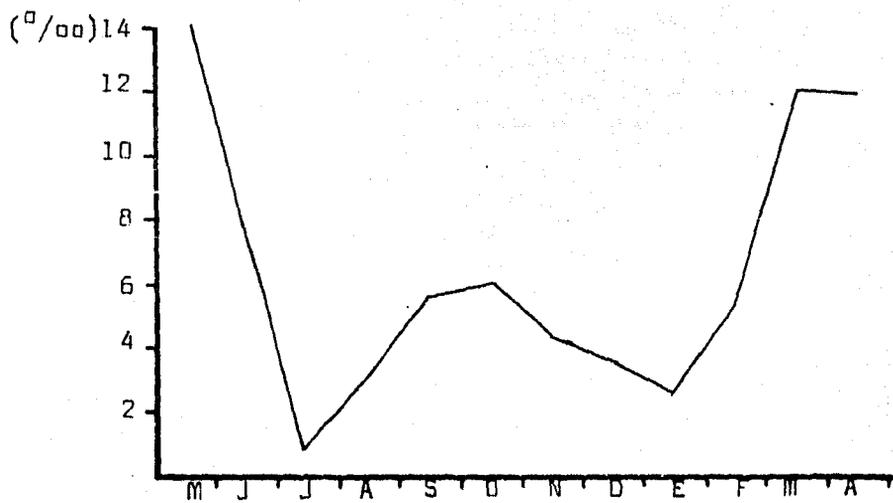


Fig. 4. Salinidad promedio del agua en la Laguna de Sontecomapan durante el año de estudio (mayo de 1974 a abril de 1975).

TABLA 1

muestra	pH	% cloruros	% mat. org.	% Nitrogeno	% arena	% arcilla	% limo	textura
1(1)	7.3	1.3	24.0	1.2	61.43	0.00	38.57	franco-arenoso
1(2)	7.0	3.0	20.0	1.0	62.86	1.42	37.72	franco-arenoso
1(3)	6.3	3.5	46.0	2.3	62.86	2.85	39.29	franco-arenoso
2(1)	6.9	3.2	7.2	0.4	64.29	3.57	32.14	franco-arenoso
2(2)	6.6	2.8	7.0	0.3	75.15	2.94	21.43	areno-francoso
2(3)	6.6	3.3	12.0	0.6	61.43	0.00	38.57	franco-arenoso
3(1)	5.9	0.9	6.0	0.3	84.25	0.00	15.71	arenoso
3(2)	7.1	1.5	9.0	0.4	90.00	3.57	6.43	arenoso
3(3)	7.1	1.3	10.8	0.6	87.15	0.71	12.14	arenoso
4(1)	5.4	5.8	15.0	0.7	64.29	4.28	31.43	franco-arenoso
4(2)	6.9	5.0	12.0	0.6	62.86	4.28	32.85	franco-arenoso
4(3)	6.9	2.8	7.8	0.3	70.00	1.42	28.58	franco-arenoso
5(1)	6.5	3.0	18.6	0.9	62.86	1.42	35.72	franco-arenoso
5(2)	6.5	3.4	4.8	0.2	62.58	0.00	31.42	franco-arenoso
5(3)	6.5	3.1	6.0	0.3	60.00	0.00	40.00	franco-arenoso
6(1)	6.9	0.6	9.0	0.4	74.29	0.00	25.71	areno-francoso
6(2)	6.9	1.5	7.5	0.3	75.72	1.40	22.86	areno-francoso
6(3)	6.6	1.9	6.0	0.3	80.72	1.40	17.86	areno-francoso

Resultado de los análisis de las muestras de sedimento de las seis estaciones permanentes de muestreo, colectadas durante el mes de mayo de 1974. El número que se encuentra fuera del paréntesis en la primera columna indica la estación de muestreo y el que se encuentra dentro del mismo, señala el número de muestra.

TABLA 2

muestra	pH	% cloruros	% mat. org.	% Nitrogeno	% arena	% arcilla	% limo	textura
1(1)	4.9	2.5	36.0	1.8	78.58	1.42	20.00	franco-arenoso
1(2)	5.6	0.1	37.0	1.8	67.15	0.00	32.85	franco-arenoso
1(3)	5.3	0.8	33.0	1.6	67.15	0.71	32.14	arenco-francoso
2(1)	5.9	0.8	19.0	0.9	75.20	1.42	23.38	arenco-francoso
3(1)	7.0	0.3	12.0	0.6	91.43	0.00	9.57	arenoso
3(2)	6.2	0.8	12.0	0.6	88.58	0.00	11.42	arenoso
3(3)	6.3	2.1	18.0	0.9	95.72	0.00	4.28	arenoso
4(1)	5.1	1.1	43.0	2.1	57.15	0.70	42.42	franco-arenoso
5(1)	6.3	1.0	30.0	1.5	62.86	1.42	35.72	franco-arenoso
5(2)	6.3	0.9	25.0	1.2	71.43	0.00	20.00	arenco-francoso
5(3)	6.0	0.8	19.0	0.9	62.86	0.00	37.14	franco-arenoso
6(1)	6.2	0.5	10.0	0.5	84.29	0.00	15.71	arenco-francoso
6(2)	6.0	0.8	18.0	0.9	88.58	0.00	11.42	arenco-francoso
6(3)	6.0	0.8	13.0	0.6	80.00	0.00	20.00	arenco-francoso

Resultado de los análisis de las muestras de sedimento de las seis estaciones permanentes de muestreo, colectadas durante el mes de septiembre de 1974. En las estaciones en las cuales había desaparecido el "manchón" de R. maritima, se tomó una única muestra de sedimento y es la que aparece en la tabla con el número 1 dentro del paréntesis.

TABLA 3

muestra	pH	% cloruros	% mat. org.	% Nitrogeno	% arena	% arcilla	% limo	textura
1(1)	5.7	1.5	40.0	2.0	65.72	4.28	30.00	franco-arenoso
2(1)	6.0	0.6	30.0	1.5	77.15	0.00	22.85	areno-francoso
3(1)	6.7	0.6	15.0	0.7	92.46	0.71	6.43	arenoso
3(2)	6.9	0.6	6.0	0.3	95.72	2.85	11.43	areno-francoso
3(3)	7.4	0.6	13.0	0.6	85.72	4.28	10.00	areno-francoso
4(1)	4.9	1.5	40.0	0.2	64.29	4.28	31.43	franco-arenoso
5(1)	6.8	0.9	18.0	0.9	61.43	1.42	37.15	franco-arenoso
5(2)	7.0	0.8	19.0	0.9	74.29	0.00	25.71	areno-francoso
5(3)	7.1	0.7	20.0	1.0	60.00	18.57	21.43	franco-arenoso
6(1)	6.8	0.3	15.0	0.7	82.86	2.85	4.29	areno-francoso
6(2)	6.8	0.3	15.0	0.7	82.86	5.71	11.43	areno-francoso
6(3)	6.6	0.3	13.0	0.6	84.29	2.14	13.57	areno-francoso

Resultado de los análisis de las muestras de sedimento de las seis estaciones permanentes de muestreo, colectadas durante el mes de diciembre de 1974.

Asociación de Ruppia maritima con otras Hidrófitas

La laguna está rodeada en casi todo su borde por vegetación de manglar, siendo las asociaciones de Rizophora mangle las que más penetran en la laguna donde invaden la zona intertidal. Por detrás de éstas crece Avicennia nitida y es frecuente encontrar plántulas de ambas creciendo entre los tallos y rizomas de Ruppia maritima. Entre las asociaciones de Rizophora y Ruppia se llegan a encontrar comunidades de hidrófitas emergentes, las cuales están formadas por elementos tales como Typha, Hymenocallis y algunas ciperáceas. Esto sucede principalmente a la salida de los afluentes que alimentan la laguna.

Cuando Ruppia se encuentra bien establecida es frecuente encontrar, creciendo de modo epífita sobre sus tallos y hojas, a un alga del género Polysiphonia, la cual puede llegar a invadir el fondo cuando los "manchones" de Ruppia se retraen.

Durante el mes de mayo y hasta el mes de septiembre se encontró en el vaso de la laguna y en las partes marginales de los "manchones" de Ruppia a una rodofita del género Gracilariaopsis, la cual formaba pequeños agrupamientos por debajo de un metro de profundidad. Estos desaparecieron en septiembre y el suelo que no estaba cubierto por los rizomas

de Ruppia, quedó totalmente descubierto de cualquier otro tipo de hidrófita macroscópica. Sin embargo, durante ese mismo mes se encontraron flotando en la superficie del agua otras hidrófitas como Pistia stratiotes, Lemna sp., Potamogeton foliosus y P. interruptus, las cuales se encontraron hasta el mes de enero en la laguna pero nunca fueron muy conspicuas.

Cuando el "manchón" de Ruppia que se encontraba frente a la Isla Coscoapa (estación 6, fig. 1) empezó a crecer en diciembre de 1974, se hizo evidente la presencia de otra fanerógama acuática, Najas guadalupensis, la cual llegó a ser dominante en el área. Sin embargo no llegó a observarse la presencia de flores o frutos en ella y fue cubierta nuevamente por los rizomas de Ruppia que empezaron a expandirse en marzo de 1975.

Etapas Durante el Establecimiento de Ruppia maritima

Como ya se ha mencionado con anterioridad, los "manchones" de Ruppia en la laguna se caracterizaron por su poca permanencia en algunas localidades (fig. 3), principalmente en aquellas que presentaban sustrato fino (franco-arenoso). Estos no se presentaron en el mismo estado de desarrollo al mismo tiempo en la laguna, pero presentaron un comportamiento muy homogéneo en cuanto a su establecimiento en muchas localidades. Por eso se separaron cuatro fases o etapas que mani -

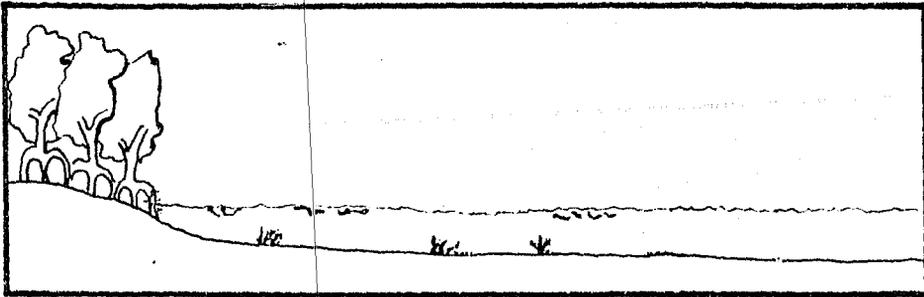
fiegan su grado de desarrollo (fig. 5):

- 1.- Dispersión por propágulos vegetativos;
- 2.- Establecimiento de los "manchones";
- 3.- Crecimiento explosivo;
- 4.- Reducción de los "manchones".

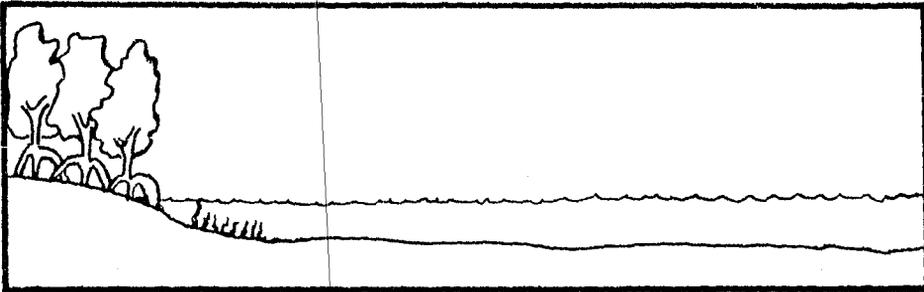
Dispersión por propágulos vegetativos.- los tallos y rizomas de Ruppia maritima, además de ser muy frágiles, suelen presentar puntos de abscisión, por lo que es frecuente encontrar partes de la planta, originalmente arraigadas al sustrato, flotando a la deriva. Este material flotante, constituido principalmente por tallos, llega a producir raíces después de algún tiempo de haberse separado dando lugar a la formación de rizomas. Cuando estos caen al fondo, principalmente en zonas someras y tranquilas, se enraizan al sustrato y empiezan a crecer.

Establecimiento de los "manchones".- los rizomas recién enraizados crecen formando pequeños "manchones" los cuales se extienden rápidamente ocupando primero las zonas de menor profundidad e invadiendo más tarde las más profundas. El crecimiento de Ruppia en esta fase se manifiesta por la formación de rizomas únicamente.

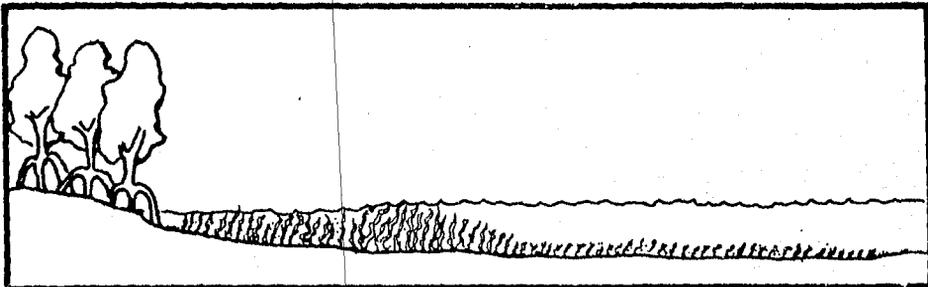
Crecimiento Explosivo.- esta fase se manifiesta por la formación de tallos a partir de los rizomas, los cuales llegan a



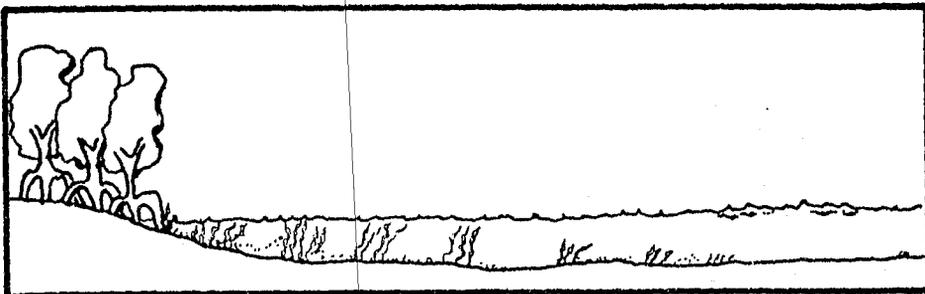
PRIMERA FASE " DISPERSION POR PROPAGULOS VEGETATIVOS "



SEGUNDA FASE " ESTABLECIMIENTO DE LOS MANCHONES "



TERCERA FASE " CRECIMIENTO EXPLOSIVO "



CUARTA FASE " REDUCCION DE LOS MANCHONES "

Fig. 5. Perfil diagramático que muestra las fases o etapas del desarrollo de los "manchones" de Ruppia maritima en la Laguna de Sontecumapan.

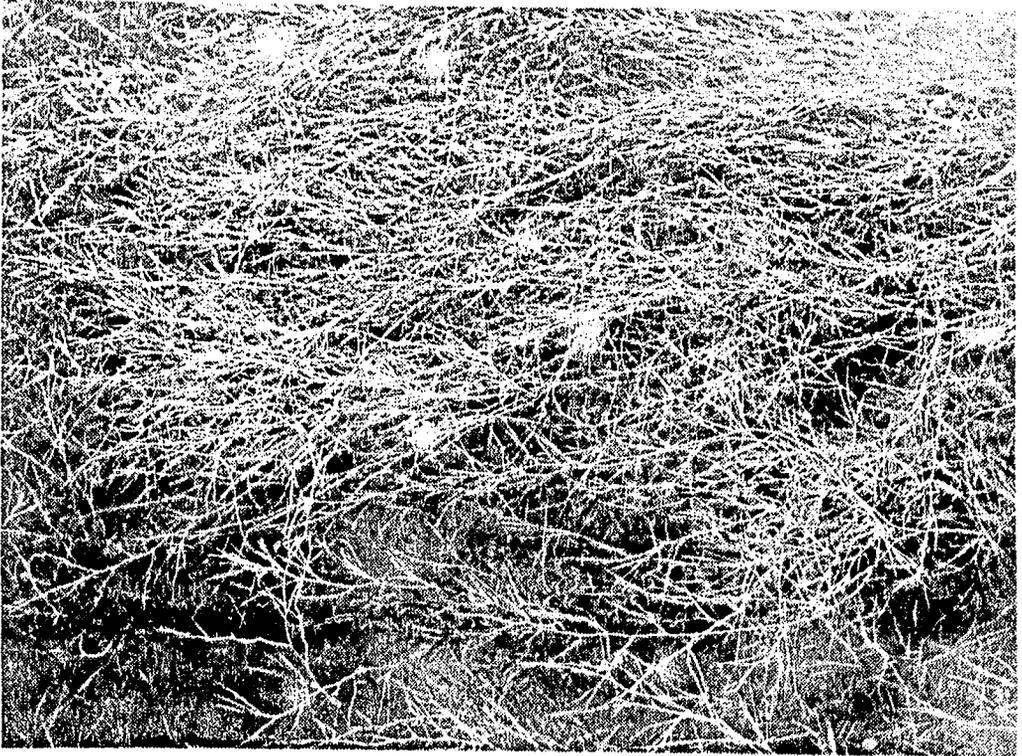


Fig. 6. Detalle de un "manchón" de Ruppia maritima en el que puede apreciarse la densidad que llega a alcanzar la fanerógama durante la fase de "crecimiento explosivo".



Fig. 6. Detalle de un "manchón" de Ruppia maritima en el que puede apreciarse la densidad que llega a alcanzar la fanerógama durante la fase de "crecimiento explosivo".

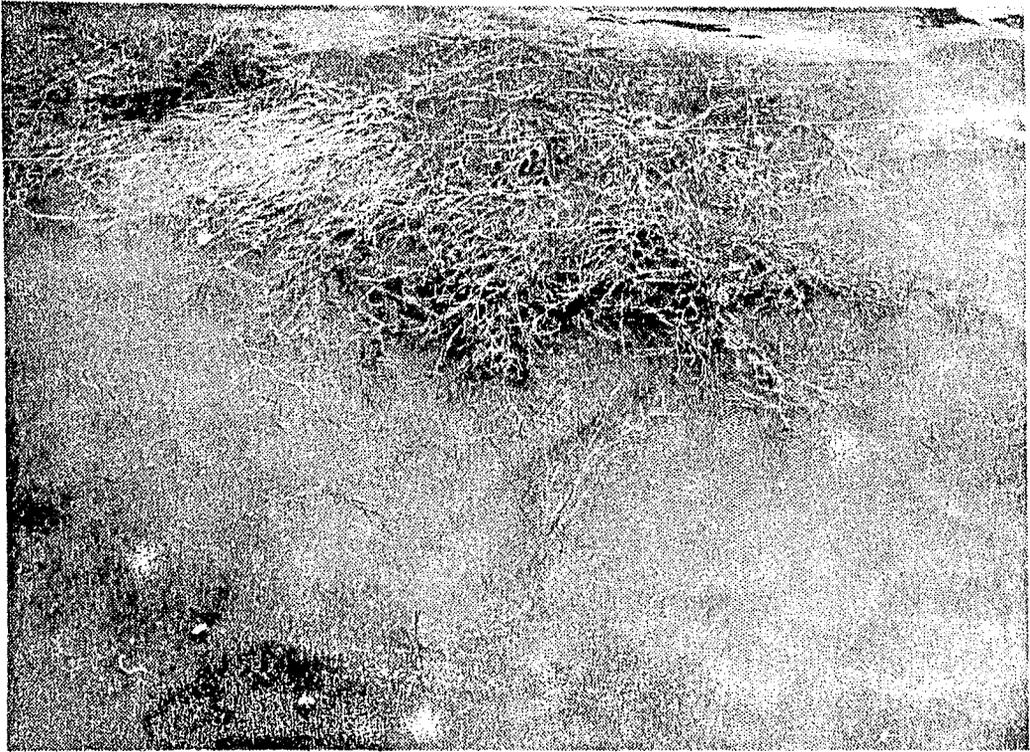


Fig. 7. Detalle de una zona donde los rizomas de Ruppia han empezado a desprenderse del fondo durante la fase de "reducción de los manchones".



Fig. 8. Rizomas de Ruppia maritima sujetos en las raíces "zancos" de Rhizophora mangle.

la superficie del agua (fig. 5). los "manchones" en esta etapa son muy densos (fig. 6), presentan flores y frutos en los tallos y ocupan extensas áreas sobre el litoral y hacia el centro de la laguna. Después de una determinada profundidad (más de 1.30 m), los tallos dejan de producirse y la planta sigue creciendo mediante la extensión de rizomas en el fondo (fig. 3).

Reducción de los "manchones".- este fenómeno se lleva a cabo por medio del desprendimiento masivo de los tallos (fig. 7), lo cual lleva a la total destrucción del "manchón" en la mayoría de los casos. Los tallos quedan flotando a la deriva y algunos de ellos empezarán el ciclo en alguna parte de la laguna. Muchos tallos se pueden encontrar en la playa a la que son arrojados por los efectos de mareas y es frecuente observar restos de ellos colgando de las raíces "zancos" de Rhizophora mangla (fig. 8).

Algunas Observaciones sobre el Ciclo de Vida de

Ruppia maritima

Productividad

Los valores de productividad obtenidos para las estaciones analizadas se presentan en la figura 9. En ellas se puede apreciar la poca uniformidad que existe en cuanto al desarrollo de los "manchones" a lo largo del año. En estas

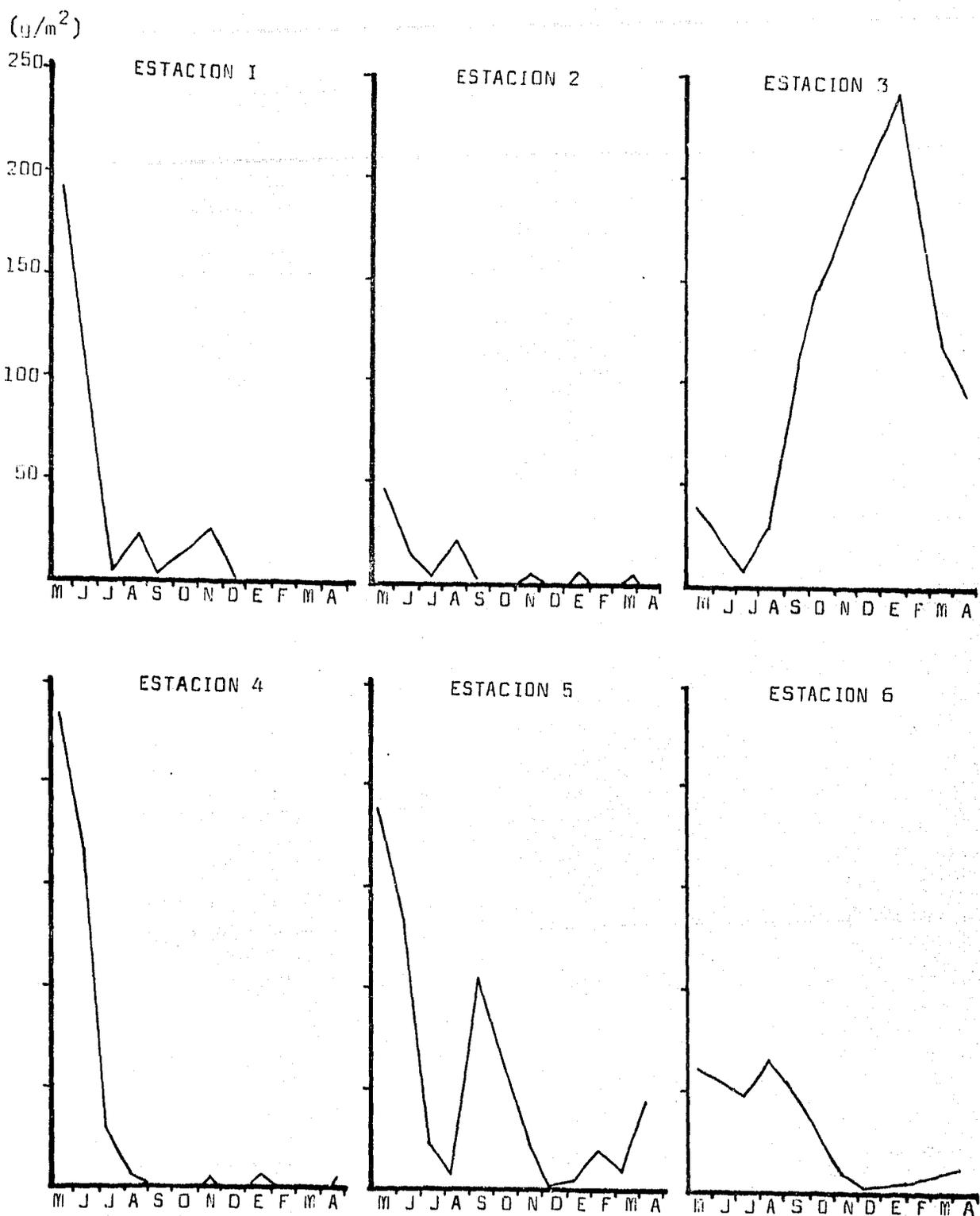


Fig. 9. Valores de productividad obtenidos para las seis estaciones de muestreo de los "manchones" de *Ruppia*. Los valores están dados en peso seco por metro cuadrado.

En las mismas gráficas se pueden apreciar las fases del desarrollo de los "manchones", donde los picos de aumento progresivo corresponden a la fase de "crecimiento explosivo" y los descensos a la fase de "reducción de los manchones". La fase de dispersión por propágulos vegetativos se puede observar en los picos que parten de cero en las gráficas 2 y 4 de la misma figura, a partir del mes de octubre. La fase de "establecimiento de los manchones" no se observa claramente en las gráficas, pero se reconocería por un aumento exponencial en tales valores.

Biología Floral

El fenómeno de floración se lleva a cabo en los "manchones" de Ruppia que han entrado en la fase de crecimiento explosivo. Sin embargo el tiempo de duración del fenómeno no es igual en todos ellos ya que mientras en unos casos se presentó durante dos meses en otros tuvo una duración de seis meses (fig. 10).

Cuando el fenómeno se ha iniciado, es frecuente observar un color amarillento en el agua debido al polen que flota en ella. A los pocos días (una semana) de haberse iniciado el fenómeno de floración, es posible encontrar frutos en los tallos de la fanerógama, los cuales llegan a ser muy abundantes y, debido a su forma, muy llamativos.

Cuando la flor sale de la protección de la bráctea, suelen desprenderse las anteras las cuales llegan a la superficie en donde se abren en forma explosiva liberando al polen. En algunas ocasiones el mecanismo falla y las anteras se mantienen cerradas en la superficie del agua (fig. 11). El pedúnculo floral sigue creciendo y las flores son llevadas a la superficie donde se polinizan. Las flores sin anteras quedan reducidas a cuatro ovarios muy pequeños los cuales aumentan de tamaño al ser fertilizados, llevándose al mismo tiempo el crecimiento del pedogino (fig. 12). Los frutos maduros llegan a desprenderse del ráquis llevando consigo al pedogino. En algunas ocasiones se observó a los frutos flotar por dos días en los acuarios donde se llevaron a cabo estas observaciones y posteriormente caían al fondo donde germinaban (fig. 13).

Cuando los tallos de Ruppia se desprenden del fondo en la fase de "reducción" suelen llevar a los frutos todavía unidos al ráquis, los cuales llegan junto con los tallos a distintas partes de la laguna.

Los frutos de Ruppia no son carnosos, presentan algunas capas de tejido las cuales decaen rápidamente dejando al descubierto la testa de la semilla. Esta es de color negro brillante y cuando se realiza la germinación, se puede observar en ella el levantamiento de una pequeña estructura triangular, la cual es empujada por la radícula, posteriormente

aparece el epicotilo. La plántula en esta etapa es muy pequeña (fig. 14), la radícula da lugar a la raíz primaria y el epicotilo al primer grupo foliar. En la base de éste aparece una punta de crecimiento del rizoma (fig. 15) la cual dará lugar a más grupos foliares y raíces adventicias.

Las semillas colectadas en la laguna , y que se pusieron a germinar en los acuarios que se tenían en la Ciudad de México, presentaron un alto porcentaje de germinación (8 de cada 10), tanto en el acuario de agua dulce como en el de agua salada, sin embargo la mortalidad de las plántulas fue muy alta en ellos (6 de cada 8). Se contaba con un lote de 200 semillas las cuales se almacenaron en un frasco, previa deshidratación, los cuales se pusieron a germinar después de seis meses (noviembre a abril). A los cinco días habían germinado doce de ellas.

No obstante que se tuvo especial cuidado en buscar plántulas de Ruppia en la laguna, esto nunca fue posible por las precarias condiciones de visibilidad en el agua y por su pequeño tamaño. Por otro lado, cuando el rizoma crece, presenta puntos de abscisión y en esta etapa ya no se puede distinguir a un individuo producido por semilla de otro producido de modo vegetativo.

ESTACION	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A
I	xo	xo	xo										
2	xo	xo	xo										
3						xo	xo	xo	xo	xo	xo		
4		xo	xo										
5													xo
6		xo	xo	xo									

Fig. 10. Presencia de los fenómenos de floración (x) y fructificación (o) en las estaciones permanentes de muestreo durante el año de estudio.

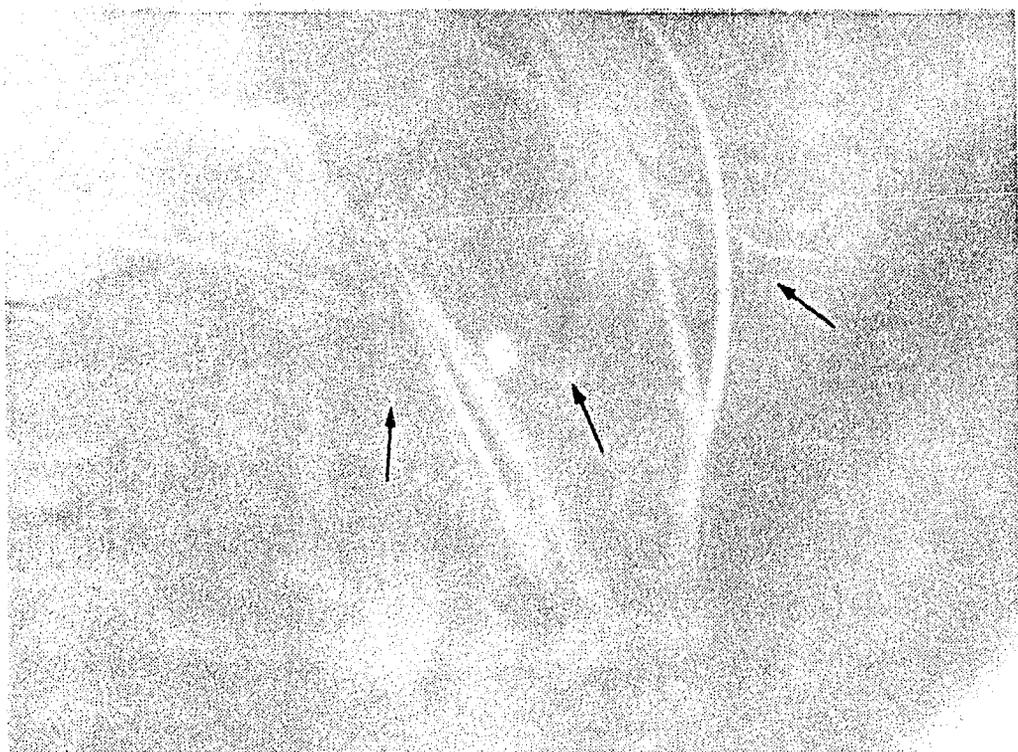


Fig. 11. Cuando la flor sale de la bráctea por crecimiento del pedúnculo, las anteras se desprenden de ella llegando a la superficie donde se abren en forma explosiva para liberar al polen. Detalle de las anteras flotando en el agua. Los puntos refringentes (flechas) denotan la presencia del polen.



Fig. 12. Material fértil de Ruppia maritima en un acuario.
Las flores {a} son pequeñas e inconspicuas; pero
los frutos {b} llegan a ser muy llamativos.



Fig. 13. Los frutos de Ruppia se desprenden de la planta llevando consigo al podogino. En ocasiones éstos flotan por algún tiempo y caen al fondo donde se lleva a cabo la germinación de la se milla.

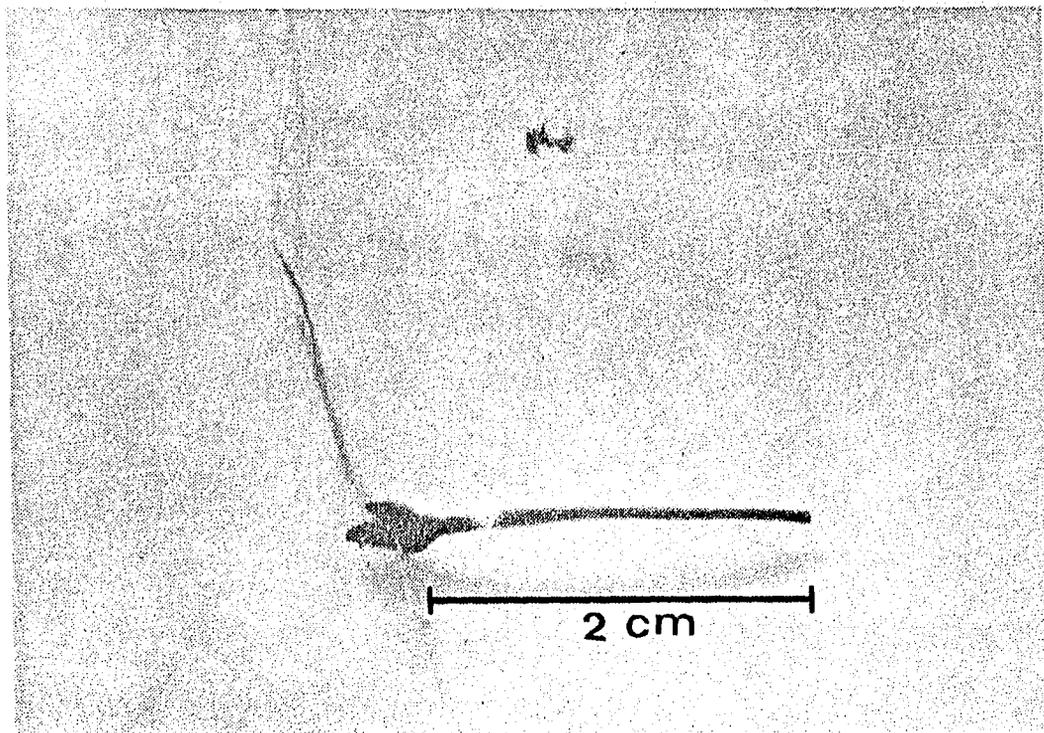


Fig. 14. Plántula de Ruppia maritima. Su tamaño no excede de dos centímetros.

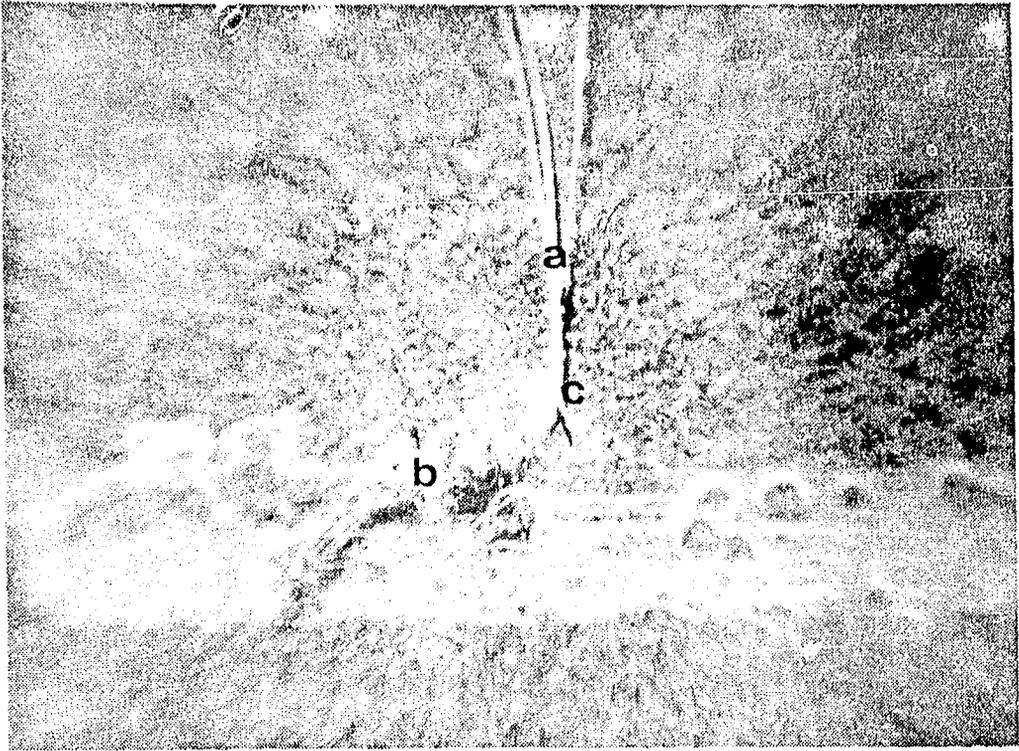


Fig. 15. Plántula de Ruppia maritima donde pueden apreciarse:
(a) el primer grupo foliar, (b) la raíz primaria y
(c) la punta de crecimiento del rizoma.

DISCUSION

Influencia de Algunos Factores Abióticos sobre los "Manchones" de Ruppia maritima en la Laguna de Sontecomapan

Cuando se realizan estudios ecológicos, es muy difícil poder hablar de factores aislados que actúan sobre las poblaciones o los individuos. En realidad se tiene un alto número de ellos, los cuales actúan de forma combinada sobre la parte biótica del ecosistema. Sin embargo, se puede tratar de analizar el efecto de los principales factores ecológicos:

Salinidad

La salinidad en la laguna presentó ciertas variaciones tanto en el agua como en el sustrato, sin embargo, esto no pareció afectar nunca a Ruppia maritima. Por otro lado, los fenómenos de floración y fructificación que se observaron en el laboratorio, junto con el de germinación, no demostraron alteraciones en su desarrollo bajo las distintas condiciones de salinidad y agua dulce donde se llevaron a cabo.

Corrientes

Este factor parece ser muy importante en cuanto a la dispersión y establecimiento de los rizomas de Ruppia. De modo general la laguna presenta pocas corrientes, principalmente en la región de la albufera y una corriente constante

en el estuario. En la albufera los "manchones" de Ruppia llegaron a ocupar todo el litoral pero en el estuario solamente ocuparon su parte oeste. Dada la poca profundidad que presenta la albufera, el efecto de los "nortes" en la zona tiene por resultado un decremento en la extensión de los "manchones" en ella, ya que las corrientes formadas por los "nortes" arrancan los rizomas ya establecidos.

Turbiedad

En este caso la turbiedad demostró ser muy importante, en cuanto que limita la entrada de la especie a zonas muy profundas en la laguna. Nunca se observó el establecimiento de rizomas de Ruppia por debajo de 1.50 m de profundidad. La turbiedad aumenta de un modo notorio en la laguna a partir del mes de junio cuando se inicia la época de lluvias, en la que los afluentes que alimentan la laguna, aumentan su caudal y arrastran una gran cantidad de sedimentos los cuales permanecen en suspensión enturbiando el agua.

Sedimento

En la laguna de Sontecomapan el tipo de sustrato que se presenta llega a ser un factor muy importante, ya que en las partes en que éste es arenoso o areno-francoso, los rizomas de la especie se mantienen, aún a pesar del efecto de las corrientes. Sin embargo, cuando los aportes del mismo son muy grandes entierran a los "manchones", principalmente

a aquellos que se encuentran a la salida de los afluentes, provocando su muerte. Un pH muy ácido en el mismo no permite el establecimiento de rizomas de Ruppia y éste aumenta cuando los porcentajes de materia orgánica se elevan. O sea, cuando los "manchones" empiezan a destruirse a causa del enterramiento de tallos y rizomas el medio se altera de tal manera que la reducción y desaparición de los manchones se lleva a cabo de un modo casi siempre irreversible.

Temperatura

De acuerdo con algunos autores (Setchell, 1924; Phillips, 1960) esta fanerógama es muy sensible a los cambios de temperatura, de tal manera que su germinación se realiza entre los 10° y 18° C, entre los 18° y 25° C se lleva a cabo un crecimiento vegetativo rápido junto con la formación de flores y frutos; pero si se sobrepasa de los 25° C el crecimiento se reduce y en ocasiones deja de producirse. Se puede considerar entonces que el rango de temperatura que va de 18° a 25° C es el rango óptimo para el desarrollo de la especie. En la laguna de Sontecomapan se tienen temperaturas promedio que van de 22° a 28° C, presentándose en los meses de julio a septiembre y de noviembre a enero las temperaturas consideradas las óptimas para el desarrollo de Ruppia. Esto coincidió con haber encontrado en el campo grandes "manchones" de Ruppia los cuales se presentaban en fase de "crecimiento explosivo". La temperatura parece ser por lo tanto uno de los

Factores más importantes en la regulación de las distintas fases del desarrollo de la especie.

Algunas Consideraciones Generales sobre el Comportamiento de Ruppia en la Laguna de Sontecomapan

La principal característica que presentaron los "manchones" de Ruppia en la laguna, fue la falta de acoplamiento entre sus fases de desarrollo y la época del año. Dada la amplia distribución de Ruppia en el mundo, parece lógico encontrar diferencias en cuanto a su comportamiento en una región templada al que puede presentar en una zona tropical, o si se trata de un cuerpo de agua sujeto a periodos de inundación o sequía. Pero parece extraño el hecho de que en una sola localidad que es relativamente pequeña y aparentemente homogénea, la especie presente tan poca homogeneidad en su comportamiento.

Se puede suponer que Ruppia maritima, la cual presenta tantas variaciones en cuanto a su morfología y fisiología, tiene una gran plasticidad adaptativa. Esta plasticidad se intuye cuando se compara la gran diversidad de ambientes en los cuales se ha encontrado. En las zonas templadas por otro lado, los factores climáticos son muy drásticos y las poblaciones responden a ellos en formas similares. Es por esto que se nota una mayor homogeneidad en cuanto a su comportamiento.

to en dichas regiones. En la laguna de Sontecomapan, la acción del clima es menos drástica, al grado de que no se puede hablar de estaciones climáticas (primavera a invierno). En este caso la especie responde a ciertos factores microambientales entre los cuales los más importantes son la temperatura, la turbiedad y las corrientes.

Los rizomas de Ruppia se establecen en determinadas regiones de la laguna, esta fase del desarrollo de los "manchones" se da durante todo el año en el área, pero sólo se lleva a cabo la implantación de los rizomas en las partes someras y tranquilas. Cuando los acarreos de sedimento y las corrientes producidas por lluvias y "nortes" son muy intensos, los rizomas nunca pueden llegar a establecerse y a esto se debe probablemente la ausencia de "manchones" de Ruppia en la albufera durante los meses de junio a abril.

Para que los "manchones" se establezcan en el área, los rizomas se extienden desde las zonas menos profundas y tranquilas a las más profundas y con corrientes. Esto es posible ya que los grupos foliares moderan la velocidad de las corrientes lo que trae como consecuencia un aumento en la transparencia del agua, permitiendo que la planta vaya invadiendo poco a poco zonas en las cuales nunca hubiera podido implantarse. Cuando los rangos de temperatura son los óptimos la velocidad de crecimiento de los rizomas aumenta, produce

tallos que llegan a la superficie del agua donde los fenómenos de floración y fructificación se realizan. La especie en esta etapa forma masas puras en forma de franja ocupando grandes extensiones.

No obstante que los "manchones" parecían tener un buen desarrollo, empezaron a decrecer rápidamente durante el mes de junio en la albufera y a partir de diciembre en el estuario. Este fenómeno probablemente se debió a las altas temperaturas durante el mes de mayo las cuales sobrepasaron los 26° C y durante el mes de enero la temperatura debió bajar bajar de los 20° C. Cuando la fanerógama se vió afectada por la temperatura, los tallos y rizomas dejaron de controlar los efectos de las corrientes, el sedimento en suspensión aumentó la turbiedad y los "manchones" acabaron por destruirse en muchas localidades, siendo imposible su regeneración por algunos meses en esas zonas. Sin embargo los que se encontraban en sustratos con altos porcentajes de arena, no llegaron a desaparecer totalmente y pudieron recobrase posteriormente, creciendo nuevamente de las partes someras y tranquilas a las profundas y con corrientes.

El fenómeno de floración se realizó de tal manera que a excepción de dos meses, siempre se contó con material fértil en la laguna. La diferencia en cuanto al tiempo de duración del fenómeno en las distintas estaciones permanentes de

muestreo, puede deberse a que deben existir algunas diferencias microtérmicas en la laguna. Las flores y frutos sólo se producen en los tallos y estos dejan de producirse a ciertas profundidades (1.30 m). Esto puede deberse a que a esas profundidades ya no llega la calidad de luz suficiente para que se efectúe la fotosíntesis y por consiguiente la formación de tallos.

Otro aspecto que llama la atención es la predominancia de la reproducción vegetativa de la especie en la laguna, cuando la floración y fructificación son tan altas. Este fenómeno ha sido observado en una gran cantidad de plantas acuáticas, junto con el hecho de que las semillas presentan largas épocas de latencia, siendo las bajas temperaturas y la deshidratación los factores que inducen la germinación (Arber, 1963; Scultorphe, 1967). Esta tendencia llevó a algunos autores a considerar las ventajas adaptativas que significa para las hidrófitas el presentar una predominancia en cuanto a su reproducción asexual sobre la sexual. Sarukhán (1974) explica esto diciendo que este tipo de reproducción habla de medios estables en los cuales "un genotipo probado" tenderá a permanecer, presentando un cierto tipo de competencia entre sus propios propágulos y con genotipos menos adaptados de la misma especie. Sin embargo, la reproducción sexual, aunque sea menos frecuente, puede llegar a producir un genotipo más adaptado el cual elimine a los ya establecidos por competencia y tien-

da a permanecer en el área mediante la reproducción vegetativa.

La reproducción sexual de Ruppia en la laguna puede llegar a ser muy azarosa, ya que se requiere de temperaturas bajas para que la germinación se lleve a cabo y en Sontecomapan es difícil que se mantengan bajas temperaturas (10° a 13° C) por un tiempo prolongado. Por otro lado, se encontró en el laboratorio que la mortalidad de las plántulas llega a ser muy alta. El hecho de que Ruppia maritima se reproduzca principalmente de modo vegetativo en la laguna, no invalida la posibilidad de que se pueda llevar a cabo la reproducción sexual, lo que podría dar lugar a genotipos más aptos para las condiciones del área.

La alta producción de frutos puede llegar a ser muy importante para la especie, ya que estos cumplen tanto la función de dispersión como la de sobrevivencia. Dada la adaptabilidad de Ruppia, los frutos dispersados pueden llegar a colonizar nuevas áreas. Estos son pequeños y pesados por lo que caen al fondo donde contribuyen a formar el banco de semillas del suelo. El banco puede llegar a actuar como amortiguador de los efectos catastróficos del medio, de tal manera que si las poblaciones llegan a desaparecer por alguna causa, siempre quedan semillas para volver a establecerse en el área.

Algunas Interacciones de Ruppia maritima con otros Organismos

La gran plasticidad de Ruppia habla de su poca especialización a algún medio en particular. Esto ha llevado a algunos autores (Den Hartog y Segal, 1964; Den Hartog, 1970) a considerar su poca capacidad competitiva, de tal manera que esta fanerógama que depende de la inestabilidad salina del medio, es siempre eliminada por especies más estenohalinas. En la laguna de Sontecomapan Ruppia maritima no presentó ninguna evidencia de competencia interespecífica ya que las hidrófitas del tipo de Lemna, Pistia, Potamogeton y Gracilaripsis se vieron limitadas en su desarrollo por las fluctuaciones en la salinidad del agua. Tal vez la única relación de competencia entre Ruppia y otra hidrófita, fue la que se observó entre R. maritima y Najas quadalupensis en ambos casos se trata de elementos frecuentes en estuarios, sin embargo, el rango de tolerancia a la salinidad es menor en Najas que en Ruppia y por esta razón la primera sólo se hace notoria en el área cuando las poblaciones de Ruppia se reducen.

Cuando Holden (1899) describió a Ectocarpus corymbosa, como una hidrófita asociada a Ruppia en los Estados Unidos, en cuya relación parecía no haber ni parasitismo ni simbiosis, hablaba de una epífita la cual aprovecha la elevación de los tallos de Ruppia a la superficie donde la calidad de luz es mejor. En la Laguna de Sontecomapan, el alga Polysiphonia es

aparentemente la que desempeña el mismo papel que Ectocarpus en los Estados Unidos.

La competencia intraespecífica en la laguna, se da entre los "manchones" que se originan a partir de los propágulos vegetativos. Los pequeños "manchones" aislados invaden toda el área posible al crecer, dando lugar a franjas continuas en todo el litoral donde ya no es posible distinguir a un "manchón" de otro.

A pesar de la gran exuberancia que llegan a alcanzar los "manchones" de Ruppia, tienen poca importancia como alimento de fitófagos, pero sus hojas y tallos producen una gran variedad de microambientes donde muchas especies animales se desarrollan. Las aves acuáticas se alimentan en pequeña escala de los "manchones" de Ruppia y existe la posibilidad de que sean éstas los agentes que transporten, adheridos a sus patas y plumaje, frutos y polen de una localidad a otra.

CONSIDERACIONES FINALES Y RECOMENDACIONES

Una de las características más sobresalientes de Ruppia maritima es su gran variabilidad. Esta se manifiesta, tanto en su morfología como en el comportamiento que presenta en las localidades en las cuales ha sido estudiada. Este problema se refleja en la poca uniformidad que existe en los estudios taxonómicos. La gran cantidad de sinónimas de la especie, la poca coherencia que hay con respecto a su número de variedades y las estructuras que hay que tomar en cuenta para su determinación, hacen evidente la necesidad de hacer estudios más cuidadosos en los cuales se diferencie claramente cuando se trata de una variedad taxonómica y cuando de una forma ecológica.

A pesar de que la especie tiene una amplia distribución mundial, sólo ha sido objeto de intensos estudios en las regiones templadas, por lo que resulta conveniente resaltar la necesidad de intensificar los estudios en las regiones tropicales. Se recomienda que esos estudios se realicen poniendo especial cuidado en la relación de la temperatura sobre la dinámica de las poblaciones, concretamente, en los factores que disparan el fenómeno de floración, índices de crecimiento y productividad. También en el banco de semillas del suelo y sobre todo en lo que respecta a su variación morfológica, ya que esto llevaría a unificar criterios relativos a

su comprensión taxonómica.

El papel que desempeña la especie en el ecosistema y su posible utilización como recurso biótico, la señalan como un elemento que debería sujetarse a mayores estudios, principalmente en países como México.

RESUMEN

Los "manchones" de Ruppia maritima en la Laguna de Sontecomapan no presentaron un desarrollo uniforme en relación con la época del año como sucede en las zonas templadas, aquí no existen épocas definidas de floración, fructificación, o crecimiento vegetativo intenso, así como tampoco épocas de la lencia. La especie puede encontrarse presentando distintas fa ses de su ciclo de vida, durante todo el año.

La temperatura parece ser el factor que regula el desarrollo de los "manchones", siendo la turbiedad y las corrientes los factores que limitan tanto el establecimiento como la permanencia de los rizomas de la especie en el fondo. La turbiedad y las corrientes ejercen su mayor influencia du rante las épocas de lluvias y "nortes", sin embargo un sus trato con altos porcentajes de arena evita el total despre ndimiento de los rizomas y por lo tanto la destrucción de los "manchones".

Las fluctuaciones en los valores de salinidad no afectan directamente el desarrollo de Ruppia maritima, sin embargo impiden la proliferación de otras especies más este nohalinas las cuales presentan una mayor capacidad competiti va que Ruppia.

No obstante que los fenómenos de floración y fructificación son muy intensos en la zona de estudio, la especie se reproduce principalmente de modo vegetativo.

BIBLIOGRAFIA

- ARBER, A. 1963. Water plants. University Press, Cambridge. England.
- BOURN, W.S. 1935. Sea water tolerance of Ruppia maritima L. Contr. Boyce Thompson Inst. 7(3):249-255.
- BREEDVELD, J.F. VAN. 1966. Preliminary study of sea-grass as potential source of fertilizer. Fla. St. Bd. Conser., Mar. Lab. Spec. Sci. Rep. 9:1-20.
- CHRYSLER, M.A. 1907. The structure and relationships in Potamogetonaceae and allied families. Bot. Gaz. 44: 161-188.
- COLL, H.A. 1970. Carta Geomorfológica de la Región Costera de los Tuxtlas, Estado de Veracruz. Bol. Inst. Geog. Univ. Nal. Autón. México 3:23-28.
- COMITE DE LA CARTA GEOLOGICA DE MEXICO. 1960. Carta Geológica de la República Mexicana. U.N.A.M. México.
- CONOVER, J.T. 1958. Seasonal growth of benthic marine plants as related to environmental factors in an estuary. Inst. Sci. Univ. Tex. 5:97-147.
- CONTIN, A. 1973. Investigación de suelos. Ed. Trillas, México.
- CORREL, S.D. Y H.B. CORREL. 1972. Aquatic and wetland plants of Southwestern United States. Environmental Protection Agency. Washington, D.C.
- DAVIS, J.S. Y P.B. TOMLINSON. 1974. A new species of Ruppia in high salinity in Western Australia. Journal of the Arnold Arboretum 55(1):59-66.

- FASSET, N.C. 1969. A manual of aquatic plants. The University of Wisconsin Press, Madison, Milwaukee, London.
- FERNALD, M.L. Y K.L. WIEGAND. 1914. The genus Ruppia in Eastern North America. Rhodora 16:119-127.
- FRIEDLAENDER, J.W. Y R.A. SONDER. 1924. Ueber das vulkangebiet von San Martin Tuxtla in Mexiko. Z. Vulk. 7:162-187.
- GAMERRO, J.C. 1968. Observaciones sobre la biología floral y morfología de la Potamogetonaceae Ruppia cirrhosa. Darwiniana 14(4):575-607.
- GARCIA, E. 1973. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. Univ. Nal. Autón. México.
- GOOD, R. 1964. The geography of the flowering plants. Spottiswoode, Ballantyne & Co. Ltd. London.
- GRAVES, A.H. 1908. The morphology of Ruppia maritima L. trans. Connecticut. Acad. Arts. Sci. 14:61-169.
- HARTOG C. DEN. 1970. The sea-grasses of the world. North-Holland Publishing Co. Amsterdam.
- Y S. SEGAL. 1964. A new classification of the water plant communities. Acta Bot. Neerl. 13:367-393.
- HOLDEN, I. 1899. Two new species of marine algae from Bridgeport, Connecticut. Rhodora 1(11):197-198.
- HUTCHINSON, J. 1959. The families of the flowering plants. II Monocotyledons. Oxford University Press, London.
- JACKSON, M.L. 1964. Análisis químicos de suelos. Ed. Omega. España.

- LAWRENCE, G. A.M. 1951. Taxonomy of vascular plants. The McMillan Co. New York.
- LUJAN, J.L. 1975. Estudio bromatológico de una población de Ruppia maritima en la Laguna de Nuxco, Guerrero, México, con generalidades sobre su ecología e importancia alimenticia. Tesis. Facultad de Química U.N.A.M. México.
- McMILLAN, C. 1974. Salt tolerances of mangroves and submersed aquatic plants. In: Ecology of Halophytes. Academic Press Inc. pp. 379-390.
- Y F.N. MOSELEY. 1967. Salinity tolerances of five marine Spermatophytes of Redfish Bay, Texas. Ecology 48:503-506.
- MENENDEZ, F. 1976. Los manglares de la Laguna de Sontecomapan, los Tuxtlas, Ver: Estudio Florístico-ecológico. Tesis. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. México.
- MUENSCHER, W.C. 1964. Aquatic plants of the United States. Cornell University Press. Ithaca, New York.
- ORTEGA, M.M. 1970. Informe del avance del estudio de la vegetación sumergida en los planes piloto Yavaros-Escuinapa. In: Informe final de los trabajos controlados en los planes piloto Escuinapa-Yavaros. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México. pp. 287-346.
- PHILLIPS, R.C. 1958. Extension of distribution of Ruppia maritima var. oblicua (Schur) Aschers. & Graebn. Quart. J. Florida Acad. Sci. 21: 185-186.

- 1960. Observations in the ecology and distribution on the Florida sea-grasses. Profesional Paper Series no. 2: 58-63. Florida State Board of Conservation Marine Laboratory.
- RINGUELET, R.A. 1962. Ecología acuática continental. EUDEBA, Buenos Aires.
- ROZE, M.E. 1894. Recherchez sur les Ruppia. Bull. Soc. Bot. France 41:466-480.
- SAMPAT, A.G. 1973. Física de suelos, principios y aplicaciones. Ed. Limusa-Wiley, S.A., México.
- SARUKHAN, J. 1974. Studies on plant demography: Ranunculus repens L., R. bulbosus L. and R. acris L. II. Reproductive strategies and seed population dynamic. J. Ecol. 62:151-177.
- SCULTORPHE, C.D. 1967. The biology of aquatic vascular plants. Edward Arnold Publishers, Ltd., London.
- SETCHELL, W.A. 1924. Ruppia and its environmental factors. Botany 10:286-289.
- 1949. The genus Ruppia L. Proc. Calif. Acad. Sci. 25:469-478.
- SINGH, V. 1965. Morphological and anatomical studies in Helobiae. II vascular anatomy of the flower of the Potamogetonaceae Bot. Gaz. 126(2):137-144.
- UNGAR, I.A. 1974. Inland halophytes of the United States, In: Ecology of Halophytes. Academic Press, Inc. pp. 235-305.
- VAZQUEZ-YANES, C., A. LOT-HELGUERAS, ET AL. 1972. Problemas

ecológicos de la explotación del manglar. In: Problemas biológicos de la Región de los Tuxtlas, Veracruz. U.N.A.M. Guadarrama Impresores S.A. México D.F. pp. 135-163.

VERHOEVEN, J.T.A. 1975. Ruppia communities in the Camargue, France. Distribution and structure in relation to salinity and salinity fluctuations. Aquatic Botany 1:217-241.

WALSH, E.G. Y GROW, E.T. 1973. Composition of Thalassia testudinum and Ruppia maritima. Quart. J. Florida Acad. Sci. 35(2):97-108.

WOOD, J.F. 1959. Some East Australian sea-grass communities. Proc. Linnean Soc. New South Wales 34(2):218-227.