

## LA VEGETACIÓN ACUÁTICA DEL ESTADO DE TAMAULIPAS, MÉXICO

MAHINDA MARTÍNEZ\*  
ALEJANDRO NOVELO\*\*

### RESUMEN

Se describen los ambientes en los que se desarrolla la vegetación acuática en el estado de Tamaulipas, México, la distribución de las especies que la componen, su forma de vida y asociaciones. Se comentan sus cambios a lo largo del tiempo y los factores que afectan su distribución, así como su grado de conservación y las amenazas a su diversidad.

Palabras clave: vegetación acuática, Tamaulipas, México.

### ABSTRACT

The aquatic vegetation in the state of Tamaulipas, Mexico is described, including the associations of species that constitute it, its seasonal distribution and the possible factors that affect them, the threats to the diversity, and the degree of conservation.

Key words: aquatic vegetation, Tamaulipas, Mexico.

### INTRODUCCIÓN

El estado de Tamaulipas tiene una vegetación muy diversa y rica en especies (alrededor de 6 000) que es el reflejo de sus variadas condiciones fisiográficas. Presenta una zona árida en el suroeste, más hacia el centro predomina una franja de bosques templados, en el sur tiene selvas y cenearcs tropicales y el resto del estado está cubierto de matorrales semidesérticos. Por su latitud, constituye el límite norte de distribución de varios tipos de vegetación (manglares, selvas medianas y bajas) y el límite norte y sur de la distribución de muchas especies. Forma parte de la zona noreste de

\* Instituto de Ecología y Alimentos, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Blvd. López Mateos 938, Ciudad Victoria, Tamaulipas.

\*\* Departamento de Botánica, Instituto de Biología, UNAM, Apartado postal 70-233. Del. Coyoacán, 04510, México, D.F.

México, que como señalan Rzedowski (1966) y Puig (1974) presenta una flora abundante en endemismos. Tomando la jerarquización de las provincias florísticas de México expuestas por Rzedowski (1981), en el estado de Tamaulipas convergen los reinos holártico y neotropical, en donde se encuentran las regiones mesoamericana de montaña, la xerofítica mexicana y la caribeña, destacando las provincias de la Sierra Madre Oriental, la planicie costera del noreste y la costa del Golfo de México.

La provincia costera del noreste incluye una porción adyacente de Texas y constituye un centro de endemismos definido por Dicc (1943) bajo el concepto de provincia biótica tamaulipeca. Según Blair (1950), comprende una zona un tanto ecotonal entre los reinos neártico y neotropical. En las proximidades de Ciudad Victoria, la provincia está limitada al este por las elevaciones de la Sierra Madre, y hacia el sur por las extensiones más septentrionales de la América tropical. Johnston (inédito), calcula que de las tres mil especies que se encuentran en la provincia, doscientas son endémicas a ella. Los centros de mayor endemismo los constituyeron Laredo y el río Bravo a los 99° de longitud. Pero en todo el estado el número de endemismos es elevado. Por otro lado, recientes exploraciones han demostrado que aún falta mucho por coleccionar en diversas regiones del estado y por ejemplo, tan sólo de la sierra de San Carlos se han descrito ocho especies de angiospermas, y en la Sierra Madre de la región de Gómez Farías, Johnston *et al.* (1989) encontraron diez.

Tomando en cuenta sólo a las acuáticas, las especies que alcanzan su límite norte de distribución en el estado son: *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Nymphaea amazonum*, *Echinodorus ovalis* y *Gymnocoronis latifolia*. Las que encuentran su límite sur de distribución: *Nuphar luteum* subsp. *macrophyllum* y *Streptochaeta americana*. Pueden verse análisis detallados de la fitogeografía del estado en Puig (1970, 1976 y 1987).

La planicie está surcada por múltiples ríos, lagunas, cuerpos de agua temporales y presas; en la costa hay numerosas lagunas salobres. Esta variedad explica que existan casi todos los ambientes en los que se presenta la vegetación acuática en el país. A pesar de que se han hecho varios intentos para describir la vegetación del estado, ésta se encuentra aún muy incompleta y la elaboración de su flora aún más, ya que las colectas son escasas y se hallan dispersas en muchos herbarios. Como un primer paso para llegar a estas metas, la Universidad Autónoma de Tamaulipas inició en 1983 el programa Recursos Vegetales, entre cuyos objetivos estaba la elaboración de flóculas locales. A partir de 1985 y hasta mediados de 1988, se coleccionaron sistemáticamente las plantas vasculares acuáticas en todos los cuerpos de agua del estado para reunir el material necesario para la elaboración de esta flora, que servirá además de apoyo para la flora acuática nacional.

Como un primer paso en la realización de esta flora regional, presentamos en este trabajo los ambientes en los que se desarrolla, sus asociaciones y las formas de vida que las componen.

Para este trabajo, se consideraron las plantas acuáticas vasculares estrictas y las subacuáticas que entraron en las dos primeras categorías consideradas por Dalton y Novelo (1982) y Novelo y Gallegos (1988). Las formas de vida también son las propuestas por ellos.

Los objetivos de este trabajo consisten en determinar la flora acuática y las asociaciones vegetales presentes en el estado, su distribución espacial y temporal, resaltar la importancia económica y ecológica de las especies, e investigar el grado de conservación que presentan estos recursos bióticos.

## ANTECEDENTES

Entre los trabajos sobre la vegetación del estado de Tamaulipas se encuentran los de Hildebrand (1958), quien estudió la laguna Madre; Martín (1958) describió la vegetación de la zona de Gómez Farías, incluyendo la que rodea al río Sabinas; Miranda y Hernández (1964) describieron los matorrales que se encuentran en la planicie costera; Puig (1970) describió la vegetación de la sierra de Tamaulipas, la de la costa y las zonas inundables y en 1976 la vegetación de la Huasteca, que abarca parte del estado de Tamaulipas; Martínez-Ojeda y González-Medrano (1977) publicaron la vegetación del sureste, haciendo una breve referencia a las especies dominantes en los ambientes riparios; González-Medrano (1972) describió la del noreste, incluyendo la vegetación y las condiciones ecológicas en las que se encontraba la laguna Madre; Valiente (1984) analizó las selvas de Gómez Farías, e incluyó la distribución de las acuáticas dentro del cauce del Sabinas; Mora (1988) se ocupó de la flora y la vegetación acuática de las lagunas del Chairel y Tancol en Tampico, con una descripción de las asociaciones más comunes; Baro y González-Medrano estudiaron la flora halófila del estado, en la que incluyen la vegetación de las zonas inundables, especialmente de los manglares. Lot *et al.* (1986) elaboraron un listado de angiospermas acuáticas estrictas para el país, incluyendo para Tamaulipas 15 familias con 27 géneros y 36 especies.

## DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El estado de Tamaulipas está situado en la parte noreste de la República Mexicana, entre los 22° 12' 31" y los 27° 40' 52" de latitud norte, y los 97° 08' 38" y los 100° 08' 51" de longitud oeste. Tiene una superficie de 78 380 km<sup>2</sup>, limitando al norte con los Estados Unidos de América, al sur con los estados de Veracruz y San Luis Potosí, al oeste con Nuevo León y al oriente con el Golfo de México. Está dividido casi a la mitad por el Trópico de Cáncer (Fig. 1).

### *Fisiografía*

La mayor parte del territorio tamaulipeco se eleva poco sobre el nivel del mar, con altitudes que no pasan de los 400 m. Está conformado por extensos lomeríos y amplios llanos que se extienden por toda la zona septentrional, el centro, oriente y sureste formando la llanura costera del golfo o plano inclinado. Esta planicie tiene dos pequeñas sierras aisladas, la de San Carlos que llega a altitudes de 1200 m y la de

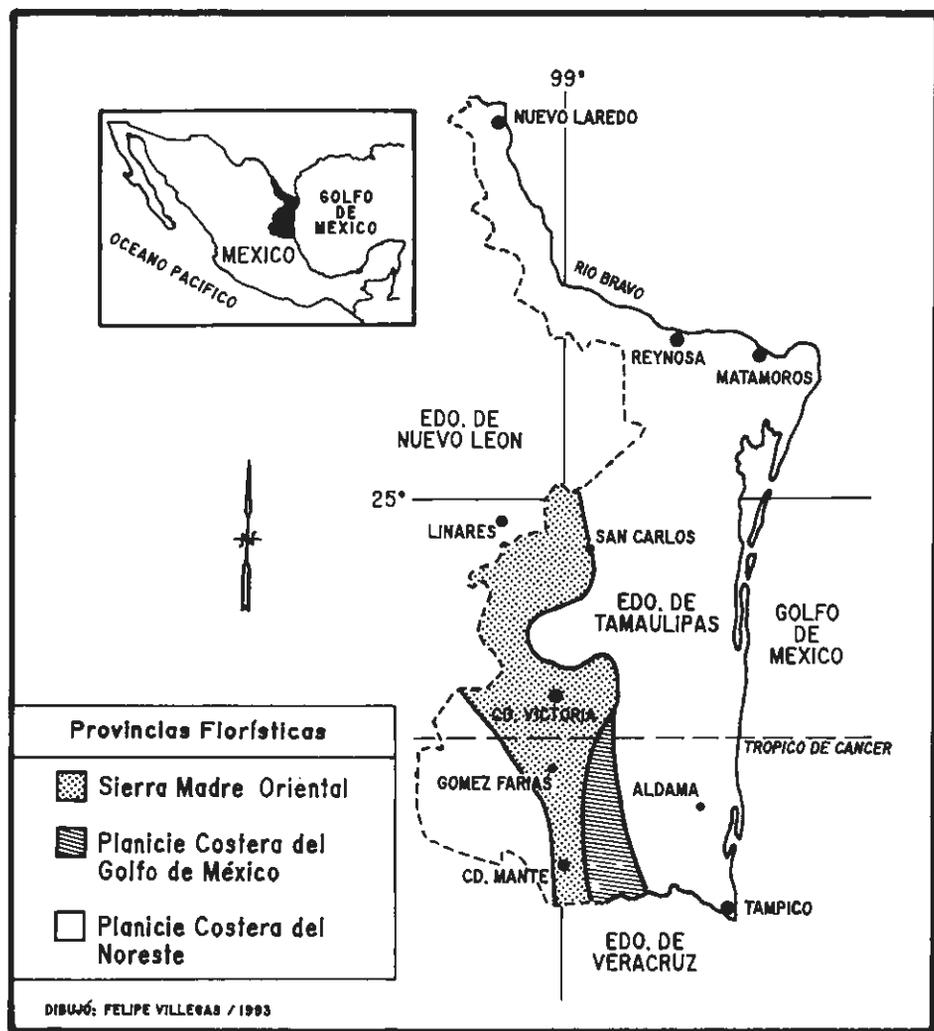


Fig. 1. Localización del estado de Tamaulipas.

Tamaulipas, que alcanza los 1400 m. Hacia el poniente y suroeste el relieve cambia notoriamente. Aquí se encuentra la Sierra Madre Oriental que llega hasta los 3000 m de altitud y presenta una topografía muy accidentada (SPP, 1983).

### *Climatología*

El estado se puede dividir climatológicamente en tres regiones: sur, Sierra Madre y centro-norte (SPP, 1983, Fig. 2). Estas regiones están determinadas por tres condiciones geográficas principales, que son la latitud, la cercanía al Golfo de México y la altitud de sus sierras. Durante el verano, el aporte de humedad proviene de los vientos dominantes del golfo hacia el continente, mientras que en el invierno dominan las masas de aire polar o "nortes" que repercuten en la parte central y norte de la entidad. La Sierra Madre Oriental, que corre paralela a la costa, provoca un efecto de barrera orográfica, impidiendo el paso de los aires húmedos hacia el suroeste, por lo que ahí dominan los climas secos. En las regiones con climas húmedos (sur y centro-norte) es mayor la abundancia de cuerpos de agua y por lo tanto de comunidades acuáticas.

### *Geología*

Según las divisiones propuestas por SPP (1983), el estado se divide en tres grandes provincias geológicas, que son: La Sierra Madre Oriental constituida en su basamento por rocas metamórficas (gneis y esquistos) del precámbrico y paleozoico sobre las que se encuentra un gran espesor de rocas sedimentarias. Las dos siguientes provincias se depositaron progresivamente en un mar en regresión, y son la provincia de las grandes llanuras de Norteamérica compuesta en su mayoría por rocas sedimentarias del terciario en las que afloran pequeños cuerpos intrusivos y la provincia de la llanura costera del golfo norte, que se caracteriza por la existencia de dos cuencas sedimentarias donde se depositaron rocas terciarias: la de Burgos en la porción nororiental y la Tampico-Misantla al sureste. Entre ellas se elevan las sierras de San Carlos y Tamaulipas que, a pesar de estar constituidas por rocas sedimentarias, presentan intrusiones ígneas (véase López Ramos, 1982).

### *Suelos*

Los principales tipos de suelos (según García *et al.*, 1982) son feozem, vertisoles, luvsoles, xerosoles, cambisoles, regosoles, rendzinas y litosoles. Los que se encuentran asociados a las márgenes de los ríos son los fluvisoles, mientras que los gleysoles se encuentran próximos a la zona litoral y son típicos de zonas inundadas.

### *Hidrografía*

*Ríos.* Se forman principalmente por los escurrimientos de las sierras del estado, excepto el Bravo que nace en las Rocallosas, el Pánuco que se origina en el río

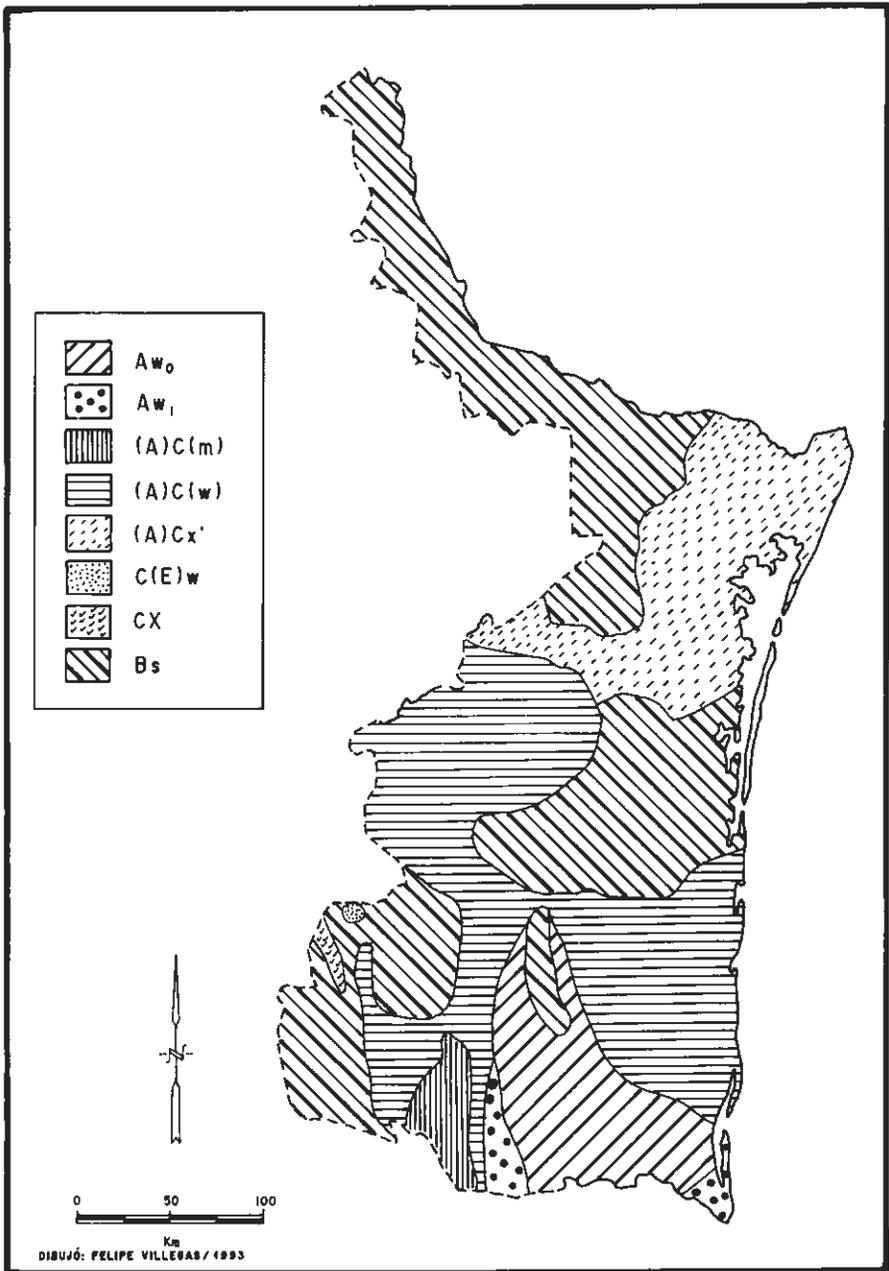


Fig. 2. Climas del estado de Tamaulipas.

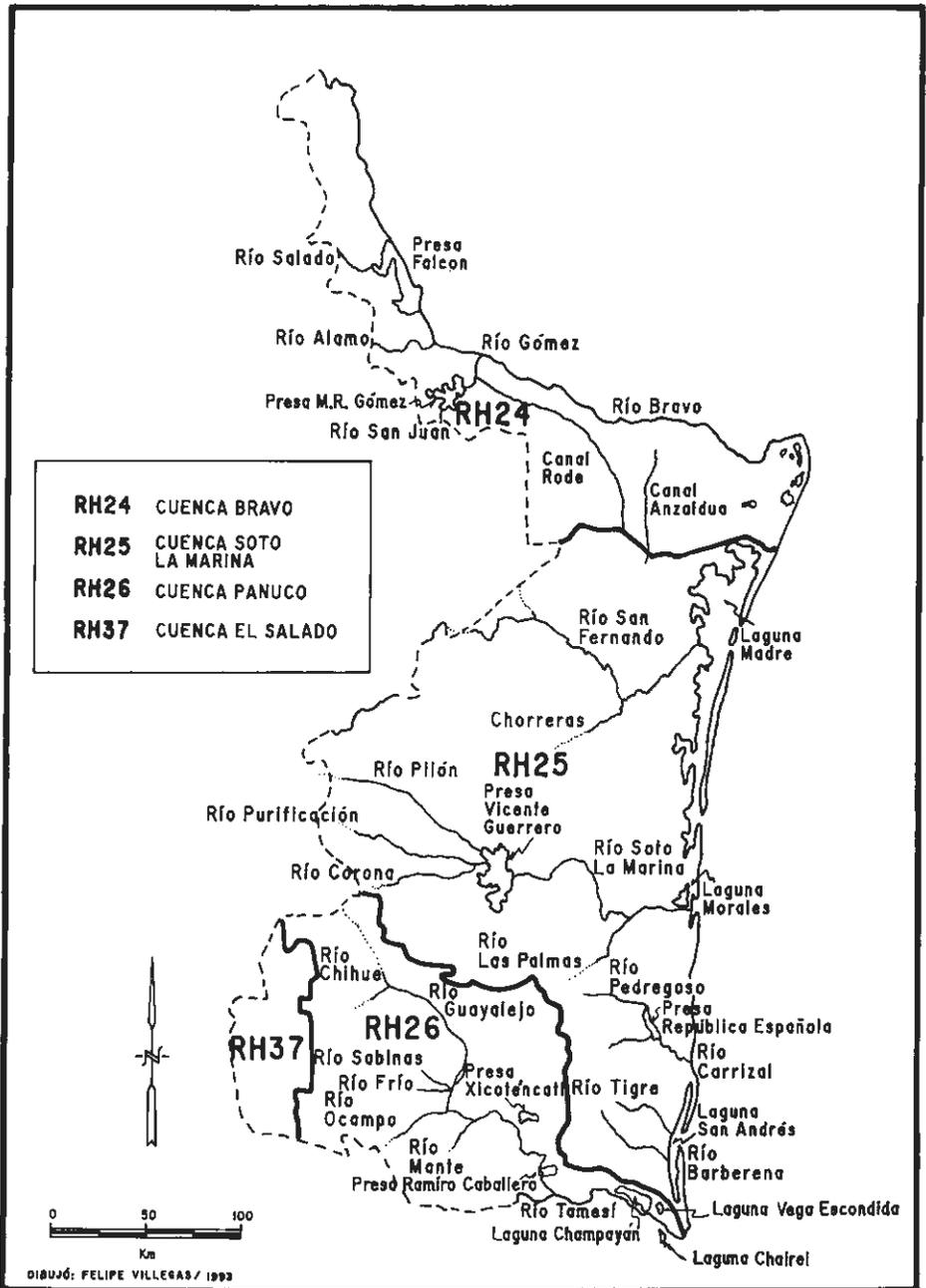


Fig. 3. Las diferentes cuencas hidrográficas del estado de Tamaulipas.

Tula y los ríos Salado, San Juan y Conchos, que provienen de Nuevo León. Para fines administrativos, la SARH agrupa a los ríos en cuatro grandes cuencas (Fig. 3) que son: 1) Bravo-Conchos que comprende toda la parte norte hasta las inmediaciones superiores de la laguna Madre e incluye los ríos Salado, Álamo, San Juan y Bravo; 2) San Fernando-Soto la Marina, localizada en la parte media del estado y porción sureste que incluye los ríos San Fernando, Pilón, Purificación, Corona, San Felipe, San Marcos, Soto la Marina, Tigre Barberena, Carrizal, Pedregoso y los riachuelos provenientes de la Sierra de Maratínez; 3) Pánuco, ubicada en la parte sur que comprende los ríos Guayalejo-Tamesí, Sabinas, Frío y Ocampo, y 4) El Salado, en el suroeste sin cauces permanentes ni importantes (SPP, 1983, Figs. 4 y 5).

Los ríos de la cuenca media, a excepción del Tamesí y el Pánuco, están limpios y libres de contaminación, ya que no existen ni grandes centros de población ni industrias, lo mismo sucede en el sur. Desafortunadamente el Bravo no tiene esa suerte, debido a que su volumen ha disminuido enormemente por las presas Falcón y Marte R. Gómez y recibe las descargas orgánicas de Nuevo Laredo, Reynosa, Ciudad Alemán y Matamoros; además, en Reynosa se agrega la contaminación química de la industria papelera y en Matamoros los desechos de la producción de bebidas alcohólicas (SPP, 1983). La contaminación del Guayalejo-Tamesí se debe a las descargas orgánicas y los residuos de la industria azucarera de Mante; también recibe aguas de retorno agrícola, principalmente del distrito de riego de Xicotécatl; 16 kilómetros antes de su desembocadura se une con el Pánuco, que soporta la mayor carga orgánica, pues recibe las aguas negras de la Ciudad de México a través del Tajo de Nochistongo, a las que se unen los desechos de Pachuca, Río Verde, Ciudad Valles, Tempoal, Pánuco y Tampico. Ya casi en su desembocadura, recibe contaminantes del corredor industrial de Altamira y la refinería de Ciudad Madero (SPP, 1983).

El río Pablillo, uno de los afluentes principales del San Fernando en Nuevo León, está detenido en la presa Cerro Prieto cerca de Linares, por lo que a pesar de tener agua todo el año, es turbia y poco profunda aunque libre de contaminación.

*Presas.* Para aprovechar el agua de estos ríos, se han construido varias presas en el estado. La principal es la Vicente Guerrero con una capacidad de 5283 millones de metros cúbicos; forma un distrito de riego de 42 000 hectáreas, fracaso agrícola inmenso, ya que el suelo se ha salinizado. Su principal función actual es la de la pesca deportiva de lobina negra, pero el volumen de agua ha disminuido tanto que los campos recreativos que estaban a la orilla han tenido que hacer canales para que las lanchas puedan llegar hasta donde se encuentra el agua. Las otras dos grandes presas son la Falcón (con 5038 millones de metros cúbicos) y la Marte R. Gómez. El principal objetivo de las dos es contener las avenidas del Bravo, aunque en ambas hay pesca. La primera genera electricidad y da origen al distrito de riego del río Bravo, Valle Hermoso y Matamoros. Otras presas grandes son República Española, Xicotécatl y Ramiro Caballero.

*Canales de riego.* A diferencia de los ríos, tienen sus bordes alineados y desprovis-



Fig. 4. Río Corona en Santa Engracia con *Taxodium mucronatum*.



Fig. 5. Río Corona con *Zosterella dubia*, *Hydrilla verticillata* e *Hydrocotyle umbellata*.

tos de vegetación, exceptuando gramíneas y compuestas. Sus caudales son controlables y la vegetación sumergida es poco diversa pero abundante, por lo que se obstruyen frecuentemente. La mayor concentración de canales está en la zona de Marte y Xicoténcatl y se alimentan de las aguas del Guayalejo-Tamesí; en Abasolo provienen de la V. Guerrero y en el norte están los que derivan las aguas de la Falcón y Marte R. Gómez.

*Lagunas.* La desembocadura del Bravo en los terrenos con poco declive de Matamoros y Reynosa provoca que la zona se inunde fácilmente, y cerca de la costa se forman abundantes lagunetas salobres poco profundas. En el sur, en la desembocadura del Guayalejo-Tamesí sucede algo similar, pero para que el agua se conserve dulce se construyeron diques de contención, lo que ha propiciado que se forme una complicada red de lagunas interconectadas por canales. La más grande es la de Champayán (212.8 km<sup>2</sup>) siguiendo las de Vega Escondida (16 km<sup>2</sup>), Chairel (12.3 km<sup>2</sup>), Tancol (4.86 km<sup>2</sup>) y otras más chicas o bien salinas; la profundidad del agua va de 1.5 a 4 m (SARH, 1980). Abastecen de agua a las ciudades de Altamira, Tampico y Cd. Madero, tanto para uso doméstico como para la industria petroquímica. También se usan para recreación y pesca comercial de lobina negra, mojarra, robalo y jaiba.

El mayor cuerpo de agua del estado es la laguna Madre, que tiene una superficie de 9 053 km<sup>2</sup> y se extiende paralela a la costa. Su comunicación con el mar se llevaba a cabo por medio de la Boca de Jesús María, que quedó obstruida en 1972 (González M.); además el agua de los ríos que desembocaban ahí (San. Fernando y Arroyo Chorreras) se emplea para riego por lo que la laguna se hizo hipersalina. Posteriormente, en 1980 se abrió artificialmente la Boca del Catán (a unos metros al sur de donde estaba la Boca de Jesús María), lo que la volvió a comunicar con el mar y descendió su salinidad. La profundidad varía entre 50 cm y 2 m. Al sur se encuentra la laguna Morales y a la altura de Aldama la de San Andrés. Esta última tiene una superficie de 5708 km<sup>2</sup> y recibe el aporte de los escurrimientos de la Sierra de Tamaulipas.

En Aldama existen cuatro depósitos parecidos a los cenotes de Yucatán llamados pozas de la Azufrosa. La más grande es la del Zacatón que recibe su nombre por unos islotes con gramíneas (zacates) que flotan en medio de la laguna. Tiene un diámetro de 34 m, pero la altura del borde, muy escarpado hasta la superficie, es de unos 30 m, por lo que resulta casi imposible llegar al agua. Las pozas de Los Baños y Los Murciélagos tienen un diámetro de unos 25 metros y se desconoce la profundidad del agua (Prieto 1873).

*Charcos temporales.* Se forman predominantemente en la planicie costera desde septiembre hasta abril, aunque hay algunos que no se forman cada año, e incluso hay años tan secos que los charcos no se llegan a formar en absoluto. Otros, por el contrario, han estado presentes todos los años especialmente en los bordes de carreteras. Ocupan superficies limitadas que van desde 1 m<sup>2</sup> hasta unos 5 m<sup>2</sup>, su forma es irregular ya que dependen de la topografía del terreno. La profundidad del

agua no pasa de 40 cm y el sustrato es siempre limoso. En el cuarto distrito, estos charcos tardan sólo unos cuantos días en desaparecer, por lo que en ellos no se desarrolla vegetación acuática (Fig. 5).

*Charcos permanentes.* En las zonas adyacentes a los ríos y las presas también existen estas zonas inundadas que ocupan superficies mayores a los anteriores (alrededor de unos 20 m<sup>2</sup>). La profundidad del agua llega hasta 1 m, y aunque son permanentes presentan una flora muy similar a la de los anteriores. En la Sierra de Tamaulipas y en la Sierra Madre existen charcos más profundos que sí tienen una flora diferente (Fig. 6).

## RESULTADOS

Los ejemplares que respaldan este trabajo se encuentran depositados en el Herbario del Instituto de Ecología y Alimentos (UAT) y en el Herbario Nacional (MEXU).

### Vegetación de los ríos

*Cuenca Bravo.* Su principal río es el Bravo ya que los otros que se incluyen en esta cuenca tienen un recorrido muy corto en el estado y un volumen muy reducido. El cauce de este río en Tamaulipas tiene el aspecto de un canal de riego, con los bordes alineados, el agua contaminada, turbia y poco profunda por las dos presas (Marte y Falcón) que se construyeron para controlar sus avenidas, ya que desde las crónicas de don José Tienda de Cuervo (1757) se describe Reynosa así: “. . . situada en un llano a orillas del río Grande del Norte, cuyas crecientes han causado a la población grandes y repetidos sustos, porque todos los años llegan estas regularmente a bordar lo más alto de sus márgenes, en muchos salen de ellas por partes e inundan sus cercanías. . . en 1751 se vio el vecindario por dos meses aislado. . .”.

Los pocos árboles que hay a las orillas son *Salix humboldtiana* y *Prosopis juliflora* con alturas de 3 a 5 metros. Entre las herbáceas de los bordes son comunes *Phragmites australis*, *Paspalum lividum* y *Panicum obtusum* y suele encontrarse sumergidas o con las hojas flotando a *Bacopa monnieri* y *Potamogeton nodosus*. Las ruderales como *Cenchrus echinatus*, *Aster subulatus*, *Vigna luteola* y *Rumex crispus* están frecuentemente enraizadas en el lodo de los bordes. En su desembocadura se forman pequeñas lagunas salobres, poco profundas y que llegan a desaparecer en la época de sequía, en las que se desarrollan halófilas como *Batis maritima* y *Suaeda* spp. En estas latitudes ya no se desarrollan los manglares.

Los dos canales principales que derivan el agua hacia el distrito de riego de Valle Hermoso (el Rode y el Anzaldúas) tienen la misma flora y aspecto del río.



Fig. 6. Charco temporal, cerca de Nuevo Progreso con *Eurystemon mexicanum* y *Heteranthera limosa*.



Fig. 7. Charco permanente, cerca de Soto la Marina con *Nymphaea ampla*.

*Cuenca San Fernando-Soto la Marina.* Los ríos de esta cuenca son similares entre sí, excepto el Conchos o San Fernando. Cerca de Burgos está rodeado por *Salix humboldtiana*, pero no hay vegetación en sus alrededores ni dentro del agua, que incluso en época de sequía está turbia. Río abajo, en San Fernando, los árboles son menos densos y tampoco hay vegetación en el agua. Teóricamente desemboca en la Laguna Madre, pero su cauce se vuelve divergente dando origen a pequeñas lagunas y pantanos rodeados de vegetación halófila.

Al pie de la sierra de San Carlos, desde junio se forma el arroyo San Carlos en cuyas orillas se desarrollan las herbáceas *Eleocharis geniculata* y *Cyperus involucratus*. En la parte media del río abundan *Hydrilla verticillata* y *Ludwigia repens* y entre ellas flotan algunas frondas de *Lemna aequinoctialis*. Hacia noviembre se seca completamente, desapareciendo todo rastro de la vegetación acuática.

Por el contrario, en el centro del estado los ríos son de aguas permanentes, claras y tranquilas, sólo cuando ha llovido muy fuerte en la Sierra Madre se vuelven turbias en las partes bajas. Al pie de la sierra entre los 350 y 800 m de altitud, los árboles dominantes son *Platanus rzedowskii* y *Taxodium mucronatum*, también es frecuente *Casimiroa pringlei* y el arbusto *Cephalanthus occidentalis*. El lecho de los ríos es de lajas grandes y planas que son poco propicias para el establecimiento de vegetación, además la corriente es fuerte, por lo que dentro del río hay pocas plantas. Las herbáceas más frecuentes son *Polygonum hydropiperoides*, *Samolus parviflorus* y *Lobelia cardinalis* y no existen representantes de otras formas de vida. Entre los 300 y 150 metros de altitud, la composición florística cambia notablemente. Los ríos San Felipe y San Marcos abastecen a Ciudad Victoria, por lo que se convierten en canales de desagüe. El lecho del río San Marcos al atravesar la ciudad tiene algunos individuos de *Populus mexicana*, pero la especie más común es *Ipomoea carnea*. Solamente en los meses de septiembre a noviembre de los años lluviosos tiene agua (Para detalles sobre la ecología de la cuenca del río San Marcos, véase J. Torres, 1987).

Los ríos Corona, Purificación y Pilón tienen un recorrido más largo. Sus orillas están rodeadas de sabinos (*Taxodium mucronatum*) de 25 a 30 m de alto, pero también son comunes *Populus mexicana* y *Salix humboldtiana* y junto a ellos hay manchones densos y altos de la gramínea *Arundo donax*. El sustrato a estos niveles es de cantos rodados a mitad del lecho, hacia las orillas es de arena y en el borde es limo. Las herbáceas que crecen en el borde son *Hydrocotyle bonariensis*, *Polygonum hydropiperoides*, *Eleocharis geniculata* y *Rhynchospora colorata* que se mantienen a lo largo del año. Por el contrario, la composición florística de la parte media cambia totalmente, ya que en la época de lluvias el torrente es tan fuerte que barre a las plantas acuáticas sumergidas. Los meses con mayor diversidad van de octubre a febrero, cuando se desarrollan debajo del agua *Zosterella dubia*, *Najas guadalupensis* e *Hydrilla verticillata*. En los meses más secos (de marzo a mayo) se forman grandes natas de algas de *Oedogonium* y *Spirogyra* (Chlorophyta), también hay la sumergida *Potamogeton nodosus*, y las flotantes *Lemna aequinoctialis* y *Ceratopteris* sp. En el río Purificación existen remansos en donde se establecen *Equisetum myriochaetum* y emergiendo del agua a *Myriophyllum aquaticum*. El río Coro-

na presenta en los remansos del borde del río a *Nuphar luteum* que tiene sus hojas flotando sobre la superficie del agua. En septiembre de 1988 el ciclón Gilberto provocó lluvias tan fuertes, que el lecho de los ríos cambió de aspecto y actualmente al pie de la sierra se han formado varios ramales pequeños y el sustrato es únicamente de cantos rodados. Varios sabinos se cayeron y desapareció el resto de la vegetación.

Estos ríos se concentran en la presa Vicente Guerrero, siendo su desagüe el Soto la Marina. En sus inicios, este río está rodeado por árboles de 8 a 10 m de *Salix humboldtiana*; también hay carrizales de 3 a 5 m de *Arundo donax* y tulares de 2 a 3 m de *Typha domingensis*; las hidrófitas enraizadas sumergidas son *Zosterella dubia*, *Potamogeton nodosus* e *Hydrilla verticillata*, aunque sólo esta última es abundante. Finalmente, en su desembocadura se desarrollan manglares de entre 4 y 6 m de alto de *Avicennia germinans* y *Conocarpus erecta*. Todavía dentro de esta cuenca hidrológica, pero originados por escurrimientos de la sierra de Tamaulipas están los ríos Barberena, Tigre, Carrizal y Pedregoso y los pequeños arroyos que se originan de la sierra de Maratínez. La altitud máxima a la que presentan vegetación es de 250 m; los árboles de la orilla más comunes son *Salix humboldtiana*, hay unos pocos individuos de *Populus mexicana* y sólo se presentan individuos aislados de *Taxodium*. También es común encontrar árboles de la vegetación de los alrededores, como *Ziziphus amole*, *Chrysophyllum mexicanum* y *Ficus insipida*.

El Carrizal es uno de los ríos con mayor diversidad. A la altura del poblado Nueva Esperanza tiene una zona de remanso con sustrato limoso en la que se desarrollan las hidrófitas de hojas flotantes *Nymphaea ampla* y *Nymphoides indica*, rodeadas de la emergente *Arundo donax*. Unos metros río abajo crece sobre arena la gramínea *Hymenachne amplexicaule* con los tallos postrados y ya dentro del agua, pero junto al borde, está *Ludwigia repens* entre la que se enraiza *Ceratopteris* sp., mientras que en la mitad del cauce a mayor profundidad se encuentran las sumergidas *Potamogeton nodosus*, *Hydrilla verticillata* y *Zosterella dubia*. Cuando el río crece forma charcos grandes permanentes con agua corriente en los que se desarrollan *Myriophyllum aquaticum* y *Utricularia gibba*. Esta vegetación se mantiene estable a lo largo del año, ya que su caudal no varía como en el resto de los ríos por el aporte constante de la presa República Española. Sólo llega a desaparecer el charco con su vegetación.

El río Tigre está casi desprovisto de árboles y es el único de esta cuenca que presenta hidrófitas libres flotadoras: *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, *Spirodela polyrhiza* y *Salvinia auriculata*. El borde también tiene *Hymenachne amplexicaulis* de tallos postrados y las sumergidas son escasas: *Ceratophyllum demersum*, *Najas guadalupensis* y *Potamogeton nodosus*.

En los riachuelos provenientes de la sierra de Maratínez sólo se ha encontrado *Nymphaea ampla*, probablemente debido a su corto recorrido.

Hacia la desembocadura de todos estos ríos se desarrollan manglares de 3 a 7 m de alto, formando comunidades puras o mezcladas en las que en orden de importancia por su abundancia están *Avicennia germinans*, *Conocarpus erecta*, *Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa*.

*Cuenca Pánuco.* El principal río de esta cuenca tanto por su caudal como por su longitud es el Guayalejo-Tamesí que se inicia en la Sierra Madre, entre Llera y Jaumave en donde recibe el nombre de Chihuc. En la época de lluvias recibe aportes de todo el cuarto distrito. En Jaumave es un río intermitente sin más vegetación que unos árboles de sabino, y las herbáceas *Eleocharis fistulosa* y *Najas guadalupensis*, pues sus aguas se utilizan para formar un pequeño distrito de riego. En Llera el caudal es permanente y en la orilla arenosa está rodeado por pocos individuos de *Salix humboldtiana* y por las hierbas *Typha domingensis* y *Arundo donax*. Entre ellas la dominante es *Eleocharis interstincta* que forma masas casi puras a lo largo de grandes trechos y, en los lugares que deja despejados, crecen *Samolus parviflorus*, *Rhynchospora colorata* y *Cyperus humilis*. En algunos recodos protegidos crece *Nymphaea ampla* rodeada de *Ludwigia peploides* y las sumergidas de las partes con corriente son *Zosterella* y *Potamogeton illinoensis*. Las algas del género *Chara* son también muy comunes y cuando el río crece, *Eleocharis geniculata* permanece sumergida por largos periodos.

Este río recibe al Sabinas, Frío, Mante y Comandante. Los tres primeros presentan nacimientos al pie de la sierra donde están rodeados por selvas medianas, mientras que en el agua están casi desprovistos de vegetación. En los nacimientos del Sabinas y del Frío hay la hidrófita *Nuphar luteum* y en el primero crece además *Potamogeton illinoensis*. El Frío no tiene otra especie. Por el contrario, el Mante presenta en la época de secas algunos individuos de la sumergida *Cabomba palaeformis* que desaparecen más tarde y sólo *Eichhornia crassipes* está presente todo el año. El río Frío es transformado casi de inmediato en canal, pero el Sabinas tiene un recorrido de unos 25 km en los que es rico en vegetación. Sus orillas están rodeadas de grandes sabinos y dentro del agua crecen *Najas guadalupensis*, *Potamogeton illinoensis*, *P. pectinatus*, *Ludwigia peploides* y *Lobelia purpusii*. Esta última presenta un comportamiento curioso, ya que cuando el río aumenta de volumen permanece vegetativa y totalmente sumergida, pegada a las rocas como las *Podostemaccae*, mientras que cuando el nivel baja se alarga y florece; aunque esta especie también crece en El Salto (San Luis Potosí) y en el Comandante, ahí se comporta simplemente como enraizada emergente, lo que puede deberse a que estos ríos no cambian tanto de nivel de agua. En este último río se encontró sumergida a *Zannichellia palustris*, que sólo crece en la época de secas desapareciendo por completo con las primeras lluvias.

El Mante tenía un recorrido de 50 km antes de unirse al Guayalejo (Prieto 1909), pero actualmente el agua se desvía por canales para utilizarla en el riego de cultivos de caña de azúcar y para el ingenio. Por estas descargas, el agua del Guayalejo es fétida una vez que sale de Ciudad Mante, y sólo crecen las hidrófitas libres flotadoras *Eichhornia crassipes* y *Spirodela polyrhiza*. Cerca de su desembocadura en Tampico, el árbol de la orilla más común es *Inga vera*, hay densos tulares de *Typha domingensis* y *Cladium jamaicense* y enraizada en la orilla con los tallos prostrados sobre el agua crece *Gymnocoronis latifolia*; en algunos canales secundarios crece abundantemente *Nuphar luteum*. Su desembocadura en los terrenos bajos de Tampico forma un sistema de lagunas entre las que se encuentran Champayán y

Vega Escondida, uno de los lugares con mayor concentración de vegetación acuática en el país. Para mayores detalles sobre la vegetación de esta zona ver Mora 1988.

### Vegetación de las presas

Las presas son sin duda los sitios de menor diversidad. En las del norte (Marte R. Gómez y Falcón) los árboles cercanos a la orilla son generalmente *Parkinsonia aculeata* y *Prosopis juliflora* que forman parte de los matorrales de los alrededores y sólo soportan muy cortos períodos de inundación. Las herbáceas de la orilla son malezas como *Xanthium strumarium*, *Helianthus annuus*, *Cyperus esculentus* etc. En la presa Marte sólo hemos encontrado a la hidrófita sumergida *Zosterella dubia*, que al crecer se elonga mientras que en las orillas crece enraizada emergente con una talla menor. En la Falcón además de ésta hay *Potamogeton nodosus* y *P. pectinatus*.

La presa Vicente Guerrero presenta mayor diversidad de hidrófitas, aunque los árboles de la orilla también corresponden a los matorrales adyacentes, como *Pithecellobium ebano* que no tolera los suelos inundados. En Villa de Casas la orilla está rodeada de *Typha domingensis* entre los que crece *Sagittaria lancifolia*, hacia adentro de este tular están *Ceratopteris* sp., *Ludwigia peploides* e *Hydrilla verticillata*. En Padilla no hay tular, la orilla sólo tiene *Polygonum lapathifolium*, *Zosterella dubia* y algunos individuos de lirio. Cerca de la derivadora Miguel Hidalgo en Jiménez, se forman charcos permanentes en los que se desarrollan varias ciperáceas (*Cyperus lanceolatus*, *C. odoratus*, *C. ochraceus*) e *Hydrocotyle umbellata*, sumergidas están *Potamogeton nodosus* y *Zosterella dubia*.

Aunque en la presa hay *Eichhornia crassipes*, la especie que causa más problemas es *Hydrilla verticillata* que crece con tal rapidez que Solorio (1982) menciona 200 hectáreas infestadas a tan sólo unos diez años de haberse inaugurado.

Cerca de Santa Engracia en el Mpio. de Hidalgo hay una pequeña presa rodeada en la parte baja por *Typha*, *Polygonum hydropiperoides* y *Marsilea macropoda*., que también está infestada de *Hydrilla*.

La presa de Xicoténcatl es muy diferente a estas cuatro ya que no se formó inundando terrenos, sino aprovechando el lecho del Guayalejo. A su alrededor hay árboles de *Salix humboldtiana*, las herbáceas de la orilla son *Bacopa monnieri*, *Hydrocotyle bonariensis*, *Rhynchospora colorata* etc., e incluso entre las sumergidas hay mayor diversidad: *Potamogeton nodosus*, *Najas guadalupensis*, *Ceratophyllum demersum*, *Zosterella dubia* e *Hydrilla verticillata*.

Todo lo contrario sucede con la presa Estudiante Ramiro Caballero, que llama la atención por la falta absoluta de vegetación. En algunos canales crece *Typha*, pero en el vaso de la presa no hay vegetación sumergida ni árboles, la única herbácea que se encuentra en la orilla es *Phyla nodiflora* creciendo con los tallos elongados y rastreros, que es una especie tolerante y no propiamente una hidrófita.

La presa República Española se encuentra despejada de árboles, cerca del agua crecen abundantemente *Parthenium hysterophorus* y *Phyla nodiflora*; enraizada en el agua está *Ludwigia octovalvis* y las únicas sumergidas son *Hydrilla verticillata* y

*Ceratophyllum demersum*. En época de secas hay *Spirodela polyrhiza* y *Lemna aquinoctialis* poco abundantes.

### Vegetación de canales de riego

Los canales se diferencian fácilmente de los ríos ya que no tienen árboles y sus bordes están emparejados y elevados sobre el nivel del terreno. En el borde presentan malezas como *Achmella oppositifolia*, *Setaria geniculata* y algunas enraizadas emergentes como *Cyperus elegans*, *Fuirena simplex* e *Hydrocotyle bonariensis*.

En el norte del estado existen dos grandes canales que desvían el agua de las presas y del Bravo hacia el distrito de riego de Valle Hermoso en el que se cultivan principalmente sorgo y maíz. Los dos se hallan desprovistos de vegetación a excepción de algunos manchones de *Potamogeton nodosus*, lo que puede deberse a que el agua es turbia. En las orillas crecen *Rumex crispus*, *Ludwigia octovalvis* y gramíneas malezoides como *Cenchrus ciliaris* y *Setaria geniculata*.

En los canales que derivan el agua de la presa Vicente Guerrero, las especies más comunes son *Hydrilla verticillata*, *Typha domingensis* y *Potamogeton illinoensis*, la primera puede crecer hasta dejarlos temporalmente inservibles.

En la región del Mante se forma un importante distrito de riego en el que se cultivan principalmente caña de azúcar, jitomate, cártamo y hortalizas. Frecuentemente están obstruidos por *Potamogeton illinoensis* y *Zosterella dubia*, por lo que los habitantes desvían el agua hacia otros canales y desecan los infestados como un método de control de la vegetación; el único en el que crecen en grandes cantidades *Pistia stratiotes* y *Nymphaea ampla* es el que deriva las aguas del río Mante; estas formas de vida no se presentan en el resto de los canales. Uno de los más grandes es el canal principal alto que se alimenta de las aguas del río Frío y presenta una flora sumergida diversa y abundante: *Hygrophila* sp., *Ceratophyllum demersum* y *Ludwigia repens*; en menor cantidad crecen también *Utricularia gibba*, *Ceratopteris* sp. y *Cabomba palaeformis*.

Hay algunos canales que dentro del agua no tienen ningún individuo (como el que pasa por El Limón). Otros presentan solamente una o dos especies, *Zosterella dubia* o *Hygrophila* sp. y finalmente hay otros que presentan tres como en Xicoténcatl en el que crecen *Ceratophyllum demersum*, *Najas marina* y *Ludwigia peploides*.

El resto de los canales no tiene vegetación, o bien las presas no forman distritos de riego por lo que no tienen canales, como es el caso de la República Española y la de Santa Engracia.

### Vegetación de lagunas

*Lagunas de aguas salinas.* A todo lo largo de la costa se forman lagunas salinas que van desde el tamaño de la laguna Madre hasta pequeñas lagunitas que llegan a desaparecer en época de secas. Estas últimas son especialmente frecuentes en el

extremo noreste. En ellas se establecen asociaciones de halófilas con *Atriplex* spp., *Eustoma exaltatum* y *Heliotropium curassavicum* (Baro y González-Medrano, inédito). Hay otras que permanecen todo el año en cuyos bordes existe esta misma vegetación y hacia la zona permanentemente inundada crece *Scirpus californicus*. En la desembocadura de varios ríos (Pánuco, Barberena, Tigre, Soto) se forman manglares compuestos por *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erecta*; la zonación de las especies es muy clara ya que *Rhizophora* se establece en las zonas de las lagunas permanentemente inundadas, seguida por *Avicennia* que se desarrolla en zonas más drenadas. *Rhizophora* y *Laguncularia* alcanzan su límite norte de distribución a la latitud del Trópico de Cáncer (Lot *et al.*, 1975); por encima de éste, las comunidades están dominadas por *Avicennia* que alcanza alturas promedio de 3 m (Baro y González-Medrano, inédito).

La laguna Madre se encuentra rodeada de manchones aislados de vegetación halófila, siendo las especies más comunes *Batis maritima*, *Atriplex* sp. y *Suaeda* sp., aunque hay manglares de *Avicennia* compuestos por arbustos de menos de 1 m de alto que han sido fuertemente afectados por la helada de 1983 y el ciclón de 1988. En la Barra, la vegetación más abundante es el pastizal de *Monanthochloe littoralis* entre el que crece *Rhynchospora colorata*; ambas especies soportan permanecer en zonas inundadas durante varios días.

En cuanto a la vegetación sumergida, Hildebrand (1958) y Kornicker *et al.* (1959) (citados por Lot, 1971) reportan a *Thalassia testudinum* y *Halodule wrightii* creciendo en pequeñas zonas en forma discontinua. En 1975, Cornelius colectó cerca de la boca de Jesús María a *Halophila engelmannii*, *Syringodium filiforme* y *Ruppia maritima*. En noviembre de 1988 se visitó la localidad y la única que se encontró fue *Halodule wrightii* creciendo en pequeños manchones que sólo se localizan a un lado de la Boca fuertemente enraizada en el limo. Los "nortes" rompen sus tallos enviándolos en grandes cantidades hacia la orilla donde se descomponen produciendo un mal olor que las hace muy impopulares. No se localizó ninguna de las otras tres especies, ni los pescadores recuerdan haberlas visto.

*Lagunas de aguas dulces.* Las principales son las que se encuentran en las cercanías de la ciudad de Tampico, como Champayán, Chairel, Vega Escondida y Tancoil que están unidas entre sí tanto por ramales del Tamesí como por canales hechos para el tránsito de lanchas. La laguna del Carpintero es un verdadero problema pues produce "miasmas muy perjudiciales a la salud" (Prieto, 1899), ya que no tiene aportes de agua limpia. Lo más decepcionante es que desde hace más de un siglo, en 1856, se iniciaron las obras para desecarla, suspendiéndose al año siguiente sin que hasta la fecha se haya resuelto el problema.

Las zonas más someras están ocupadas por extensos tulares de *Typha dominicensis*, *Cladium jamaicense* y *Scirpus validus*, entre los que se establecen varias especies como *Habenaria repens* e *Ipomoea fistulosa*. Otra especie común de la orilla es *Echinochloa colona*, que está enraizada con los tallos postrados sobre el agua. Entre las plantas que crecen totalmente dentro del agua existen varias formas de vida: las de hojas flotantes como *Nymphaea ampla* que es la más común, *Nymphaea*

*amazonum*, *Nelumbo lutea* y *Nymphaoides indica*. Entre las enraizadas sumergidas son abundantes *Vallisneria americana* que forma masas casi puras, *Potamogeton pectinatus* y *Ruppia maritima*. Recientemente, tal vez a mediados de 1988, llegó a la laguna de Champayán *Hydrilla verticillata*, que no sólo ha desplazado a muchas de estas especies sino incluso al lirio (*Eichhornia crassipes*). De las libres sumergidas la más conspicua por su tamaño es *Utricularia foliosa*, ya que *U. gibba* aunque es abundante, se enreda entre las raíces de las flotantes y es difícil de encontrar; a pesar de que *Ceratophyllum demersum* pertenece a esta forma de vida, casi siempre está sobre el sustrato.

Entre la vegetación flotante la especie más común es el lirio que se desarrolla abundantemente en todas las lagunas. También crece en grandes cantidades *Salvinia auriculata* sobre la que se enraiza *Oxycarium cubense* (Mora, 1988).

En las zonas de la orilla que se inundan temporalmente, se establece una vegetación muy similar a la de los charcos de la planicie con especies como *Cyperus ochraceus*, *Ammannia coccinea*, *Heteranthera limosa* etc.; la única especie por la que difieren es *Nymphaea amazonum*.

Hacia afuera hay pastizales secundarios pastoreados y alterados que presentan arbustos como *Mimosa pigra* y *Leucaena*. Solamente a las orillas de Champayán se desarrolla un encinar tropical de *Quercus* sp.

La composición florística de esta vegetación se mantiene estable a lo largo del año y los mayores cambios que ocurren son en la densidad de las especies. El lirio, por ejemplo, aunque está presente todo el año, en verano crece en tal cantidad que bloquea los canales. A pesar de que las lagunas comparten casi todas las especies, existen unas cuantas excepciones, como, *Echinodorus ovalis* que sólo se encuentra en el Chairel y Tancol; *Gymnocoronis latifolia*, sólo en el Chairel, y *Nelumbo lutea* y *Neptunia oleracea* sólo en Champayán. Para detalles sobre las lagunas del Chairel y Tancol, véase Mora, 1988.

### Vegetación de charcos

*Charcos temporales.* Los charcos que se encuentran a lo largo de la planicie son muy homogéneos en cuanto a las formas de vida de las especies que crecen en ellos; casi todas son enraizadas emergentes. La composición florística es la que cambia, ya que en el norte (desde Laredo hasta San Fernando) las especies más comunes son *Typha domingensis*, *Echinodorus berteroi*, *Nymphaea elegans* y *Sagittaria longiloba*, mientras que en el sur se desarrollan *Heteranthera limosa* y *Eurystemon mexicanum*. En ambas zonas se encuentran especies como *Cyperus ochraceus*, *C. humilis*, *Eleocharis macrostachya* y *Marsilea macropoda*. Sólo en los charcos de mayor profundidad (unos 30 cm) llega a haber *Lemna aequinoctialis*, que es libre flotadora, y sumergidas como *Najas guadalupensis* y *Zosterella dubia*.

*Charcos permanentes.* Son poco frecuentes en el estado y sólo se encuentran cerca de los ríos o de las presas con una flora muy similar a la de los temporales. En las

partes bajas de la sierra de Tamaulipas hay uno diferente, que en sus orillas tiene árboles de *Salix humboldtiana*, una zona de tular de *Typha domingensis* y hacia la parte media, *Nymphaea ampla*, pero no hay ninguna sumergida. En la Sierra Madre existe otro cubierto de *Scirpus validus* que en época de secas tiene también *Chara* sp. y otro más en el que crece abundantemente *Wolffia brasiliensis* y *Najas guadalupensis*.

## DISCUSIÓN

La vegetación acuática del estado resultó ser rica en especies acuáticas y subacuáticas, ya que de este tipo se documentaron 93 especies; de las plantas tolerantes a condiciones de inundación temporal o saturación del suelo se determinaron 62 especies y las arbustivas o arbóreas adaptadas a los ambientes acuáticos, llegaron a 12. La mayoría de ellas presentaron una estacionalidad tan marcada, que es indispensable continuar colectando en todos los ambientes. Evidentemente, son muchos los factores que intervienen en la distribución espacial y temporal de las asociaciones. Uno de los principales en el estado es sin duda el clima, específicamente la precipitación, ya que la presencia de muchos cuerpos de agua depende de la cantidad y la forma en la que se presente. Esto se hace más evidente en los ríos del centro (Corona y Purificación) que están íntimamente ligados a los escurrimientos y filtraciones provenientes de la Sierra Madre, por lo que la vegetación es marcadamente estacional. En el río Carrizal sucede lo contrario, ya que mantiene un volumen constante durante todo el año por el aporte de la presa República Española. Esto le permite presentar plantas perennes como *Nymphaea* y *Nymphoides*.

Otro factor limitante es el tipo de sustrato que presentan los cuerpos de agua. En los ríos un tanto estacionales, en los que el sustrato es de cantos rodados, dominan las especies enraizadas sumergidas y en los ríos de corriente más tranquila y permanente se desarrollan zonas con sedimentos finos (como el Sabinas y Carrizal) que permiten el establecimiento de las plantas acuáticas con hojas flotantes.

En las lagunas del sur, el factor limitante para la zonación de las especies fue la profundidad del agua, ya que el sustrato que se encontró fue siempre limoso. En cuanto a las plantas que se encontraban en la laguna Madre y que no se han vuelto a colectar (*Thalassia*, *Halophila* y *Ruppia*), su ausencia se debe seguramente a los fuertes cambios en la concentración de sales que ha sufrido en los últimos 15 años, ya que no los toleran. Muy probablemente *Thalassia* se encuentra actualmente en el mar, en donde las concentraciones de sales sean más estables para su desarrollo, ya que en invierno hay en las playas individuos acarreados por el oleaje junto con el sargazo.

Actualmente la contaminación juega un papel determinante en la distribución y abundancia de las especies. El río Bravo, que es el que tiene la mayor concentración de contaminantes químicos, está totalmente desprovisto de plantas acuáticas. El Guayalejo-Tamesí soporta una concentración tan alta de materia orgánica, que

las libres flotadoras son muy abundantes, amenazando la presencia de las otras formas de vida.

Uno de los aspectos más interesantes de las especies que componen este tipo de vegetación es la plasticidad de sus formas de vida. Esto se hace más evidente en los charcos temporales, en los que especies como *Marsilea mollis* puede presentarse como de hojas flotantes cuando el agua es profunda y como enraizada emergente cuando el agua baja de nivel. Entre las enraizadas sumergidas como *Zosterella dubia* sucede algo similar, ya que en vez de desaparecer se comporta como enraizada emergente acortando los entrenudos y la espata. Las enraizadas emergentes no cambian de forma de vida pero tienen la capacidad de soportar periodos de adversidad disminuyendo enormemente su tamaño. Por ejemplo, *Echinodorus berteroi* que en condiciones favorables mide 50 cm, al secarse los charcos, los individuos de escasos 10 cm y hasta menores continúan florciendo y fructificando.

En cuanto al grado de deterioro, en el estado existen todas las gradaciones desde los ambientes conservados y que valdría la pena proteger (como el río Sabinas y las lagunas de la Azufrosa) hasta aquellos como el Bravo y el Tamesí en los que ya resulta imperativo establecer programas de recuperación. También resulta imprescindible establecer programas permanentes de control de malezas acuáticas; actualmente sólo se trata al lirio en las lagunas del sur y eso sólo de manera esporádica. *Hydrilla* constituye un fuerte problema económico puesto que impide el paso de las lanchas, aumenta la evaporación y obstruye los canales de riego impidiendo su uso (Novelo y Martínez, 1989).

A pesar de que en los últimos años el deterioro de los cuerpos de agua ha aumentado evidentemente, sobre todo en la franja fronteriza y en la desembocadura del Pánuco, la vegetación acuática del estado está aún muy conservada. Sin embargo, es necesario llamar la atención de las autoridades, ya que además del abuso que se está haciendo de los cuerpos de agua, existe la amenaza de *Hydrilla* que está desplazando rápidamente a la vegetación natural, terminando con la gran diversidad de especies que la forman y amenazando la de los estados vecinos, especialmente de Veracruz, en actividades relacionadas con la pesca, la recreación, la navegación, etcétera.

Vale la pena resaltar la inminente desaparición de la flora del estado de *Nelumbo lutea*, de la que sólo se encontró un ejemplar; de *Eurystemon mexicanum* que está en una sola localidad junto a un poblado que muy pronto desecará los charcos en los que crece y de *Nymphaea amazonum* que sólo se encuentra en las lagunas del sur (Ramírez-García y Novelo, 1989).

Uno de los aspectos más importantes para investigación en el futuro es determinar exactamente cuáles son los parámetros físico-químicos que limitan la distribución de las especies.

También parece indispensable investigar la competencia que se establece entre el lirio e *Hydrilla*, ya que podría facilitar los medios de control para ambas malezas.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a Nelly Diego la determinación de las ciperáceas; a Leticia Pacheco, la de los helechos y a Alfredo Brito la de las gramíneas; a Arturo Mora su compañía en el campo y su ayuda en la descripción de las lagunas; a Luis Hernández su compañía en el campo y su ayuda en la redacción del manuscrito; a Patricia Dávila y Fernando Chiang por la revisión del manuscrito. El trabajo de campo se realizó gracias al apoyo de CONACYT, a través del convenio PCECCNA-021576.

## LITERATURA CITADA

- BARO P., D. y F. GONZÁLEZ-MEDRANO. *Manual ilustrado de la flora halófila de Tamaulipas* (inédito).
- BLAIR W., F. 1950. The biotic provinces of Texas. *Texas J. Sci.* 2(1): 93-117.
- BORGES S., A., H.S. GÓMEZ, C.A. GUTIÉRREZ, R.M. HINOJOSA, y A. VILLARREAL. 1984. *Macrófitas acuáticas en el lago de Chapala, Jalisco*. Servicio Social, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México, D.F. 83 pp.
- CONZATTI C. 1981. *Flora taxonómica mexicana*. 3ª ed., México, D.F., Instituto Politécnico Nacional, 220 pp.
- COOK C., B. GUT, M. RIX, J. SCHNELLER and M. SEITZ. 1974. *Water plants of the world. A manual for the identification of the genera of freshwater macrophytes*. Dr. W. Junk b.v., Publishers, The Hague. 261 pp.
- DALTON P., A. and A. NOVELO. 1983. Aquatic and wetland plants of the Arnold Arboretum. *Arnoldia* 43(2):7-44.
- DICE L., R. 1943. *The biotic provinces of North America*. University of Michigan Press, Ann Arbor. 78 pp.
- GARCÍA L., R. *et al.* 1982. Integración de unidades de suelos en el estado de Tamaulipas. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México, D.F. 103 pp.
- GONZÁLEZ-MEDRANO, F. 1972. La vegetación del nordeste de Tamaulipas. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México, Ser. Bot.* 43(1):11-50.
- HILDEBRAND H., H. 1958. Estudios biológicos preliminares sobre la Laguna Madre de Tamaulipas. *Ciencia (México)* 17(7-9): 151-153.
- JOHNSTON, M. C. 1985. Algunas investigaciones fitogeográficas sobre la Provincia Biótica Tamaulipeca. *Segundo Simposio Internacional sobre la Provincia Biótica Tamaulipeca*, Cd. Victoria, Tamaulipas (inédito).
- JOHNSTON, M. C., K. NIXON, G. L. NESOM y M. MARTÍNEZ. 1989. Listado de plantas vasculares conocidas en la Sierra de Guatemala, Gómez Farías, Tamaulipas. *Biotam* 1(2):21-33.
- KORNICKER L., S., F. BONET, C. ROSS y C. M. HOSKIN. 1959. Alacrán reef, Campeche Bank, Mexico. *Publ. Inst. Mar. Sci.* 6:1-22.
- LÓPEZ-RAMOS, E. 1982. *Geología de México*, t. II., 3a ed. Tesis Reséndiz, S.A., México, D.F. 454 pp.
- LOT H., A. 1971. Estudios sobre fanerógamas marinas en las cercanías de Veracruz, Ver. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México, Ser. Bot.* 42(1):1-48.
- LOT H., A., C. VÁZQUEZ-YANES, y L.F. MENÉNDEZ. 1975. Physiognomic and floristic changes near the northern limit of mangroves in the Gulf Coast of Mexico. *In:* G.E. Walsh,

- S.C. Snedaker and H. Teas (eds.). *Proceedings of the International Symposium on the biology and Management of Mangroves*. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville. pp. 52-61.
- LOT H., A., A. NOVELO y P. RAMÍREZ-GARCÍA. 1986. Listados florísticos de México. V. *Angiospermas acuáticas mexicanas I*. Instituto de Biología, UNAM, México, D.F. 60 pp.
- LOT H., A. y A. NOVELO. 1988. Vegetación y flora acuática del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. *Southw. Naturalist* 33(2):167-175.
- MARTIN P., S. 1958. *Biogeography of reptiles and amphibians in the Gomez Farías region, Tamaulipas México*. Misc. Publ. 101. Mus. Zool. Univ. Michigan Misc. Publ. 101. Ann Arbor. 115 pp.
- MARTÍNEZ-OJEDA, E. y F. GONZÁLEZ-MEDRANO. 1977. Vegetación del sudeste de Tamaulipas, México. *Biotica* 2(2):1-45.
- MIRANDA A., G. 1980. *Plantas acuáticas útiles del Valle de México*. Tesis. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 180 pp.
- MIRANDA, F. y E. HERNÁNDEZ X. 1963. Fisiografía y vegetación. En: *Las zonas áridas del centro y noreste de México*. Edic. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, México, D.F. pp. 1-27.
- MORA O., A. 1988. *Plantas acuáticas y semiacuáticas de las lagunas del Chairel y de Tancoil, Tampico*. Tesis, Universidad del Noreste. Tampico, Tamps. 200 pp.
- MORENO N., P. 1984. *Contribución al conocimiento de la flora vascular acuática y las asociaciones más comunes de la presa Rodrigo Gómez y sus afluentes, Mpio. de Santiago, Nuevo León, México*. Tesis. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey. 117 pp.
- MÜLLER-USING, B. y O. BRIONES. 1987. Die Naturwaldparzelle von Bufa el Diente. *Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges.* 77: 243-256.
- NOVELO R., A. 1978. La vegetación de la estación biológica El Morro de la Mancha, Veracruz. *Biotica* 3(1):9-23.
- NOVELO R., A. y M. GALEGOS. 1988. Estudio de la flora y la vegetación acuática relacionada con el sistema de chinampas en el sureste del Valle de México. *Biotica* 13(1-2):121-139.
- NOVELO R., A. y M. MARTÍNEZ. 1989. *Hydrilla verticillata* (Hydrocharitaceae), problemática maleza acuática de reciente introducción en México. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México, Ser. Bot.* 58:97-102.
- PRIETO, A. 1873. *Historia, geografía y estadística del estado de Tamaulipas*. Reproducción facsimilar. Ed. Porrúa, México, D.F. 361 pp.
- PRIETO, A. 1899. *Proyecto de mejoras materiales de salubridad e higiene en el puerto de Tampico*. Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento. México, D.F. 113 pp.
- PRIETO, A. 1909. Irrigación de terrenos en el Distrito Sur de Tamaulipas. Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento, Ciudad Victoria, Tamps. 11 pp.
- PUIG, H. 1970. Étude Phytogéographique de la Sierra de Tamaulipas, Mexique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*. T. 106. Fasc. 1-2: 60-78.
- PUIG, H. 1976. Végétation de la Huasteca, Mexique. Mission Archéologique et Ethnologique Française au Mexique. 531 pp.
- PUIG, H. 1987. *El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas*. Instituto de Ecología. México, D.F. 186 pp.
- PUIG, H., R. BRACHO y V. SOSA 1987. Affinités phytogéographiques de la forêt tropicale humide de montagne de la réserve MAB "El Cielo" de Gómez Farías, Tamaulipas, México. *C.R. Soc. Biogéogr.* 63(4):115-140.

- RAMÍREZ-GARCÍA, P. y A. NOVELO. 1989. *Nymphaea amazonum* (Nymphaeaceae) en México; clave de las especies del subgénero *Hydrochallis* en el país. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México, Ser. Bot.* 58:87-92.
- RZEDOWSKI, J. 1957. Algunas asociaciones vegetales en los terrenos del lago de Texcoco. *Bol. Soc. Bot. México*, 21: 19-33.
- RZEDOWSKI, J. 1981. *Vegetación de México*. Ed. Limusa, México. 432 pp.
- SARH. 1980. *Catálogo de lagos y embalses de la cuenca baja del río Pánuco*. Residencia de Protección y Ordenación Ecológica, México, D.F.
- SOLORIO, S. 1982. Elaboración de raciones alimenticias para puercos a base de *Hydrilla*. *Seminario de Investigación*, Facultad de Agronomía, Ciudad Victoria, Tamps.
- SPP. 1983. *Síntesis geográfica del estado de Tamaulipas*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México, D.F. 157 pp.
- SÁNCHEZ, O. 1979. *Flora del Valle de México*. 5ª ed. Ed. Herrero, México, D.F. 513 pp.
- TORRES, J. 1987. *Ecología y uso de los recursos naturales renovables de la cuenca del río San Marcos, Tamaulipas, México*. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 110 pp.
- VALIENTE, A. 1984. *Análisis de la vegetación de la región de Gómez Farías, Tamaulipas*. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 63 pp.
- VÁZQUEZ-YANES, C. 1971. La vegetación de la Laguna de Mandinga, Veracruz. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México, Ser. Bot.* 42(1):49-94.

#### APÉNDICE. Lista florística

Las formas de vida están indicadas por las siguientes abreviaturas: A-árbol o arbusto. EE-hidrófita enraizada emergente. ES-hidrófita enraizada sumergida. HF-hidrófita de hojas flotantes. LF-hidrófita libre flotadora. LS-hidrófita libre sumergida. TP-hidrófita de tallos prostrados. T-tolerante

Los números indican las localidades en las que han sido colectadas *Ríos*: 1. Arroyo Cabaleros. 2. Arroyo San Carlos. 3. Bravo. 4. Carrizal. 5. Comandante. 6. Corona. 7. Chihue. 8. Guayalejo. 9. Mante. 10. Purificación. 11. Sabinas. 12. San Felipe. 13. San Marcos. 14. Soto la Marina. 15. Tigre. *Presas*: 16. Falcón. 17. Marte R. Gómez. 18. República Española. 19. Santa Engracia. 20. Vicente Guerrero. *Canales de riego*: 21. Provenientes del Guayalejo. 22. Hidalgo. 23. Provenientes de las presas del norte. *Lagunas de agua dulce*: 24. La Azufrosa. 25. Chairel. 26. Champayán. 27. Tancol. 28. Vega Escondida. *Lagunas de agua salada*: 29. Laguna Madre. 30. Reynosa. *Charcos temporales*: 31. Aldama. 32. Méndez. 33. Reynosa. 34. San Fernando. 35. Soto la Marina. 36. Zona árida. *Charcos permanentes*: 37. Guayalejo. 38. Soto la Marina.

## ACANTHACEAE

*Hygrophila* sp., EE, 20

## ALISMATACEAE

*Echinodorus berteroi* (Sprengel) Fassett,  
EE, 31, 33, 35, 38

\**E. ovalis* Wright, EE, 25

*Sagittaria lancifolia* L., EE, 20

*S. lancifolia* L. ssp. *media* (M. Micheli) Bogin, EE, 25

*S. latifolia* Willd. var. *latifolia* EE, (Lot et al., 1986).

*S. longiloba* Engelm. ex Torr., "hoja flecha", EE, 33, 34, 35

## AMARANTHACEAE

*Alternanthera obovata* (Mart. & Gal.) Millsp., T, 27

## ARACEAE

*Pistia stratiotes* L., LF, 9, 15

*Xanthosoma robustum* Schott, "mafafa", "rejalgar", EE, 1, 11, 25

## ASTERACEAE

*Achimella oppositifolia* (Lam.) Janzen, T, 21

*Ambrosia psilostachya* DC., T, 29

*Aster subulatus* Michx., T, 3, 18, 25, 27

*A. spinosus* Benth., T, 3

*Bidens odorata* Cav. var. *calcicola* (Greenm.) Ballard, T, 24

*B. pilosa* L., T, 11

*Borrchia frutescens* (L.) DC., T, 25, 27, 29

*Eclipta prostrata* (L.) L., EE, 5, 8, 25, 29, 31

*Egletes liebmannii* Sch. Bip., T, 5

*Eupatorium betonicifolia* Mill., T, 29

*Gymnocoronis latifolia* Hook. & Arn., TP, 8, 25

*Helenium quadridentatum* Labell, "hierba de la pulga", T, 11, 25

*Helianthus petiolaris* Nutt., T, 29

*Melanthera nivea* Small, T, 25

*Parthenium hysterophorus* L., T, 18, 20

*Pectis berlandieri* DC., T, 29

*Pluchea odorata* (L.) Cass., T, 30

*P. purpurascens* (Sw.) DC., T, 6

*Ratibida columnaris* (Sims.) D. Don, T, 3

*Sclerocarpus uniserialis* (Hook.) Hemsl., T, 11, 25

*Senecio salignus* DC., T, 3, 13

*S. coahuilensis* Greenm., T, 21

*Simsia* sp., T, 38

*Varilla texana* Gray, T, 20

## AZOLLACEAE

*Azolla mexicana* Presl., LF, 27

## CABOMBACEAE

*Cabomba palaeformis* Fassett, ES, 9, 25, 26, 27

## CERATOPHYLLACEAE

*Ceratophyllum demersum* L., LS, 4, 9, 10, 15, 18, 21, 26, 27, 28

## COMBRETACEAE

*Conocarpus erecta* L. A, 4, 14, 29

*Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn., A, 4, 8

## CYMODOCEACEAE

*Halodule beaudettei* (Hartog) Hartog, ES, (Lot et al., 1986).

*H. wrightii* Asch., ES, 29

*Syringodium filiforme* Kuntz., ES, (Lot, et al., 1986).

## CYPERACEAE

*Cyperus articulatus* L., EE, 25, 27, 28, 33

*C. canus* Presl, EE, 11

*C. elegans* L., EE, 8, 14, 21, 25, 32, 35, 37

*C. esculentus* L., EE, 17, 29

*C. humilis* Kunth., T, 8, 27, 38

*C. involucratus* Rottboll, T, 2

*C. iria* L., T, 25

*C. lanceolatus* Poirlet, T, 13, 20

*C. ligularis* L., T, 8

*C. ochraceus* Vahl, EE, 2, 9, 20, 25, 33, 34, 35, 37

*C. odoratus* L., EE, 20, 25

*C. prolixus* H.B.K., T, 13

\* Nuevos registros para Tamaulipas.

- C. pseudovegetus* Steudel var. *megalanthus* Kuekenh., T, 6,  
*C. rotundus* L., T, 25  
*C. surinamensis* Rottb., T, 25  
*Cladium jamaicense* Crantz., EE, 25, 26, 28  
*Eleocharis geniculata* (L.) R. Br., EE, 2, 6, 13, 26, 27, 29  
*E. fistulosa* (Poir.) Link, EE, 7, 27  
*E. interstincta* (Vahl) R. & S., EE, 4, 9, 10, 24, 37  
*E. macrostachya* Britt., EE, 6, 33, 34, 35  
*E. montevidensis* Kunth, EE, 21  
*Finbristylis caroliniana* (Lam.) Fern., T, 4  
*F. cynosa* Fern., T, 4  
*F. puberula* (Michx.) Vahl, T, 29  
*F. spathacea* Roth., T, 27  
*Fuirena simplex* Vahl, T, 6, 7, 8, 14, 21  
*Oxycaium cubense* (Poeppe & Kunth) K. Lye, EE, 25, 28  
*Rhynchospora colorata* (L.) Feiffer, EE, 6, 8, 11, 21, 29  
*Scirpus americanus* Pers., EE, 3  
*S. californicus* (C. A. Meyer) Steud., EE, 30  
*S. robustus* Pursh., T, 35  
*S. saximontanus* Fern., T, 32  
*S. validus* Vahl, "popoque", EE, 26, 27, 36

## EQUISETACEAE

- Equisetum myriochaetum* Schlecht. & Cham., T, 6, 10, 13

## HALORAGACEAE

- Myriophyllum aquaticum* Vellozo, EE, 4, 10  
*M. sp.*, ES.

## HYDROCHARITACEAE

- Halophila engelmannii* Asch., ES, 29  
*Hydrilla verticillata* (L.f) Royle, ES, 1, 2, 4, 6, 10, 14, 18, 19, 20, 21, 26  
*Thalassia testudinum* Koenig, ES, 29  
*Vallisneria americana* Michx., "cintilla" ES, 25, 26, 27, 28

## LEGUMINOSAE

- Inga vera* Willd., A, 8

- Mimosa pigra* L. A, 5, 8, 14, 25  
*Neptunia oleracea* Lour. LF, 26

## LEMNACEAE

- Lemma aequinoctialis* Welwitsch., LF, 1, 2, 5, 6, 18, 25, 27, 33  
*Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid., "lenteja de agua", LF, 15, 18, 27, 31  
*Wolffia brasiliensis* Weedell, LF, 30, 36  
*Wolffiella lingulata* (Hegelm.) Hegelm., LF, 27

## LENTIBULARIACEAE

- Utricularia foliosa* L., LS, 25, 28  
*U. gibba* L., LS, 4, 24, 28, 36

## LOBELIACEAE

- Lobelia cardinalis* L., "reina del agua" EE, 4, 11, 12, 13, 14, 21, 24  
*L. purpusii* Brandege, EE, 5, 11

## LYTHRACEAE

- Ammannia coccinea* Rottb., T, 25, 35, 37

## MARSILEACEAE

- Marsilea macropoda* Engelm. ex A. Braun, HF, 5, 19, 31, 33, 34, 35, 37  
 \**M. mollis* Robinson & Fernald, HF, 33

## MENYANTHACEAE

- Nymphoides indica* (L.) Kuntze, HF, 4, 25, 27

## NAJADACEAE

- Najas guadalupensis* (Sprengel) Magnus var. *guadalupensis* ES, 1, 5, 6, 7, 10, 11, 15, 21, 22, 26, 27, 32, 34, 36  
*N. marina* L., "raspador", ES, 21, 26, 28

## NELUMBONACEAE

- Nelumbo lutea* (Willd.) Pers., HF, 25, 280

## NYMPHACEAE

- Nuphar luteum* (L.) Sibth & Smith ssp. *macrophyllum* (Small) E. O. Beal, "panza de vaca", HF, 8, 11

- Nymphaea amazonum* Zucc., HF, 27  
*N. ampla* (Salisb.) DC., HF, 2, 4, 8, 9, 25,  
 27, 38  
*N. elegans* Hook., HF, 10, 11

## ONAGRACEAE

- Ludwigia peploides* (Jacq.) Raven, EE, 15,  
 20, 25, 37  
*L. repens* Forst., ES, 2, 4, 9, 11, 21  
*L. octovalvis* (Jacq.) Raven, T, 5, 8, 10, 18,  
 25, 33, 35

## ORCHIDACEAE

- Habenaria bractescens* Lind., EE, 24  
*H. repens* Nutt., EE, 27

## PARKERIACEAE

- Ceratopteris* sp., EE, 4, 2

## PLATANACEAE

- Platanus rzedowskii* Nixon & Pool, "álamo", A, 2, 6, 10, 12, 13

## POACEAE

- Andropogon virginicus* L., T, 6  
*Arundinella berteroniana* (Schult.) Hitch.  
 & Chase, T, 6, 11  
*Arundo donax* L., T, 2, 4, 6, 10, 14, 27  
*Brachiaria mutica* (Forsk.) Stapf., T, 25  
*Cenchrus ciliaris* L., T, 6, 8  
*Chloris inflata* Link, T, 4, 20  
*Dactyloctenium aegyptium* (L.) Beauv., T,  
 3  
*Distichlis spicata* (L.) Greene, T, 8  
*Echinochloa colona* (L.) Link, "zacate la-  
 gnero" EE, 3, 25  
*Eriochloa punctata* (L.) Desv., EE, 35  
*Hymenachne amplexicaulis* (Rudge.) Nees,  
 TP, 4, 8, 15  
*Leersia hexandra* Sw., EE, 14, 21  
*Leptochloa fascicularis* (Lam.) Gray, EE, 2  
*Monanthochloe littoralis* Engelm., T, 29  
*Paspalum distichum* L., EE, 37  
*P. hartwegianum* Fourn., T, 6  
*P. praecox* Walt., T, 35  
*P. pubiflorum* Rupr., T, 2  
*P. virgatum* L., EE, 13

- Phragmites australis* (Cav.) Trin., EE, 14,  
 25

- Polypogon monspeliensis* (L.) Desf., EE, 3  
*Setaria geniculata* (Lam.) Beauv., T, 4, 35  
*S. grisebachii* Fourn., T, 29  
*Sporobolus virginicus* (L.) Kunth, T, 3, 4  
*S. pulvinatus* Swall., T, 20  
*Spartina junciformis* Engelm. & Gray, T, 3,  
 14, 15, 29  
*Tridax procumbens* L., T, 6

## POLYGONACEAE

- Polygonum acuminatum* H.B.K., EE, 25  
*P. densiflorum* Meisn., EE, 6, 10, 11  
*P. hydropiperoides* L., EE, 21, 27  
*P. punctatum* Ell., EE, 15, 34, 35  
*Rumex crispus* L., T, 23, 25

## POLYPODIACEAE

- Acrostichum danaeifolium* Langd., EE, 25,  
 27

## PONTEDERIACEAE

- Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, "lirio  
 acuático", LF, 9, 15, 25, 26  
*Eurystemon mexicanum* (S. Wats.) Alexan-  
 der, EE, 31, 35  
*Heteranthera linosa* (Sw.) Willd., EE, 31,  
 37  
*Zosterella dubia* (Jacq.) Small, ES, 4, 5, 6,  
 11, 14, 15, 16, 17, 20, 21, 25, 26, 32, 34

## POTAMOGETONACEAE

- Potamogeton illinoensis* Morong, ES, 8, 9,  
 11, 14, 20, 21, 22, 26  
*P. nodosus* Poiret, HF, 3, 4, 5, 6, 10, 14,  
 15, 16, 20, 21, 23, 25  
*P. pectinatus* L., ES, 11, 16, 26, 27, 28

## PRIMULACEAE

- Sainolus parviflorus* Raf., T, 8, 12, 21

## RHIZOPHORACEAE

- Rhizophora mangle* L., "mangle rojo", A,  
 4, 8

## RUBIACEAE

- Cephalanthus occidentalis* L., A, 5, 12

*Cephalanthus salicifolius* Humb. & Bonpl.,  
A, 1, 6, 12

#### RUPPIACEAE

*Ruppia maritima* L., ES, 25, 26, 27, 28, 29

#### SALICACEAE

*Populus mexicana* Wesmael, A, 4, 6, 10

*Salix humboldtiana* Willd., "sauce", A, 1,  
4, 5, 6, 8, 10, 14, 20, 21, 38

#### SALVINIACEAE

*Salvinia auriculata* Aubl., "oreja de ra-  
tón", LF, 25, 26, 27

*S. minima* Bak., LF, 15, 25

#### SCROPHULARIACEAE

*Bacopa monnieri* (L.) Wettst., EE, 21, 23,  
25, 27

#### TAXODIACEAE

*Taxodium mucronatum* Ten, "sabino", A,  
2, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 15

#### TYPHACEAE

*Typha domingensis* Poir., EE, 4, 8, 14, 19,  
25, 38

#### UMBELLIFERAE

*Hydrocotyle bonariensis* Lamb., EE, 9, 14,  
21, 27

*H. umbellata* L., EE, 20

#### VERBENACEAE

*Avicennia germinans* (L.) L., "mangle ne-  
gro", A, 8, 14, 29

#### ZANNICHELLIACEAE

\**Zannichellia palustris* L., ES, 50